

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Poglajen, S., 2015. Primer uporabe BIM za trajnostno načrtovanje v Sloveniji. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Cerovšek, T.): 51 str.

Datum arhiviranja: 01-10-2015

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Poglajen, S., 2015. Primer uporabe BIM za trajnostno načrtovanje v Sloveniji. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Cerovšek, T.): 51 pp.

Archiving Date: 01-10-2015

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

UNIVERZITETNI
ŠTUDIJSKI PROGRAM
PRVE STOPNJE
GRADBENIŠTVO

Kandidatka:

SARA POGLAJEN

**PRIMER UPORABE BIM ZA TRAJNOSTNO NAČRTOVANJE
V SLOVENIJI**

Diplomska naloga št.: 196/B-GR

**THE USE OF BIM FOR SUSTAINABLE DESIGN IN
SLOVENIA**

Graduation thesis No.: 196/B-GR

Mentor:

doc. dr. Tomo Cerovšek

Ljubljana, 15. 09. 2015

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Podpisana Sara Poglajen izjavljam, da sem avtorica diplomske naloge z naslovom »Uporabe BIM pri trajnostnem načrtovanju stavb v Sloveniji«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, 10.9.2015

Sara Poglajen

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	004.42:620.93:721(043.2)
Avtor:	Sara Poglajen
Mentor/mentorica:	Doc. dr. Tomo Cerovšek
Somentor / somentorica:	/
Naslov:	Primer uporabe BIM za trajnostno načrtovanje v Sloveniji
Tip dokumenta:	Diplomska naloga – univerzitetni študij
Obseg in oprema:	51 str., 12 pregl., 39 sl., 5 pril.
Ključne besede:	BIM, BEM, trajnostna gradnja, energetska učinkovitost

Izveček:

V diplomski nalogi smo obravnavali vidike trajnostnega načrtovanja v gradbeništvu. Predstavili smo načela in indikatorje trajnostne gradnje, ki jih priznava stroka. Predstavili smo tudi koncept integralnega načrtovanja, ki je dokaj nov pristop k projektiranju objektov s pomočjo orodij BIM (angl. Building Information Modelling). Integralno načrtovanje je zaobjeto tudi v samem BIM projektiranju, ki nudi celovit pristop h gradnji stavb. Opisali smo tudi, kako s programsko opremo konkretno preverimo okoljske vidike, kot so: orientacija objekta, oblika stavbe, dnevna svetloba, energetska analiza, zbiranje meteorne vode in materiali.

V praktičnem delu diplomske naloge smo najprej definirali lokacijo objekta. Temu smo prilagodili tip gradnje, ki je moral biti iz okolju prijaznih materialov, ki so primerni in smotrni za uporabo v Sloveniji. Ovoj stavbe in temeljenje smo prilagodili leseni nosilni konstrukciji, upoštevali smo tudi velikost in namembnost objekta. S pomočjo programov smo določili najbolj optimalno orientiranost objekta. Sledila je izdelava objekta v BIM računalniškem programu ArchiCAD. Izdelali smo informacijski model stavbe, kjer smo izvedli energetske analize. Rezultate smo primerjali z rezultati iz programa Knaufinsulation Energija. Končno analizo osvetljenosti konkretnega prostora pa smo izvedli v programu Velux. S tem smo prikazali možnosti uporabe računalniških orodij kot pomoč pri načrtovanju objektov s čim manjšo obremenitvijo okolja ter upoštevajoče ugodje uporabnikov.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC:	004.42:620.93:721(043.2)
Author:	Sara Poglajen
Supervisor:	Prof. Tomo Cerovšek, Ph. D.
Cosupervisor:	/
Title:	The use of BIM for sustainable design in Slovenia
Document type:	Graduation Thesis – University studies
Scope and tools:	51 p., 12 tab., 39 fig., 5 ann.
Keywords:	BIM, BEM, sustainable design, energy efficiency

Abstract:

In the following thesis, we discussed aspects of sustainable design in construction. We presented the principles and indicators of sustainable construction, recognized by the profession. We introduced the concept of integrated planning, which is a relatively new approach to designing of the buildings using BIM. Integrated design is embraced in the BIM design itself, as a holistic approach to building construction, as will be described below. We also described how the software actually verifies environmental aspects such as the orientation of the object, the shape of the building, daylight, energy analysis, collecting rain water and materials.

In the practical part of the thesis, we first define the location of the building. Accordingly, we adjusted the type of construction, which should be from environmentally friendly materials that are suitable and efficient for use in Slovenia. Wrapping of the building and foundations were adapted to wooden supporting structure, we took into account also the size and intended use of the building. Through the programs we have determined the optimum orientation of the object. This was followed by construction of the object in ArchiCAD BIM software program. We have created a building information model, where we performed energy analysis. The results were compared with results which we got out with program called Knaufinsulation Energy. Finally, the analysis of illumination in specific area, we performed in the program called Velux. With this we demonstrated the potential use of computer tools as to assist in the planning of buildings with minimum burden on the environment, and taking into account the user's comfort.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Tomu Cerovšku za nasvete in pomoč pri izdelavi diplomskega dela.

KAZALO VSEBINE

STRAN ZA POPRAVKE	I
IZJAVE	II
BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	III
1 UVOD	1
1.1 Namen diplomskega dela	1
1.2 Cilji diplomskega dela	1
1.3 Metoda dela.....	1
2 TRAJNOSTNI RAZVOJ	2
2.1 Trajnostna gradnja.....	3
2.2 Merila za trajnostno gradnjo.....	4
2.3 Metoda Open House.....	6
2.4 Integralno načrtovanje	8
3 UPORABA BIM ZA TRAJNOSTNO NAČRTOVANJE	11
3.1 Programska oprema BIM	13
3.2 Orientacija objekta	15
3.3 Oblika stavbe.....	15
3.4 Dnevna svetloba	15
3.5 Energetska analiza	16
3.6 Zbiranje meteorne vode.....	18
3.7 Obnovljiva energija	18
3.8 Materiali.....	18
4 PRIMER UPORABE BIM ZA TRAJNOSTNO NAČRTOVANJE	19
4.1 Modeliranje terena	19
4.1.1 Izбира lokacije in razvoj modela površja.....	19
4.1.2 Lastnosti tal in meteorološki pogoji	20
4.1.3 Model terena.....	21
4.2 Modeliranje stavbe.....	23
4.2.1 Analiza nosilne konstrukcije.....	25
4.2.2 Konstrukcijski sklopi.....	27
4.3 Analiza dnevne svetlobe	33
4.3.1 Orientacija na zemljišču	33
4.3.2 Trajanje osončenja	34
4.3.3 Svetlobno ugodje.....	35
4.4 Energijska učinkovitost stavb	39
4.4.1 Toplotna prehodnost netransparentnih delov	39

4.4.2	Toplotna prehodnost transparentnih delov	40
4.5	Energetska analiza	41
4.5.1	Energetska analiza s programom ArchiCAD	42
4.5.2	Energetska analiza s programom Knaufinsulation Energija	44
4.5.3	Primerjava rezultatov	45
5	ZALJUČEK	47
VIRI	49

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Najbolj znane metode za trajnostno vrednotenje stavb in področja, ki jih pokrivajo [17]	5
Preglednica 2: Konstrukcijski sklop zunanje stene	28
Preglednica 3: Konstrukcijski sklop strehe	29
Preglednica 4: Konstrukcijski sklop tal s terenom.....	31
Preglednica 5: Konstrukcijski sklop vkopane kleti.....	32
Preglednica 6: Občutek osvetljenosti prostora [3].....	36
Preglednica 7: Odbojnost svetlobe [3].....	37
Preglednica 8: Minimalna osvetljenost predmetov [3].....	37
Preglednica 9: Največja dovoljena prehodnost gradbenih konstrukcij [3]	39
Preglednica 10: Primerjava izračunanega U faktorja v programu Knaufinsulation in ArchiCAD	39
Preglednica 11: Primerjava stroškov za okna z lesenim okvirjem pri tro- in dvoslojni zasteklitvi	40
Preglednica 12: Primerjava rezultatov med programoma	45

KAZALO SLIK

Slika 1 Prepletanje vidikov trajnosti.....	3
Slika 2: Priporočila, ki so se upoštevala pri določevanju meril za trajnostno vrednotenje stavb po metodi Open house [15].....	6
Slika 3: Izbor ključnih kazalnikov [8].....	7
Slika 4: Sodelovanje in hierarhija udeležencev pri načrtovanju objekta. Z modro prikazan tradicionalni pristop, zeleni del pa pristop pri ID načrtovanju.	8
Slika 5: V modrem delu je prikazan tradicionalni pristop k načrtovanju in zadolžitve za faze; desni, zeleni del je shema ID načrtovanja [8] [24]	9
Slika 6: Različni pogledi na objekt [13].....	9
Slika 7: Z dovolj zgodnjo obravnavo problemov se izognemo nepredvidenim stroškom [12]	10
Slika 8: BIM projektiranje	11
Slika 9: Čas, potreben za koncept, oblikovanje objekta in za izdelavo dokumentacije, se z uporabo BIM modelov reducira [6]	12
Slika 10: Število zaposlenih v fazah načrtovanja [6].....	13
Slika 11: BIM tehnologija omogoča zgoraj predstavljeno računalniško modeliranje . S temnejšo barvo so označene analize, ki smo jih izvedli v praktičnem delu diplomskega dela.	14
Slika 12: BEM model izhaja iz BIM modela	17
Slika 13: Oznaka A predstavlja lokacijo objekta na zemljevidu (vir: Googlemaps, pridobljeno 5. 5. 2015)	19
Slika 14: Oznaka A predstavlja lokacijo objekta v manjšem merilu (vir: Googlemaps, pridobljeno: 5. 5. 2015)	19
Slika 15: Z modro barvo je prikazan obseg 500-letnih poplav (vir: [11], pridobljeno 27. 7. 2015)	20
Slika 16: Podlaga tal: rdeče obarvani del predstavlja psevdoglej [20]	21
Slika 17: Teren definira 202593 točk.....	22
Slika 18: Teren definira 41493 točk.....	22
Slika 19: Model odkopa v primerjavi s prvotnim terenom	23
Slika 20: Pogled na južno fasado	24
Slika 21: Pogled na severno in zahodno fasado.....	24
Slika 22: Program ArchiCAD z vnosom koordinat samodejno pridobi podatke o podnebnju. Po želji lahko naložimo svoje baze podatkov o podnebnju.	24
Slika 23:: Definiranje fizikalnih karakteristik CLT elementov v programu ArchiCAD	27
Slika 24: Konstrukcijski sklop zunanje stene [14]	28
Slika 25: Konstrukcijski sklop strehe in stene [14].....	29
Slika 26: Definiranje konstrukcijskih sklopov v programu ArchiCAD.....	30

Slika 27: Konstrukcijski sklop tal s terenom [22].....	31
Slika 28: Konstrukcijski sklop vkopanih tal in kleti [22]	32
Slika 29: Osenčenost z orientacijo proti jugu.....	33
Slika 30: Prikaz poti sonca skozi leto in oviranje vidnosti sonca za točko na vrhu strehe	34
Slika 31: Prikaz poti sonca skozi leto in direktna vidnost sonca za točko na vrhu strehe	34
Slika 32: Količnik dnevne osvetljenosti stavbe v prvem nadstropju objekta	36
Slika 33: Osvetljenost skozi leto.....	38
Slika 34: Program ArchiCAD samodejno zazna površino in orientiranost okna. Definiramo toplotno prehodnost stekla in okvirja.	41
Slika 35: Program omogoča vnos režima ogrevanja in porabe elektrike po posameznih dnevih in urah, za vsako cono.....	42
Slika 36: Definiranje strojnih inštalacij v programu ArchiCAD	43
Slika 37: Rezultati v programu ArchiCAD.....	43
Slika 38: Vnos temperaturnega režima in mehanskega prezračevanja za eno cono v programu Knaufinsulation Energija	44
Slika 39: Prikaz izpisa rezultatov iz programa Knaufinsulation Energija	45

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

BIM – Informacijsko modeliranje zgradb, *angl. Building information model*

EPA – *Angl. United states Environmental Protection Agency*

LCC – Stroški življenjskega cikla stavbe, *angl. Life-cycle cost*

LEED – *angl. Leadership in Energy and Enviromental Design*

BREEAM – *angl. Building Research Establishment Environmental Assessment Method*

DGNB – *nem. Deutsche Gesellschaft fur Nachhaltiges Bauen*

CESBA – *angl. Common European Sustainable Building Assessment*

CAD – *angl. Computer Aided Design*, računalniško podprto načrtovanje

FP7 – *angl. Seventh framework programme*

CEN – *angl. European Committee for Standardization*

ISO – *angl. International Organization for Standardization*

EPBD – *angl. Energy Performance of Buildings Directive*

ID – *angl. Integrative design*, integralno načrtovanje

5D – Pet dimenzij, *angl. 5 dimension*

3D – Tri dimenzije, *angl. 3 dimension*

BEM – Energetski model zgradb, *angl. Building energetic model*

CO₂ – ogljikov dioksid

CLT – Križno lepljen les, *angl Cross Laminated Timber*

IMGO – Informacijsko modeliranje gradbenih objektov

XP – Ekstrudiran polistiren, *angl. extruded polystyrene*

PURES 2010 – Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah, Uradni list RS, št. 52/2010.

1 UVOD

1.1 Namen diplomskega dela

Cilj projektiranja objektov bo v prihodnosti še bolj osredotočen na upoštevanje celostnih dejavnikov, kot so energetska učinkovitost, trajnostna gradnja, zakonski predpisi, funkcionalne in tehnične izvedljivosti ter sama umestitev objektov v prostor. V pomoč so nam lahko računalniško podprta orodja za modeliranje z integriranimi informacijami, imenovana tudi informacijsko modeliranje zgradb (*angl. Building information model*, v nadaljevanju BIM).

To ni le novo računalniško orodje, temveč miselnost oziroma nov pristop k projektiranju. Je naslednji pomemben korak v samem načinu dela, ne samo za gradbenike, temveč vse udeležence pri gradnji objektov. V diplomski nalogi se bomo osredotočili na uporabo BIM računalniških programov pri pripravi načrtov in pri preverjanju energetske učinkovitosti stavb. V skladu s trendi bo vzorčni objekt načrtovan v skladu s trajnostnimi načeli, grajen z okolju prijaznimi materiali in tehnologijami, ki jim v Sloveniji posvečamo premalo pozornosti.

1.2 Cilji diplomskega dela

Cilji diplomske naloge so:

- Preučiti osnovne možnosti pristopa BIM pri projektiranju gradbenih objektov,
- Možnost uporabe BIM programov za trajnostno analizo objekta,
- Uporabiti pridobljena znanja na konkretnem projektu.

Upoštevali bomo celosten pristop k projektiranju, kjer se upošteva celoten življenjski cikel objekta za zagotovitev zadovoljstva končnega uporabnika pri čim manjšem vplivu na okolje.

1.3 Metoda dela

Diplomsko delo je sestavljeno iz teoretičnega in praktičnega dela. V prvem delu smo analizirali in opisali načela trajnostne gradnje in nov pristop k projektiranju objektov. Predstavili smo tudi osnovo za drugi, teoretični del. V praktičnem delu bomo izdelali informacijski model manjšega objekta ter ga analizirali po smernicah trajnostne gradnje v Sloveniji. Objekt bo lociran v Sloveniji in bo poleg sledečih trendov upošteval tradicionalne pristope h gradnji, ki so se skozi čas izkazali kot dobra tehnološka rešitev. Vse te pristope lahko uporabimo pri objektih različnega obsega.

2 TRAJNOSTNI RAZVOJ

Na konferenci o okolju in razvoju so se leta 1992 v Riu de Janeiru zbrali voditelji 179 držav. Vzrok enega izmed največjih političnih srečanj v zgodovini človeštva pa je bilo spoznanje, kakšne nevarnosti prinaša razvoj naše civilizacije ter da so nujno potrebne temeljne spremembe v nadaljnjem razvoju. Trajnostni razvoj je nujno potreben za obvarovanje zemlje prihodnjim rodovom. Voditelji so se s podpisom Agende 21 zavezali k uresničevanju nacionalnih strategij za trajnostni razvoj. [10]

Obstaja veliko definicij trajnostnega razvoja, vendar vse bolj ali manj vključujejo podobne usmeritve. Najpogosteje se citira sledeča definicija: »*Trajnostni razvoj zadovoljuje potrebe sedanjega človeškega rodu, ne da bi ogrozili možnosti prihodnjih rodov, da zadovoljijo svoje potrebe.*« (Wikipedia – Trajnostni razvoj, (Pridobljeno dne 1. 7. 2015.) cit. po Brundtland, G., Khalid, M., Agnelli, S., 1987). [29]

Nekoliko razširjena definicija agencije za varovanje okolja Združenih držav Amerike, EPA (*angl. United states Environmental Protection Agency*):

Trajnostni razvoj je vse, kar potrebujemo za preživetje in dobro počutje, odvisno direktno ali indirektno od našega naravnega okolja. Ustvarja in ohranja pogoje, pod katerimi lahko človek in narava obstajata v harmoniji, ki dovoljuje izpolnjevanje socialnih, ekonomskih in ostalih potreb, tako obstoječe kakor prihodnje generacije. [5]

Že nekaj let po podpisu Agende 21 se je izkazalo, da je trajnostni razvoj ovira pri razvoju dobičkonosnega gospodarstva. Vodilno gospodarstvo – Združene države Amerike so omejile svoje strategije za trajnostni razvoj tako, da ne vplivajo v preveliki meri na gospodarstvo. Najbolj vztrajna na tem področju je Evropska unija.

V samih temeljih Evropske unije nas združuje miselnost, kako zadoščati današnjim potrebam in pri tem ne ogroziti rodov, ki prihajajo. Besedo trajnost in z njo povezane izpeljanke: trajnostni razvoj, trajnostni turizem, trajnostna mobilnost in ne nazadnje trajnostna gradnja pogosto slišimo tudi pri nas.

Temeljni zakon, ki obravnava trajnostni razvoj v Sloveniji, je zakon o varstvu okolja (ZVO-1). Zakon zahteva uporabo manj škodljivih tehnik razvoja, kjer je omogočeno dolgoročno človekovo zdravje, dobro počutje in visoka kakovost življenja, a ohranja biotsko raznovrstnost in zdravo okolje. Zakon mora upoštevati tako država, samoupravne lokalne skupnosti kot tudi vsak posameznik. [23]

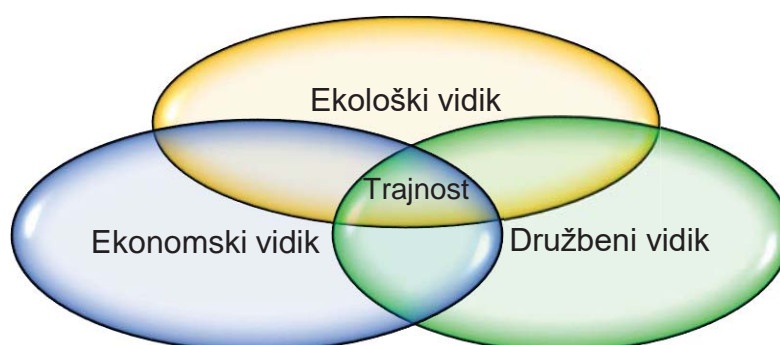
2.1 Trajnostna gradnja

Pogled v arhitekturno zgodovino nam pokaže, da trajnostna gradnja le ni tako nov pojem. Primer so domorodci Severne Amerike, Afrike, Kanade, ki domove gradijo tako, da gradnjo in materiale prilagajajo podnebjju in lokaciji. Že stari Indijanci na jugozahodu so si v jamah na klifih ustvarili domove z naravno tehniko pasivnega ogrevanja, hlajenja in osvetljevanja. Nekako se zahodna miselnost ponovno uči že pradavnih znanj, da je za vsakega posameznika pomembno, da se v svojem bivalnem okolju počuti dobro in da je obkrožen s čim večjim deležem naravnih materialov in svetlobe. Današnji človek dovršen del svojega življenja preživi v stavbah, zato je to še toliko bolj pomembno.

V Evropski uniji se za energetske oskrbo stavb porabi 40 % vse potrebne energije [3], gradbeništvo pa ustvari tretjino vseh odpadkov na leto [7]. Zniževanje porabe energije in uporaba recikliranih materialov je pomembna, vendar ne smemo pozabiti na samo kvaliteto bivanja.

Z izrazom trajnostna gradnja se upošteva trajnost skozi celoten življenjski cikel objekta. Načela upoštevamo vse od začetka, v sami fazi načrtovanja, ko so definirane prve odločitve, pa vse do uporabe in rušitve objekta. Ključno je, da za trajnostni objekt že v fazi projektiranja zagotovimo smernice trajnostne izvedbe in uporabe. Nadalje s kontrolo in nadzorom poskrbimo za dosledno realizacijo načrtov v fazi izvedbe. Obvezna je tudi ustrezna uporaba in vzdrževanje objekta. Ob upoštevanju vseh teh dejavnikov se lahko pričakuje, da bo imel objekt minimalen vpliv na okolje in minimalne stroške obratovanja. [8]

Trajnost je združenje treh področij, in sicer ekološkega, ekonomskega in družbenega vidika. Upoštevanje razmerja vseh treh nam pomaga, da realiziramo kar se da trajnostno rešitev za objekt. [24]



Slika 1 Prepletanje vidikov trajnosti

Da bi resnično imeli okoljsko in socialno odgovorno načrtovanje, se moramo ozreti še preko trajnostne gradnje in z družbenimi vrednotami ter mišljenjem sprejeti odgovornost, da imamo z našo gradnjo velik vpliv na Zemljo in življenjski prostor vseh živih bitij. Ljudje smo le del integrirane celote, nismo lastniki planeta Zemlje. Zavedati se moramo, da imamo sposobnost in znanje, da pomagamo, obnovimo in izboljšamo naš življenjski prostor.

2.2 Merila za trajnostno gradnjo

Po definiciji trajnostne gradnje so morali strokovnjaki določiti merila, ki natančno definirajo, kako trajnostno je bil objekt zgrajen. Kazalniki trajnostne gradnje, ki so se uveljavili v stroki [8]:

Okoljski kazalniki

- toplogredni plini,
- sproščanje žveplovega dioksida in dušikovih oksidov,
- izčrpavanje naravnih virov (npr. zalog pitne vode, naravnih habitatov),
- uporaba certificiranega lesa,
- raba primarne energije iz neobnovljivih virov ter iz obnovljivih virov (izdelava gradbenih proizvodov za ogrevanje in hlajenje),
- ravnanje z odpadki.

Ekonomski kazalniki

- stroški življenjskega cikla stavbe LCC (*angl. Life-cycle cost*),
- stabilnost vrednosti stavbe.

Družbeni in funkcionalni kazalniki

- dostopnost do stavbe brez funkcionalnih ovir,
- raven toplotnega, zvočnega, vidnega ugodja,
- funkcionalnost stavbe glede na predvideno rabo,
- prilagodljivost zasnove pri drugačni namembnosti,
- dostopnost z javnim prometom in/ali s kolesom.

Tehnični in procesni indikatorji ter indikatorji lokacije

- tehnična kakovost toplotne zaščite,

- zrakotesnost,
- raven kakovosti priprave projekta,
- obseg in podrobnost analiz,
- opravljene meritve,
- kakovost procesa graditve,
- sistematična kontrola kakovosti stavbe.

Obstaja več kot 250 različnih metod za trajnostno vrednotenje stavb, številne med njimi med seboj niso primerljive. Večinoma tudi niso javno dostopne. Vrednotijo lahko le pooblaščen ocenjevalci, ki imajo svojo ceno. Nekaj najbolj uveljavljenih metod za trajnostno vrednotenje stavb [16]:

- ameriška metoda LEED (*angl. Leadership in Energy and Enviromental Design*),
- britanska metoda BREEAM (*angl. Building Research Establishment Environmental Assessment Method*),
- nemška metoda DGNB (*nem. Deutsche Gesellschaft fur Nachhaltiges Bauen*),
- orodje CESBA (*angl. Common European Sustainable Building Assessment*),
- skupna evropska metoda: Open house.

Preglednica 1: Najbolj znane metode za trajnostno vrednotenje stavb in področja, ki jih pokrivajo [17]

Metoda/orodje	Okoljski vidiki	Družbeni vidiki	Ekonomski vidiki	EU vključena v pripravo
LEED	da	delno	ne	ne
BREEAM	da	delno	ne	ne
DGNB	da	da	delno	ne
CESBA	da	da	da	Centralna Evropa
OPEN HOUSE	da	da	da	da

2.3 Metoda Open House

Je javno dostopna, skupna evropska metoda za trajnostno vrednotenje objektov. Metoda Open House je bila razvita v okviru projekta FP7 (*angl. Seventh framework programme*) v letih 2010–2013.



Slika 2: Priporočila, ki so se upoštevala pri določevanju meril za trajnostno vrednotenje stavb po metodi Open house [15]

V metodo so vključena priporočila mednarodnih standardov CEN/TC/350 (*angl. European Committee for Standardization*) in ISO C59/SC17 (*angl. International Organization for Standardization*), vključuje Direktivo o energijski učinkovitosti stavb – EPBD 31/2010/EU (*angl. Energy Performance of Buildings Directive*). Upošteva izvlečke iz že obstoječih predhodno omenjenih metod (LEED, BREEAM, DGNB). Pri izdelavi pa so sodelovala tudi mednarodna združenja za zeleno gradnjo. V Sloveniji sta to Gradbeni inštitut ZRMK in Slovenski gradbeni grozd. [15]

Pri končnem ocenjevanju objekta se uporablja 56 indikatorjev. V sami začetni, projektni fazi pa se upošteva 31 ključnih kazalnikov. Na sledeči sliki (Slika 3) je prikazanih šest skupin, v katere je razdeljenih teh 31 indikatorjev. Prve tri skupine predstavljajo vidike, predstavljene na Sliki 1, kjer je pomembno uravnoteženje vseh treh. Kakovost gradnje se preverja s tehničnimi lastnostmi in procesno kakovostjo. Na samo lokacijo po navadi nimamo vpliva, zato je zadnja skupina zgolj informativna. [8]

Celotna ocena in vrednotenje je obsežen in dolgotrajen proces. Pomembno je, da v začetni fazi strokovnjaki prek ključnih indikatorjev podajo hitro oceno. Ocena je del procesa integralnega načrtovanja (v nadaljevanju ID) objekta.

Okoljska kakovost	<ul style="list-style-type: none"> 1.1 potencial za globalno segrevanje zaradi izpustov CO₂ pri fosilnih gorivih (gwp) (kg CO₂ ekv.) 1.2 potencial za zmanjševanje koncentracije ozona v stratosferi zaradi CFC plinov (odp) (kg CFC-11 ekv.) 1.3 zakisljevanje ozračja zaradi povečanega sproščanja SO₂ in NO_x (ap) (kg SO₂ ekv.) 1.4 eutrofikacija zaradi neposredne in posredne uporabe gnojil (ep) (kg PO₄ ekv.) 1.5 poletni smog – potencial fotokemičnega nastajanja ozona v nižjih plasteh ozračja (pocp) (kg C₂H₄ ekv.) 1.9 raba primarne energije, neobnovljive (pene) (mj) 1.10 celotna raba primarne energije in delež obnovljivih virov v primarni energiji 1.11 voda in odpadna voda 1.12 raba zemlje 1.13 odpadki
Družbeno funkcionalna kakovost	<ul style="list-style-type: none"> 2.1 dostop brez ovir 2.3 toplotno ugodje 2.4 kakovost notranjega zraka 2.6 akustično ugodje 2.7 vidno ugodje 2.8 obratovalno ugodje 2.10 elektromagnetno onesnaženje 2.11 dostopnost za javnost 2.12 hrup s stavbe in lokacije 2.15 sposobnost spremembe namembnosti 2.16 kolesarsko ugodje 2.17 odgovorna izbira virov materialov 2.18 lokalni materiali
Ekonomska kakovost	<ul style="list-style-type: none"> 3.1 vseživljenjski stroški stavbe (LCC)
Tehnične lastnosti	<ul style="list-style-type: none"> 4.6 kakovost stavbenega ovoja 4.7 primernost za razgradnjo, reciklažo
Procesna kakovost	<ul style="list-style-type: none"> 5.1 kakovost priprave projekta 5.5 proces graditve 5.8 postopek usposobitve za zagon
Lokacija	<ul style="list-style-type: none"> 6.1 tveganja lokacije (potres, poplave ...) 6.3 možnosti transporta

Slika 3: Izbor ključnih kazalnikov [8]

Metoda omogoča prilagajanje lokalnim in nacionalnim potrebam. [17] V prihodnosti se bo metoda uporabljala pri zelenih in trajnostnih javnih naročilih, saj se v praksi izkaže, da je s to metodo težko vrednotiti že obstoječe objekte. Za že obstoječe stavbe je težko pridobiti vse informacije, potrebne za oceno.

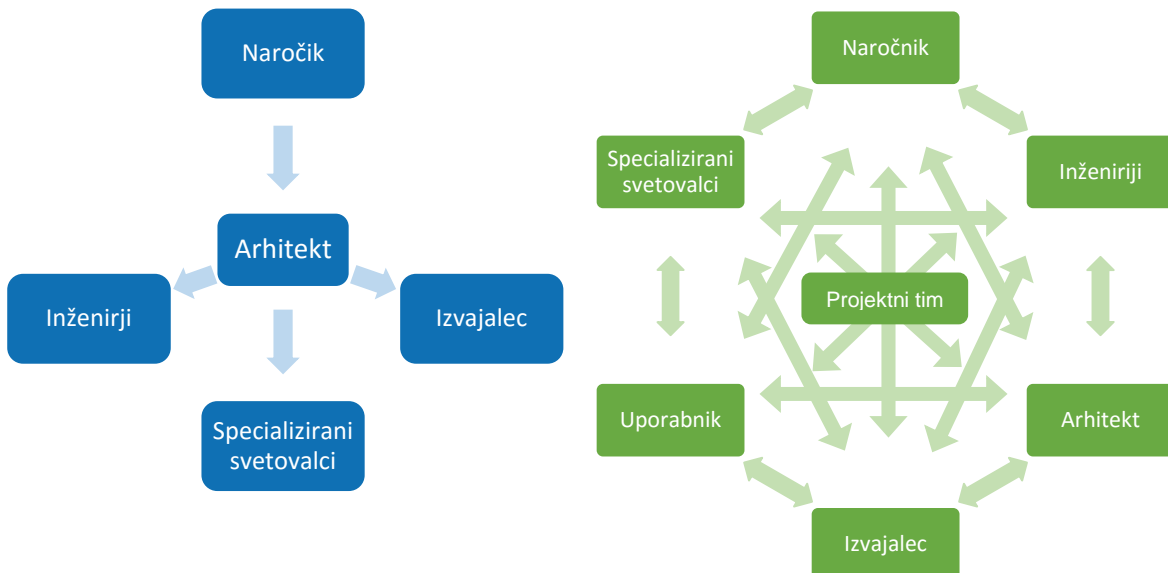
Evropska komisija je podelila nagrado *angl. Green Building integrated design award* metodi Green House. Cilj nagrade je prepoznavnost ID procesov pri načrtovanju objektov. Komisija želi na ta način spodbujati integralno načrtovanje.

2.4 Integralno načrtovanje

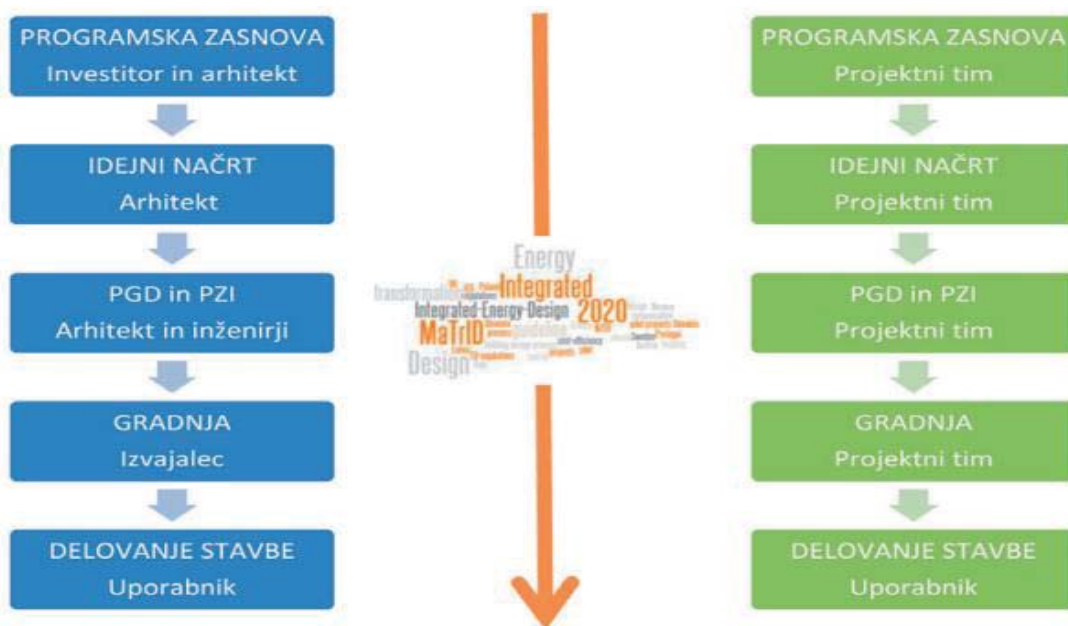
Integralno načrtovanje je način projektiranja objektov. Zahteva se celovit pristop, sam cilj pa je optimizacija projekta. Objekt se obravnava kot celoten sistem, že na začetku načrtujemo izboljšave skozi celoten življenjski cikel objekta. V samem procesu načrtovanja enakopravno sodelujejo strokovnjaki iz različnih strok. V projektnem timu so tako udeleženi investitor, arhitekt, inženirji, uporabniki kot izvajalci, ki določijo optimalne lastnosti objekta. Neuravnotežene zahteve posameznih strokovnjakov lahko povzročijo pomanjkljivosti pri kateri od funkcij objekta. Pomembno je, da to obravnavamo, ko je to najbolj učinkovito, drugače lahko pride do nepredvidenih stroškov. [8]

Pri novih izzivi in zvišanem pomenu energijsko učinkovite gradnje je pomembna optimizacija procesa načrtovanja. V preteklih letih so se pri tradicionalnem načrtovanju mnogokrat pokazala neuskklajena načrtovanja med strokovnjaki s svojega področja. Z uporabo ne dovolj preizkušenih tehnologij pa smo imeli na koncu razočaranega uporabnika objekta. [8]

Za usmerjanje k integralnemu načrtovanju (v nadaljevanju ID – *angl. integrative design*) objektov obstajajo različne metode, ki spodbujajo to celovito načrtovanje. Primer je zgoraj omenjena metoda Green House. Projektantska skupina že v sami fazi izdelave načrtov sledi ključnim 31 kazalnikom trajnostne gradnje. [8]



Slika 4: Sodelovanje in hierarhija udeležencev pri načrtovanju objekta. Z modro prikazan tradicionalni pristop, zeleni del pa pristop pri ID načrtovanju.



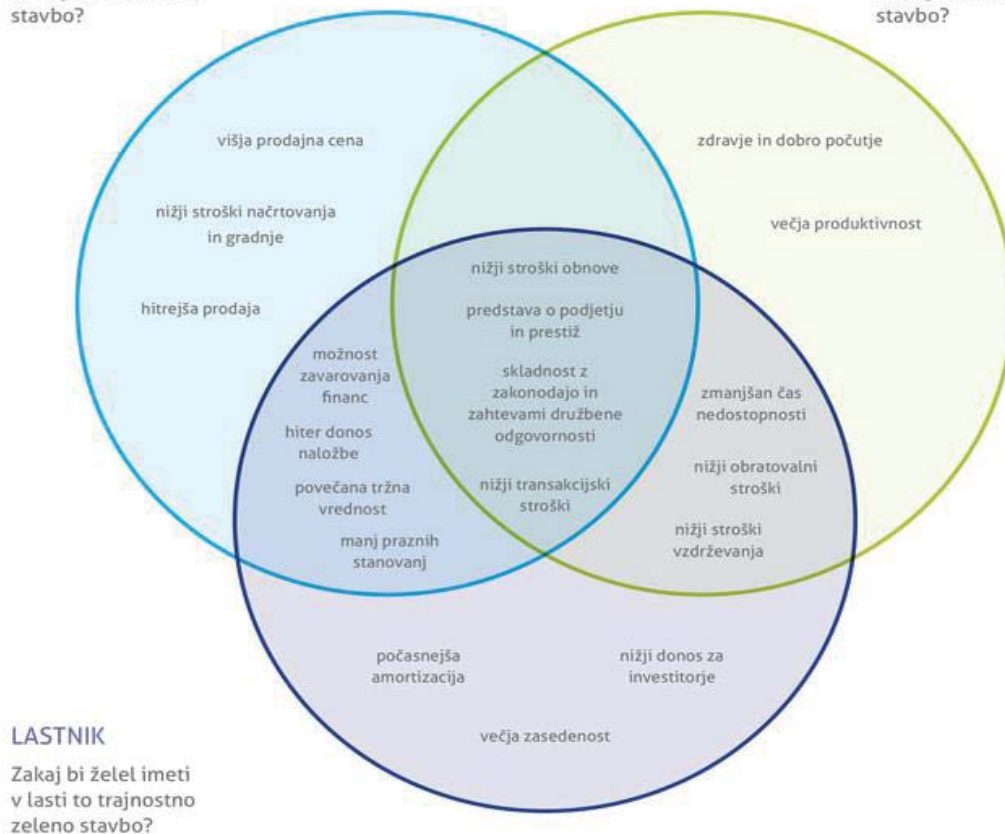
Slika 5: V modrem delu je prikazan tradicionalni pristop k načrtovanju in zadolžitve za faze; desni, zeleni del je shema ID načrtovanja [8] [24]

IZVAJALEC

Zakaj bi želel zgraditi to trajnostno zeleno stavbo?

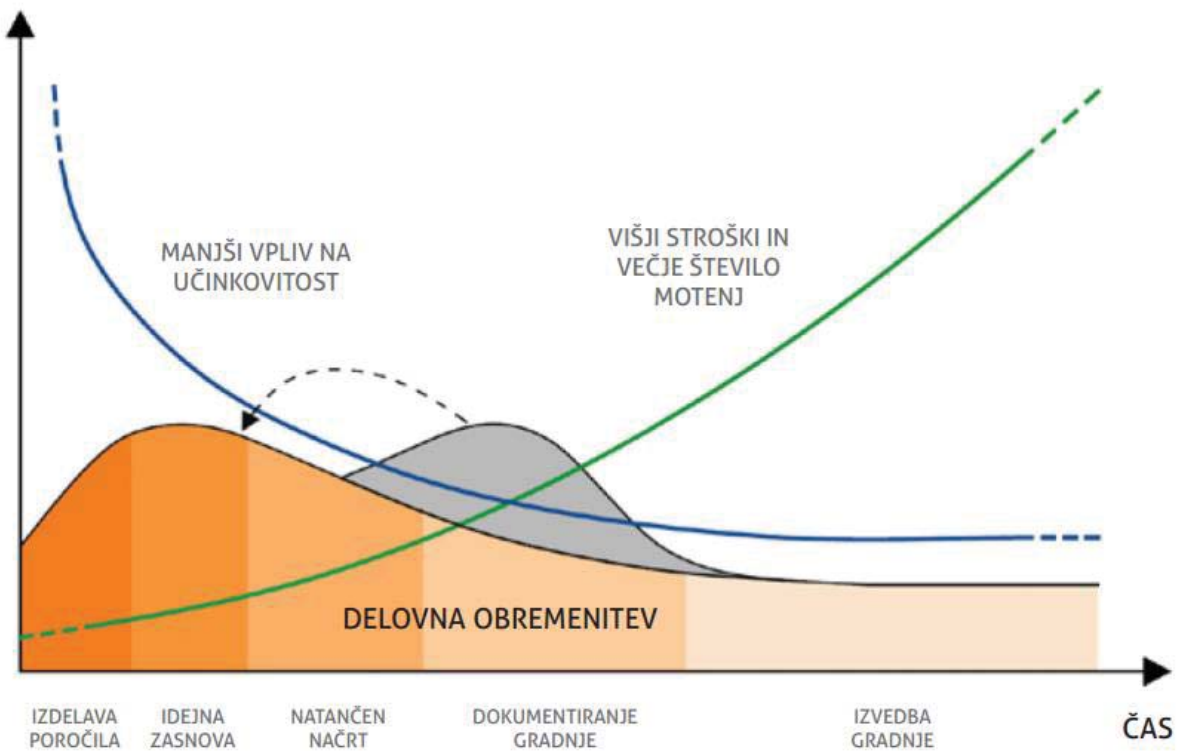
NAJEMNIK

Zakaj bi želel najeti to trajnostno zeleno stavbo?



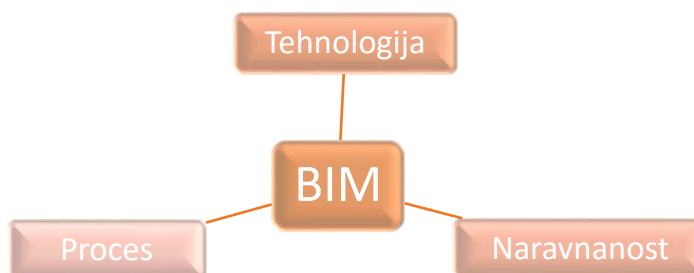
Slika 6: Različni pogledi na objekt [13]

Za počasno uveljavljanje ID načrtovanja v praksi je kriva sama gradbena industrija, saj le počasi sprejema nove pristope. Investitorji želijo v praksi bolj kot optimizirati stroške skozi celotni življenjski cikel stavbe, reducirati stroške same gradnje. Ne zavedajo se pomembnosti začetnih faz načrtovanja. Sam ID pristop pa zahteva sodelovanje več strok, katere zaradi boja za obstanek na trgu niso pripravljene sodelovati. [12]



Slika 7: Z dovolj zgodnjo obravnavo problemov se izognemo nepredvidenim stroškom [12]

3 UPORABA BIM ZA TRAJNOSTNO NAČRTOVANJE



Slika 8: BIM projektiranje

V svetu se vse bolj uveljavlja učinkovitejši pristop k projektiranju. Ogromen preskok se je zgodil, ko so iz klasičnega načrtovanja s svinčnikom prešli na računalniško 2D CAD (*angl. Computer Aided Design*) izdelavo načrtov. Danes gremo še korak naprej, sprememba pristopa, procesa, tehnologije in naravnosti pri projektiranju stavb so nas pripeljali v novo obdobje BIM načrtovanja objektov.

BIM je v angleškem jeziku kartica za "Building information model". V slovenskem jeziku se prevod glasi: Informacijsko modeliranje gradbenih objektov ali na kratko IMGO ali za področje stavb Informacijsko modeliranje stavb (IMS). Vendar se tako v splošni uporabi kot tudi medijih bolj uporablja angleška kratica BIM. BIM je pristop, ki vključuje napredne tehnologije, procese in naravnosti podjetij, ki lahko zajema celoten življenjski cikel stavb. [30]

Ekonomske razmere so zahtevale racionalizacijo projektiranja gradbenih objektov, računalniška tehnologija nam je to omogočila. Napredna projektna skupina lahko tako upošteva smernice integralnega (ID) načrtovanja, programska oprema omogoča hitro in kakovostno modeliranje digitalnih modelov. S tem reduciramo stroške, zmanjšamo napake in tako učinkoviteje projektiramo. Skupek vsega tega je BIM pristop k načrtovanju. Tako ni dovolj samo kupiti programske opreme, ampak moramo tudi razumeti in načrtovati delovne procese znotraj posamezne faze načrtovanja. Tako s pravilno uporabo tehnologije, ki poveže inženirje med seboj, pridobimo veliko časa v primerjavi s klasičnim pristopom.

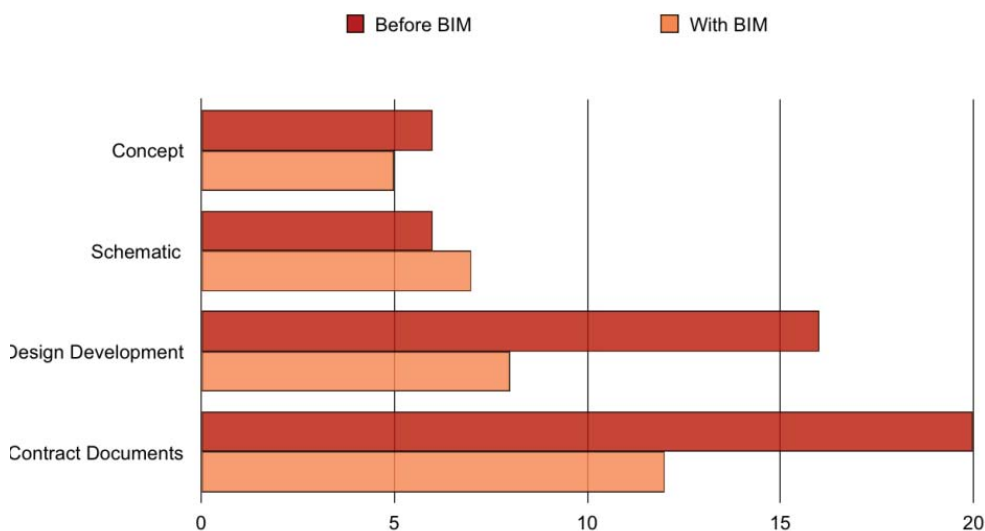
Z uporabo prilagojenih programov izdelamo virtualni računalniški model končnega objekta. Zmodelirani digitalni objekt lahko vsebuje informacije o materialih, konstrukciji, geometriji, fazi izdelave, energijski učinkovitosti, cenah. Programe lahko uporabljamo že od vsega začetka, od same idejne zasnove, nato pa z dopolnjevanjem modela izdelujemo končno verzijo. Projektni tim ima možnost uporabe posameznih BIM programov vse od idejne zasnove, projektiranja, priprave tehnične dokumentacije (statika, ogrevanje, odvodnjavanje,

kanalizacija, strojne inštalacije, osvetljevanje, okoljske analize, električne inštalacije) do graditve in uporabe objekta. Omogočen je hitrejši pretok informacij med snovanjem objekta. Zaradi 3D (*angl. 3 dimension*) vizualizacije in prilagojenosti programov se tudi hitreje opazijo navzkrižja in neizvedljivost med posameznimi sklopi informacij. Sprememba, ki se izvede v načrtu, se prikaže v vseh relevantnih pogledih.

Modeli so lahko preprostejši, kjer so zaobjete informacije do gradnje. Imamo pa možnost izdelati tudi 5D (*angl. 5 dimension*) modele BIM, kjer četrta dimenzija (čas) pomeni povezavo s terminskimi načrti, peta dimenzija (stroški) pa povezavo med metodo izvedbe elementov in pripadajočimi kalkulacijami stroškov materiala, delovnih sredstev, delovne sile in podizvajalcev. [4]

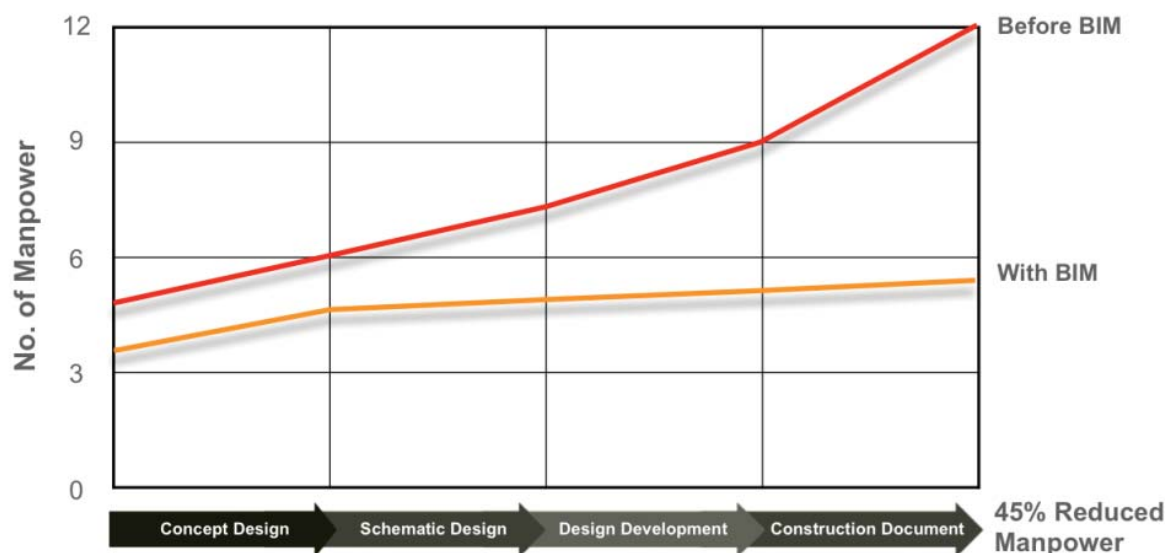
BIM pristop projektiranja je najbolj razširjen v Ameriki, kjer naj bi v letu 2012 kar 71 % gradbenih podjetij že uporabljalo BIM okolja. [26] V Evropi prednjači Anglija ter skandinavske dežele. BIM pa je razširjen tudi zaradi same zakonodaje, saj je v omenjenih deželah BIM uzakonjen. Vlada Velike Britanije je uzakonila, da so njihove investicije od leta 2016 naprej nujno projektirane v BIM programih. Investitor zahteva elektronske modele za javna naročila. V Sloveniji je zgodba drugačna, saj se BIM le počasi uveljavlja kot način projektiranja. Še vedno se uporabljajo 2D in 3D CAD programi. BIM programi so razširjeni le med arhitekti in posameznimi podjetji, ki sodelujejo z naročniki iz Anglije in severnejših dežel. Z direktivo 2014/24EU, ki v Sloveniji prične veljati po 2016, pa bo tudi pri nas država lahko zahtevala uporabo BIM tehnologije. Tudi Slovenija se počasi pripravlja na ta korak in že potekajo aktivnosti, da bi BIM uzakonili.

Effects and Results of Using BIM Time



Slika 9: Čas, potreben za koncept, oblikovanje objekta in za izdelavo dokumentacije, se z uporabo BIM modelov reducira [6]

Effects and Results of Using BIM Manpower



Slika 10: Število zaposlenih v fazah načrtovanja [6]

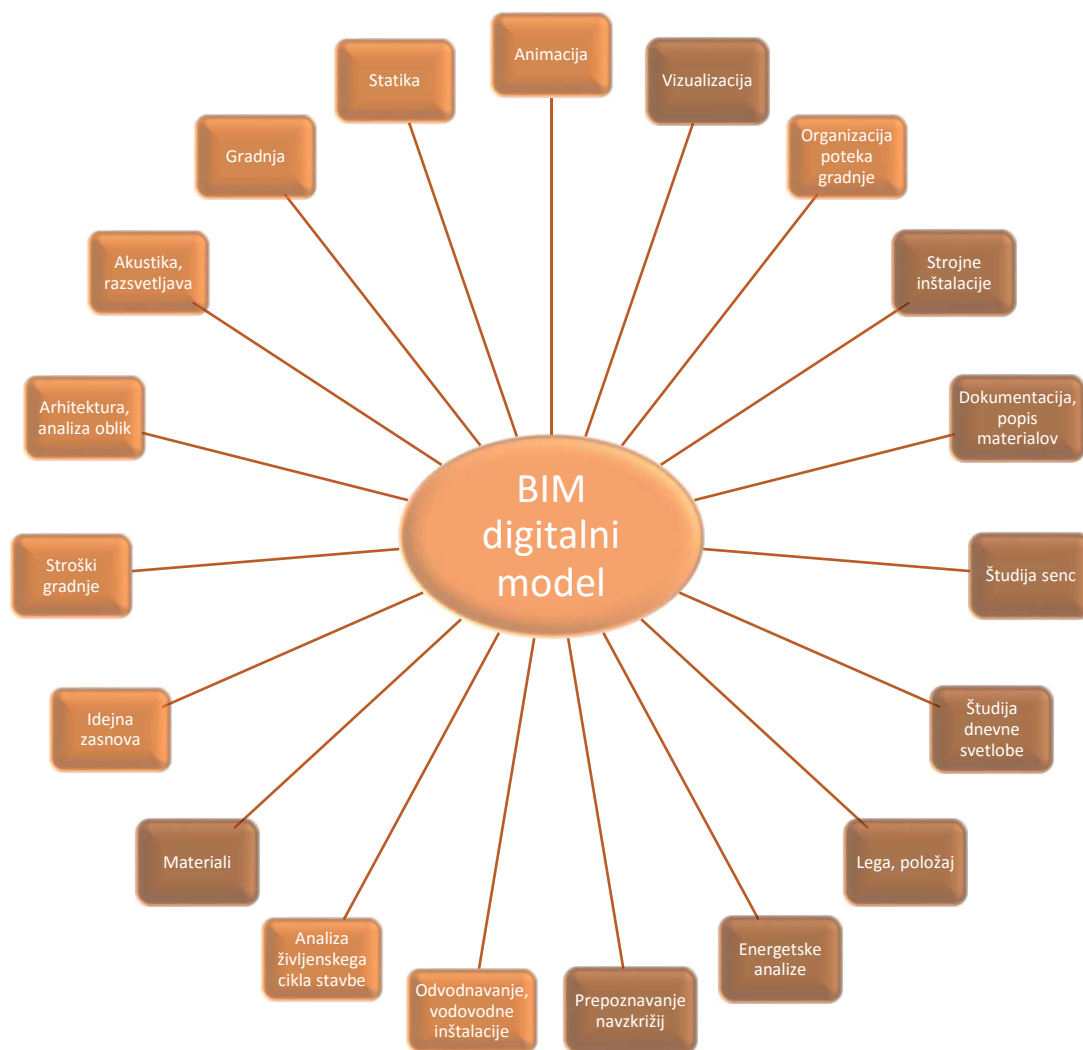
Kot posledica zmanjšanja učinkovitih ur dela pri samem projektu, kar je razvidno iz grafa oz. Slike 9, nam BIM pristop projektiranja doprinese še manjše število sodelujočih oseb in s tem reduciranje stroškov samega projekta.

3.1 Programska oprema BIM

Za izdelavo celovitega BIM modela ni dovolj samo en program. Tako se za idejno zasnovo in začetne zahteve investitorja pripravi enostaven model (na primer v SketchUP), ki se ga uvozi v znane BIM programe, kot so ArchiCAD, REVIT.

Statična in dinamična analiza se opravi ali na modelih, izvoženih iz REVITA ali pa z razširitvenim vtičnikom v samem programu. Iz rezultatov analiz se določijo potrebne količine, ki se jih vnese v obstoječ REVIT model, kjer se tudi izdelajo detajli. Energetska in trajnostna analiza se prav tako lahko opravi v samem ArchiCAD ali REVIT programu.

V ArchiCAD se uporablja razširitveni vtičnik Energy Evaluation. BIM model prevedemo na "BEM", kar v prevodu pomeni energetska modeliranje objektov. Za optimizacijo poteka gradnje se uporabi na primer Navisworks manager. Razvoj BIM programov pa teži k poenotenemu zapisu IFC, kjer bi se med posameznimi programi lahko pretakale informacije, brez izgub in popačenja podatkov. Izbira določenih programov BIM je odvisna od vrste objekta. Pristop projektiranja visokih objektov, infrastrukture ali geotehničnih objektov je že v osnovi drugačen in temu primerno so prilagojeni tudi programi.



Slika 11: BIM tehnologija omogoča zgoraj predstavljeno računalniško modeliranje . S temnejšo barvo so označene analize, ki smo jih izvedli v praktičnem delu diplomskega dela.

Na Sliki 10 so prikazane analize, ki jih lahko opravimo na BIM modelu, ki ga izdelamo v ustrezni programski opre. S temnejšo barvo so označene analize, ki smo jih opravili v praktičnem delu diplomske naloge.

V praksi se še vedno pojavi problem z izvozi in uvozi modela v programih. Tehnologija ima tako v prihodnosti še velike možnosti razvoja, da postane kompletno in enovito orodje za analizo, brez popačenj podatkov.

V računalniškem programu se pripravi model objekta. S programom in vtičniki nato s študijo osvetljenosti, orientacije, osončenja in oblike stavbe izvedemo energetske analize.

Z večanjem energetske učinkovitosti objekta se višajo začetni vložki v projekt. Za samo delovanje objekta pa se predvidevajo manjši stroški. BIM orodja omogočajo virtualni pregled stroškov. Za pravo kombinacijo začetnih vložkov in stroškov, potrebnih za obratovanje objekta, investitor določi zeleno stopnjo energetske učinkovitosti. Komponente BIM modela imajo medsebojni vliv. Tako se hitreje določajo stopnje zelene učinkovitosti. [24]

3.2 Orientacija objekta

Določimo jo na podlagi lokacije objekta in poti sonca. Usmerjenost objekta in delež zasteklitve ima velik vpliv na energetsko učinkovitost in samo udobje. Pravilna orientacija omogoča koriščenje pasivnega ogrevanja, osvetljevanja in ohlajanja. Študija omogoča tudi optimalno postavitve solarnih kolektorjev. Orientacijo je potrebo določiti že v začetnih fazah projekta. Za določitev potrebujemo informacije o obliki površja, smer solarnega juga in smer vetra. Najbolj optimalna orientacija v zmernem klimatskem pasu je orientacija daljše fasade z zasteklitvijo proti jugu. Vpliv ima prav tako tudi vegetacija in sosednji objekti. V programu se orientacija določi na podlagi vnesene lokacije objekta. Definiramo tudi sosednje objekte in vegetacijo. Objekt vrtimo okoli svoje osi s spremembo kota na primer za 15 stopinj in analiziramo rezultate. Glede na zeleno osenčenost izbrane točke objekta določimo končno orientiranost. Vtičniki rezultate podajo v grafični obliki in nam služijo kot pomoč za končno umestitev objekta v prostor. [24]

3.3 Oblika stavbe

Zasnova oblike stavbe mora z zagotavljanjem dostopa naravne svetlobe uporabnikom zagotavljati ugodje. Oblika objekta je tesno povezana s porabo energije. Večja kot je razgibanost objekta, večja je poraba energije. Najmanj izgub ima stavba škatlastih oblik. Za določitev oblike so pomembni naslednji faktorji: vrsta stavbe, število uporabnikov in podnebje. S spreminjanjem števila nadstropij in oblik stavbe pri isti uporabni tlorisni površini lahko v BIM programu izvedemo enostavno analizo stroškov gradnje, potrebe po ogrevanju, odstotka zastekljenosti. Vsi primeri oblik nam v začetni fazi pomagajo pri določanju končne oblike v odvisnosti od zelenih stroškov, potrebe po ugodju in željah investitorja. [24]

3.4 Dnevna svetloba

Naravna svetloba je najbolj kvalitetna in učinkovita vrsta svetlobe. Njen vir je brezplačen. Več kot jo je v objektu, manjša je potreba po umetni svetlobi. Na količino naravne svetlobe v

prostoru vplivamo z orientacijo in obliko objekta. Naravna dnevna svetloba pozitivno vpliva na človeka, poveča storilnost in nam da občutek povezave z zunanjim okoljem. [24]

Zagotoviti moramo svetlobno ugodje [3]:

- Minimalno trajanje osončenja: minimalno število ur, ko je v prostoru zagotovljena direktna sončna svetloba.
- Zadostna količina osvetlitve delovnih površin v objektu. Po potrebi zagotovimo dodatni električni vir svetlobe.
- Večja količina naravne svetlobe pomeni večje svetlobno ugodje.
- Enakomerna osvetljenost prostorov.

Trajanje osončenja notranjih prostorov izhaja iz ugodnih vplivov sonca na človeka. Kriterij pove število ur, ko naj bi bil bivalni prostor osvetljen z direktno sončno svetlobo. Določa se v točki na sredini ali spodnjem robu okna. V Sloveniji veljajo naslednje zahteve [3]:

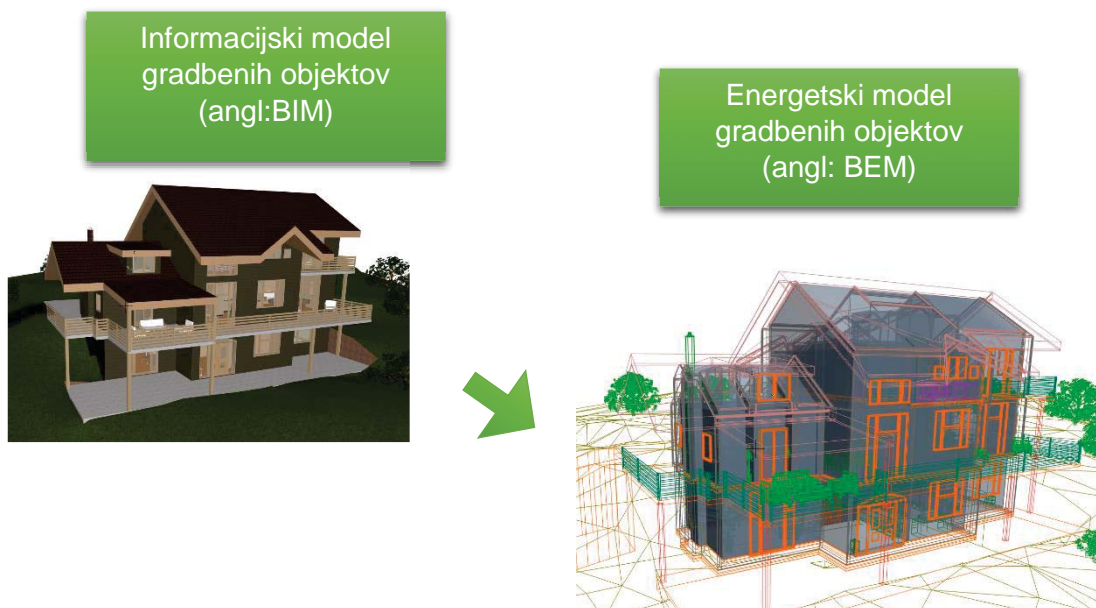
- 1 ura ob zimskem solsticiju,
- 3 ure ob enakonočju,
- 5 ur ob poletnem solsticiju.

Vtičniki za orodja BIM omogočajo analizo osvetlitve prostorov tako z naravno kot umetno svetlobo. Na BIM modelu se izvede simulacija dnevne svetlobe. Analizo omogočajo različni programi ali vtičniki (npr. Radiance, Velux Daylight Visualizer, Daysim, Autodesk 3ds Max, ipd.). Analize oblikovalcu povedo osvetljenost površin (angl. Luminance), svetlost površin (angl. Luminance) in količnik dnevne svetlobe. Le-ta se odloči o velikosti odprtih, vrsti zasteklitve in primernih senčilih.

3.5 Energetska analiza

Preverijo se transmisijske in ventilacijske izgube. Prve nastanejo s prehajanjem toplote skozi stene, druge pa s prezračevanjem objektov. Upoštevati je potrebno tudi osončenost in prehod toplote skozi prosojne elemente objekta.

BIM programi ne pokrivajo samo 3D modeliranja in nekdanjega razvoja modela, ampak vse bolj pokrivajo tudi projektno dokumentacijo. Tako lahko v ArchiCAD programu z vtičnikom Energy Evaluation določimo potrebne informacije o porabi energije, emisijah in toplotnih mostovih. ArchiCAD z omenjenim vtičnikom omogoča kar nekaj možnosti energetske analize [25]:



Slika 12: BEM model izhaja iz BIM modela

Potrebno je nekoliko spremeniti okolje dela in pretvoriti BIM model v BEM (energetski model objektov, v nadaljevanju BEM, *angl. Buildin energetic model*). Za BEM model ne potrebujemo vseh informacij, ki jih vsebuje BIM model. Poznamo tri faze za ustvarjanje BEM modela. Posamezne cone BIM modela združimo v termalne bloke ali termalne prostore. Vsak termalni blok ima določene klimatske razmere, način in režim ogrevanja, pogoje ohlajevanja in osvetljenost ter orientiranost. Definirani morajo biti vsi mehanski sistemi, boljši kot je izkoristek sistemov, manjša je potreba po energiji. [25]

V drugi fazi definiramo materialne karakteristike posameznih fasadnih pasov. Pomembno je, da natančno določimo povprečno gostoto materiala, specifično toploto, toplotno prehodnost, difuzijsko upornost vodne pare, za CO₂ odtis pa tudi povprečni CO₂ odtis na enoto površine. Z večanjem izolativnosti konstrukcijskih sklopov se manjšajo potrebe po energiji. [25]

V zadnji fazi pozicioniramo naš objekt. Določimo koordinate in klimatske razmere, podatke o tleh in vegetaciji, saj le-ta vpliva na osenčenost. Po definiranju vseh omenjenih podatkov je model pripravljen na energetsko analizo v programu. [25] S spreminjanjem karakteristik pa poiščemo najbolj optimalno rešitev.

3.6 Zbiranje meteorne vode

Voda je eden izmed virov, ki jih je potrebno varovati in reciklirati v čim večjem obsegu. Projektanti se vse bolj zavedajo pomembnosti zmanjšanja potrebe po pitni vodi. Obstaja nekaj strategij, ki predvidevajo zmanjšanje porabe pitne vode. Zbiranje meteorne vode poveča investicijski strošek, a pripomore k varovanju okolja in zmanjšanem kasnejših stroškov v času uporabe objekta. [24]

- Z zbiranjem meteorne vode se zmanjša potreba po porabi pitne vode. Deževna voda se lahko uporablja za gospodinjstva opravila, zalivanje vrta, za industrijske procese.
- S filtriranjem se lahko uporabi za pitje.
- Možnost uporabe meteorne vode za gospodinjstva opravila, za splakovanje školjke.
-

3.7 Obnovljiva energija

Obnovljivi viri energije:

- Sončna energija,
- Veter,
- Biomasa,
- Geotermalna energija,
- Ocean,
- Jedrska energija.

Pogoj izrabe sončne energije in energije vetra je sama lokacija in klimatske razmere. Glede na pogoje se odločimo za obnovljivi vir energije, modeli BIM pa nam pomagajo določiti pravilno orientiranost, potencialne izkoristke, vračanja energije in možnost izvedljivosti. Z BIM modelom lahko optimiziramo sam proces in določimo dejanske energijske izgube. [24]

3.8 Materiali

V trajnostno načrtovanje objekta pa morajo biti vključeni tudi materiali. Če tudi projektiramo objekt, ki ne porablja energije in porabi minimalno vode za delovanje, se še vedno uporabijo materiali za samo gradnjo. Za samo proizvodnjo teh materialov se porabi energija in voda. Lahko pa z izbiro okolju prijaznih materialov zmanjšamo emisije CO₂, porabe vode in energije. Recikliranje in uporaba lokalnih materialov doprinese k ohranjanju okolja.

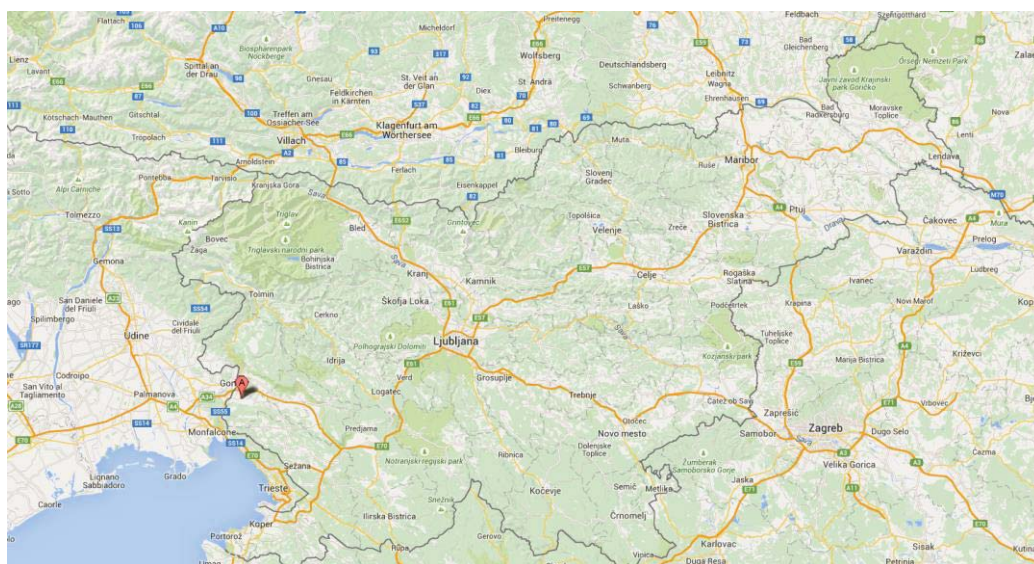
Zmodeliranemu BIM objektu lahko z nekaj kliki določimo potrebni prostornino materiala, tako lahko naročimo potrebno količino in preverimo še, ali lahko kje uporabimo odpaden recikliran material. [24]

4 PRIMER UPORABE BIM ZA TRAJNOSTNO NAČRTOVANJE

4.1 Modeliranje terena

4.1.1 Izbira lokacije in razvoj modela površja

Objekt je lociran na Primorskem, in sicer v zahodnem delu Slovenije, tik ob italijanski meji, v naselju Bilje. Nadmorska višina objekta je 62 metrov nad morjem. Objektu je zagotovljena sončna svetloba, v bližini je objekt, a ne meče sence. Okoli objekta so nasadi oljk. Objekt bo grajen na prisojni strani griča, stran z največjim deležem zasteklitve bo obrnjena proti jugu. Parcela leži v občini Šempeter-Vrtojba, tik ob meji z občino Miren-Kostanjevica in Renče-Vogersko. Površinske vode se stekajo v Jadransko morje.



Slika 13: Oznaka A predstavlja lokacijo objekta na zemljevidu (vir: Googlemaps, pridobljeno 5. 5. 2015)



Slika 14: Oznaka A predstavlja lokacijo objekta v manjšem merilu (vir: Googlemaps, pridobljeno: 5. 5. 2015)

4.1.2 Lastnosti tal in meteorološki pogoji

Pospešek tal na območju je 0,175 g (povratna doba potresa je 475 let). Geološka karta pa nam pove prisotnost fliša in ostalih globokomorskih kamnin, nastalih v času Kenozoika [19].



Slika 15: Z modro barvo je prikazan obseg 500-letnih poplav (vir: [11], pridobljeno 27. 7. 2015)

Povprečna letna višina korigiranih padavin je 1500–1600 mm. Zemljišče leži izven območja 500-letnih poplav. Povprečno število dni s snežno odejo v obdobju 1951–2005 je maj kot 1 dan. Povprečna hitrost vetra 10 m nad tlemi je 2–3 m/s. [11]

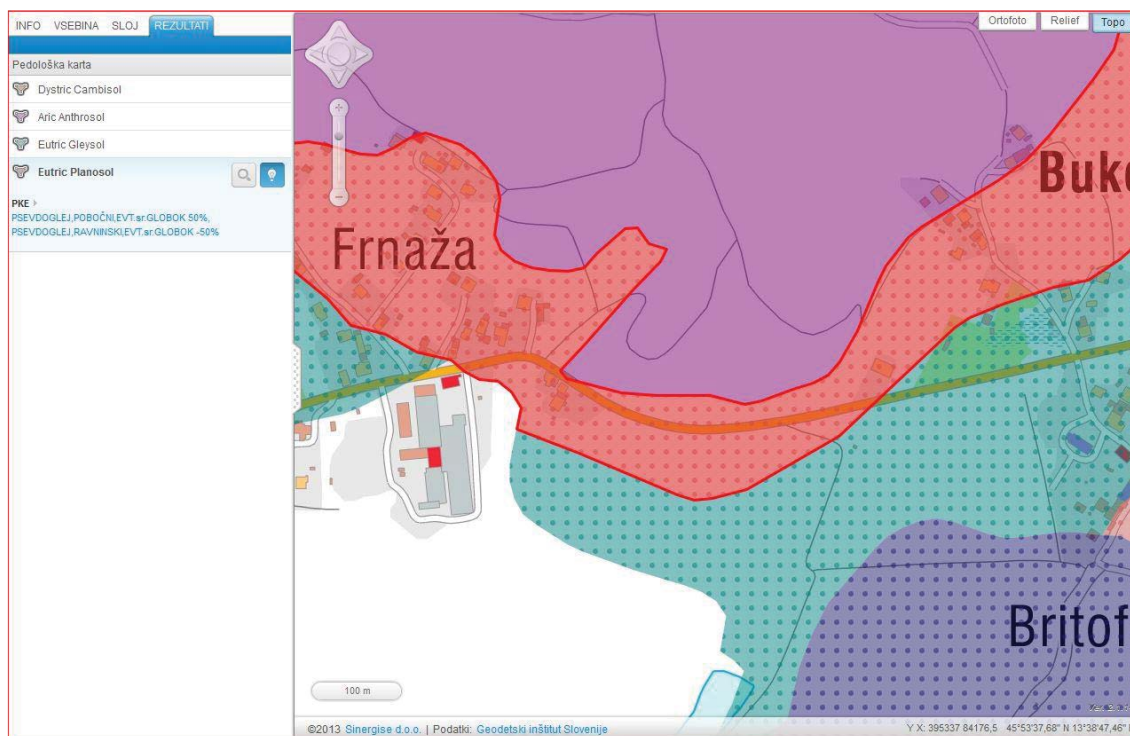
Povprečno trajanje sončnega obsevanja:

- Zima 1971–2000: 320–360 ur
- Pomlad 1971–2000: 480–520 ur
- Poletje 1971–2000: 780–820 ur
- Jesen 1971–2000: 460–480 ur

Del zgornjega sloja zemljine se uvršča pod pobočne psevdogleje, kar smo uspeli razbrati iz pedološke karte [20].

Zaporedje talnih horizontov pri psevdoglejih kažejo pri srednjih plasteh bolj ali manj izrazito hidromorfnost. 30–60 cm globoko pod površjem se v vlažni fazi zadržuje voda in povzroča prenasičenost z vodo. Spodnji slabo prepustni in zgoščeni sloji povzročajo zastajanje vode in preprečujejo pronicanje padavinske vode v globino. Od količine padavin v kratkem času je odvisno, ali se bo voda akumulirala v višjih slojih. Kritična mokra faza se pojavlja v obdobju

jesen–zima–pomlad, takrat so vse pore zapolnjene z vodo. Voda se akumulira nad nepropustnim slojem, lahko do višine humusnega sloja ali pa se zadržuje na sami površini v tanjšem in debelejšem sloju. [21]



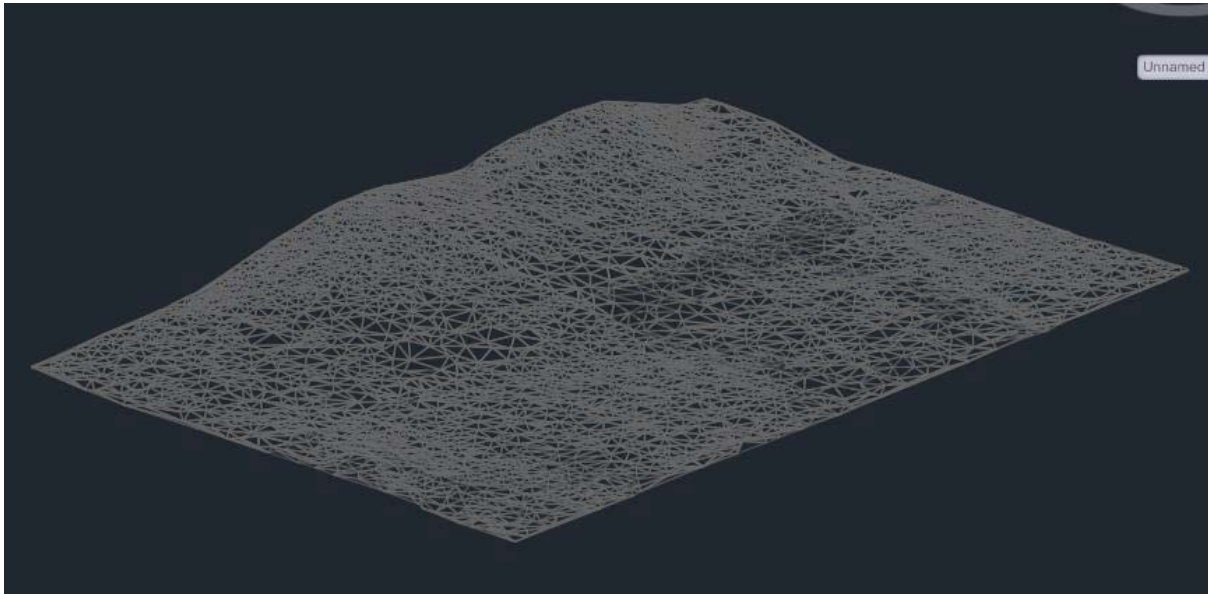
Slika 16: Podlaga tal: rdeče obarvani del predstavlja psevdoglej [20]

4.1.3 Model terena

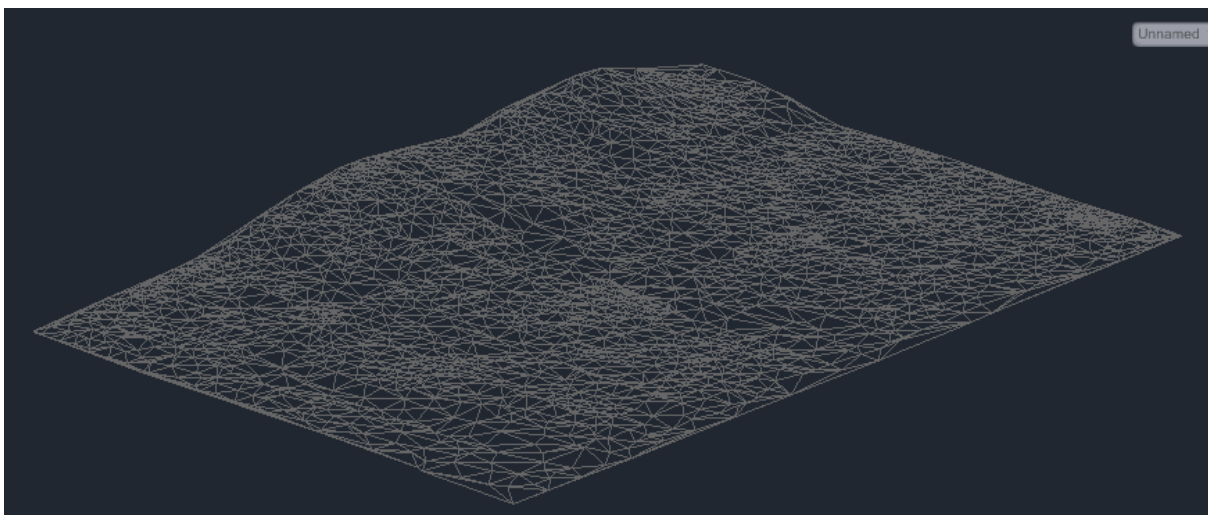
Področje je bilo posneto z laserskim skeniranjem. Pridobili smo oblak točk, iz katerega je bil izdelan 3D digitalni model terena (*dtm*-digital terrain model).

Model je imel zelo visoko resolucijo. Za potrebe projektiranja, kjer je omejena procesorska moč, je potrebno najti pravo razmerje med potrebnimi detajli modela terena. Izkaže se, da zmanjšanje resolucije oziroma gostote točk ne vpliva na samo kakovost nadaljnjih analiz. Ključna oblika površja se ne izgubi.

100000 točk velja kot zgornja omejitev za tekoče delovanje modela. Na sledečih slikah je prikazan teren v odvisnosti zmanjšanja gostote točk.



Slika 17: Teren definira 202593 točk



Slika 18: Teren definira 41493 točk

Ločljivost modela smo ustrezno zmanjšali, prav tako smo izbrali samo del modela terena, kjer bo lociran objekt.

S programom AutoCAD Civil 3D smo poenostavili 3D model, povezane poligone, ki so predstavljali površje, smo pretvorili v x, y, z koordinate. Datoteka s končnico .txt vsebuje surove podatke koordinat posameznih točk.

BIM program ArchiCAD prepozna oblak točk in ustvari model terena.



Slika 19: Model odkopa v primerjavi s prvotnim terenom

Prvotni teren bomo za postavitev objekta ustrezno preoblikovati. Izvedli bomo odkop za potrebe kletnih prostorov. Odkop in tudi nekaj nasipa pa bomo potrebovali za uravnavanje terena za predel objekta, kjer sta garaža in dvorišče. Z nekaj kliki v programu ArchiCAD izmerimo odkop terena, ki znaša 445,1 m³. Ustrezno smo umestili še dovozno pot.

4.2 Modeliranje stavbe

Za potrebe nadaljnjih analiz smo najprej zmodelirali naš objekt v BIM programu ArchiCAD. Na podlagi obstoječih tlorisov in prerezov smo izdelali informacijski model objekta. Obliko terena smo pridobili preko laserskega skeniranja tal. Določiti smo morali natančne dimenzije, orientiranost, konstrukcijske sklope, zasteklitev in detajle. Objekt se modelira s predpostavljenimi kompoziti (strehe, stene, plošča ipd.), ki se jim definira mehanske in fizikalne lastnosti. Zmodelirali smo tudi dovozno pot in dodali nasad oljk v okolici. Program omogoča enostavno določitev lokacije z vnosom koordinat. Klimatske razmere in pot sonca pridobi avtomatsko, vendar lahko preverimo in reguliramo nastavitve, če ugotovimo neskladja.



Slika 20: Pogled na južno fasado



Slika 21: Pogled na severno in zahodno fasado

Environment Settings

Location and Climate:
 45° 53' 48" N, 13° 39' 5" E
 Climate source: Strusoft server

Grade Level:
 Offset Distance: 0,00
 Modeled by Mesh Elements

Soil Type: Gravel

Thermal Conductivity	1,400	W/mK
Density	2200,00	kg/m ³
Heat Capacity	1900,00	J/kgK

Surroundings: Garden
 Ground reflectance: 20 %

Climate Data

Climate data is ready for simulation

Download from Strusoft Climate Server
 Use ASHRAE IWECC, TMY, WTEC2 file

Climate Type: Moist (A) Climate Zone Identifier: 4A

Data Type: Air temperature

Graph showing monthly temperature range (°C) from Jan. to Dec.:

Maximum:	34.32
Average:	11.89
Minimum:	-5.41

Slika 22: Program ArchiCAD z vnosom koordinat samodejno pridobi podatke o podnebnju. Po želji lahko naložimo svoje baze podatkov o podnebnju.

4.2.1 Analiza nosilne konstrukcije

Lesena gradnja je ena izmed tradicionalnih načinov gradnje tako v Evropi kot tudi v Sloveniji. Les kot konstruktivni material so ljudje uporabljali vse od prazgodovinskih časov. Poleg kamna, gline in slame je bil les pomemben pri gradnji osnovne zaščite pred naravnimi nesrečami. V preteklosti se je les uporabljal predvsem kot upogibni element. Pomembna je bila tudi sama pozicija v konstrukciji, saj so morali biti zagotovljeni enakomerni atmosferski pogoji, da ni prišlo do propadanja oziroma trohnenja le-tega. Skozi leta so se razvijale različne tehnologije gradnje z lesom kot osnovnim materialom. Danes tehnologija omogoča gradnjo večnadstropnih objektov. Lesena strešna konstrukcija je primerna tudi za večje razpone, zadovoljimo pa lahko tudi arhitekturno-oblikovalnim zahtevam.

V osnovi poznamo razdelitev lesene nosilne konstrukcije na:

- **kladna oziroma brunasta nosilna konstrukcija:** Je najstarejši in tradicionalen način gradnje. Danes se ponovno obuja brunasta gradnja predvsem pri stanovanjskih objektih z arhitekturno-oblikovalskim pomenom. Gradnja se je izpopolnila, tako se ne uporablja več bruna iz masivnega lesa, ampak večslojna lepljena bruna. Osnovne lastnosti lepljene brune so izboljšane. Nosilni element je celotna stena iz brun, ki prenaša obremenitve. [9]
- **predalčna nosilna konstrukcija:** Predalčna konstrukcija se je razširila v celinskem delu Evrope. Značilno je, da je nosilna konstrukcija sestavljena iz številnih horizontalno, diagonalno in vertikalno povezanih linijskih elementov. Spojeni elementi zagotavljajo stabilnost in so osnovni konstrukcijski elementi pri stenah, stropovih in strehah. [9]
- **steburna nosilna konstrukcija:** Značilna je za Severno Ameriko in Veliko Britanijo. Med seboj povezani nosilni linijski elementi zagotavljajo horizontalno in vertikalno togost. Lesena rebra konstrukcije so postavljena vertikalno. Horizontalno stabilnost dodatno zagotavljajo pritrjene plošče. [9]
- **panelna nosilna konstrukcija:** Izhaja iz steburne konstrukcije. Montažna lesena gradnja je tako v svetu kot tudi pri nas prevladujoč način gradnje do dvoetažnih hiš. Možna je višja stopnja prefabrikacije. Stabilnost konstrukcije je zagotovljena iz linijskih elementov in obojestransko pritrjenega opaža. Za opaž se uporablja vezne, iverne plošče ali plošče z usmerjenimi vlakni. Linijski element je najpogosteje iz masivnega lesa. [9]
- **okvirna nosilna konstrukcija:** Z razvojem veznih sredstev se je razvil sodoben način gradnje z lesom. Vezna sredstva in lameliran les zagotavljajo dobro togost priključkov, stebrov in gredi. Možni so veliki razponi. Pozornost moramo nameniti horizontalni stabilnosti. Zagotovimo jo lahko z okvirnim mehanizmom ali dodatnim zavarovanjem v obliki diagonal ali panelnih sten. [9]

- **masivna nosilna konstrukcija:** Prefabricirani panelni masivni elementi so z lepilom ali mehanskimi sredstvi križno spojeni leseni elementi. Elementi lahko opravljajo nosilno funkcijo. Izboljšane so lastnosti v primerjavi z enosmerno lepljenim in masivnim lesom. Zaradi dobrih mehanskih in gradbeno-fizikalnih lastnosti se tip gradnje vse bolj uveljavlja. Velika stopnja prefabriciranosti zagotavlja hitro gradnjo. Tehnologija omogoča gradnjo do 6 etaž višine. [9]

Izbrani tip nosilne konstrukcije. V projektu za izdelavo objekta v BIM programu smo se odločili za leseno gradnjo, saj je les primeren naravni material, da omogočimo boljše bivalne pogoje. Tako ustrezamo zahtevam glede kvalitete zraka v prostoru, prepustnosti, les uravnava vlažnost in temperaturo v prostoru, nima elektrostaticnega naboja. Lesene hiše se ne prašijo, imajo prijeten vonj. Les je tudi prijeten na dotik, topel ter predvsem dober izolator.

Les spada med obnovljive vire, sama izkoriščenost gozdov pa je v Sloveniji, ki jo gozd pokriva kar v 58,5 %, zelo slaba.

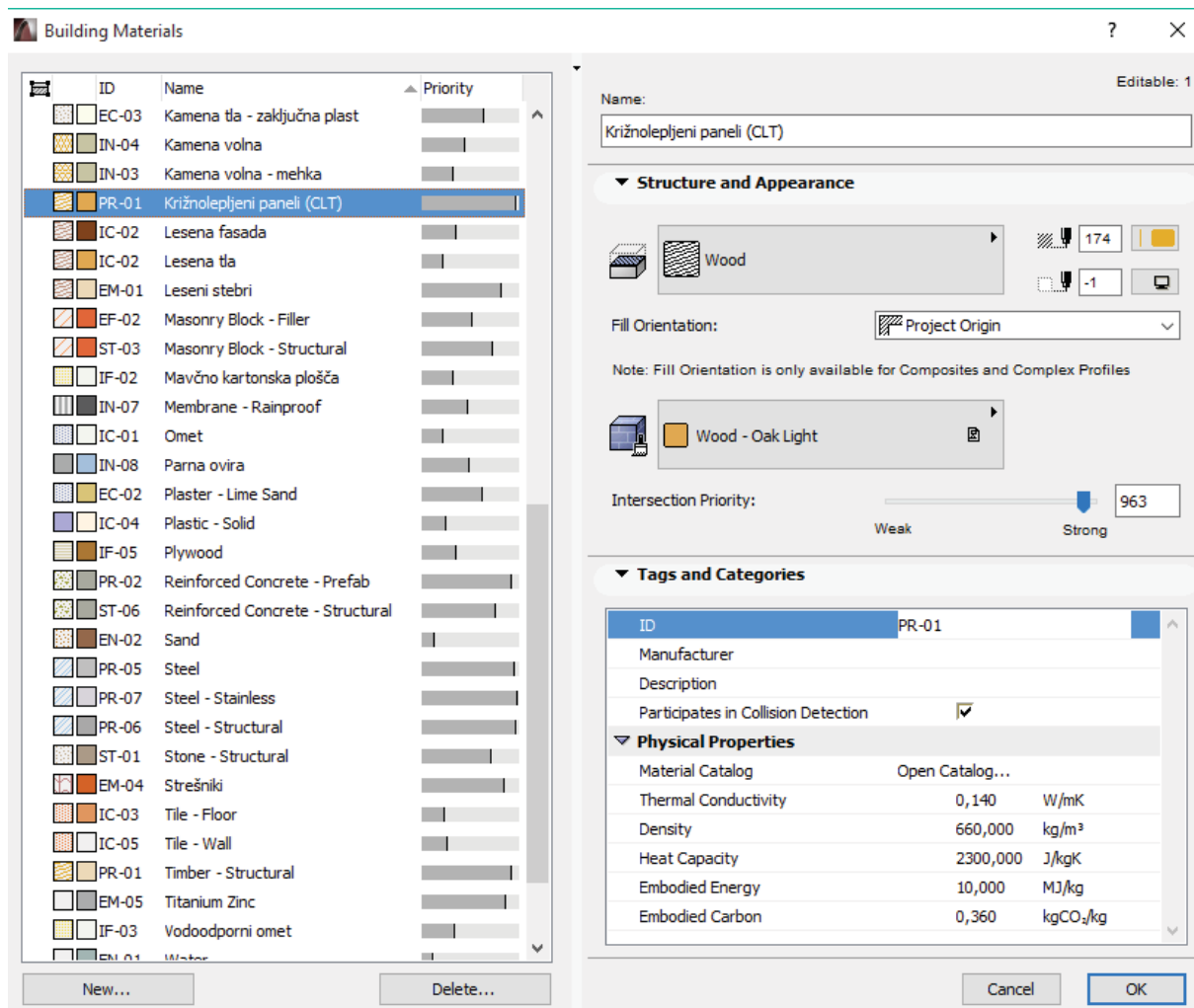
Lokacijo stavbe smo določili v zahodni Sloveniji, zato smo izbirali med tremi tipi gradnje, značilnimi za Slovenijo. To so panelni, masivni in okvirni tip gradnje. Vsaka izmed tehnologij ima svoje prednosti in slabosti.

Odločili smo se za masivno panelno konstrukcijo, ki se uvršča med montažno gradnjo. Elementi so prefabricirani, ustvarjeni v tovarni pod kontroliranimi pogoji. Velikost samega elementa lahko dosega tudi 50 m² in več. Zaradi križno lepljenih elementov so izboljšane mehanske lastnosti v obe smeri, za razliko od neobdelanega lesa, ki ima v smeri prečno na vlakna manjšo odpornost. Omogočena je dobra toplotna izolativnost objekta, saj je les že sam po sebi izolator. [2]

Križno lepljene elemente sestavlja les iglavcev. Les je posušen do 12 % vlažnosti. Pod visokim pritiskom se lesene deske križno zlepijo v večji prefabriciran element, medsebojni zasuk desk znaša 90°. Odvisno od zahtev po nosilnosti se lamele lepi v lihem številu 3, 5, 7 itn. Posamezna debelina deske je med 10 in 40 mm, vzdolžno so pritrjene še z zobčastimi spoji. Maksimalna debelina prefabriciranega elementa je 60 cm. [2]

Značilnost križno orientiranih lamel je poljubna nosilnost. Obtežba se prenaša v dveh pravokotnih smereh. Elementi imajo tako enakomernejše mehanske lastnosti, zmanjšano je nabrekanje lesa, izboljšana nosilnost v smeri pravokotno na vlakna. Obremenitev se raznese v obeh pravokotnih smereh. Prerezi se pri obremenitvi manj krivijo in pokajo. Prefabricirani elementi so lahko izdelani v enem kosu z vključeno okensko odprtino in predpripravljenimi stikovanji. Velikost elementa pa mora vseeno biti prilagojena transportu. [2]

V Sloveniji je gradnja s križnolepljenimi prefabriciranimi elementi zaradi pozitivnih lastnosti v porastu. Problem nastane pri sami proizvodnji križno lepljenih elementov. Le-ta v Sloveniji ni najbolj razvita, zaradi cenovno ugodnih in kvalitetnih izdelkov iz sosednje Avstrije. Avstrija je ena izmed vodilnih držav na področju uporabe in izdelave križnolepljenih (v nadaljevanju CLT, *angl. Cross laminated timber*) elementov.



Slika 23:: Definiranje fizikalnih karakteristik CLT elementov v programu ArchiCAD

4.2.2 Konstrukcijski sklopi

Zunanja stena in streha. Pri izbiri konstrukcijskih sklopov smo izbrali tradicionalni konstrukcijski sklop, ki je priporočen za konstrukcije s CLT nosilnim sistemom. Najpomembnejši ukrep pri lesenih fasadnih oblogah je preprečevanje pronicanja vode v les. Pri projektiranju moramo paziti na zadostno širino nadstreška. Zunanja obloga mora biti oblikovana tako, da dež hitro odteka. V območju škropljenja naj bo možna zamenjava delov. Najmanjša debelina zunanje obloge naj bo 30 mm. Širina desk naj ne bo večja od 140 mm.



Slika 24: Konstrukcijski sklop zunanje stene [14]

Preglednica 2: Konstrukcijski sklop zunanje stene

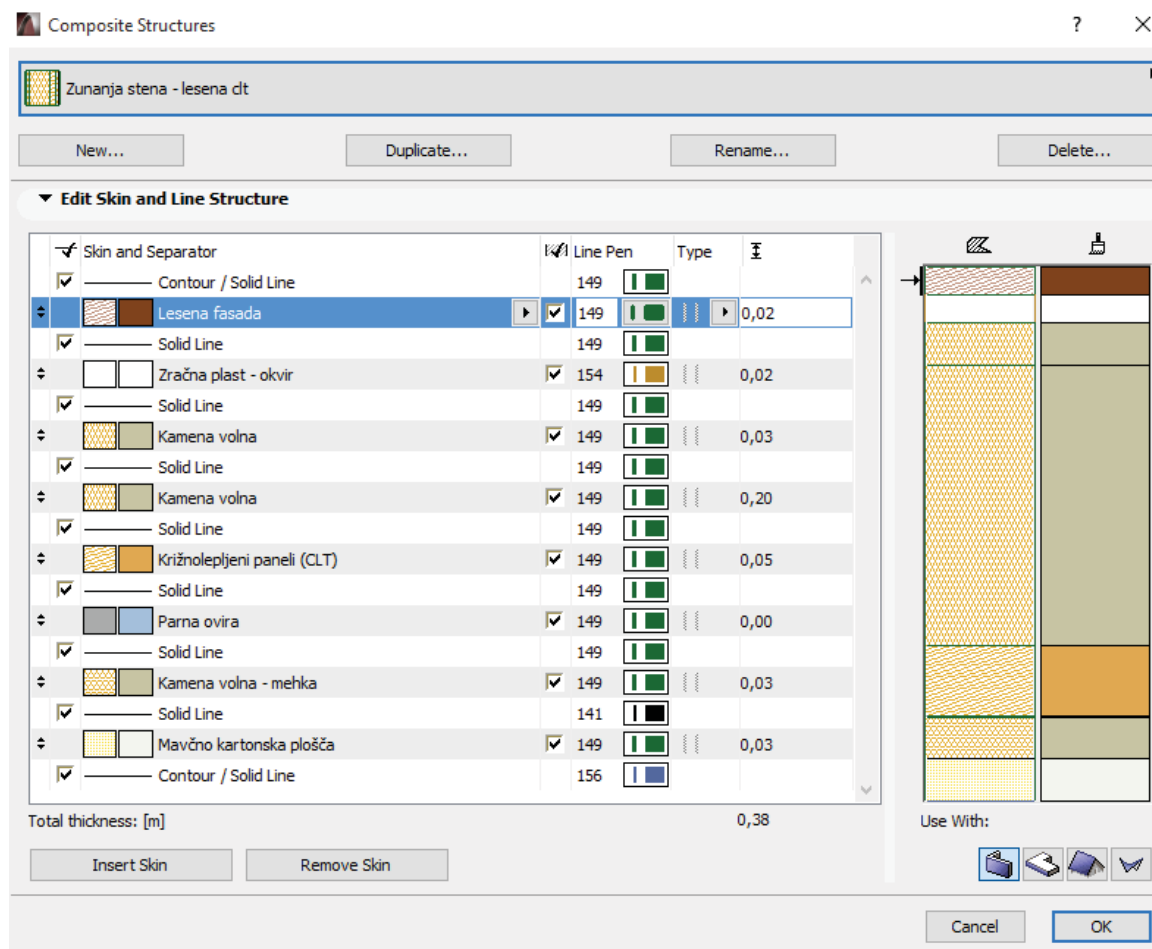
Material (od notranje proti zunanji strani)	Oznaka na sliki
Mavčno kartonske plošče	6
Kamena volna večje gostote	4
Parna ovira	8
CLT plošče	3
Kamena volna	2
Zračna plast (horizontalne, vertikalne deske)	7
Zunanja lesena obloga	1



Slika 25: Konstrukcijski sklop strehe in stene [14]

Preglednica 3: Konstrukcijski sklop strehe

Material (od notranje proti zunanji strani)	Oznaka na sliki 17
Mavčno kartonske plošče	8
Kamena volna večje gostote	7
Parna ovira	3
CLT plošče	6
Kamena volna	5
Zračna plast	2
Strešniki	1

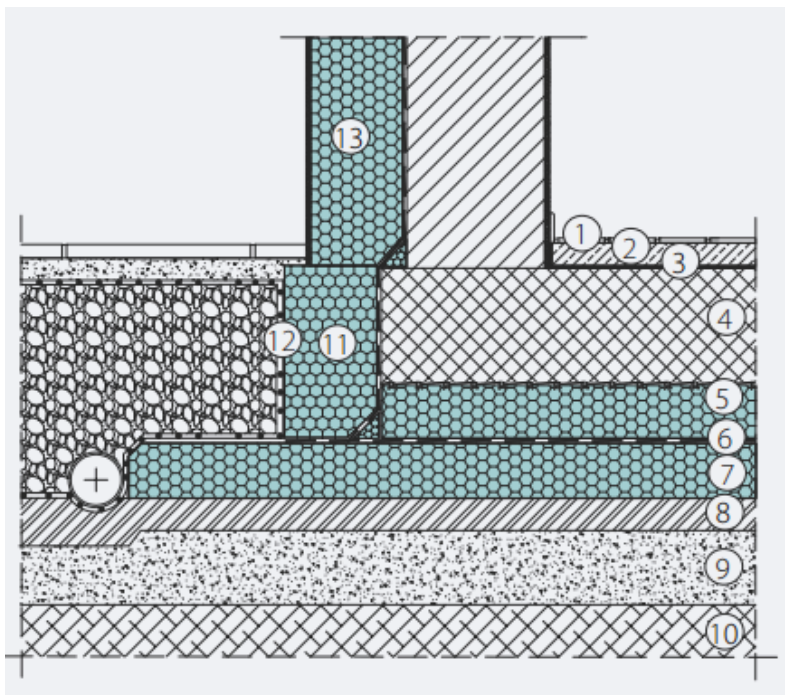


Slika 26: Definiranje konstrukcijskih sklopov v programu ArchiCAD

Temeljenje in stena v zemljini. Za tip temeljenja smo izbrali temeljno blazino (toplotna podizolirana temeljna plošča z velikim koeficientom lepenja). Izbrali smo rešitev z obojestransko samolepilno hidroizolacijo, nameščeno med dvema slojema toplotne izolacije, na katerega se direktno vgradi armiranobetonska temeljna plošča. Pri konstrukcijsko zahtevnih, predvsem visokih stavbah, je potrebno tako pri manjših kot tudi visokih projektnih pospeških narediti preračun potresne varnosti in določiti ustrezno temeljenje. Temeljenje mora potrditi tudi projektant.

Tako smo uporabili že zgoraj omenjeni tip temeljenja, ki se kot trend pri novogradnjah kaže zadnjih nekaj let. Sama izvedba temeljenja na temeljni blazini je enostavnejša od pasovnih temeljev, zagotovljena je odlična energetska učinkovitost brez nepotrebnih toplotnih mostov. Tako se izbran tip še posebno uporablja pri temeljenju pasivnih objektov. Največji poudarek mora biti pri preverjanju potresne varnosti, tako so skozi leta predstavili rešitve tudi za bolj potresno ogrožena območja. Tako smo izbrali dvoslojno toplotno izolacijo ekstrudiran polistiren (v nadaljevanju XPS, *angl. extruded polystyrene*), ki sta medsebojno povezani s sloji sistemske dvostransko samolepilne hidroizolacije, tako da celotna temeljna blazina

deluje sovprežno in ne pride do drsenja med sloji. V primeru prekomernih potresnih obremenitev ustrezno vgrajene inštalacije sledijo pomikom stavbe. Dvoslojno hidroizolacijo smo uporabili tudi zato, ker psevdoglej predstavlja tveganje za zastajanje vode in je to najbolj primerna rešitev detajla. [22]

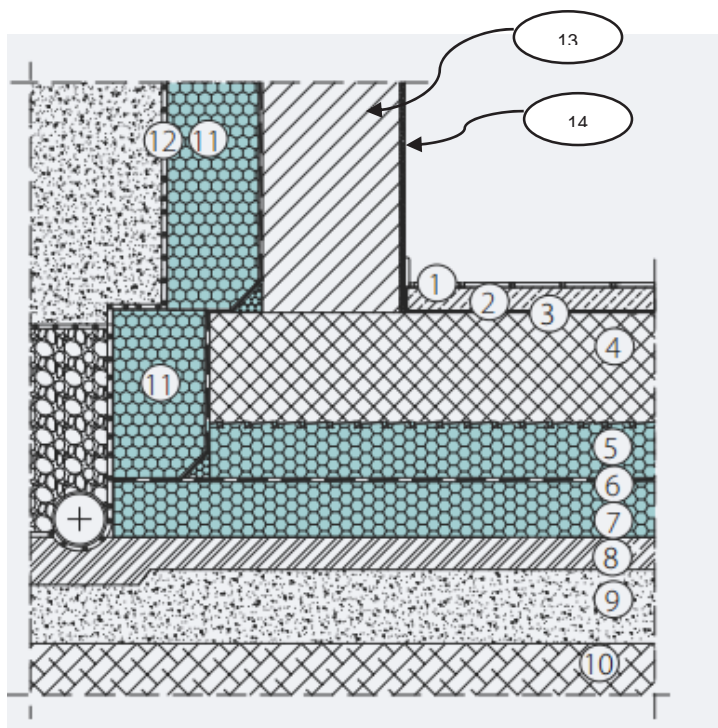


Slika 27: Konstrukcijski sklop tal s terenom [22]

Preglednica 4: Konstrukcijski sklop tal s terenom

Material (od notranje proti zunanji strani)	Oznaka na sliki 18
Parket	1
Cementni estrih	2
Armiran beton	4
XPS – Ekstrudiran polistiren	5
Dvoslojna Hidroizolacija	6
XPS – Ekstrudiran polistiren	7
Podložni beton	8
Gramozno nasutje	9

Objekt je delno podkleten, zato moramo rešiti še detajl kleti.



Slika 28: Konstrukcijski sklop vkopanih tal in kleti [22]

Preglednica 5: Konstrukcijski sklop vkopane kleti

Material (od notranje proti zunanji strani)	Oznaka na sliki 19
Zaključni omet	14
Armiran beton	13
Hidroizolacija	6
XPS – ekstrudiran polistiren	11
Hidroizolacija - geotekstil	12

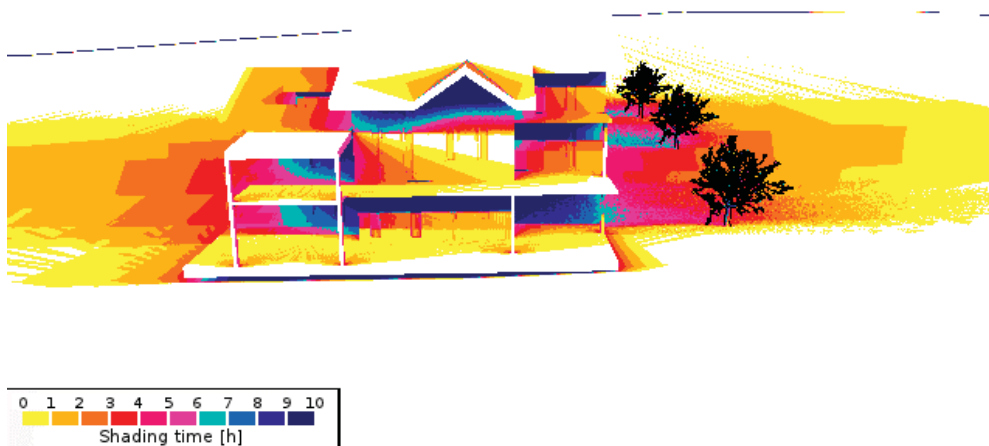
4.3 Analiza dnevne svetlobe

4.3.1 Orientacija na zemljišču

S pravilno orintacijo zagotovimo čim večje število ur direktne sončne svetlobe v bivalnih prostorih. Priporočilo velja, da obrnemo daljšo fasado z zasteklenitvijo proti jugu. Objekt smo v programu SketchUP umestili proti jugu, nato pa spremenili njegovo orientiranost za 15 stopinj okoli navpične osi v levo in desno. Z vtičnikom Shadow Analysis smo izvedli študijo senc.

Rezultat analize je število osenčenih ur (Priloga B.1). Temnejša kot je barva, dlje časa je bila točka osenčena. Analizo smo izvedli v času spomladanskega enakonočja. Primerjava nam pokaže, da je najboljša orientiranost objekta proti jugu.

Merilo je čim manjša osenčenost zasteklenih površin. Potrebno je zagotoviti predpisano število ur osvetlejnosti prostorov z direktno sončno svetlobo. V poletnem času se nevarnost prekomerne osončenosti (s tem povezano pregrevanje) reši s senčili ali z zasaditvijo dreves – listavcev. Pozimi drevo brez listov prepušča sončno svetlobo, poleti pa pada senca košnje na objekt in preprečuje pregrevanje stavbnega ovoja. [3]

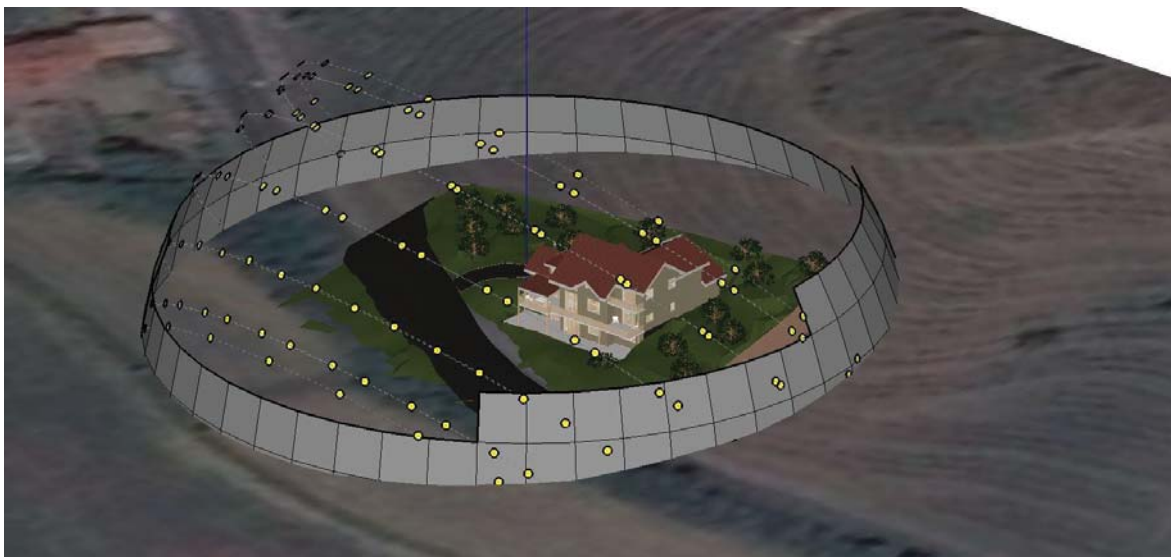


Slika 29: Osenčenost z orientacijo proti jugu

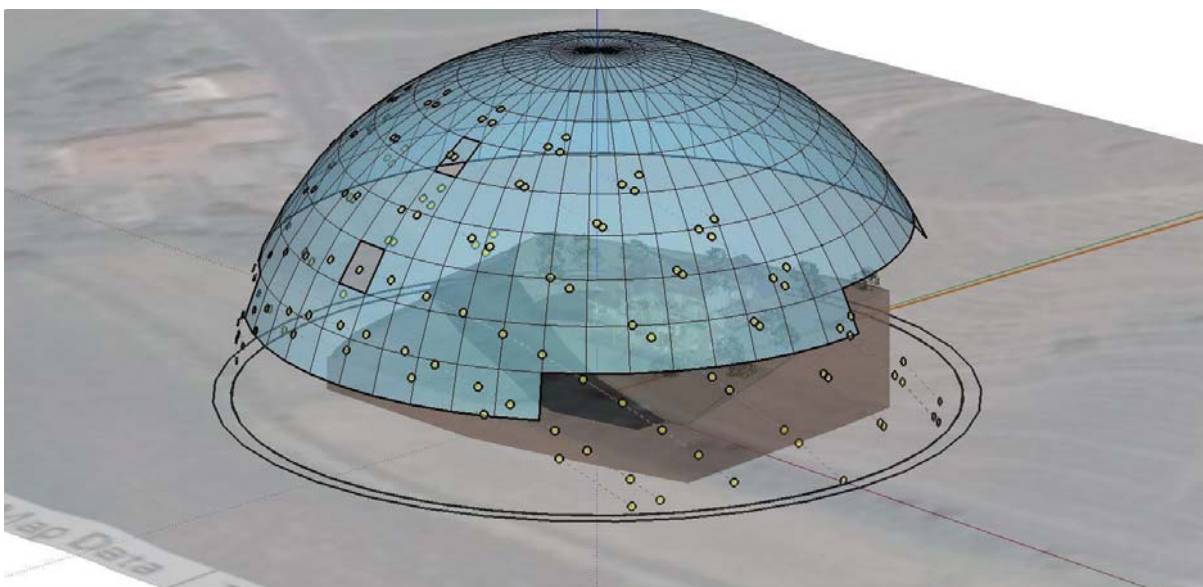
4.3.2 Trajanje osončenja

Kriterij so definirali na podlagi zdravilnih učinkov sočnega sevanja. Trajanje osončenja objekta se meri v številu ur, ko sonce doseže bivalne prostore objekta ob upoštevanju okoliških ovir.

Vtičnik Sun tools omogoča prikaz celoletne navidezne poti sonca po nebu in vidnost neba v zeleni točki na objektu. Analizo za zeleno lokacijo prikaže v 3D prostoru. V analizo vključimo naravne ovire in sosednje objekte. Uporabno je za preverjanje ali sončni žarki dosežejo določeno točko objekta. V našem primeru je vidnost neba v točki na vrhu strehe odlična in ustreza kriterijem, saj imamo samo naravne ovire. V okolici je nasad oljk in cesta.



Slika 30: Prikaz poti sonca skozi leto in oviranje vidnosti sonca za točko na vrhu strehe



Slika 31: Prikaz poti sonca skozi leto in direktna vidnost sonca za točko na vrhu strehe

4.3.3 Svetlobno ugodje

Svetlobno ugodje je pomembno za naše zdravje in dobro počutje. Svetloba je sestavni del kemijskih in bioloških procesov v našem telesu. S svetlobnim ugodjem optimiziramo zaznavanje, pomembno pa je, da zagotovimo tako prepoznavanje predmetov kot tudi storilnost pri delu. Od namena prostora je odvisna potrebna količina osvetljenosti.

Vsak material ima določene optične lastnosti. Snov je lahko bodisi prozorna, neprozorna ali prosojna. Primer prozorne je steklo. Pri prosojni snovi se žarki ob prehodu skozi material razpršijo, pri neprozorni pa se odbijejo.

Pri neprozornih materialih je pomembno razmerje odbitega in absorbiranega svetlobnega toka. Odbojnost oziroma reflektivnost (oznaka: ρ) in vpojnost oziroma absorptivnost (oznaka: α) sta relativni števili z vrednostjo od 0 do 100 %. Vpliv imajo valovna dolžina svetlobe, kot vpada in temperatura.

Del svetlobnega toka, ki pri prozornih in prosojnih materialih preide skozi snov, navajamo s transmitivnostjo (oznaka τ).

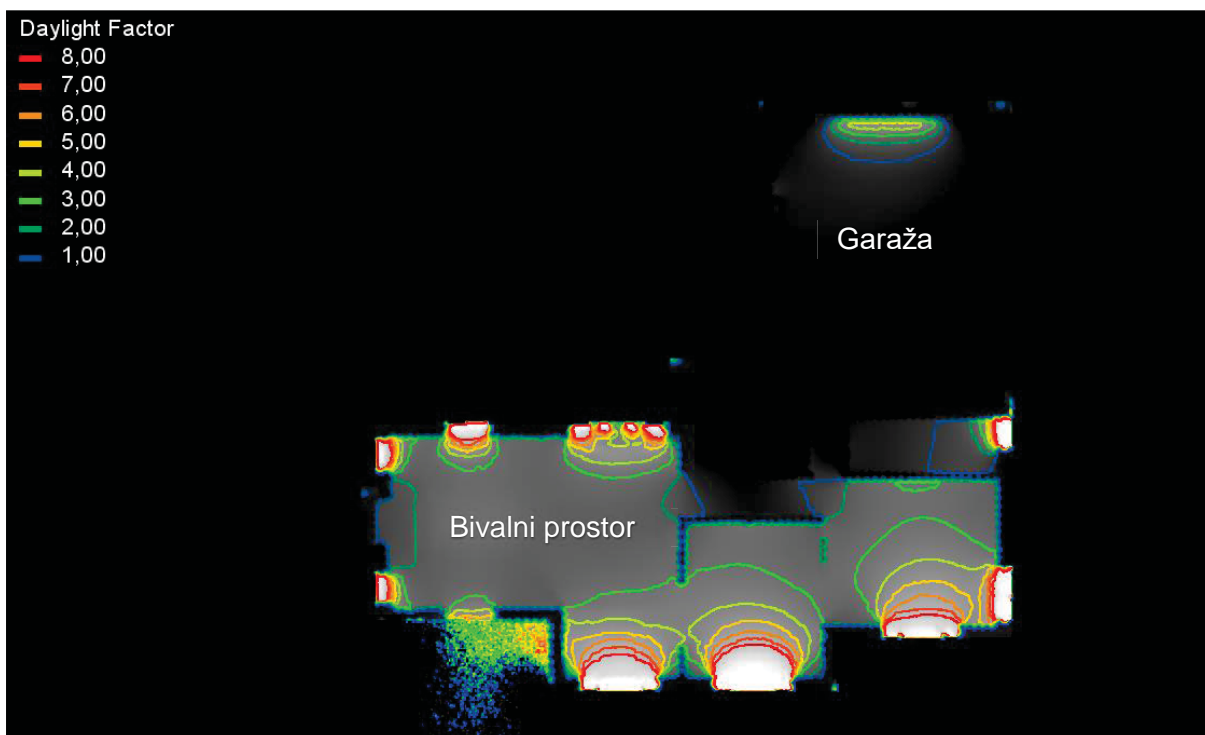
$$\alpha = 1 - \tau - \rho$$

Površje Zemlje je osvetljeno z neposrednim ali razpršenim svetlobnim tokom, slednji se lahko odbija od naravnih ali grajenih površin.

- **Količnik dnevne svetlobe**

Vremenske razmere se spreminjajo od trenutka do trenutka. Za načrtovanje osvetljenosti upoštevamo povprečno nebo, ki je najbolj realno. Za oceno se uporablja količnik dnevne svetlobe (v nadaljevanju KDS, angl. DF – Daylight Factor). Količnik je standardiziran in zagotavlja enakovredno primerjavo različnih zasnov osvetlitve objektov. S KDS določimo kakovost naravne osvetlitve. Določimo ga iz razmerja osvetljenosti točke v prostoru in osvetlitvijo zunanje vodoravne nesenčene površine.

$$KDS = DF = \frac{E_{p,v}}{E_v} \cdot 100 [\%]$$



Slika 32: Količnik dnevne osvetljenosti stavbe v prvem nadstropju objekta

KDS se z oddaljenostjo od oken v prostorih zmanjšuje zaradi manjšanja površine neba in s tem prehodom svetlobnega toka skozi okno.

Preglednica 6: Občutek osvetljenosti prostora [3]

KDS	Občutek osvetljenosti prostora
< 2 %	Prostor zaznamo kot premalo osvetljen.
2 % 5 %	Prostor zaznamo kot primerno osvetljen, le občasno bo potrebno osvetlitev dopolnjevati električno.
> 5 %	Prostor zaznamo kot dobro naravno osvetljen; preučiti je potrebno možno pregrevanje prostora.

Bivalni prostor je v našem objektu primerno osvetljen. Kot ugotovimo še v nadaljevanju, bo potrebno prostoru dodatno zagotoviti električno osvetlitev. V garaži ni predvideno daljše zadrževanje, zato je KDS manjši od 2 % ustrezen.

- **Osvetljenost**

Objektu smo svetlobno ugodje preverjali v programu Velux. Z določitvijo materialov računalniškemu programu definiramo svetlobno odbojnost snovi in prepustnost.

Preglednica 7: Odbojnost svetlobe [3]

Gradbene snovi	Odbojnost svetlobe
Lesene vezane plošče	0,25–0,4
Beton	0,2–0,3
Steklo	0,07
Bel oplesk	0,75–0,85
Granit	0,2–0,25

Prostori morajo biti primerno osvetljeni za opravljanje različnih opravil in prepoznavanje obrazov. Odvisno od namena prostora in zahtevnosti vizualnih opravil je tudi zahtevana osvetljenost. Meri se z gostoto svetlobnega toka na kvadratni meter površine $E(\text{lm}/\text{m}^2)$ ali krajše luks (lx), program Velux uporablja enoto: Cd/m^2 .

$$1 \text{ lx} = 1 \frac{\text{Cd}}{\text{m}^2}$$

Da prepoznamo obraz, je potrebno zagotoviti osvetljenost z vsaj 10 lx, za prepoznavanje detajlov na obrazu pa vsaj 200 lx. [3]

Preglednica 8: Minimalna osvetljenost predmetov [3]

Osvetljenost e (lx)	Zahtevnost vizualnih opravil
50	Ni potrebno zaznavanje detajlov, omogočena varna hoja.
100	Pravilno prepoznavanje predmetov, sanitarni prostori, hodniki.
200	Dolgotrajno delo, zaznavanje večjih detajlov.
300	Dolgotrajno delo, lažja vizualna opravila.
500	Srednje zahtevna vizualna opravila, zaznavanje detajlov.
750	Zahtevana vizualna opravila, risalnice, samopostrežne trgovine.

Analiza za prostor se opravi 1 m od sten in opreme in 0,85 m nad tlemi [3]. Preverili smo glavni bivalni prostor v 1. nadstropju za vsak 21 dan v mesecu.



Slika 33: Osvetljenost skozi leto

Rezultati so prikazani v Prilogi A.1. Objekt je pravilno lociran proti jugu, tako v zimskem času prejme največ direktne svetlobe, kar ima za posledico ogrevanje prostorov. Za doseganje zahtevane 300 lx osvetljenosti bi bilo bolj smotno od frčade na južni strehi vgraditi strešno okno. Zaradi nezadostne osvetljenosti prostora bomo morali zagotoviti električni vir svetlobe.

4.4 Energijska učinkovitost stavb

4.4.1 Toplotna prehodnost netransparentnih delov

Toplotna prehodnost je pokazatelj energijske učinkovitosti stavb. V pravilnikih so predpisane dovoljene toplotne prehodnosti gradbenih konstrukcij.

Preglednica 9: Največja dovoljena prehodnost gradbenih konstrukcij [3]

	2002	2008	2010
Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom	0,6	0,28	0,28
Strop proti neogrevanem podstrešju	0,35	0,2	0,2
Stene med ogrevanimi prostori	1,6	0,9	0,9
Stropna konstrukcija med ogrevanimi prostori	1,35	1,35	0,9
Poševne in ravne strehe	0,25	0,2	0,2

Preverimo, ali izbrani konstrukcijski sklopi ustrezajo predpisom tehnične smernice TSG-1-004:2010 [1].

Preglednica 10: Primerjava izračunanega U faktorja v programu Knaufinsulation in ArchiCAD

Konstrukcijski sklop	U [W/m ² K] - Knaufinsulation	U [W/m ² K] - ArchiCAD
Zunanja stena	0,135	0,13
Streha	0,135	0,14
Tla	0,148	0,15
Stena v vkopani kleti	0,138	0,18

Toplotna prehodnost konstrukcijskih sklopov je v dovoljenem območju predpisov. Izkaže se, da je BIM program ArchiCAD izračunal drugačno vrednost U faktorja za vkopano steno, predvidoma zato, ker program Knaufinsulation (uporablja se za izdelavo energetskih izkaznic) upošteva, da je stena vkopana. Uporabnik ima možnost določiti prehodnosti tal. ArchiCAD obravnava, kot da je stena na zunanji strani obdana z zrakom.

4.4.2 Toplotna prehodnost transparentnih delov

Lastnost stekla je, da prepušča le določene valovne dolžine svetlobe. To lahko s pridom izkoristimo pri sami gradnji. Prepušča kratkovalovni spekter, ne prepušča pa spektralnega sevalnega toka dolgih dolžin.

To s pridom izkoristimo. Stavbe tako naravno ogrevamo in osvetljujemo. Ko objekt ogrevamo, se zaradi lastnosti stekla zmanjša prehod toplote v okolico. [3] Velika absorbitivnost znižuje prehod dolgovalovnega sevanja. Posledično velika emisivnost ustvarja učinek, podoben topli gredi. To lastnost izboljšamo tako, da na steklo nanese tanek sloj z veliko odbojnostjo toplotnega sevanja. Za dodatne sloje se uporabljajo oksidi ali kovinske nanosi (srebro, zlato, kositer). [3]

Okolju prijazni material, ki se pogosto uporablja pri okenskih okvirjih, je zagotovo les. Za pasivne objekte so primerni leseni okvirji s polnim profilom debeline med 70 in 100 mm, z dodatno toplotno izolacijo in aluminijastim zaščitnim okvirjem. Okvir doseže toplotno prehodnost manjšo od $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Toplotna prehodnost zasteklitve je zahtevana manjša od $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. To dosežemo s troslojno zasteklitvijo in z nizkoemisijemskim nanosom na površini mejnih stekel. Stekla so polnjena s kriptonom ali argonom. [3] Ker pa je finančni vložek zahtevanih oken precej večji, smo izvedli primerjavo z lesenimi okvirji in dvoslojno zasteklitvijo. Toplotna prehodnost v drugem primeru zasteklitve znaša $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, okvirja pa $1,68 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Preglednica 11: Primerjava stroškov za okna z lesenim okvirjem pri tro- in dvoslojni zasteklitvi

	Dovedena energija za ogrevanje		Cena ogrevanja	Cena oken za 60m ² površin
	Knaufinsulation	ArchiCAD		
$U_{\text{stekla}} = 0,7 \text{ w/m}^2\text{k}$ $U_{\text{okvirja}} = 0,72 \text{ w/m}^2\text{k}$	10416 $\text{W/m}^2\text{K}$	8157 $\text{W/m}^2\text{K}$	499 €/leto	12000 €
$U_{\text{stekla}} = 1,5 \text{ w/m}^2\text{k}$ $U_{\text{okvirja}} = 1,68 \text{ w/m}^2\text{k}$	13857 $\text{W/m}^2\text{K}$	10393 $\text{W/m}^2\text{K}$	664 €/leto	16200 €

Okvirna cena 1 m² dvoslojnega okna je 200 €, troslojnega pa 270 €. Skupna površina oken v objektu je 60 m². Preprost račun nam pove, da bi se zaradi cenejšega stroška ogrevanja investicija povrnila v 25 letih, kar pa je nekako življenjska doba oken. Pri tem vidimo, da investicija v troslojna okna ni najbolj upravičena. Rezultati so priloženi v Prilogi C.1 za dvoslojna okna in v Prilogi C.2 za troslojna okna.

Type	Orientation	Thermal Block	Opaque Area [m ²]	Glazed Area [m ²]	Total Area [m ²]	TST%	DST%	Solar Analysis	Perimeter [m]	Opaque U-value [W/m ² K]	Glazing U-value [W/m ² K]	Overall U-value [W/m ² K]	Perimeter Psi-value [W/m ² K]	Infiltration [l/m ² h]
Window	West	005 Ogrevan a toplotj...	0.51	1.14	1.65	77.00	61.00	✓ Done	6.20	1.68	1.50	2.01	0.12	0.28
Window	West	005 Ogrevan a toplotj...	0.28	0.71	0.99	77.00	61.00	✓ Done	3.40	1.68	1.50	1.96	0.12	0.28
Window	West	005 Ogrevan a toplotj...	0.28	0.71	0.99	77.00	61.00	✓ Done	3.40	1.68	1.50	1.96	0.12	0.28
Door	South	005 Ogrevan a toplotj...	3.03	3.44	6.48	77.00	61.00	✓ Done	32.71	1.68	1.50	2.01	0.12	0.28
Window	South	005 Ogrevan a toplotj...	1.83	4.83	6.10	77.00	61.00	✓ Done	21.40	1.68	1.50	1.96	0.12	0.28
Window	South	005 Ogrevan a toplotj...	1.83	4.83	6.10	77.00	61.00	✓ Done	21.40	1.68	1.50	1.96	0.12	0.28
Window	South	005 Ogrevan a toplotj...	1.83	4.83	6.10	77.00	61.00	✓ Done	20.20	1.68	1.50	1.94	0.12	0.28
Window	South	005 Ogrevan a toplotj...	1.37	3.91	5.28	77.00	61.00	✓ Done	10.98	1.68	1.50	1.93	0.12	0.28
Window	South	005 Ogrevan a toplotj...	1.13	2.83	3.96	77.00	61.00	✓ Done	15.40	1.68	1.50	2.02	0.12	0.28
Window	South	005 Ogrevan a toplotj...	1.13	2.83	3.96	77.00	61.00	✓ Done	15.40	1.68	1.50	2.02	0.12	0.28
Window	South	005 Ogrevan a toplotj...	1.13	2.83	3.96	77.00	61.00	✓ Done	15.40	1.68	1.50	2.02	0.12	0.28
Window	South	005 Ogrevan a toplotj...	0.76	2.10	2.85	77.00	61.00	✓ Done	10.10	1.68	1.50	1.97	0.12	0.28
Window	South	005 Ogrevan a toplotj...	0.72	1.48	2.20	77.00	61.00	✓ Done	8.58	1.68	1.50	2.03	0.12	0.28
Window	South	005 Ogrevan a toplotj...	0.44	0.76	1.20	77.00	61.00	✓ Done	6.20	1.68	1.50	2.09	0.12	0.28
Window	South	005 Ogrevan a toplotj...	0.29	0.79	1.08	82.00	69.00	✓ Done	3.80	1.68	1.50	2.15	0.18	1.43
Window	South	005 Ogrevan a toplotj...	0.16	0.20	0.36	77.00	61.00	✓ Done	1.80	1.68	1.50	2.18	0.12	0.28

Slika 34: Program ArchiCAD samodejno zazna površino in orientiranost okna. Definiramo toplotno prehodnost stekla in okvirja.

4.5 Energetska analiza

Zaradi zahtev po zmanjšani porabi energije in reduciranem izpustu toplogrednih plinov izvajamo analize, s katerimi ocenimo učinkovitost objekta. Leta 2020 bo v Sloveniji in Evropski uniji v veljavo stopil zakon, ki predvideva gradnjo hiš, ki imajo tako majhno potrebo po energiji, da delež lahko skoraj v celoti pokrijemo z obnovljivimi viri energije. Predvideva se tudi zmanjšanje vpliva na okolje v času obratovanja stavbe. [17]

Že veljavna gradbena zakonodaja PURES-2 2010 določa pokrivanje 25 % energije v stavbi z obnovljivimi viri energije. Po letu 2015 se za enodružinsko hišo zahteva največ 30 kWh/m²a potrebne toplote za ogrevanje, omejitev za hlajenje je 50 kWh/m²a. Zahteve se spreminjajo glede na obliko, namen in lokacijo stavbe. [17]

Za potrebe energetske analize za naš objekt definiramo naslednje karakteristike:

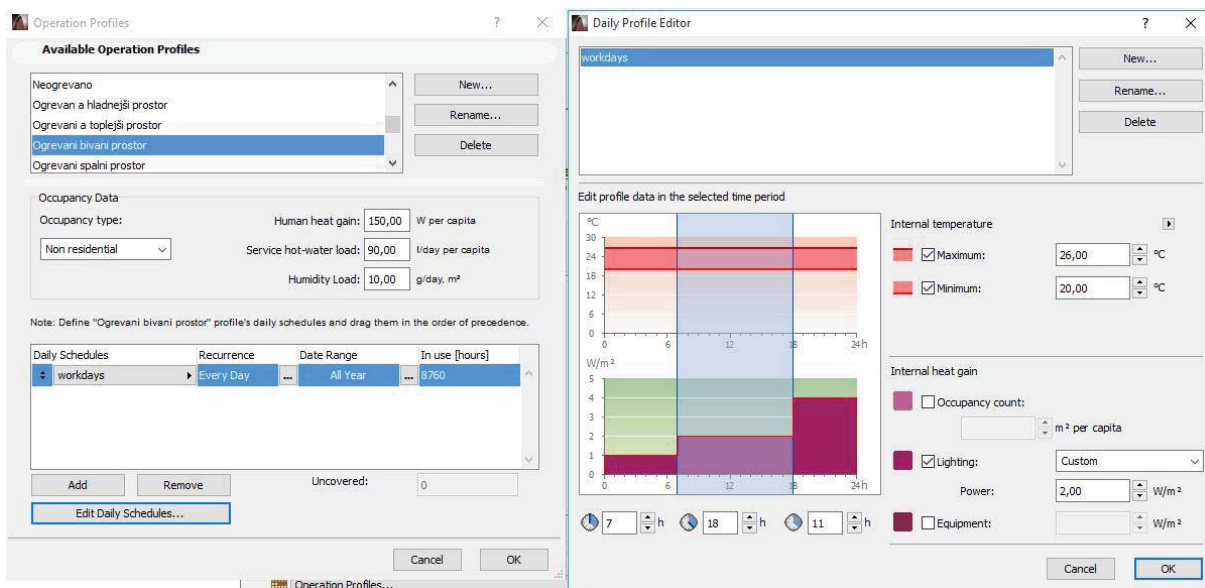
- Bruto ogrevana prostornina: 1591 m³
- Neto ogrevana prostornina: 1326 m³
- Neto uporabna površina: 334 m²
- Ena toplotna cona z notranjo temperaturo pozimi 20 °C in poleti 26 °C
- Razsvetljava: 4 W/m²
- Ogrevanje z biomaso na pelete, moč generatorja: 10 kW
- Ogrevanje vode s solarnim ogrevalnim sistemom velikosti 10 m², obrnjene proti jugu in nagnjene za 30°
- Mehansko prezračevanje z rekuperacijo. Količina dovedenega in odvedenega zraka: 600 m³/h. Učinkovitost 60 %.

Sledi analiza z BIM programom ArchiCAD in programom Knaufinsulation ter primerjava rezultatov.

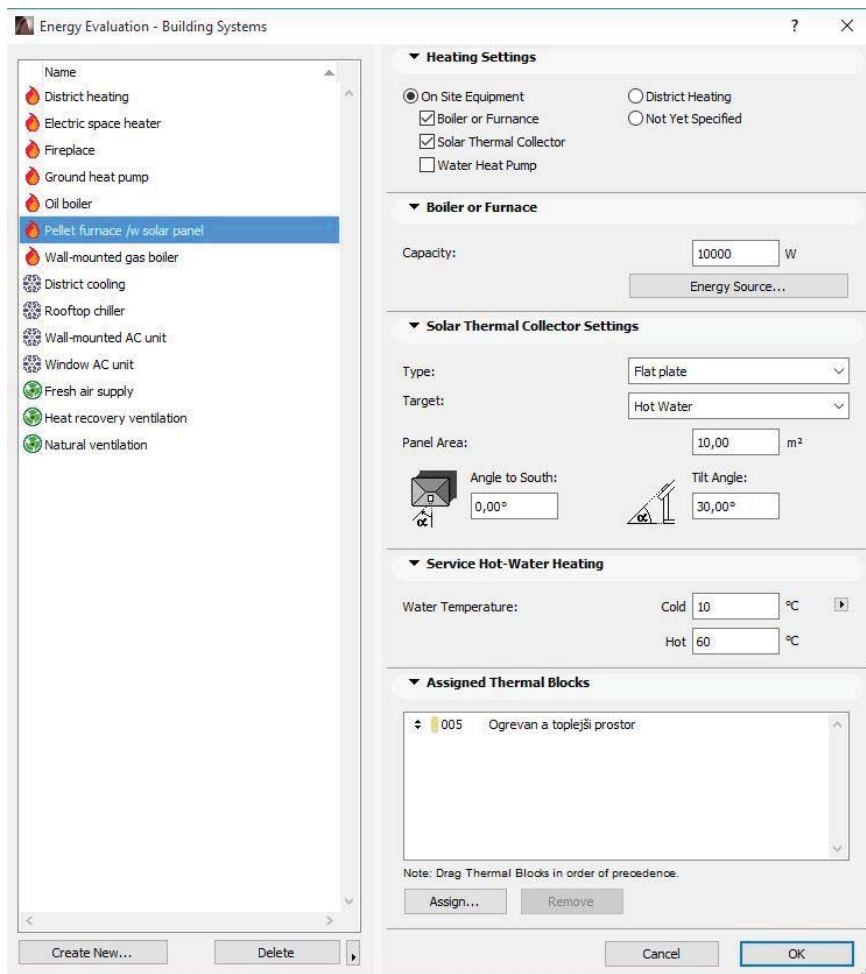
4.5.1 Energetska analiza s programom ArchiCAD

Izdelanemu BIM modelu objekta v programu ArchiCAD je potrebno definirati termalne bloke glede na želen režim ogrevanja/prezračevanja (v našem primeru le ena cona), fizikalne karakteristike materialov, lastnosti prezračevanja, ogrevanja in podnebne razmere. Tako dobimo BEM model našega objekta. Geometrijske podatke pridobi program iz modela, prav tako pozicijo in število odprtín.

Pozorni moramo biti pri definiciji con, posamezni detajli morajo biti pravilno izvedeni, saj na podlagi tega program avtomatsko zazna lokacijo elementa (notranji, zunanji del elementa). Z že omenjenim vtičnikom Energy Evaluation po zagnani simulaciji dobimo poročilo o energetski učinkovitosti objekta. Rezultati so priloženi v Prilogi C.1.



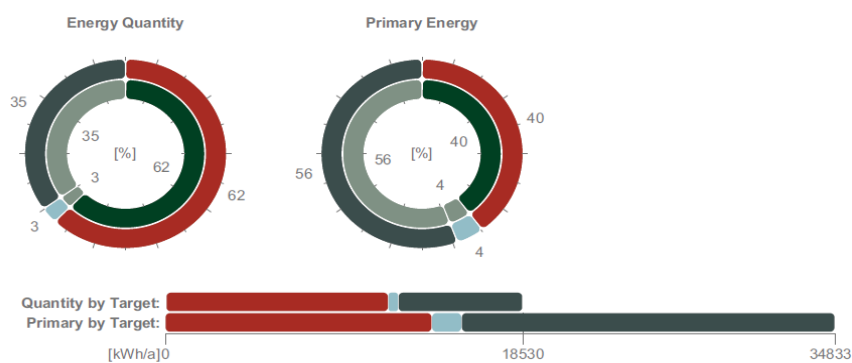
Slika 35: Program omogoča vnos režima ogrevanja in porabe elektrike po posameznih dnevih in urah, za vsako cono.



Slika 36: Definiranje strojnih inštalacij v programu ArchiCAD

Energy Consumption by Targets

Target Name	Energy			CO ₂ Emission kg/a
	Quantity kWh/a	Primary kWh/a	Cost Euro/a	
Heating	11548	13857	664	288
Cooling	0	0	0	0
Service Hot-Water	0	30	1	3
Ventilation Fans	515	1545	37	111
Lighting & Appliances	6466	19400	471	1396
Total:	18530	34833	1174	1800



Slika 37: Rezultati v programu ArchiCAD

4.5.2 Energetska analiza s programom Knaufinsulation Energija

Podjetje Knauf Insulation je izdalo lasten program za energetska analizo objekta. Analize se izvajajo v obliki elaborata gradbene fizike ali energetske izkaznice. Je brezplačen. Program zahteva vnos osnovnih geometrijskih podatkov, osnovne informacije o podnebnju.

Strojne informacije o ogrevanju, ohlajevanju, obnovljivih virih energije in prezračevanju pa se lahko določijo veliko bolj natančno kot v programu ArchiCAD. Program dobljene vrednosti primerja z mejnimi vrednostmi po PURES-u 2010.

KI Energija 2014 - Izračun rabe energije v stavbah

Projekt: Leseni bivalni objekt

Cona: Stavba

PROJEKT

Odpri

CONE

Odpri

KONSTRUKCIJE

Zunanje
Streha
Tla
Okna vrata
Toplotni mostovi
Notranje

ANALIZA

Konstrukcije
Cone
Stavbe

SISTEMI

Prezračevanje
Ogrevanje
Topla voda
Hlajenje
Razsvetljava
OVE
Drugi sistemi

IZKAZ

Stavbe

Namembnost Enostanovanjske stavbe

Naziv Stavba **Št. etaž** 3

Bruto ogrevana prostornina 1591 m³ **Višina etaže** 3,3 m

Neto ogrevana prostornina 1326 m³ **Širina** 19 m

Neto uporabna površina 334 m² **Dolžina** 16 m

Ogrevana s prekinitvami Da Ne

Notranja temperatura pozimi 20 °C **poleti** 26 °C

Notranji viri pozimi 4 W/m² **poleti** 4 W/m²

Način gradnje Srednjetežka gradnja (ro zunanega zidu >= 600 kg/m³)

Vlažnost zraka 65 %

Barva fasade Temna

Prezračevanje Mehansko z vračanjem toplote

Št. izmenjav zraka pozimi 0,45 h⁻¹ **poleti** 0,45 h⁻¹

Prezračevanje pozimi 600,5 m³/h **poleti** 600,5 m³/h

Št. izmenjav zraka pri 50 Pa 2 h⁻¹

Lega Podeželje

Zavetrovanost fasad Vetru izpostavljenih več fasad

Izkoristek vračanja toplote 60 %

Predogrevanje/predhlajenje Da Ne

Slika 38: Vnos temperaturnega režima in mehanskega prezračevanja za eno cono v programu Knaufinsulation Energija

IZPIS ANALIZE KONSTRUKCIJ

Projekt: Leseni bivalni objekt

Naziv cone: Stavba	Namembnost: 11100 Enostanovanjske stavbe
--------------------	--

Konstrukcije na ovoju stavbe

Naziv	Tip	A (m ²)	As (m ²)	U (W/m ² K)	Difuzija v. pare	b	Smer	Naklon	g	g.Fs.Fc	Ht (W/K)
Zunanja stena - ob tleh, zemlji z leseno fasadoJUG	Zunanja stena	28		0,16	Ustreza	1					4,57
Zunanja stena - lesena cilt SEVER	Zunanja stena	71		0,13	Ustreza	1					9,58
Zunanja stena - lesena cilt VZHOD	Zunanja stena	58		0,13	Ustreza	1					7,82
Zunanja stena - lesena cilt JUG	Zunanja stena	91		0,13	Ustreza	1					12,27
Zunanja stena - lesena cilt ZAHOD	Zunanja stena	82		0,13	Ustreza	1					11,06
Zunanja streha - lesena cilt	Poševna streha nad ogrevanim podstrešjem	141,45		0,13	Ustreza	1					19,05
Tla-zunaj	Tla v vkopani kleti	150		0,15		1					22,13
Zunanja stena - ob tleh,zemlji	Stene vkopane kleti	84,55		0,14		1					11,7
Okno SEVER	Leseno U 1,5 g 0,68	8	5,21	1,5		1	S	90	0,72	0,85	12
Okno JUG	Leseno U 1,5 g 0,68	42,27	27,51	1,5		1	J	90	0,72	0,85	63,41
Okno zahod	Leseno U 1,5 g 0,68	3,64	2,37	1,5		1	Z	90	0,72	0,85	5,46
Okno vzhod	Leseno U 1,5 g 0,68	7	4,55	1,5		1	V	90	0,72	0,85	10,5
Vrata zahod	Lesena vrata	3,56	0	1,5		1	Z	90	0	0	5,34
Vrata jug	Lesena vrata	6,48	0	1,5		1	J	90	0	0	9,72
Vrata sever	Lesena vrata	7,7	0	1,5		1	S	90	0	0	11,55

Notranje konstrukcije

Naziv	Tip	U (W/m ² K)	Ustreznost

Toplotni mostovi

Naziv	Dolžina (m)	ψ W/K
Linijski toplotni mostovi s toplotno prehodnostjo $-0,01\text{ W/mK}$		

Slika 39: Prikaz izpisa rezultatov iz programa Knaufinsulation Energija

4.5.3 Primerjava rezultatov

Program ArchiCAD pridobi geometrijo iz izdelanega modela. Objekt je natančno definiran in s tem enostavno pridobimo podatke o površini, prostornini in orientiranosti. Ena izmed prednosti je tudi hitro spreminjanje vhodnih podatkov. Hkrati s spreminjanjem posameznih karakteristik se izdelava nova energetska analiza.

Tlorisna geometrija ni definirana v programu Knaufinsulation. Poznamo samo osnovne površine. Pri definiranju strojnih inštalacij je slednji program veliko bolj ekspliciten. Ne omogoča pa vnosa cene energentov in izračuna končnih letnih stroškov delovanja objekta. Tako je razumljivo, da je pri primerjavi rezultatov prišlo do razlik. Primerjali smo rezultate Prilog D.

Preglednica 12: Primerjava rezultatov med programoma

	ArhiCAD	Knaufinsulation energija
Primarna energija (Biomasa)	13857 kWh/a	10331 kWh/a
Dovedena energija za delovanje stavbe	55,43 kWh/m ² a	52 kWh/m ² a
Emisije CO ₂	5,38 kg/m ² a	6 kg/m ² a

Zaradi omejenosti vhodnih podatkov o strojnih inštalacijah v primeru ArchiCada in zaradi nenatančne definirane geometrije pri Knaufinsulation so končni rezultati manj natančni.

Program ArchiCad je tako primeren za uporabo v zgodnjih fazah načrtovanja. Omogoča hitre primerjave pričakovanih energijskih potreb za različne rešitve.

Knaufinsulation je primernejši za analizo v kasnejših fazah, s končno definirano geometrijo in določenimi karakteristikami strojnih inštalacij.

5 ZALJUČEK

Teoretični del diplomske naloge je obsegal predstavitev in definiranje trajnostnega razvoja gradnje in spremembe same miselnosti. Človeštvo se mora zavedati pomena varovanja okolja. Tudi naročniki gradbenih objektov lahko s samim načinom gradnje prispevamo k ohranitvi našega planeta.

Veliko vlogo pri trajnostni gradnji imajo projektanti, ki so del projektne skupine. Predstavili smo ključne indikatorje skupne evropske metode Open house za trajnostno vrednotenje objektov. Metodo so izdelali po naročilu Evropske komisije. Projektni tim naj bi upošteval priporočila in indikatorje metode pri samem načrtovanju objektov. Poleg tega mora tim zaradi ekonomskih razlogov poiskati postopke za čim hitrejše in učinkovito projektiranje. Pristop BIM k načrtovanju objekta jim to omogočajo.

Opisali smo principe integralnega načrtovanja in BIM pristopa k projektiranju. Slovenija ni izjema, imamo vso tehnologijo in znanje, da projektiramo po opisanih načelih. Spoznati moramo naše prednosti in jih začeti maksimalno izkoriščati. Les, voda, veter in sonce so obnovljivi viri, ki jih imamo v izobilju. Ni dovolj, da projektanti upoštevajo samo predpise. Projektna skupina se mora zavedati, da gradi za dobro okolja in uporabnika. Ključen je tudi sam uporabnik, ki mora upoštevati priporočila za uporabo objekta. Smotno in pazljivo ravnanje z viri je ključni dejavnik vsakega od nas, ki nam bo pomagal ohraniti Zemljo za naslednje rodove.

V okviru praktičnega dela diplomske naloge smo izvedli analize z programsko opremo BIM. Idejno zasnovo arhitekturne oblike smo pridobili iz ameriške spletne strani Floorplans. Objektu smo nato določili natančne mere, konstrukcijske sklope in ga umestili v prostor. Cilj nam je bil objekt prilagoditi območju Slovenije. Tako smo izbrali primerno tehnologijo, rešitve nosilne konstrukcije, temeljenja in materiale, ki se dejansko pojavljajo kot primeri dobre prakse ter so uporabni in primerni na tem območju. Določili smo primerno naravno osvetljenost objekta, izpuste CO₂, porabo energije za ogrevanje, prezračevanje in hlajenje ter s tem povezanimi stroški. Prikazali smo tudi možnost uporabe lesa kot naravnega materiala. Podobne rešitve za konstrukcijo in konstrukcijske sklope bi morali v Sloveniji izkoriščati v veliko večji meri. Način gradnje zagotavlja visoko udobje in stik z naravo.

Energetske analize v programu ARchiCAD in analiza osvetljenosti v Veluxu imajo še kar nekaj razvojnih stopenj, da se jih bo lahko uporabljalo kot končno orodje, ArchiCAD pa pri energetski analizi uporablja samo osnovne podatke o strojnih inštalacijah. Na porabo energentov vpliva vsaka naprava s konkretnimi karakteristikami.

Razvoj bi šel lahko v smeri, da bi izdelovalci strojne opreme izdelali model njihove naprave, ki bi vseboval karakteristike. S spletne strani bi projektant prenesel model in ga vključil v svoj projekt. Ta princip bi lahko uporabili za vsak element gradnje. Nekaj elementov že obstaja v podatkovnih knjižnicah, konkretno smo našli izolacije proizvajalca Fibran, ki so dobavljive v Sloveniji.

Podjetje je imelo izdelan model samo za nekaj svojih produktov. Element, ki smo ga potrebovali v okviru diplomske naloge (FibranXPS SEISMIC 500-L – toplotna izolacija), pa je manjkal. Verjamemo, da bodo podjetja v prihodnosti prepoznala potencial in pričela izdelovati digitalne modele z vključenimi informacijami za svoje izdelke. Program ArchiCAD lahko danes uporabimo za hitro oceno, da izberemo najustreznejšo varianto ogrevanja, osvetljevanja, orientacije, izolacije in okvirno prehodnost toplote.

Šibka stran programa Knaufinsulation Energija je premalo definirana oblika objekta. Vnesti moramo podatke o ploščinah posameznih sten po orientiranosti.

Tako pri razgibanih objektih zagotovo pride do napak. Obliko se da delno upoštevati z upoštevanjem verjetnosti za toplotne mostove, v prihodnosti pa bi lahko omogočili uvoz modela iz programov, ki omogočajo hitro in natančno modeliranje same geometrije.

V prihodnosti lahko pričakujemo modele, ki bodo popolnoma interaktivni z informacijami o objektu, klimatskih pogojih in željami uporabnikov. Karakteristike bodo medsebojno vplivale in bodo prepletene. [24] Udeležencem pri projektiranju bo to omogočalo večje število analiz, primerjav in pri iskanju končne optimalne rešitve še prihranilo čas.

VIRI

- [1] A comprehensive life cycle approach – Indicators. Brussels, Seventh framework programme. 2013.
- [2] Atlas okolja. Agencija Republike Slovenija za okolje. 2015.
http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (Pridobljeno 20. 5. 2015.).
- [3] Basic Information about sustainability and EPA. 2014. United States.
<http://www.epa.gov/sustainability/basicinfo.htm> (Pridobljeno dne 23. 5. 2015.).
- [4] Bavec, M. Geološka karta Slovenije 1: 1.000.000. Geološki zavod Slovenije. 2013.
http://www.geo-zs.si/UserFiles/677/File/Monograf_PDF/OGE_knjiznica.pdf (Pridobljeno 5. 6. 2015.)
- [5] Brundtland, G., Khalid, M., Agnelli, S. 1987. Our Common Future ('Brundtland report'). USA, Oxford University Press: 173 str.
- [6] Building Energy Evaluation in ArchiCAD 17 Presentation. Youtube. 2013.
https://www.youtube.com/watch?v=9iNaR1Fe8Ms&list=PLxQ4f-M9_UGd7uEkoDH0jBFZgg8mV6nYm&index=1 (Pridobljeno 7. 7. 2015.).
- [7] Cerovšek, T. 2010. Intervju: V tujini investitorji že zahtevajo uporabo BIM. Finance.
<http://www.finance.si/270866/Intervju-V-tujini-investitorji-%C5%BEE-zahtevajo-uporabo-BIM> (Pridobljeno dne 27. 4. 2015.)
- [8] Crosslam / CLT - Junction details A. Greenspec. 2015.
<http://www.greenspec.co.uk/building-design/cross-laminated-timber-junction-examples-a/> (Pridobljeno 19. 5. 2015.)
- [9] Gruden, I. 2014. Spodbujanje energijske učinkovitosti in uporabe obnovljivih virov energije prek demonstracijskih projektov obnove javnih stavb 3sCE412P3: projekt CEC5: zbornik o zelenem javnem naročanju na področju stavb in vrednotenju trajnostnih stavb: prispevki k povečevanju energijske učinkovitosti v javnih stavbah. Ljubljana, Umanotera: 96 str.
http://www.umanotera.org/upload/files/Umanotera_CEC5_brosura_KONCNI_ZA_INTERNET_mali.pdf (Pridobljeno 22. 7. 2015.).
- [10] Integralno energijsko načrtovanje stavb. 2014.

<http://integralnonactovanjestavb.si/wp-content/uploads/2014/03/a5-leaflet-final.pdf>

(Pridobljeno 21. 6. 2015.).

[11] Košir, J. Tehnična navodila za določanje bonitet zemljišč. Geodetska uprava Republike Slovenije. 2008.

http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/zakonodaja/ZEN/Tehnicna_navodila_za_dolocanje_bonitete_zemljisc_Internet.pdf (Pridobljeno 7. 8. 2015.).

[12] Krygiel, E., Nies, B. 2008. Green BIM : successful sustainable design with building information modeling. Indianapolis [etc.], Wiley: 241 str.

[13] Kymmell, W. 2008. Building information modeling : planning and managing construction projects with 4d CAD and simulations. USA, McGraw-Hill books: 270 str.

[14] Matko, A., Žnidaršič, B., Šuštaršič D. Agenda 21 za Slovenijo, prispevek nevladnih organizacij. Umanotera. 1995.

<http://www.umanotera.org/wp-content/uploads/1995/11/Agenda-21-za-Slovenijo.pdf>
pridobljeno 26. 2. 2015 (Pridobljeno 1. 7. 2015.).

[15] Medved, S. 2010. Gradbena fizika. Ljubljana, Fakulteta za arhitekturo: str. 320.

[16] Neufert, E. 2002. Projektiranje v stavbarstvu: priročnik za projektante, izvajalce in študente. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 572 str.

[17] Očistimo Slovenijo. 2012. Statistični urad Republike Slovenije (SURS).

<http://www.stat.si/StatWeb/glavnanavigacija/podatki/prikazistaronovico?IdNovice=4584>
(Pridobljeno 28. 6. 2015.).

[18] Pedološka karta. Geodetski inštitut Slovenije. 2013.

http://www.geopedia.si/?params=L6257#T105_L6257_F6257:8757_x395794.5_y84485.5_s17_b4 (Pridobljeno 5. 5. 2015.).

[19] Predstavitev Aidea Phillippines BIM projektiranja. 2014.

<http://www.zaps.si/img/admin/file/DSI/2014/aidea%20+%20BIMequity.pdf> (Pridobljeno dne 17. 5. 2015.).

[20] Predstavitev integralnega načrtovanja. 2014.

http://integralnonactovanjestavb.si/?page_id=39 (Pridobljeno 27. 7. 2015.).

[21] Seismic temeljna blazina. Promocijski material firme Fibran nord d.o.o. 2015.

http://www.fibran.si/files4users/files/brochures/SEISMIC_Temeljna_blazina_SLO.pdf
(Pridobljeno 12. 6. 2015.).

[22] Shiratuddin, M. F., Sulbran, T., Germany, S. 2010. Introduction to ArchiCAD: a BIM Application. Delmar, Cengage Learning: 221 str.

[23] Sitar, A. 2012. Nosilni sistemi sodobnih lesenih konstrukcij. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (samozaložba A. Sitar): 30 str.

[24] Šajn, M., Kogevšek, A., Korbar, A. 2015. Z BIM tehnologijo do učinkovitejše in cenejše gradnje infrastrukturnih objektov. Portorož: 7 str.

[25] Šijanec, Zavrl, M. Trajnostna gradnja. Revija Gradbenik. 2013.

<http://www.gbc-slovenia.si/wp-content/uploads/2013/07/OPEN-HOUSE-clanek-Gradbenik-priloga-PH1.pdf> (Pridobljeno 1. 8. 2015.).

[26] Šijanec, Zavrl, M. Trajnostne, zelene stavbe v teoriji in praksi. Gradbeni inštitut ZRMK. 2014.

http://www.lesena-gradnja.si/html/img/pool/Trajnostne_zelene_stavbe_v_teoriji_in_praksi.pdf
(Pridobljeno 13. 5. 2015.).

[27] Tehnična smernica za graditev TSG-1-004:2010. Učinkovita raba energije. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor: 106 str.

http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/prostor/graditev/TSG-01-004_2010.pdf (Pridobljeno 28. 4. 2015.).

[28] Trajnostni razvoj. Wikipedia. 2015.

http://sl.wikipedia.org/wiki/Trajnostni_razvoj (Pridobljeno 7. 7. 2015.).

[29] Vrste lesenih konstrukcij. 2015.

<http://www.mojmojster.net/clanek/179> (Pridobljeno 22. 4. 2015.).

[30] Cerovšek, T. 2011. A review and outlook for a 'Building Information Model' (BIM) : a multi-standpoint framework for technological development. Advanced engineering informatics. letn. 25, št. 2, str. 224-244, ilustr., doi: 10.1016/j.aei.2010.06.003

SEZNAM PRILOG

Priloga A.1: OSVETLJENOST VSAKEGA 21. V MESECU OB 12.00

Priloga B.1: OSENČENOST 21. MARCA (ENAKONOČJE) IN ROTACIJA OBJEKTA ZA 15 STOPINJ

Priloga C: IZPIS ENERGETSKE ANALIZE REZULTATOV IZ PROGRAMA ARCHICAD

Priloga C.1: IZPIS REZULTATOV ZA DVOSLOJNA OKNA

Priloga C.2: IZPIS REZULTATOV ZA TROSLOJNA OKNA

Priloga D: IZPIS REZULTATOV IZ PROGRAMA KNAUFINSULATION ENERGIJA

Priloga D.1: ELBORAT GRADBENE FIZIKE ZA DVOSLOJNA OKNA

Priloga D.2: ENERGETSKA IZKAZNICA ZA DVOSLOJNA OKNA

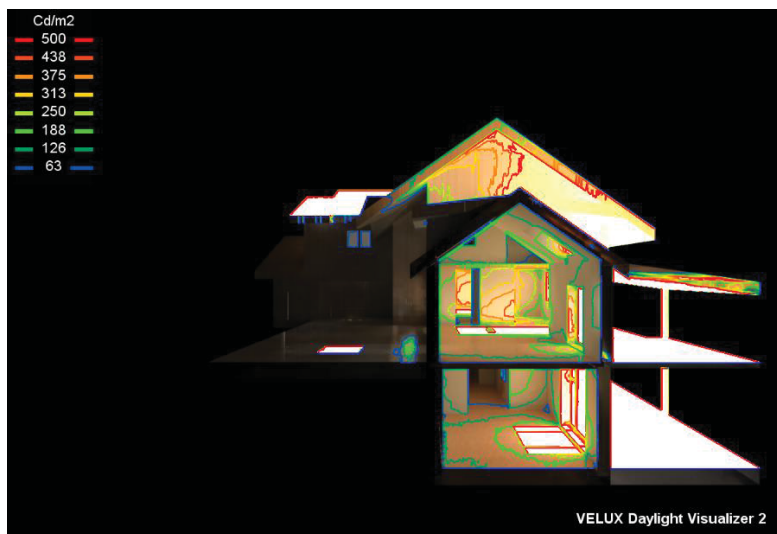
Priloga D.3: ENERGETSKA IZKAZNICA ZA TROSLOJNA OKNA

Priloga E: PROJEKTNÁ DOKUMENTACIJA, PRIDOBLENÁ IZ PROGRAMA ARCHICAD

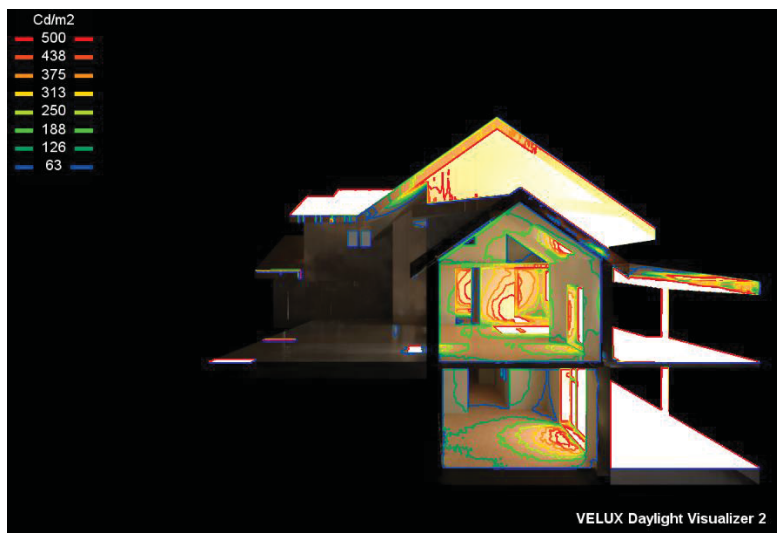
Priloga E.1: POPIS MATERIALOV OBJEKTA

Priloga E.2: NAČRTI (TLORISI, PREREZI, FASADE) OBJEKTA17

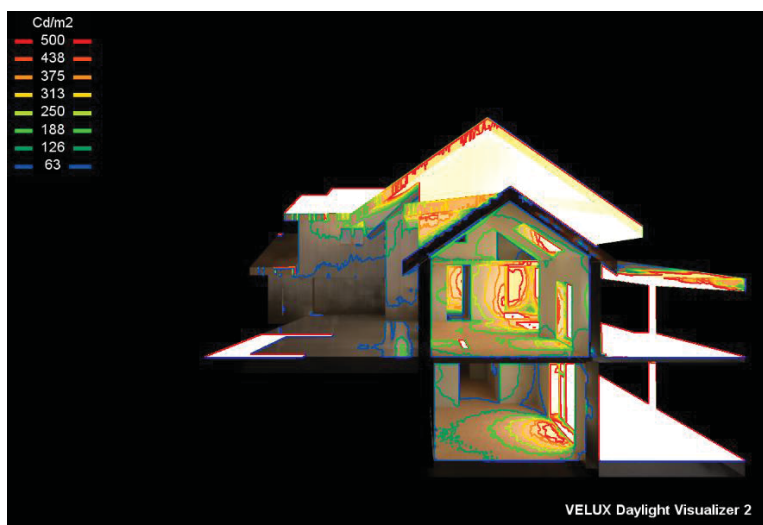
Priloga A.1: OSVETLJENOST VSAKEGA 21. V MESECU OB 12.00



Slika A.1: 21. januar



Slika A.2: 21. februar



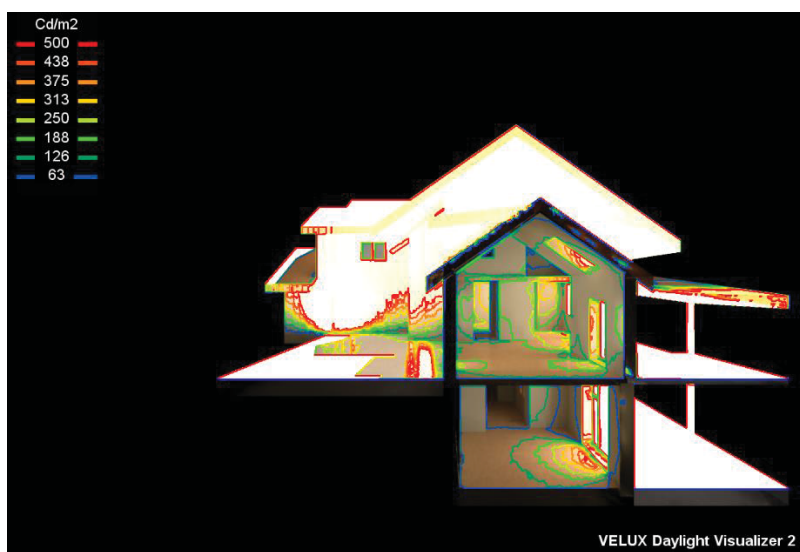
Slika A.3: 21. marec



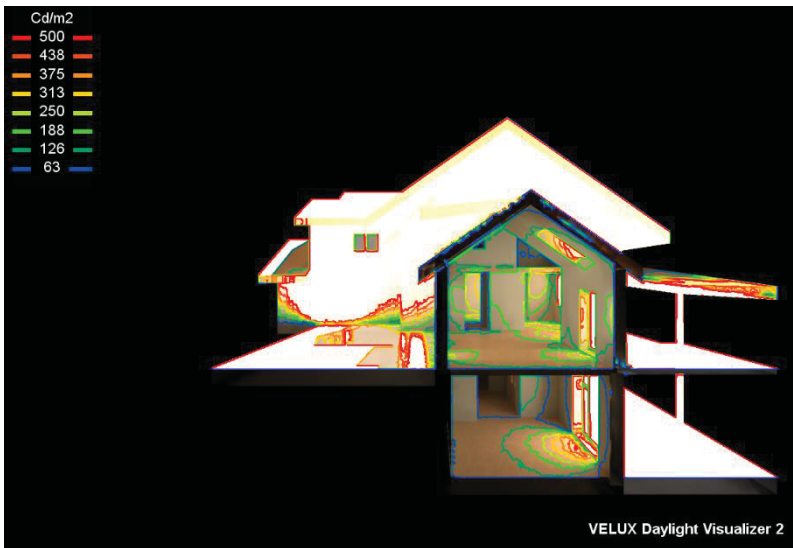
Slika A.4: 21. april



Slika A.5: 21. maj



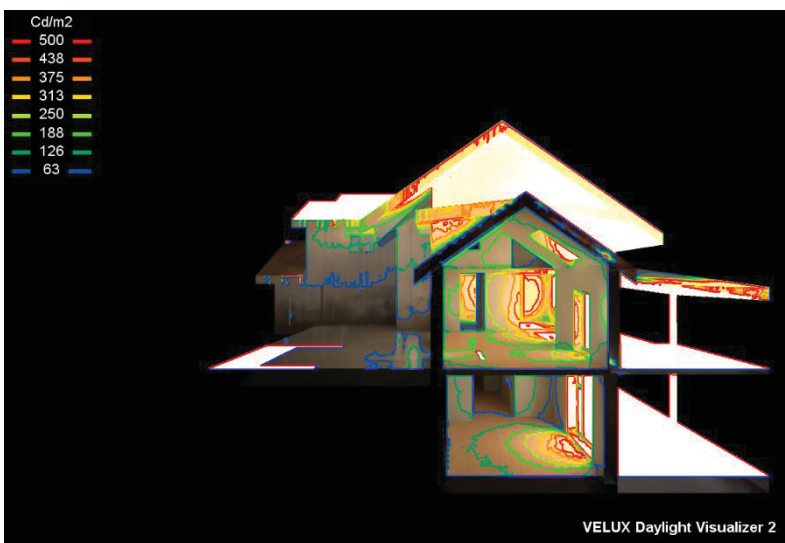
Slika A.6: 21. junij



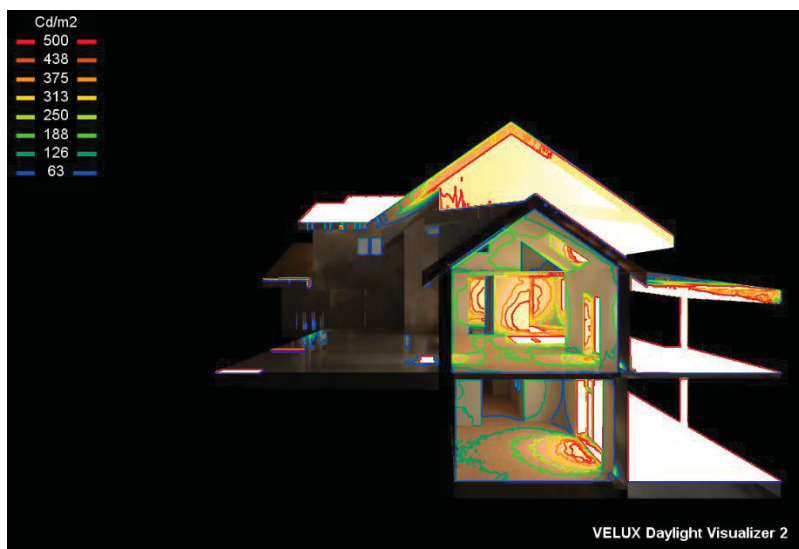
Slika A.7: 21. julij



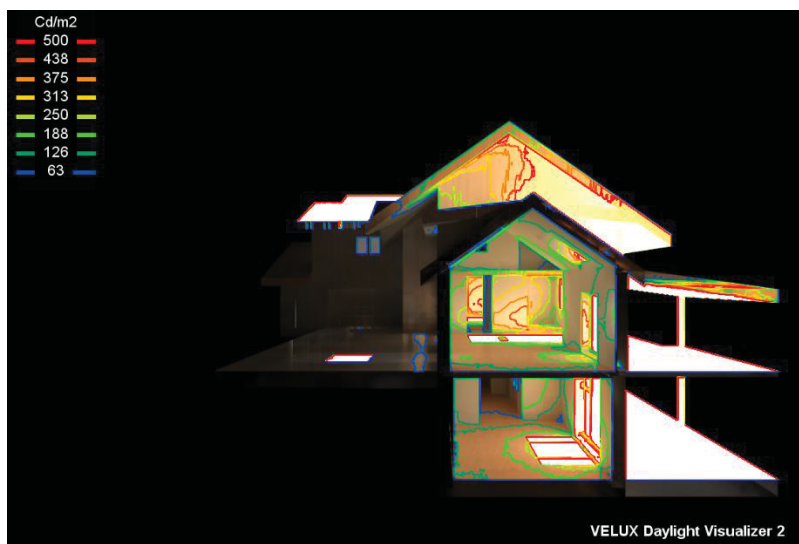
Slika A.8: 21. avgust



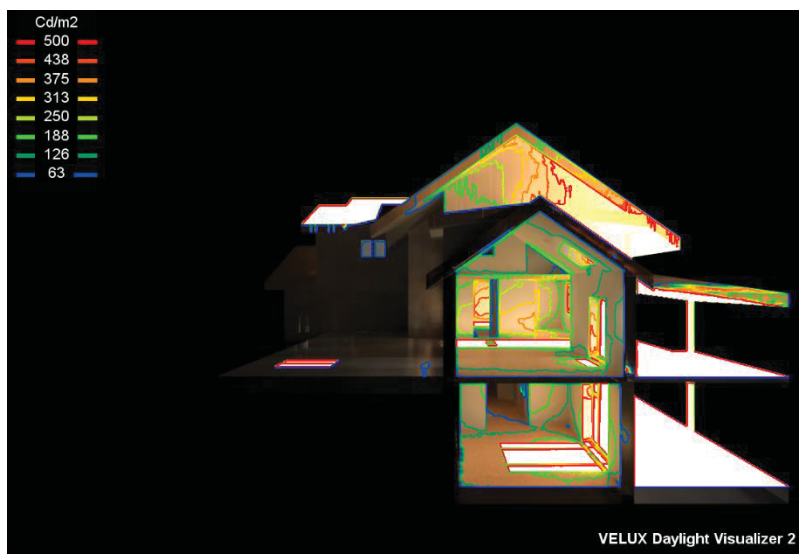
Slika A.9: 21. september



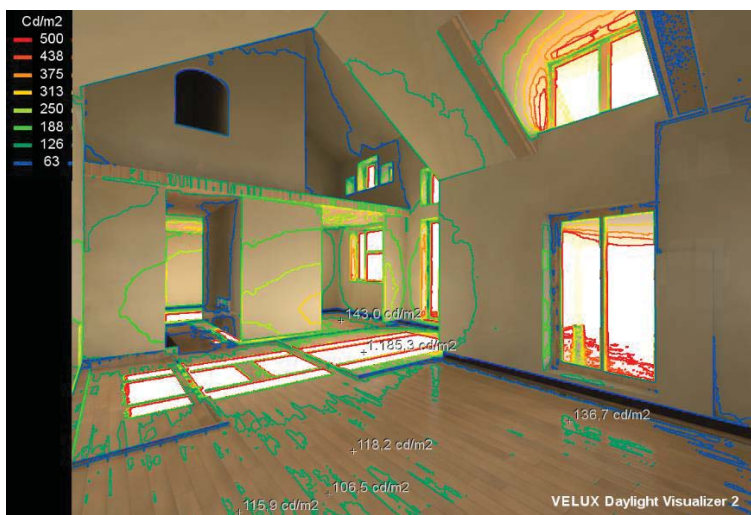
Slika A.10: 21. oktober



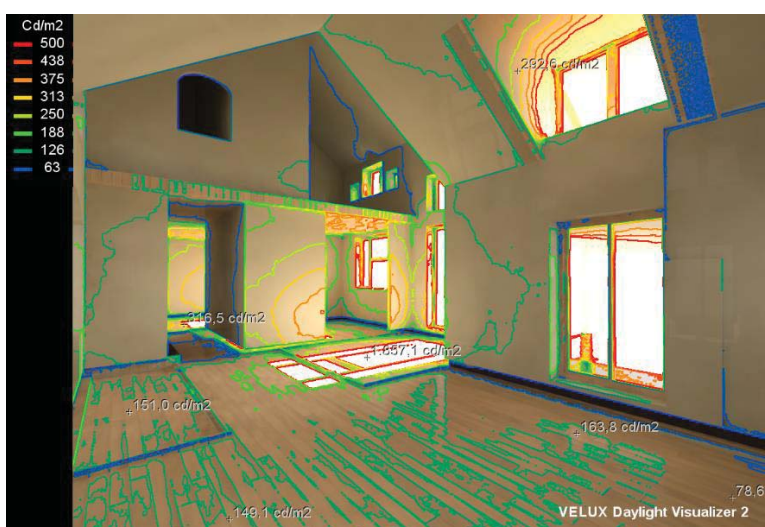
Slika A.11: 21. november



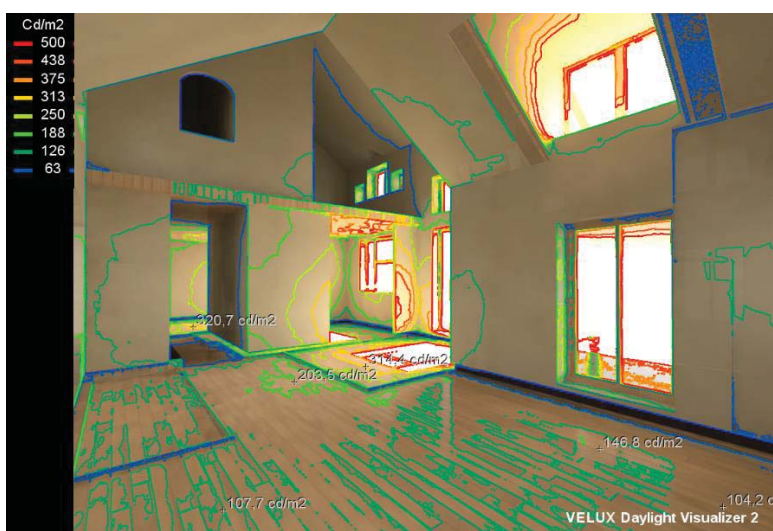
Slika A.12: 21. december



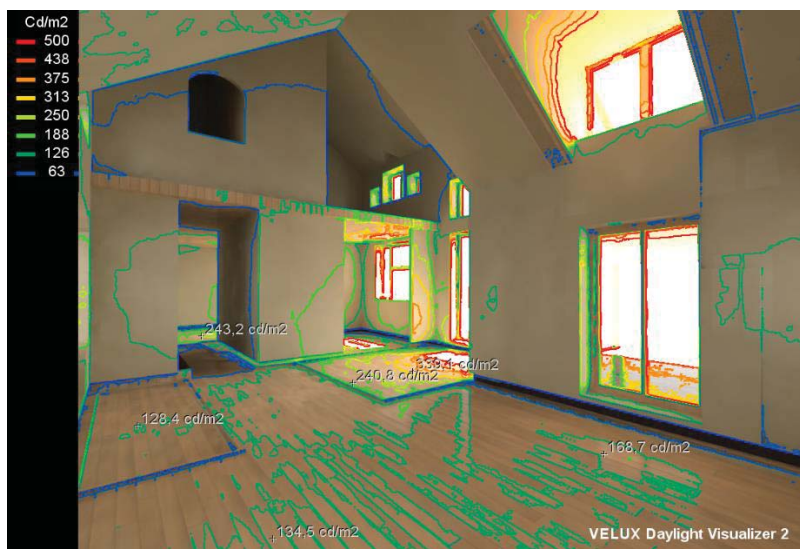
Slika A.13: 21. januar



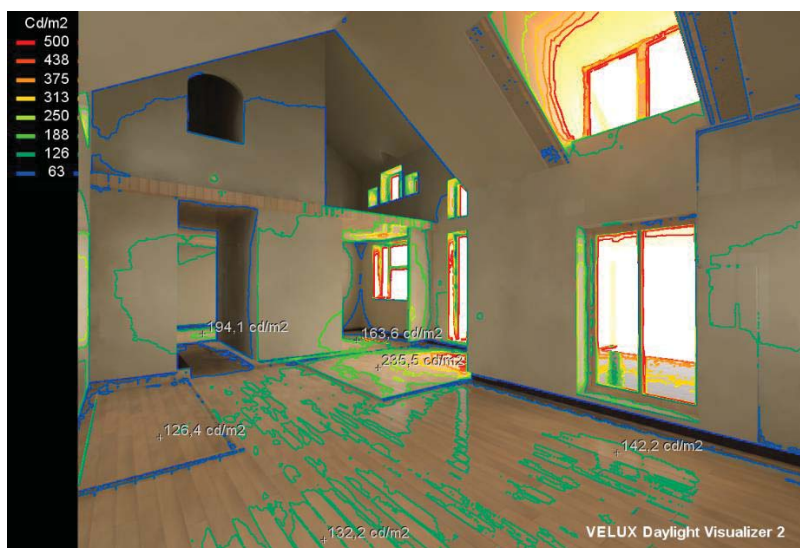
Slika A.14: 21. februar



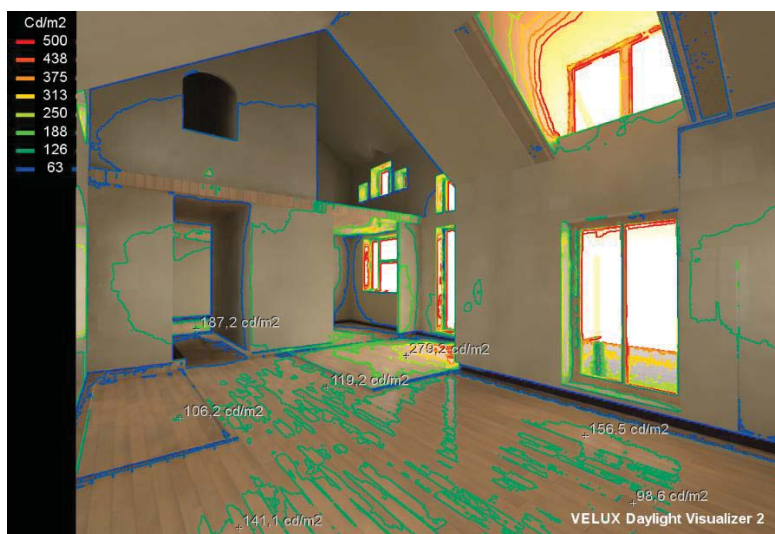
Slika A.15: 21. marec



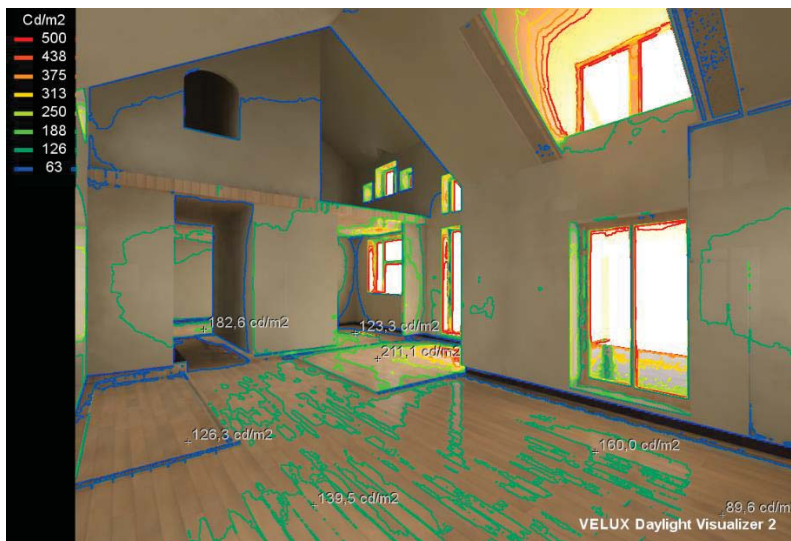
Slika A.16: 21. april



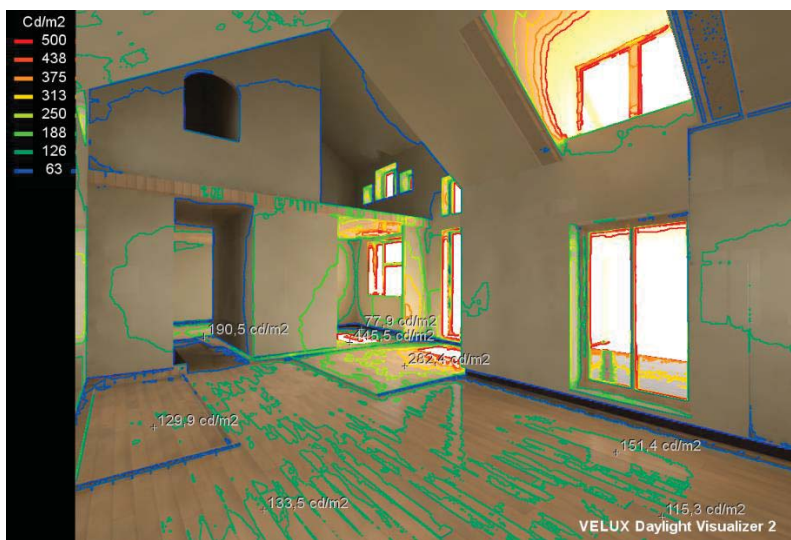
Slika A.17: 21. maj



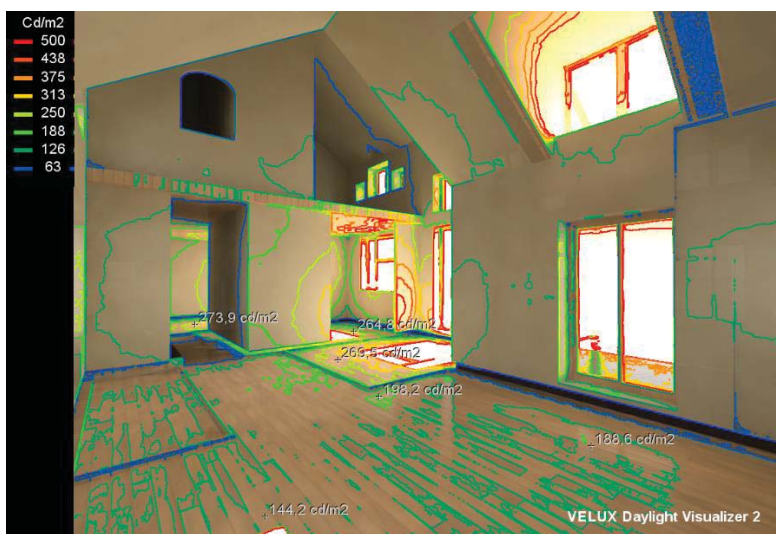
Slika A.18: 21. junij



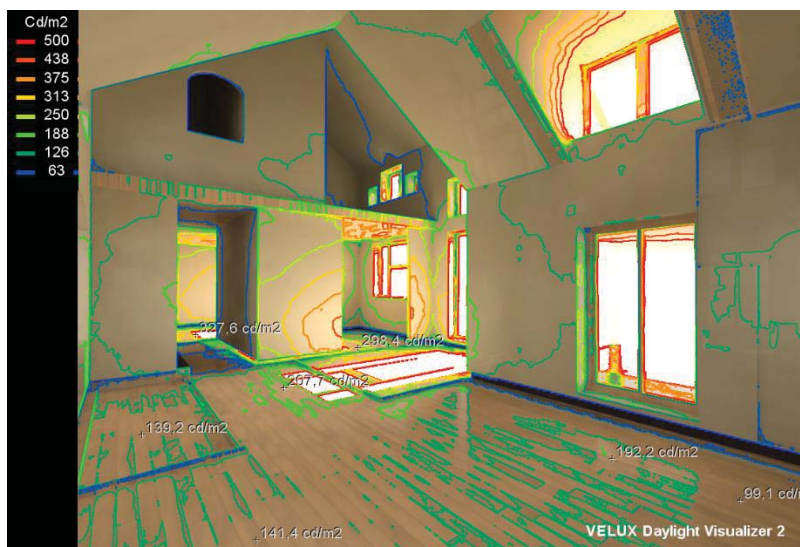
Slika A.19: 21. julij



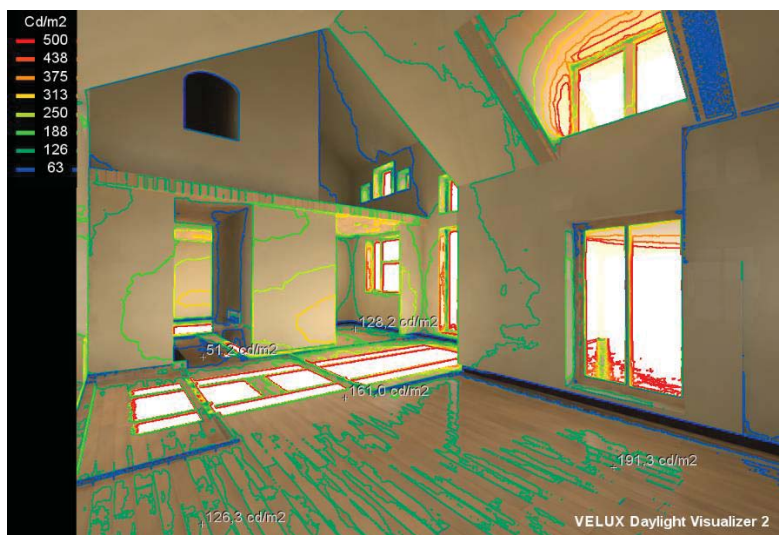
Slika A.20: 21. avgust



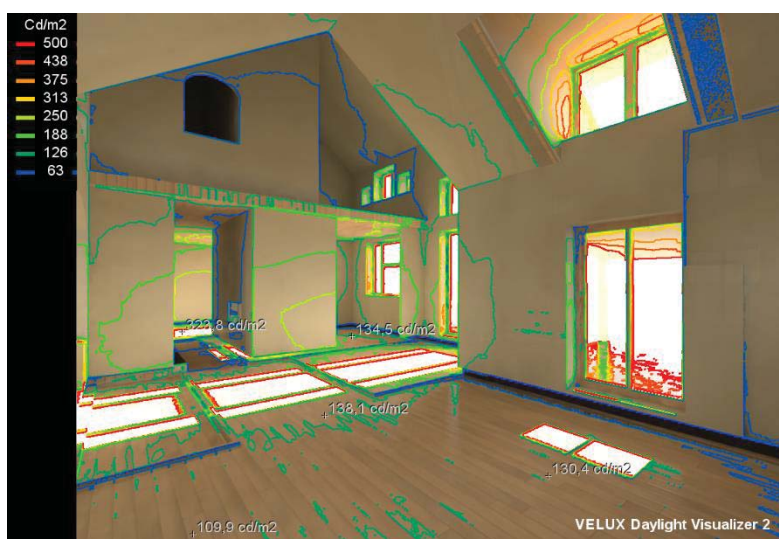
Slika A.21: 21. september



Slika A.22: 21. oktober

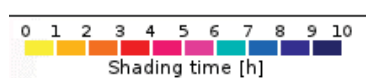


Slika A.23: 21. november

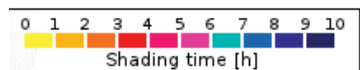
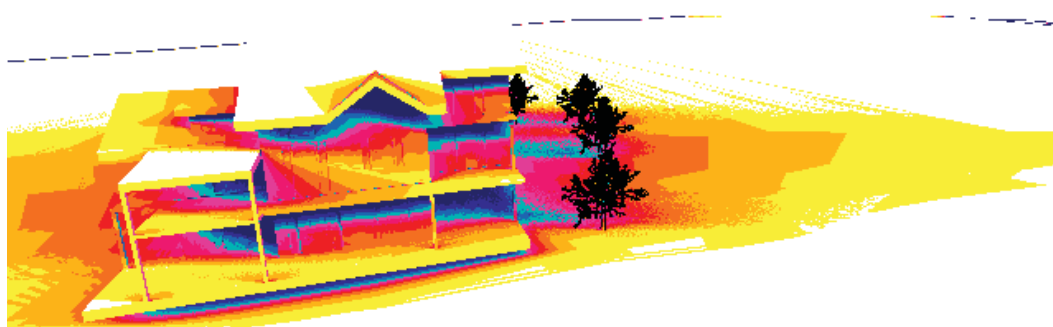


Slika A.24: 21. december

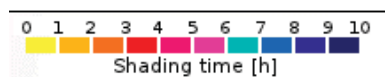
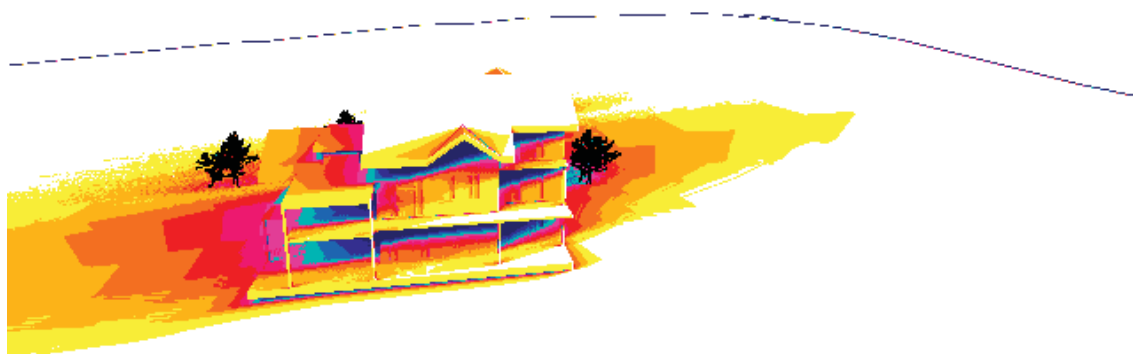
Priloga B.1: OSEŃENOST 21. MARCA (ENAKONOČJE) IN ROTACIJA OBJEKTA ZA 15 STOPINJ



Slika B.1: Orientacija daljše fasade z zasteklenitvijo proti jugu



Slika B.2: Zamik za 15 stopinj v desno



Slika B.3: Zamik za 15 stopinj v levo

Priloga C: IZPIS ENERGETSKE ANALIZE REZULTATOV IZ PROGRAMA ARCHICAD

Priloga C.1: IZPIS REZULTATOV ZA DVOSLOJNA OKNA

Energy Performance Evaluation

1 Leseni bivalni objekt

Key Values

General Project Data

Project Name: Leseni bivalni objekt
 City Location:
 Latitude: 45° 53' 48" N
 Longitude: 13° 39' 5" E
 Altitude: 63,00 m
 Climate Data Source: Strusoft server
 Evaluation Date: 20.7.2015 15:18:27

Building Geometry Data

Gross Floor Area: **384,11** m²
 Treated Floor Area: **334,29** m²
 External Envelope Area: **435,79** m²
 Ventilated Volume: **1326,26** m³
 Glazing Ratio: **11** %

Building Shell Performance Data

Infiltration at 50Pa: **1,28** ACH
 Outer Heat Capacity: **72.74** J/m²K

Heat Transfer Coefficients

U value [W/m²K]
 Building Shell Average: **0,46**
 Floors: --
 External: **0,13 - 0,18**
 Underground: --
 Openings: **1,68 - 2,18**

Specific Annual Values

Net Heating Energy: **34,55** kWh/m²a
 Net Cooling Energy: **0,00** kWh/m²a
 Total Net Energy: **34,55** kWh/m²a
 Energy Consumption: **55,43** kWh/m²a
 Fuel Consumption: **55,48** kWh/m²a
 Primary Energy: **104,20** kWh/m²a
 Fuel Cost: **3,51** Euro/m²a
 CO₂ Emission: **5,38** kg/m²a

Degree Days

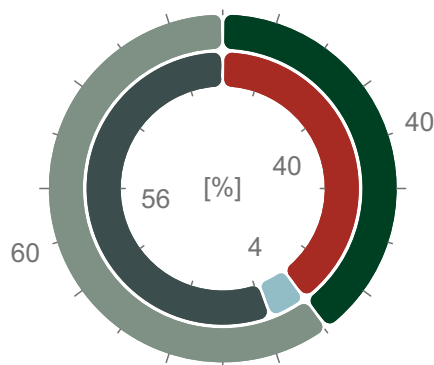
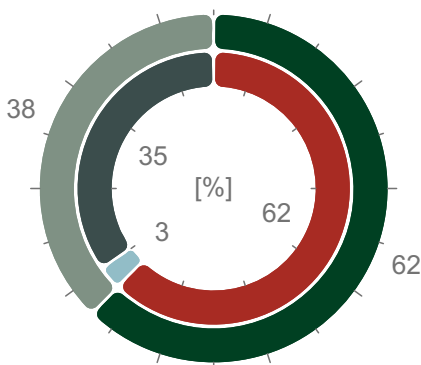
Heating (HDD): **3271,37**
 Cooling (CDD): **1441,72**

Energy Consumption by Sources

Source Type	Energy				CO ₂ Emission kg/a
	Source Name	Quantity kWh/a	Primary kWh/a	Cost Euro/a	
Renewable	Pellet	11548	13857	664	288
Secondary	Electricity	6997	20991	510	1511
Total:		18530	34833	1174	1800

Energy Quantity

Primary Energy



Quantity by Source:

Primary by Source:

[kWh/a] 0

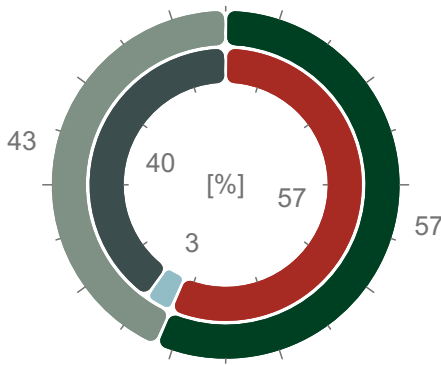
18545

34848

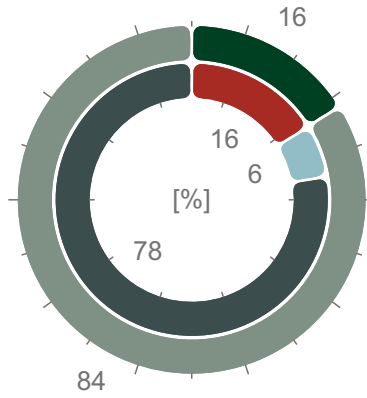
Energy Performance Evaluation

1 Leseni bivalni objekt

Energy Cost



CO₂ Emission



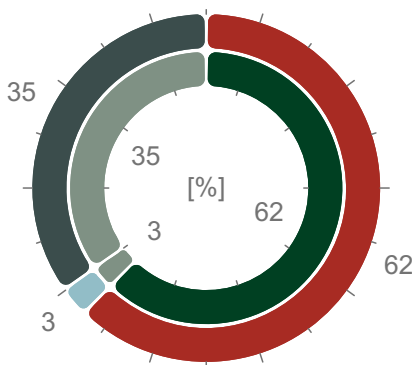
Energy Targets

- Heating
- Service Hot-Water Heating
- Cooling
- Ventilation Fans
- Lighting
- Equipment

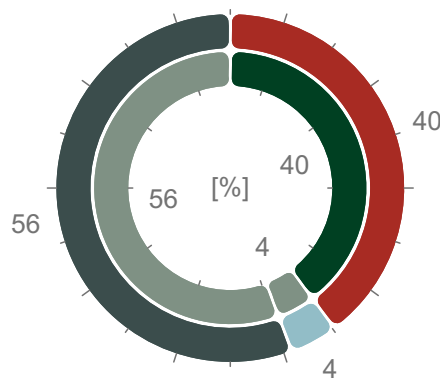
Energy Consumption by Targets

Target Name	Energy			CO ₂ Emission kg/a
	Quantity kWh/a	Primary kWh/a	Cost Euro/a	
■ Heating	11548	13857	664	288
■ Cooling	0	0	0	0
■ Service Hot-Water	0	30	1	3
■ Ventilation Fans	515	1545	37	111
■ Lighting & Appliances	6466	19400	471	1396
Total:	18530	34833	1174	1800

Energy Quantity



Primary Energy



Quantity by Target:



Primary by Target:



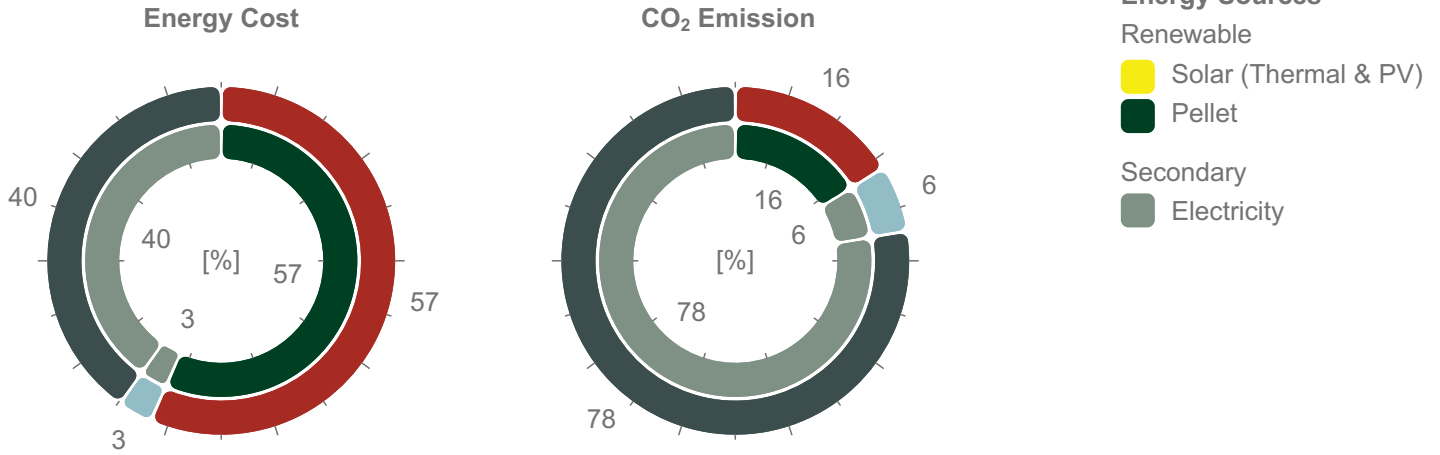
[kWh/a]0

18530

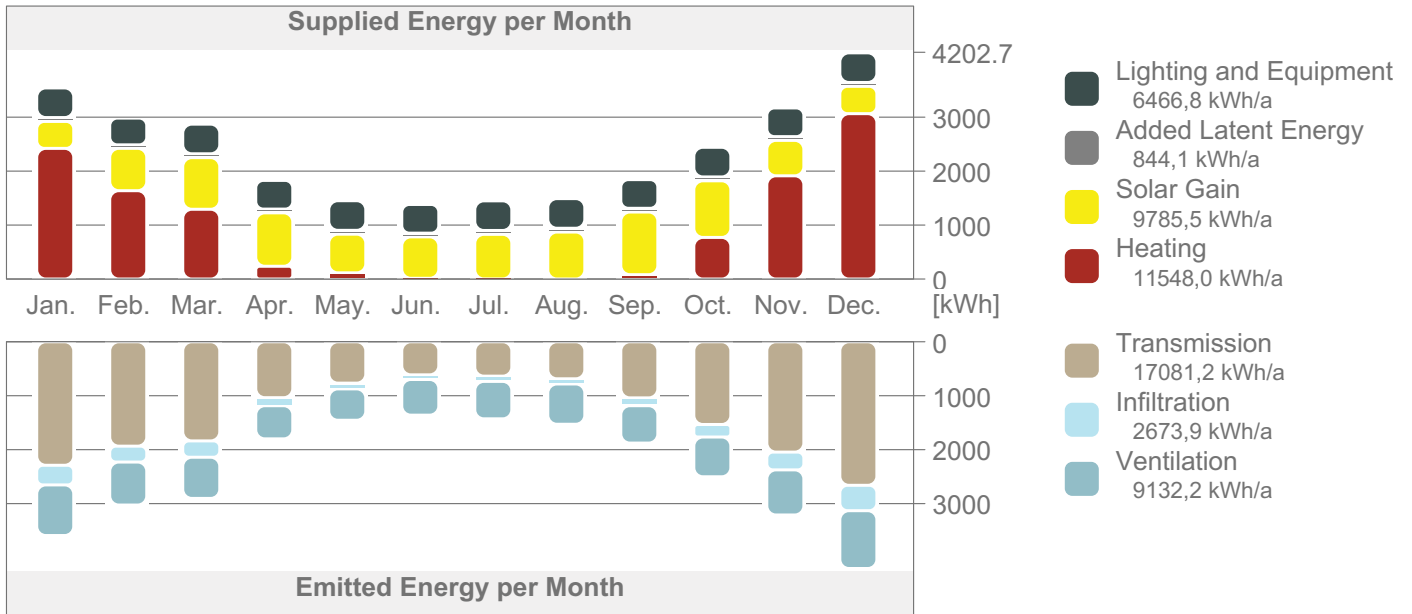
34833

Energy Performance Evaluation

1 Leseni bivalni objekt



Project Energy Balance



Thermal Blocks

Thermal Block	Zones Assigned	Operation Profile	Gross Floor Area m ²	Volume m ³
005 Ogrevan a toplejši prostor	17	Ogrevani bivani pr...	384,11	1326,26
Total:	17		384,11	1326,26

Environmental Impact

Source Type	Source Name	Primary Energy kWh/a	CO ₂ emission kg/a
Renewable	Pellet	13857	288
Secondary	Electricity	20991	1511
Total:		34848	1800

Priloga C.2: IZPIS REZULATOV ZA TROSLOJNA OKNA

Energy Performance Evaluation

1 Leseni bivalni objekt

Key Values

General Project Data

Project Name: Leseni bivalni objekt
 City Location:
 Latitude: 45° 53' 48" N
 Longitude: 13° 39' 5" E
 Altitude: 63,00 m
 Climate Data Source: Strusoft server
 Evaluation Date: 21.7.2015 18:15:15

Building Geometry Data

Gross Floor Area: **384,11** m²
 Treated Floor Area: **334,29** m²
 External Envelope Area: **435,79** m²
 Ventilated Volume: **1326,26** m³
 Glazing Ratio: **11** %

Building Shell Performance Data

Infiltration at 50Pa: **1,18** ACH
 Outer Heat Capacity: **73.09** J/m²K

Heat Transfer Coefficients

U value [W/m²K]
 Building Shell Average: **0,33**
 Floors: --
 External: **0,13 - 0,18**
 Underground: --
 Openings: **0,99 - 2,01**

Specific Annual Values

Net Heating Energy: **25,97** kWh/m²a
 Net Cooling Energy: **0,00** kWh/m²a
 Total Net Energy: **25,97** kWh/m²a
 Energy Consumption: **46,85** kWh/m²a
 Fuel Consumption: **46,90** kWh/m²a
 Primary Energy: **93,91** kWh/m²a
 Fuel Cost: **3,02** Euro/m²a
 CO₂ Emission: **5,17** kg/m²a

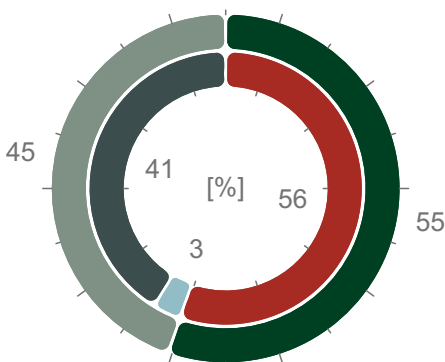
Degree Days

Heating (HDD): **3271,37**
 Cooling (CDD): **1441,72**

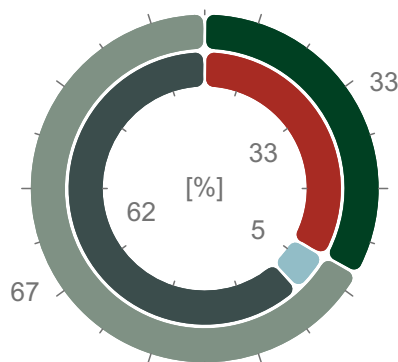
Energy Consumption by Sources

Source Type	Energy				CO ₂ Emission kg/a
	Source Name	Quantity kWh/a	Primary kWh/a	Cost Euro/a	
Renewable	Pellet	8680	10416	499	217
Secondary	Electricity	6997	20991	510	1511
Total:		15662	31392	1009	1728

Energy Quantity



Primary Energy



Quantity by Source:

Primary by Source:

[kWh/a]

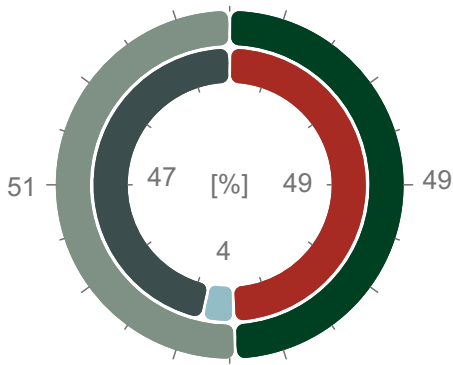
15677

31407

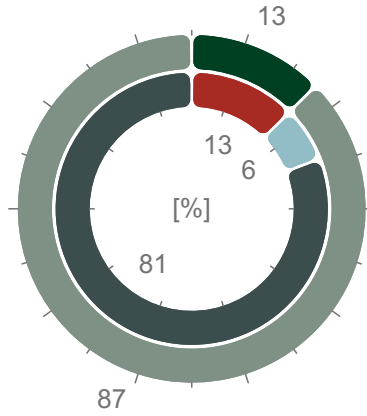
Energy Performance Evaluation

1 Leseni bivalni objekt

Energy Cost



CO₂ Emission



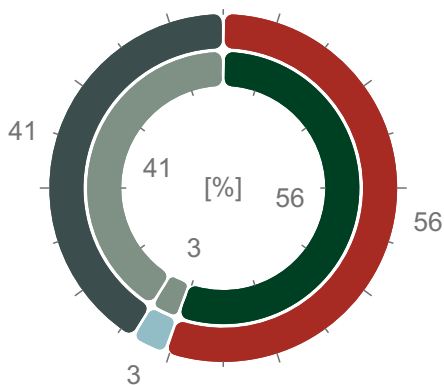
Energy Targets

- Heating
- Service Hot-Water Heating
- Cooling
- Ventilation Fans
- Lighting
- Equipment

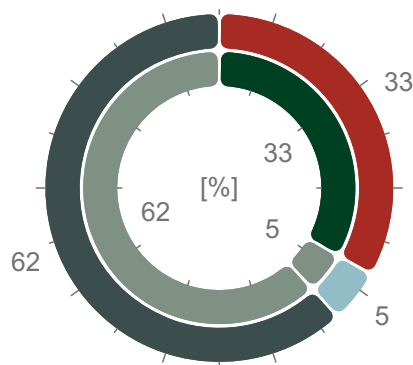
Energy Consumption by Targets

Target Name	Energy			CO ₂ Emission kg/a
	Quantity kWh/a	Primary kWh/a	Cost Euro/a	
■ Heating	8680	10416	499	217
■ Cooling	0	0	0	0
■ Service Hot-Water	0	30	1	3
■ Ventilation Fans	515	1545	37	111
■ Lighting & Appliances	6466	19400	471	1396
Total:	15662	31392	1009	1728

Energy Quantity

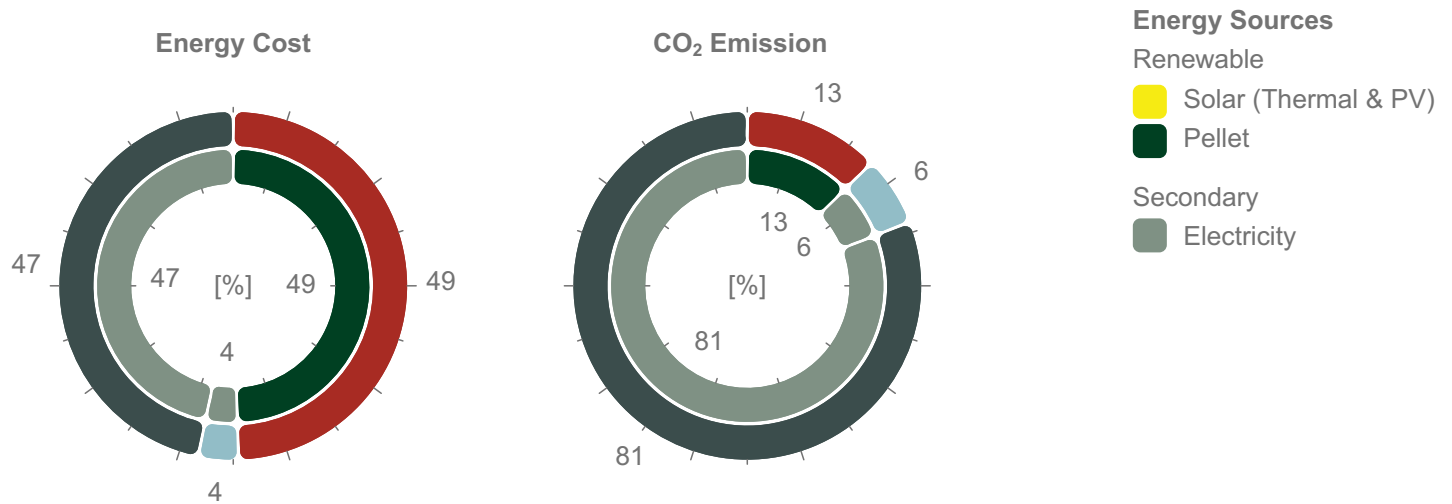


Primary Energy

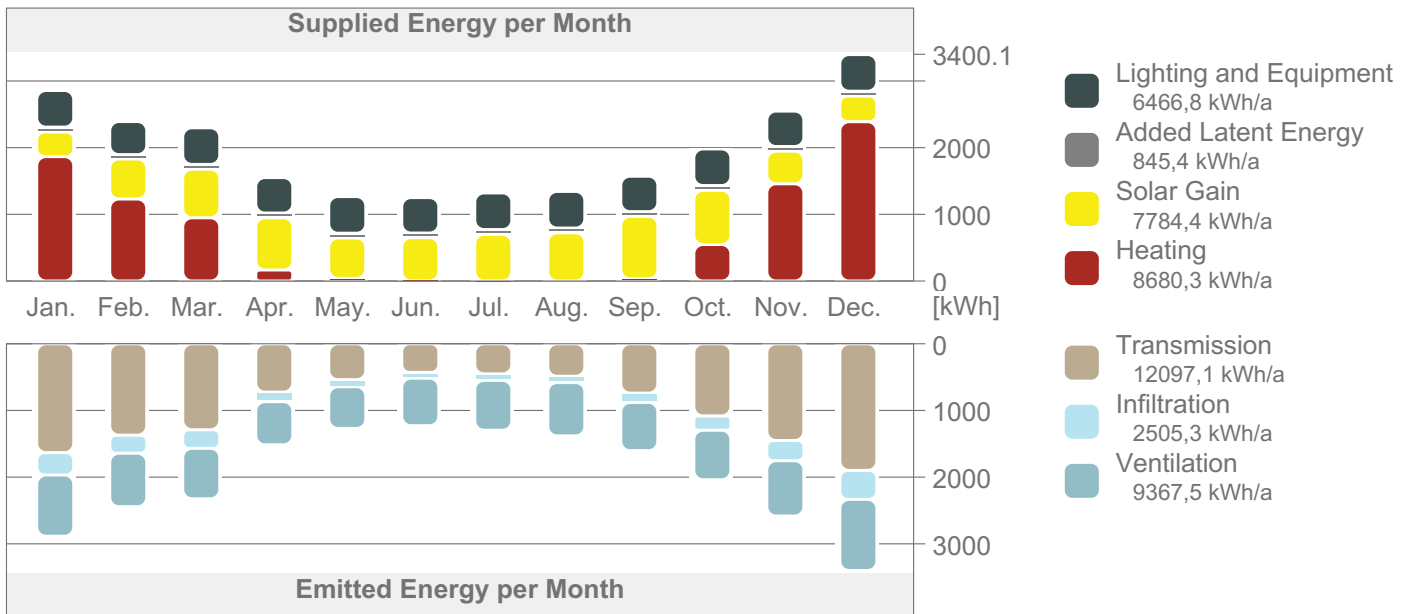


Energy Performance Evaluation

1 Leseni bivalni objekt



Project Energy Balance



Thermal Blocks

Thermal Block	Zones Assigned	Operation Profile	Gross Floor Area m ²	Volume m ³
005 Ogrevan a toplejši prostor	17	Ogrevani bivani pr...	384,11	1326,26
Total:	17		384,11	1326,26

Environmental Impact

Source Type	Source Name	Primary Energy kWh/a	CO ₂ emission kg/a
Renewable	Pellet	10416	217
Secondary	Electricity	20991	1511
	Total:	31407	1728

Priloga D: IZPIS REZULATOV IZ PROGRAMA KNAUFINSULATION ENERGIJA

Priloga D.1: ELBORAT GRADBENE FIZIKE ZA DVOSLOJNA OKNA

ELABORAT GRADBENE FIZIKE ZA PODROČJE UČINKOVITE RABE ENERGIJE V STAVBAH

izdelan za stavbo

Leseni bivalni objekt

Izračun je narejen v skladu po »Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah 2010« in Tehnični smernici TSG-1-004:2010.

Številka elaborata: x

Status projekta: za PGD

Projektivno podjetje: x

Odgovorni projektant: Sara Poglajen

Elaborat izdelal: x.

5292 Renče, 23.07.2015

KNAUFINSULATION

PODATKI O PROJEKTU

Projekt: Leseni bivalni objekt

Stavba	Leseni bivalni objekt
Investitor Naziv oz. fizična oseba, naslov	Sara Poglajen
Lokacija stavbe (kraj, naselje, ulica)	5292 Renče , Bilje
Katastrska(e) občina(e)	VRTOJBA
Parcelna(e) številka(e) Koordinate lokacije stavbe (Y, X)	2206/1 Y: 458965 X: 136512
Namembnost: (stanovanjska, poslovna, ...)	11100 Enostanovanjske stavbe
Etažnost:	3

Naziv: Stavba

Vrsta: 11100 Enostanovanjske stavbe

Bruto ogrevana prostornina	1591 m ³		
Neto ogrevana prostornina	1326 m ³		
Neto uporabna površina	334 m ²		
Faktor oblike f _o (za stavbo)	0,49 m ⁻¹		
Razmerje med površino oken in površino toplotnega ovoja z (za stavbo)	0,1		
Povprečna letna temperatura T _L	5,4 °C		
Zunanja zimska projektna temperatura	-13 °C		
Temperaturni primankljaj za ogrevanje (Kdan/a)	4700 Kdan/a		
Temperaturni primanjkljaj za hlajenje (TPR)	-		
Ogrevana s prekinitvami	NE		
Notranja temperatura pozimi	20 °C	poleti	26 °C
Vrsta			
Notranji viri pozimi	4 W/m ²	poleti	4 W/m ²
Način gradnje	Srednjetežka gradnja (ro zunanjega zidu >= 600 kg/m ²)		108,22 MJ/K
Vlažnost zraka	65 %		

Prezračevanje	Mehansko z vračanjem toplote		
Izmenjava zraka pozimi	0,5 h ⁻¹	poleti	0,5 h ⁻¹
Prezračevanje zraka pozimi	601 m ³ /h	poleti	601 m ³ /h
Število izmenjav pri 50 Pa	2 h ⁻¹		
Lega	Podeželje		
Zavetrovanost fasad	Vetru izpostavljenih več fasad		
Izkoristek vračanja toplote	60		

SPISEK KONSTRUKCIJ

Projekt: Leseni bivalni objekt

Cona	11100 Enostanovanjske stavbe	Tip konstrukcije	Zunanja stena
Naziv konstrukcije	Zunanja stena - ob tleh, zemlji z leseno fasadoJUG	Difuzija vodne pare	Ustreza
Toplotna prehodnost	0,163 W/m ² K Ustreza		

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m ³]
Osnovni omet	1	0,87	1500
Betoni s kam. agregati (2400)	18	2,04	2400
Bitumen	1	0,17	1100
XPS	20	0,035	32
VERT. Al-folija, d=2cm	2	0,03	1
Les-smreka, bor	2	0,14	550

Cona	11100 Enostanovanjske stavbe	Tip konstrukcije	Zunanja stena
Naziv konstrukcije	Zunanja stena - lesena clt SEVER	Difuzija vodne pare	Ustreza
Toplotna prehodnost	0,135 W/m ² K Ustreza		

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m ³]
Mavčno.kart.plošče-do 18mm	3	0,23	900
kamena volna večje gostote	3	0,039	180
Kl parna ovira LDS 2 Silk	0,02	0,19	450
Vezane plošče (660)	5	0,14	660
kamena volna večje gostote	23	0,039	180
VERT. Al-folija, d=2cm	2	0,03	1
Les-smreka, bor	2	0,14	550

Cona	11100 Enostanovanjske stavbe	Tip konstrukcije	Poševna streha nad ogrevanim podstrešjem
Naziv konstrukcije	Zunanja streha - lesena clt	Difuzija vodne pare	
Toplotna prehodnost	0,135 W/m ² K		

KNAUFINSULATION

Ustreza		Ustreza	
Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m ³]
Mavčno.kart.plošče-do 18mm	3	0,23	900
kamena volna večje gostote	3	0,039	180
KI parna ovira LDS 2 Silk	0,02	0,19	450
Vezane plošče (660)	5	0,14	660
kamena volna večje gostote	23	0,039	180
HOR. DOL, Al-folija, d=2cm	2	0,03	1
Strešniki	2	0,99	1900

Cona	11100 Enostanovanjske stavbe	Tip konstrukcije	Zunanja stena
Naziv konstrukcije	Zunanja stena - lesena clt VZHOD	Difuzija vodne pare	Ustreza
Toplotna prehodnost	0,135 W/m ² K Ustreza		

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m ³]
Mavčno.kart.plošče-do 18mm	3	0,23	900
kamena volna večje gostote	3	0,039	180
KI parna ovira LDS 2 Silk	0,02	0,19	450
Vezane plošče (660)	5	0,14	660
kamena volna večje gostote	23	0,039	180
VERT. Al-folija, d=2cm	2	0,03	1
Les-smreka, bor	2	0,14	550

Cona	11100 Enostanovanjske stavbe	Tip konstrukcije	Zunanja stena
Naziv konstrukcije	Zunanja stena - lesena clt JUG	Difuzija vodne pare	Ustreza
Toplotna prehodnost	0,135 W/m ² K Ustreza		

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m ³]
Mavčno.kart.plošče-do 18mm	3	0,23	900
kamena volna večje gostote	3	0,039	180
KI parna ovira LDS 2 Silk	0,02	0,19	450
Vezane plošče (660)	5	0,14	660
kamena volna večje gostote	23	0,039	180
VERT. Al-folija, d=2cm	2	0,03	1
Les-smreka, bor	2	0,14	550

Cona	11100 Enostanovanjske stavbe	Tip konstrukcije	Zunanja stena
Naziv konstrukcije	Zunanja stena - lesena clt ZAHD	Difuzija vodne pare	Ustreza
Toplotna prehodnost	0,135 W/m ² K Ustreza		

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m ³]
Mavčno.kart.plošče-do 18mm	3	0,23	900
kamena volna večje gostote	3	0,039	180
KI parna ovira LDS 2 Silk	0,02	0,19	450
Vezane plošče (660)	5	0,14	660
kamena volna večje gostote	23	0,039	180
VERT. Al-folija, d=2cm	2	0,03	1

Les-smreka, bor	2	0,14	550
-----------------	---	------	-----

Cona	11100 Enostanovanjske stavbe	Tip konstrukcije	Tla v vkopani kleti
Naziv konstrukcije	Tla-zunaj	Difuzija vodne pare	
Toplotna prehodnost	0,148 W/m ² K Ustreza		

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m ³]
Parket	2	0,21	700
Cementni estrih	5	1,4	2200
Betoni s kam. agregati (2400)	18	2,04	2400
XPS	5	0,04	32
Polimer bitumenska HI	1,3	0,19	1100
Polimer bitumenska HI	1,3	0,19	1100
XPS	10	0,04	32
Betoni s kam. agregati (2400)	5	2,04	2400
Gramozno nasutje	10	1,4	1750

Cona	11100 Enostanovanjske stavbe	Tip konstrukcije	Stene vkopane kleti
Naziv konstrukcije	Zunanja stena - ob tleh,zemlji	Difuzija vodne pare	
Toplotna prehodnost	0,138 W/m ² K Ustreza		

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m ³]
Zaključni sloj	1	0,45	1450
Betoni s kam. agregati (2400)	18	2,04	2400
Polimer bitumenska HI	1,3	0,19	1100
XPS	18	0,04	32
Bitumen	1	0,17	1100

Projekt: Leseni bivalni objekt

Naziv cone: Stavba	Namembnost: 11100 Enostanovanjske stavbe
--------------------	--

Konstrukcije na ovoju stavbe

Naziv	Tip	A (m ²)	As (m ²)	U (W/m ² K)	Difuzija v. pare	b	Smer	Naklon	g	g.Fs.Fc	Ht (W/K)
Zunanja stena - ob tleh, zemlji z leseno fasadoJUG	Zunanja stena	28		0,16	Ustreza	1					4,57
Zunanja stena - lesena clt SEVER	Zunanja stena	71		0,13	Ustreza	1					9,58
Zunanja stena - lesena clt VZHOD	Zunanja stena	58		0,13	Ustreza	1					7,82
Zunanja stena - lesena clt JUG	Zunanja stena	91		0,13	Ustreza	1					12,27
Zunanja stena - lesena clt ZAHOD	Zunanja stena	82		0,13	Ustreza	1					11,06
Zunanja streha - lesena clt	Poševna streha nad ogrevanim podstrešjem	141,45		0,13	Ustreza	1					19,05
Tla-zunaj	Tla v vkopani kleti	150		0,15		1					22,13
Zunanja stena - ob tleh,zemlji	Stene vkopane kleti	84,55		0,14		1					11,7
Okno SEVER	Leseno U 1,5 g 0,68	8	5,21	1,5		1	S	90	0,72	0,85	12
Okno JUG	Leseno U 1,5 g 0,68	42,27	27,51	1,5		1	J	90	0,72	0,85	63,41
Okno zahod	Leseno U 1,5 g 0,68	3,64	2,37	1,5		1	Z	90	0,72	0,85	5,46
Okno vzhod	Leseno U 1,5 g 0,68	7	4,55	1,5		1	V	90	0,72	0,85	10,5
Vrata zahod	Lsena vrata	3,56	0	1,5		1	Z	90	0	0	5,34
Vrata jug	Lsena vrata	6,48	0	1,5		1	J	90	0	0	9,72
Vrata sever	Lsena vrata	7,7	0	1,5		1	S	90	0	0	11,55

Notranje konstrukcije

Naziv	Tip	U (W/m ² K)	Ustreznost

Toplotni mostovi

Naziv	Dolžina (m)	ψ W/K
Linijski toplotni mostovi s toplotno prehodnostjo <0,01 W/mK		



LETNA POTREBNA TOPLOTA ZA OGREVANJE STAVBE

Projekt: Leseni bivalni objekt

Naziv: Stavba Vrsta: 11100 Enostanovanjske stavbe

Ogrevanje	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Skupaj
	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/a
Trans. izgube	3699	3196	3056	2490	1769	996		872	1556	2251	2957	3538	26379
Prezrač. izgube	1706	1474	1409	1149	816	459		402	718	1038	1364	1632	12168
Dobitki not. virov	994	898	994	962	994	770		898	962	994	962	994	10421
Dobitki sončnega sevanja	1802	2191	2605	2465	2568	1997		2534	2641	2193	1608	1386	23991
Učinkovitost dobitkov	1,00	0,98	0,95	0,90	0,71	0,52		0,37	0,62	0,89	0,99	1,00	
Toplota za grejje (Q_{NH})	2619	1633	1038	538	72	6		1	29	442	1774	2794	10946

LETNI POTREBNI HILAD ZA HLAJENJE STAVBE

Projekt: Leseni bivalni objekt

Naziv: Stavba

Vrsta: 11100 Enostanovanjske stavbe

Hlajenje	Jan kWh/m	Feb kWh/m	Mar kWh/m	Apr kWh/m	Maj kWh/m	Jun kWh/m	Jul kWh/m	Avg kWh/m	Sep kWh/m	Okt kWh/m	Nov kWh/m	Dec kWh/m	Skupaj kWh/a
Trans. izgube						436	1930	187					2552
Prezrač. izgube						412	1823	176					2411
Dobitki not. virov						192	994	96					1283
Dobitki sončnega sevanja						499	2659	272					3430
Učinkovitost dobitkov						0,75	0,84	0,86					
Hlad za hlajenje (Q _{NC})						53	499	56					608

KNAUFINSULATION

ENERGIJSKA UČINKOVITOST STAVBE

Projekt: Leseni bivalni objekt

ENERGIJSKA UČINKOVITOST STAVBE

Toplota	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec	leto
Qf,h - dovedena toplota za ogrevanje	2847	1629	806	170	0	0	0	0	0	27	1778	3075	10331
Qf,w - dovedena toplota za toplo vodo	120	211	316	360	437	396	409	409	338	256	127	62	3442
Qf - toplota in hlad za delovanje stavbe	2967	1840	1122	530	437	396	409	409	338	283	1904	3136	13773
Qove - toplota iz OVE v Qf	2967	1840	1122	530	437	396	409	409	338	283	1904	3136	13773

Električna energija	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec	leto
Ww+aux + Ww+aux - potrebna el. energija za ogrevanje in toplo vodo	47	32	24	17	4	4	4	4	3	15	34	49	239
Wc+aux - potrebna električna energija za hlajenje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wv+aux - potrebna električna energija za prezračevanje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wlight - potrebna električna energija za razsvetljavo													3340
Wf - potrebna električna energija za delovanje stavbe	47	32	24	17	4	4	4	4	3	15	34	49	3579

KAZALNIKI ENERGIJSKE UČINKOVITOSTI STAVBE

	Ustreznost		
H't - koeficient specifičnih transmisijskih izgub	W/m ² K	0,275	DA
H't dovoljeno	W/m ² K	0,404	
QNH - potrebna toplota za ogrevanje stavbe	kWh/a	10946	
QNH/Au	kWh/m ² a	32,8	DA
QNH/Au dovoljeno	kWh/m ² a	50,8	
Qf - toplota in hlad za delovanje stavbe	kWh/a	13773	
Wf - potrebna električna energija za delovanje stavbe	kWh/a	3579	



Qp - potrebna primarna energija za delovanje stavbe	kWh/a	9980	
Qp/Au	kWh/m ² a	29,9	DA
Qp/Au dovoljeno	kWh/m ² a	206,4	
f _{OVE} - delež obnovljivih virov energije	%	79	DA
letni izpust CO2	kg/a	1896	

Ogrevana površina	m ²	334	
Hlajena površina	m ²	0	
Notranji dobitki pozimi	W/m ²	4	
Specifična moč svetilk	W/m ²	4	

TABELARIČNI IZPIS ENERGIJSKIH LASTNOSTI STAVBE

Projekt: Leseni bivalni objekt

Potrebna energija za stavbo
[kWh/a]

		C1	C2	C3	C4	C5
		Ogrevanje		Hlajenje		Topla voda
		Občutena toplota	Latentna toplota (navlaž.)	Občutena toplota	Latentna toplota (navlaž.)	
L1	Toplotni dobitki stavbe in vrnjene toplotne izgube	27601		4963		
L2	Prehod toplote	38547		4963		
L3	Potrebna energija	10946		0		0

Toplotne izgube sistema in pomožna energija
[kWh/a]

		C1	C2	C3	C4	C5
		Ogrevanje	Hlajenje	Topla voda	Prezračevanje	Razsvetljava
L4	Električna energija	199	0	40	0	3340
L5	Toplotne izgube	16375	0	5444		
L6	Vrnjene toplotne izgube	18152	0	5444		
L7	V razvodni sistem oddana toplota	8672	0	3442		

Proizvedena energija
[kWh/a]

	Vrsta generatorja	Peleti	Solarni ogrevalni sistem		
	Sistem oskrbe	Ogrevanje	topla voda		
L8	Oddaja toplote	8672	3442		
L9	Pomožna energija	170	40		
L10	Toplotne izgube gen.	2342	0		
L11	Vrnjena toplota	683	0		
L12	Vnesena energija	10331	3612		
L13	Proizvodnja elektrike	0	0		
L14	Energent	Biomasa	Sonce		

Kazalniki - primarna energija

		C1	C2	C3	C4	C5	C6
		dovedena energija					
		Biomasa	Električna energija	skupaj			
1	Dovedena energija	10331	3579				
2	Faktor pretvorbe	0,1	2,5				
3	Primarna energija	1033	8947	9980			

Kazalniki - emisije CO₂

		C1	C2	C3	C4	C5	C6
		dovedena energija					
		Biomasa	Električna energija	skupaj			
1	Dovedena energija	10331	3579				
2	Specifične emisije	0	0,53				
3	Emisije CO ₂ (kg)	0	1897	1897			

Celotna raba energije in emisije CO₂

Toplotne potrebe stavbe (brez sistemov)	Lastnosti sistemov (toplotne izgube, vračljiva toplota)	Dovedena energija (vsebovana v energentih)	Energijski kazalniki (z upoštevanjem utežnih faktorjev)
Ogrevanje: 10946 Topla voda: 0 Hlajenje: 608	Toplota: 21819 Hlad: 0 Elektrika: 239 Pomožna toplota: - Pomožen hlad: - Razsvetljava: 3340 Prezračevanje: 0	Elektrika: 3579 Biomasa: 10331	Primarna energija: 9980 Emisije CO ₂ : 1897
		Oddana energija (vsebovana v energentih)	Primarna e.: 0 Emisije CO ₂ : 0
		Elektrika: 0 Toplota: 0	
		Energija proizvedena iz obnovljivih virov energije	
		Elektrika: 0 Toplota: 13773	

Št. Elaborata: x	Projektant: x	
Kraj, datum: 5292 Renče, 23.07.2015	Odgovorni projektant: Sara Poglajen _____	Izdelovalec: x _____

Priloga D.2: ENERGETSKA IZKAZNICA ZA DVOSLOJNA OKNA

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice: Velja do: 20.07.2015

Identifikacijska oznaka stavbe,
posameznega dela ali delov stavbe: x

Klasifikacija stavbe: 11100 Enostanovanjske stavbe

Leto izgradnje: 2015

Naslov stavbe: Bilje 5292 Renče

Kondicionirana površina stavbe A_u (m²): 334

Parcelna številka: 2206/1

Katastrska občina: VRTOJBA

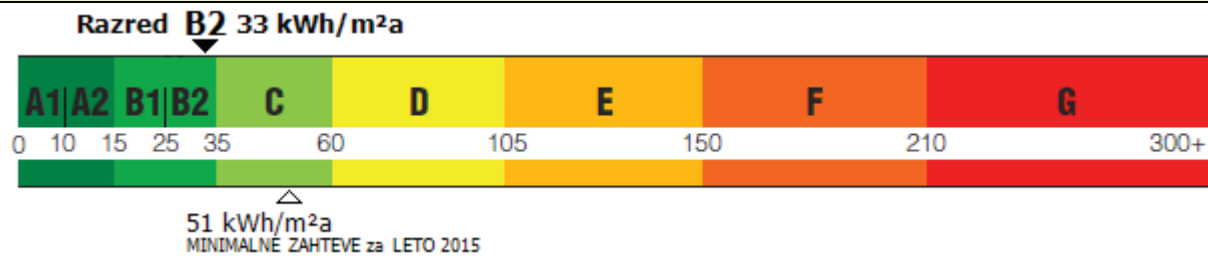
Vrsta izkaznice: računska

Vrsta stavbe: stanovanjska

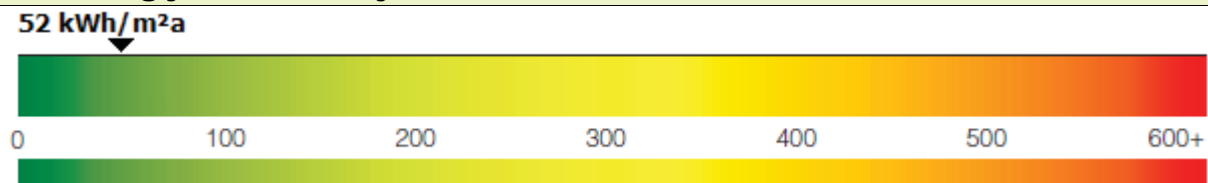
Naziv stavbe: Leseni bivalni objekt



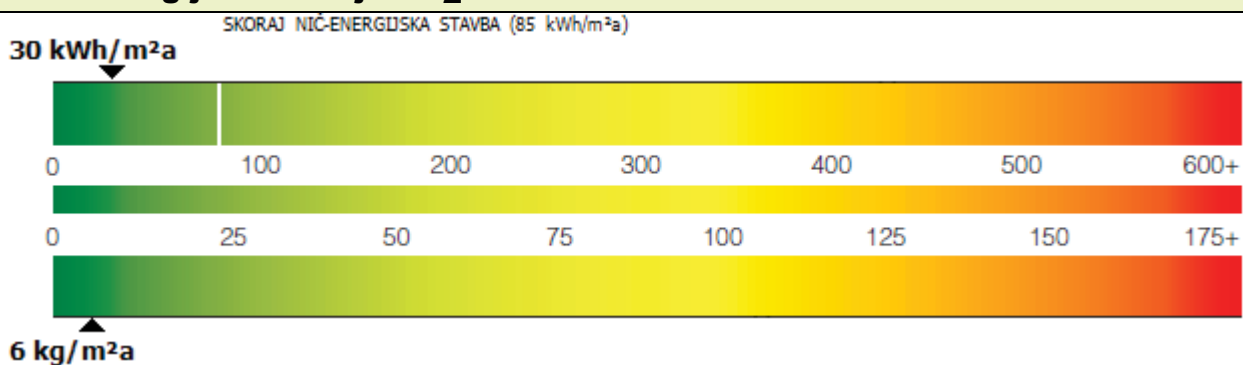
Potrebna toplota za ogrevanje



Dovedena energija za delovanje stavbe



Primarna energija in emisije CO₂



Izdajatelj

Sara Poglajen (št. pooblastila: x)
Ime in podpis odgovorne osebe: Sara Poglajen

Datum izdaje: 20.07.2015

Izdelovalec

Sara Poglajen (št. pooblastila: x)
Ime in podpis:

Datum izdaje: 20.07.2015

Izdelovalec te energetske izkaznice s podpisom potrjuje, da ne obstaja katera od okoliščin iz Energetskega zakona (Ur.l. RS 17/14), ki bi mi preprečevala izdelavo energetske izkaznice.

Energetska izkaznica stavbe je izdana v skladu s Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetske izkaznice stavbe in z Energetskim zakonom (Ur.l. RS 17/14).

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice: Velja do: 20.07.2015

Vrsta izkaznice: računska

Vrsta stavbe: stanovanjska

Podatki o velikosti stavbe

Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m ³)	1591
Celotna zunanja površina stavbe A (m ²)	785
Faktor oblike $f_0 = A/V_e$ (m ⁻¹)	0,49
Koordinati stavbe (Y,X)	458965 , 136512

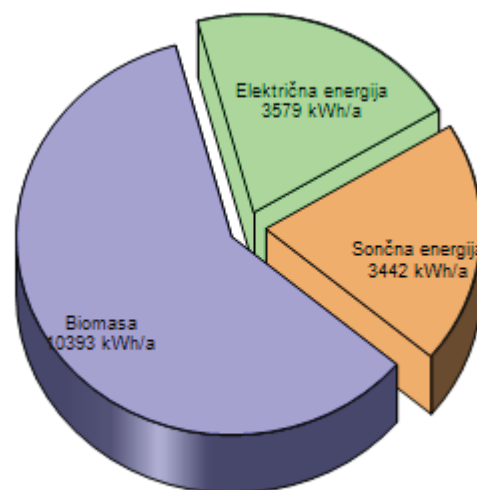
Klimatski podatki

Povprečna letna temperatura T_{pop} 5,4

Dovedena energija za delovanje stavbe

Dovedena energija za delovanje stavbe	Dovedena energija	
	kWh/a	kWh/m ² a
Gretje $Q_{f,h}$	10393	31
Hlajenje $Q_{f,c}$	0	0
Prezračevanje $Q_{f,v,aux}$	0	0
Ovlaževanje $Q_{f,st}$	0	0
Priprava tople vode $Q_{f,w}$	3442	10
Razsvetljava $Q_{f,l}$	3340	10
Električna energija $Q_{f,aux}$	239	1
Skupaj dovedena energija za delovanje stavbe	17414	52
Obnovljiva energija porabljena na stavbi (kWh/a)	13835	79%
Primarna energija za delovanje stavbe (kWh/a)	9988	
Emisije CO ₂ (kg/a)	1897	

Struktura rabe celotne energije za delovanje stavbe po virih energije in energentih



ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice:

Velja do: 20.07.2015

Priporočila za stroškovno učinkovite izboljšave energetske učinkovitosti

Ukrepi za izboljšanje kakovosti ovoja stavbe

- Toplotna zaščita zunanjih sten
- Toplotna zaščita stropa proti podstrešju
- Toplotna zaščita strehe-stropa v mansardi
- Menjava oken
- Menjava zasteklitve
- Toplotna zaščita stropa nad kletjo
- Odprava transmisijskih toplotnih mostov
- Odprava konvekcijskih toplotnih mostov in izboljšanje zrakotesnosti
- Drugo: (več opcij)

Ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti sistemov KGH

- Toplotna zaščita razvoda v nekondicioniranih prostorih
- Vgradnja nadzornega sistema za upravljanje s toplotnimi pritoki
- Prilagoditev moči sistema za pripravo toplote dejanskim potrebam po toploti
- Vgradnja črpalk z zvezno regulacijo
- Hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema
- Rekuperacija toplote
- Prilagoditev kapacitete prezračevalnega sistema dejanski potrebam
- Optimiranje časa obratovanja
- Prilagoditev hladilne moči z izgradnjo hranilnika ledu
- Priklop na daljinsko ogrevanje ali hlajenje
- Optimiranje zagotavljanja dnevne svetlobe
- Drugo: (več opcij)

Ukrepi za povečanje izrabe obnovljivih virov energije

- Vgradnja sistema SSE za pripravo tople vode
- Vgradnja fotovoltaičnih celic
- Ogrevanje na biomaso
- Prehod na geotermalne energije
- Drugo: (več opcij)

Organizacijski ukrepi

- Ugašanje luči, ko so prostori nezasedeni
- Analiza tarifnega sistema
- Energetski pregled stavbe
- Drugo: (več opcij)

Opozorilo

Nasveti so generični, oblikovani na podlagi oglada stanja, rabe energije in izkušenj iz podobnih stavb.

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice:

Velja do: 20.07.2015

Vrsta izkaznice: računska

Vrsta stavbe: stanovanjska

Komentart k meritvam in posebni robni pogoji

Več informacij lahko pridobite na spletnem naslovu: <http://www.energetika-portal.si/podrocja/energetika/energetske-izkaznice-stavb>

Pravilnik o učinkoviti rabe energije v stavbah (PURES)

	dovoljeno	dejansko
Koeficient specifičnih transmisijskih izgub - H_T	0,404 W/m ² K	0,276 W/m ² K
Letna potrebna toplota za ogrevanje - Q_{NH}	16977 kWh	10997 kWh
Letni potrebni hlad za hlajenje - Q_{NC}	16700 kWh	601 kWh
Letna primarna energija - Q_P	68942 kWh	9988 kWh

Priloga D.3: ENERGETSKA IZKAZNICA ZA TROSLOJNA OKNA

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice: Velja do: 21.07.2015

Identifikacijska oznaka stavbe,
posameznega dela ali delov stavbe: x

Klasifikacija stavbe: 11100 Enostanovanjske stavbe

Leto izgradnje: 2015

Naslov stavbe: Bilje 5292 Renče

Kondicionirana površina stavbe A_u (m^2): 334

Parcelna številka: 2206/1

Katastrska občina: VRTOJBA

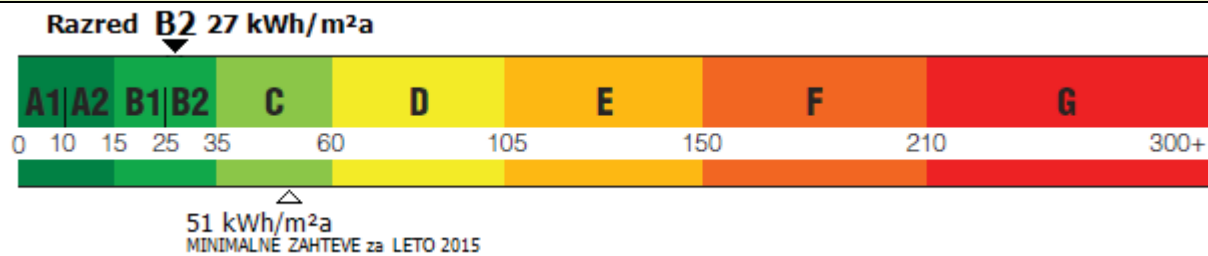
Vrsta izkaznice: računska

Vrsta stavbe: stanovanjska

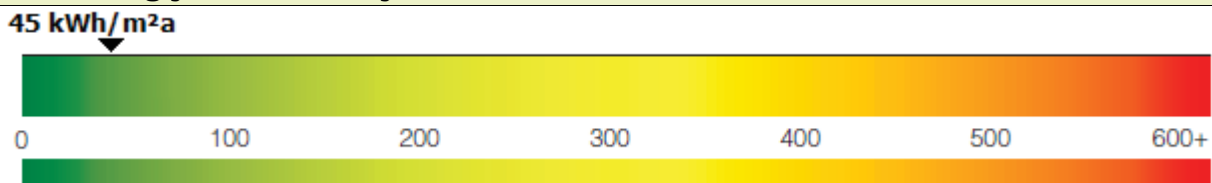
Naziv stavbe: Leseni bivalni objekt



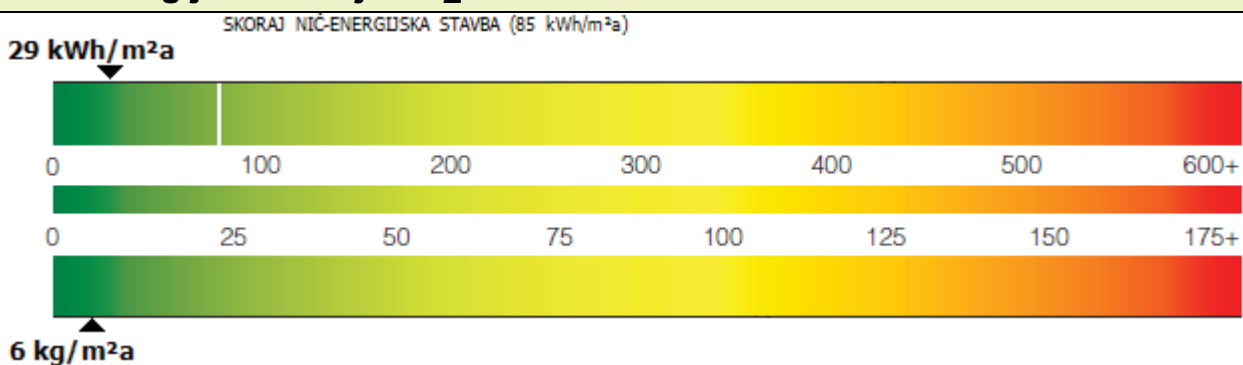
Potrebna toplota za ogrevanje



Dovedena energija za delovanje stavbe



Primarna energija in emisije CO₂



Izdajatelj

Sara Poglajen (št. pooblastila: x)
Ime in podpis odgovorne osebe: Sara Poglajen

Datum izdaje: 21.07.2015

Izdelovalec

Sara Poglajen (št. pooblastila: x)
Ime in podpis:

Datum izdaje: 21.07.2015

Izdelovalec te energetske izkaznice s podpisom potrjuje, da ne obstaja katera od okoliščin iz Energetskega zakona (Ur.l. RS 17/14), ki bi mi preprečevala izdelavo energetske izkaznice.

Energetska izkaznica stavbe je izdana v skladu s Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetske izkaznice stavbe in z Energetskim zakonom (Ur.l. RS 17/14).

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice: Velja do: 21.07.2015

Vrsta izkaznice: računska

Vrsta stavbe: stanovanjska

Podatki o velikosti stavbe

Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m ³)	1591
Celotna zunanja površina stavbe A (m ²)	785
Faktor oblike $f_0 = A/V_e$ (m ⁻¹)	0,49
Koordinati stavbe (Y,X)	458965 , 136512

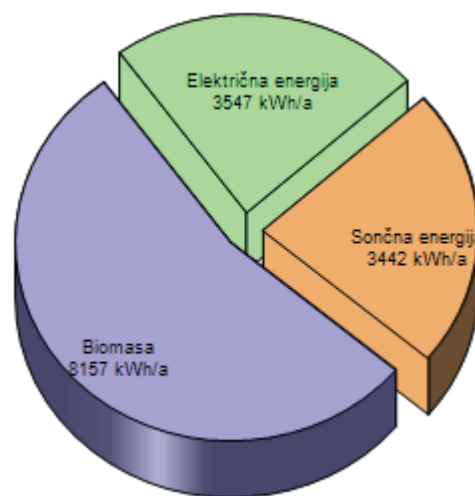
Klimatski podatki

Povprečna letna temperatura T_{pop} 5,4

Dovedena energija za delovanje stavbe

Dovedena energija za delovanje stavbe	Dovedena energija	
	kWh/a	kWh/m ² a
Gretje $Q_{f,h}$	8157	24
Hlajenje $Q_{f,c}$	0	0
Prezračevanje $Q_{f,v,aux}$	0	0
Ovlaževanje $Q_{f,st}$	0	0
Priprava tople vode $Q_{f,w}$	3442	10
Razsvetljava $Q_{f,l}$	3340	10
Električna energija $Q_{f,aux}$	207	1
Skupaj dovedena energija za delovanje stavbe	15146	45
Obnovljiva energija porabljena na stavbi (kWh/a)	11599	77%
Primarna energija za delovanje stavbe (kWh/a)	9684	
Emisije CO ₂ (kg/a)	1880	

Struktura rabe celotne energije za delovanje stavbe po virih energije in energentih



ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice:

Velja do: 21.07.2015

Priporočila za stroškovno učinkovite izboljšave energetske učinkovitosti

Ukrepi za izboljšanje kakovosti ovoja stavbe

- Toplotna zaščita zunanjih sten
- Toplotna zaščita stropa proti podstrešju
- Toplotna zaščita strehe-stropa v mansardi
- Menjava oken
- Menjava zasteklitve
- Toplotna zaščita stropa nad kletjo
- Odprava transmisijskih toplotnih mostov
- Odprava konvekcijskih toplotnih mostov in izboljšanje zrakotesnosti
- Drugo: (več opcij)

Ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti sistemov KGH

- Toplotna zaščita razvoda v nekondicioniranih prostorih
- Vgradnja nadzornega sistema za upravljanje s toplotnimi pritoki
- Prilagoditev moči sistema za pripravo toplote dejanskim potrebam po toploti
- Vgradnja črpalk z zvezno regulacijo
- Hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema
- Rekuperacija toplote
- Prilagoditev kapacitete prezračevalnega sistema dejanski potrebam
- Optimiranje časa obratovanja
- Prilagoditev hladilne moči z izgradnjo hranilnika ledu
- Priklop na daljinsko ogrevanje ali hlajenje
- Optimiranje zagotavljanja dnevne svetlobe
- Drugo: (več opcij)

Ukrepi za povečanje izrabe obnovljivih virov energije

- Vgradnja sistema SSE za pripravo tople vode
- Vgradnja fotovoltaičnih celic
- Ogrevanje na biomaso
- Prehod na geotermalne energije
- Drugo: (več opcij)

Organizacijski ukrepi

- Ugašanje luči, ko so prostori nezasedeni
- Analiza tarifnega sistema
- Energetski pregled stavbe
- Drugo: (več opcij)

Opozorilo

Nasveti so generični, oblikovani na podlagi oglada stanja, rabe energije in izkušenj iz podobnih stavb.

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice:

Velja do: 21.07.2015

Vrsta izkaznice: računska

Vrsta stavbe: stanovanjska

Komentart k meritvam in posebni robni pogoji

Več informacij lahko pridobite na spletnem naslovu: <http://www.energetika-portal.si/podrocja/energetika/energetske-izkaznice-stavb>

Pravilnik o učinkoviti rabe energije v stavbah (PURES)

	dovoljeno	dejansko
Koeficient specifičnih transmisijskih izgub - H_T	0,404 W/m ² K	0,214 W/m ² K
Letna potrebna toplota za ogrevanje - Q_{NH}	16977 kWh	9151 kWh
Letni potrebni hlad za hlajenje - Q_{NC}	16700 kWh	362 kWh
Letna primarna energija - Q_P	68942 kWh	9684 kWh

Priloga E: PROJEKTNA DOKUMENTACIJA, PRIDOBLENA IZ PROGRAMA ARCHICAD

Priloga E.1: POPIS MATERIALOV OBJEKTA

Potrebne količine za objekt	
Element	Volumen [m3]
Armiran beton	117,27
Beton	27,18
Geotextil	1,12
Gramoz	864,64
Hidroizolacija	6,85
Kamena tla - zaključna plast	4,70
Kamena volna	169,92
Kamena volna - mehka	42,85
Križnolepljeni paneli (CLT)	70,63
Lesena fasada	8,76
Lesena tla	7,18
Leseni stebri	0,74
Mavčno kartonska plošča	20,89
Omet	21,31
Parna ovira	0,69
Strešniki	7,38
Vodoodporni omet	2,26
XPS - ekstrudiran polisteren	57,91
Zemljina	31.290,78
Zračna plast - okvir	16,09

Elementi po konstrukcijskem namenu		
Plast	Ime	Volumen [m3]
Shell - Roof		
	Kamena volna	82,50
	Kamena volna - mehka	10,23
	Križnolepljeni paneli (CLT)	17,27
	Mavčno kartonska plošča	10,18
	Parna ovira	0,34
	Strešniki	7,38
	Zračna plast - okvir	7,33
Site & Landscape - Terrain		
	Zemljina	31.290,78
Structural - Bearing		
	Armiran beton	67,15
	Beton	19,58
	Geotextil	1,12
	Gramoz	18,83
	Hidroizolacija	5,33
	Kamena tla - zaključna plast	1,66
	Kamena volna	87,42
	Kamena volna - mehka	32,62
	Križnolepljeni paneli (CLT)	53,36
	Lesena fasada	8,76
	Lesena tla	7,18
	Leseni stebri	0,74
	Mavčno kartonska plošča	10,71
	Omet	21,31
	Parna ovira	0,35
	Vodoodporni omet	2,26
	XPS - ekstrudiran polisteren	57,91
	Zračna plast - okvir	8,76
Structural - Shear		
	Armiran beton	50,12
	Beton	7,60
	Gramoz	845,81
	Hidroizolacija	1,52
	Kamena tla - zaključna plast	3,04

Naročnik: UL FGG, Jamova 2, 1000 Ljubljana		Projekt: Leseni bivalni objekt	
Risba: Vodilna mapa		Načrt:	Merilo: 1.100
Izdelala: Sara Poglajen		Pregledal: Tomo Cerovšek	Datum: September 2015

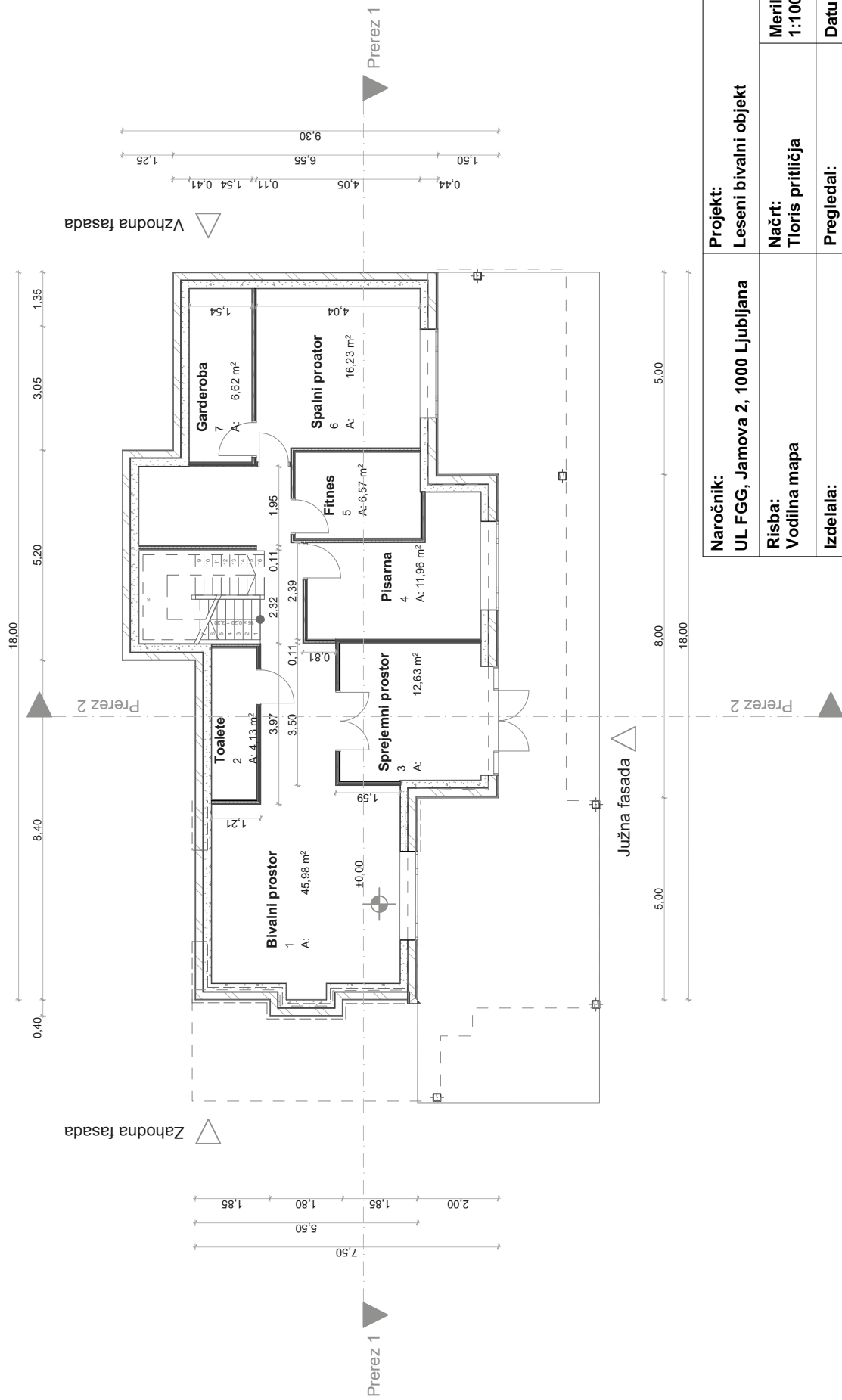
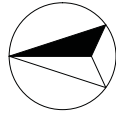
Priloga E.2: NAČRTI (TLORISI, PREREZI, FASADE) OBJEKTA

Seznam risb:

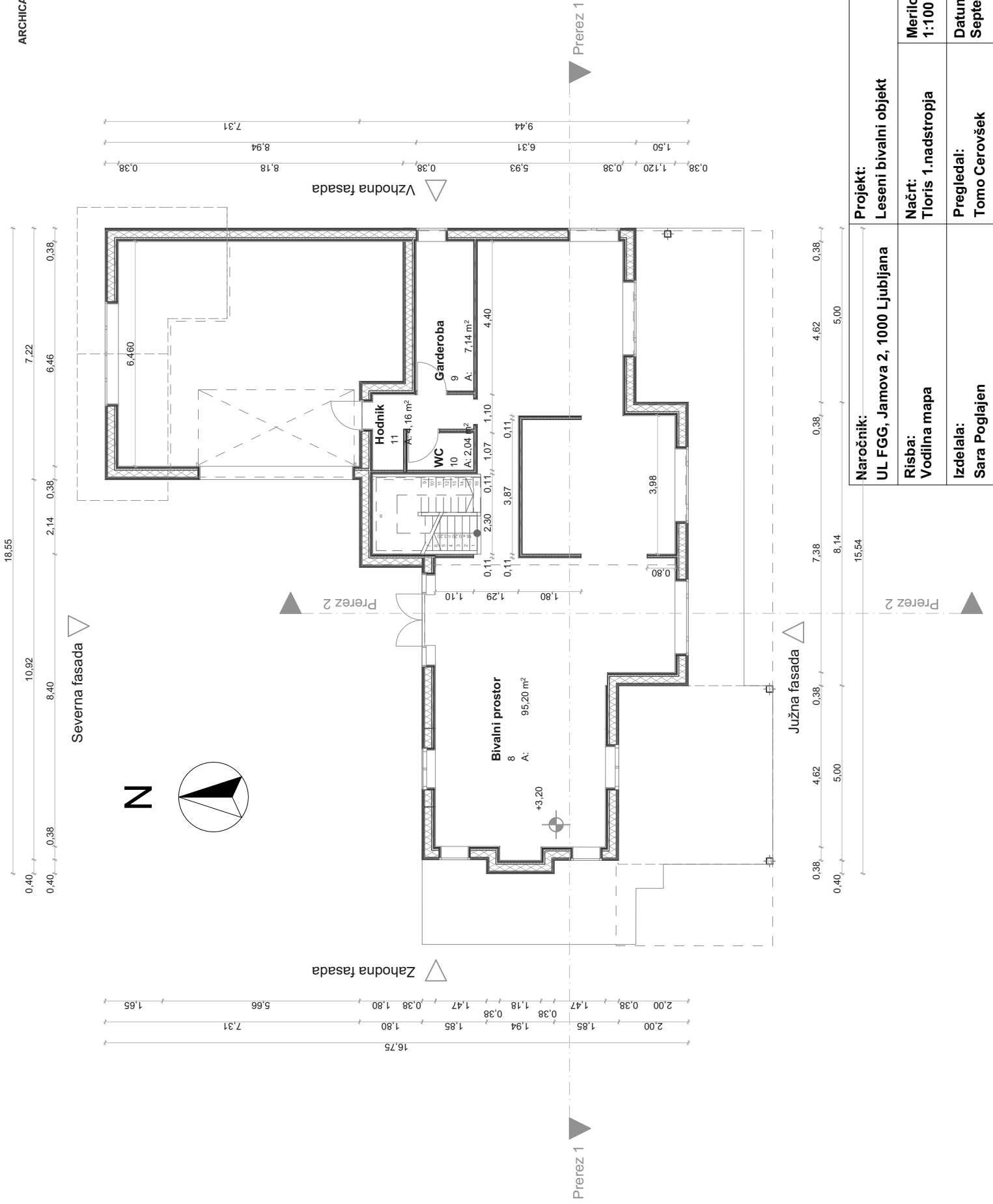
TLORIS PRITLIČJA	M 1:100
TLORIS 1. NADSTROPJA	M 1:100
TLORIS 2. NADSTROPJA	M 1:100
PREREZ 1-1	M 1:100
PREREZ 2-2	M 1:100
POGLED FASAD	M 1:150

Severna fasada

N

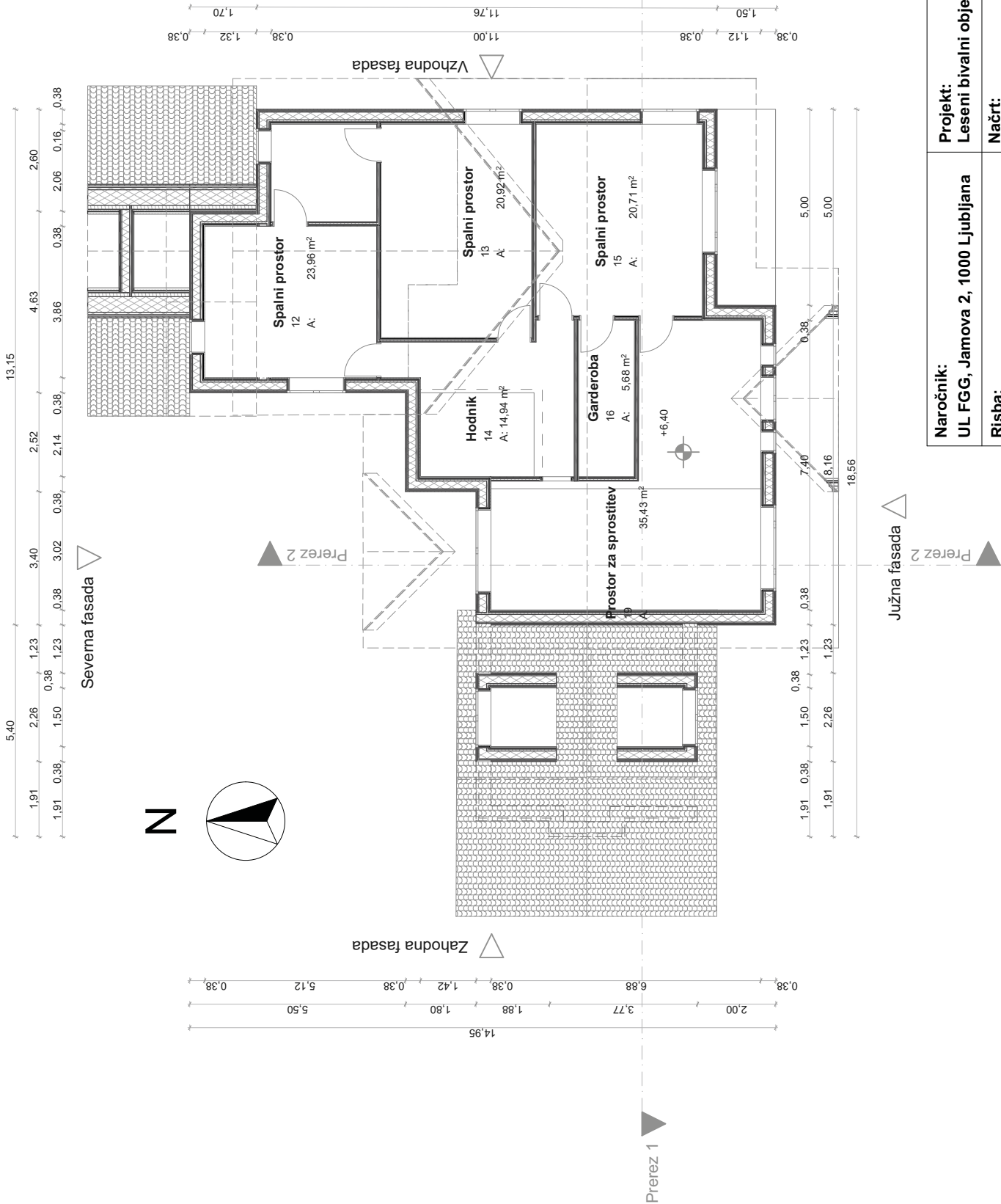


Naročnik: UL FGG, Jamova 2, 1000 Ljubljana	Projekt: Leseni bivalni objekt
Risba: Vodilna mapa	Načrt: Tloris pritličja
Izdelala: Sara Poglajen	Merilo: 1:100
	Datum: September 2015

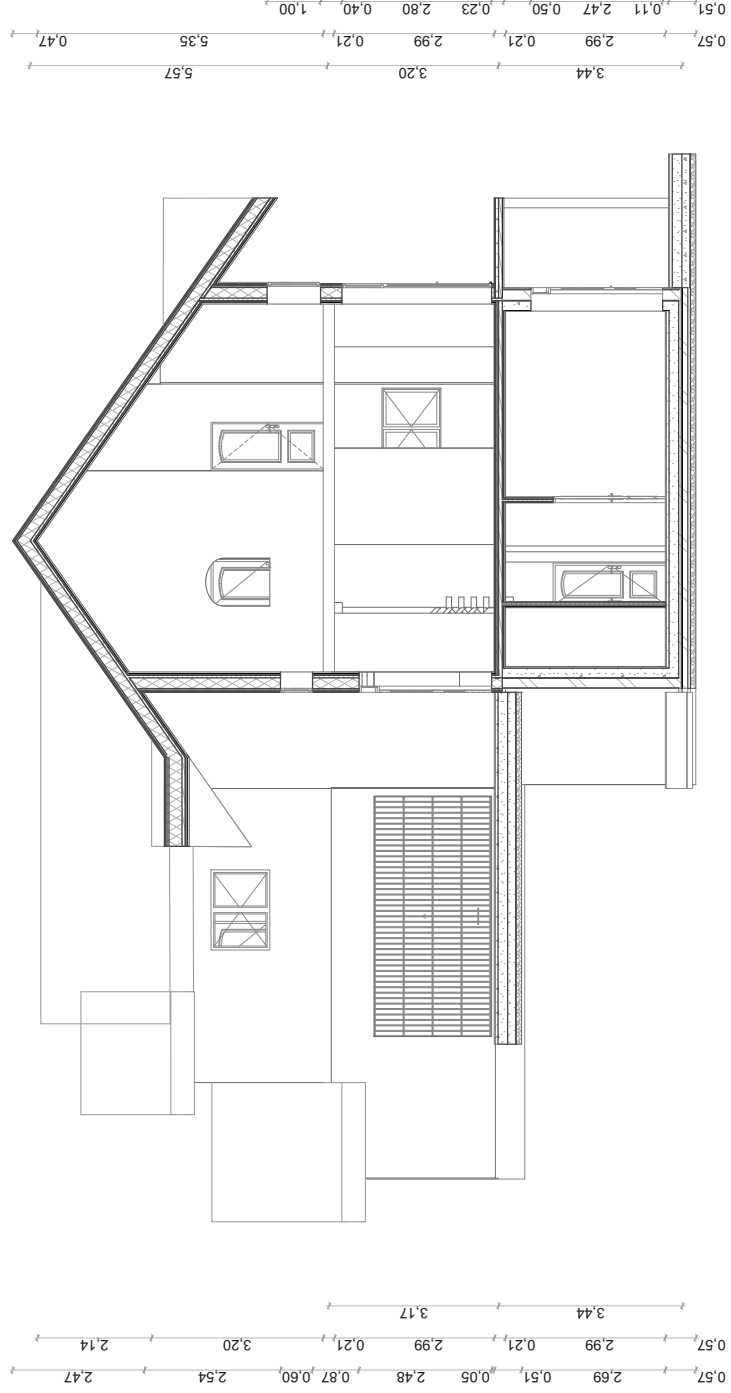


Naročnik: UL FGG, Jamova 2, 1000 Ljubljana	Projekt: Leseni bivalni objekt
Risba: Vodilna mapa	Nacrť: Tloris 1.nadstropja
Izdelala: Sara Poglajen	Pregledal: Tomo Cerovšek
	Merilo: 1:100
	Datum: September 2015

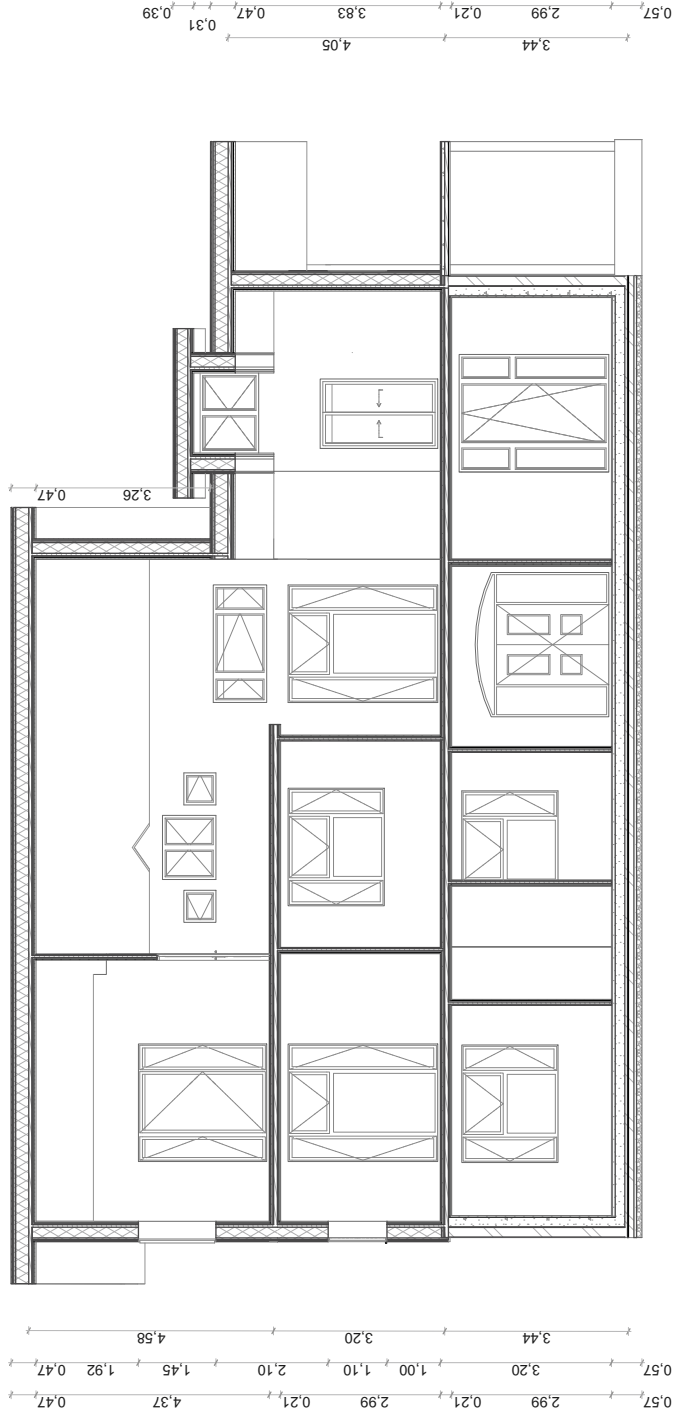
18.55	15.54
0.40	0.38
10.92	4.62
8.40	5.00
2.14	7.38
0.38	0.38
6.46	4.62
7.22	5.00
0.38	0.38



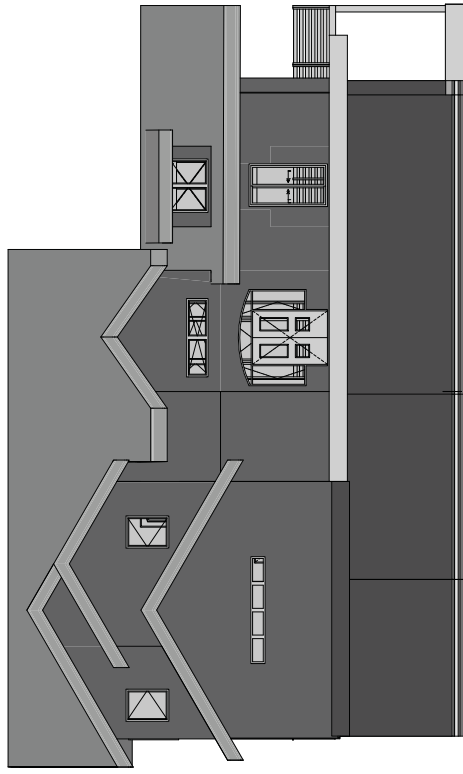
Naročnik: UL FGG, Jamova 2, 1000 Ljubljana	Projekt: Leseni bivaljni objekt
Risba: Vodilna mapa	Načrt: 2.nadstropje
Izdelala: Sara Poglajen	Pregledal: Tomo Cerovšek
	Merilo: 1:100
	Datum: September 2015



Naročnik: UL FGG, Jamova 2, 1000 Ljubljana	Projekt: Leseni bivalni objekt
Risba: Vodilna mapa	Načrt: Prerez 2
Izdelala: Sara Poglajen	Pregledal: Tomo Cerovšek
	Merilo: 1:100
	Datum: September 2015

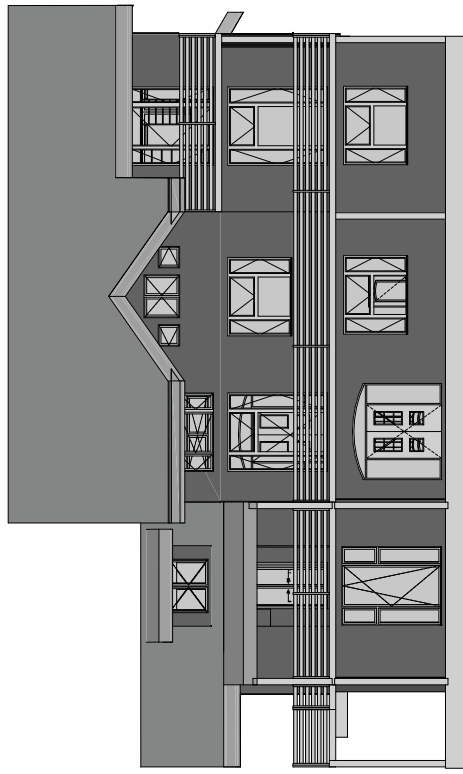


Naročnik: UL FGG, Jamova 2, 1000 Ljubljana	Projekt: Leseni bivalni objekt
Risba: Vodilna mapa	Načrt: Prerez 1
Izdela: Sara Poglajen	Pregledal: Tomo Cerovšek
	Merilo: 1:100
	Datum: September 2015



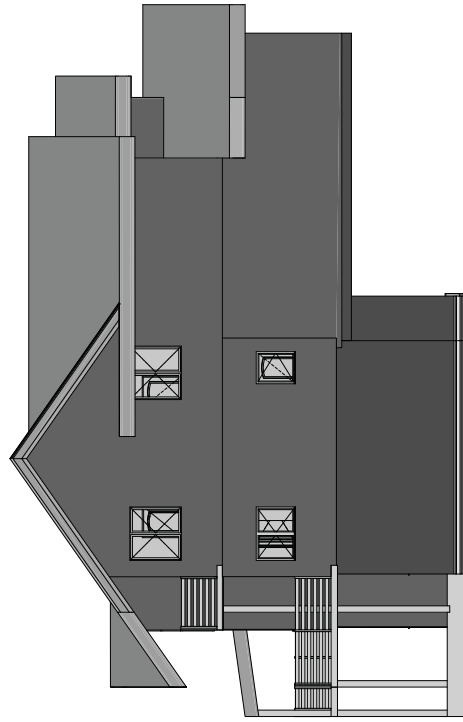
Severna fasada

1:150



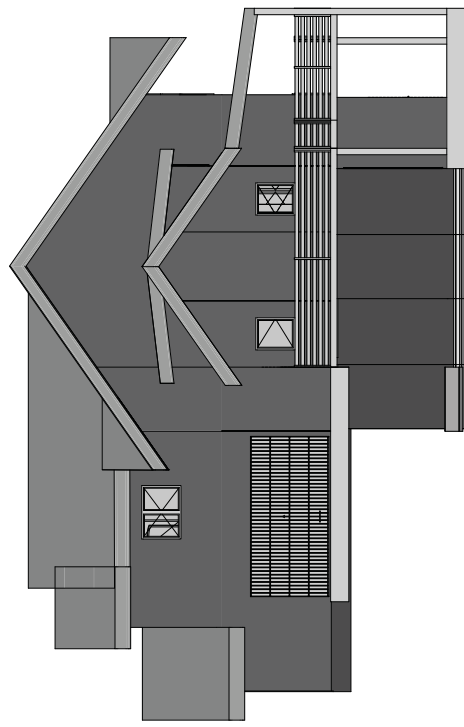
Južna fasada

1:150



Vzhodna fasada

1:150



Zahodna fasada

1:150

Naročnik: UL FGG, Jamova 2, 1000 Ljubljana	Projekt: Leseni bivalni objekt
Risba: Vodilna mapa	Načrt: Pogledi fasad
Izdelala: Sara Poglajen	Pregledal: Tomo Cerovšek
	Merilo: 1:150
	Datum: September 2015