



Univerza v Mariboru

Fakulteta za gradbeništvo

Smetanova ulica 17

2000 Maribor, Slovenija

Matevž Germadnik

ZASNOVA NIZKOENERGIJSKE HIŠE V CELJU

Diplomsko delo

Maribor, julij 2015



Univerza v Mariboru

Fakulteta za gradbeništvo

Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študijskega programa

ZASNOVA NIZKOENERGIJSKE HIŠE V CELJU

Študent: Matevž Germadnik
Študijski program: Visokošolski strokovni, Gradbeništvo
Smer: Prometno – hidrotehnična
Mentor: doc. dr. Vesna Žegarac Leskovar, dipl. inž. arh (un)

Maribor, julij 2015



Univerza v Mariboru

Fakulteta za gradbeništvo

Smetanova ulica 17
2000 Maribor, SlovenijaŠtevilka: 93616631 - DD
Maribor, 13.03.2015

Na osnovi 330. člena Statuta Univerze v Mariboru (Ur. l. RS, št. 46/2012) izdajam

SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

Matevž Germadnik, študent(ka) visokošolskega strokovnega študijskega programa GRADBENIŠTVO, smer PROMETNO-HIDROTEHNIČNA SMER, se dovoljuje izdelati diplomsko delo.

MENTOR(ICA): doc. dr. Vesna Žegarac Leskovar
SOMENTOR(ICA):**Naslov diplomskega dela:**

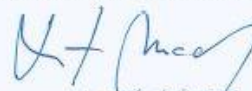
ZASNOVA NIZKOENERGIJSKE HIŠE V CELJU

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:

DESIGN OF LOW ENERGY HOUSE IN CELJE

Diplomsko delo je potrebno izdelati skladno z "Navodili za izdelavo diplomskega dela" in ga oddati v treh izvodih ter en izvod elektronske verzije do 13.03.2016 v referatu za študentske zadeve.

Pravni pouk: Zoper ta sklep je možna pritožba na senat članice v roku 3 delovnih dni.

DEKAN
red. prof. dr. Miroslav Premrov
po pooblastitvi dekana
prodekan FG
doc. dr. Borut Macuh

Obvestiti:

- kandidata -ko,
- mentorja,
- somentorja,
- odložiti v arhiv



ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici doc. dr. Vesni Žegarac Leskovar za strokovno pomoč in usmerjanje pri pripravi diplomskega dela.

Posebna zahvala pa gre moji družini, ki mi je omogočila študij, partnerki Niki za podporo in projektivnemu biroju AB objekt d.o.o. za pridobljene izkušnje.

ZASNOVA NIZKOENERGIJSKE HIŠE V CELJU

Ključne besede: nizkoenergijska hiša, klasična gradnja, opeka, steklo

UDK: 697.11:693.25(043.2).

Povzetek

V diplomskem delu predstavljamo zasnovano nizkoenergijske hiše v Celju. V teoretičnem delu najprej predstavimo opeko in steklo kot gradbena materiala in značilne elemente nizkoenergijske hiše, ki smo jih kasneje vključili in uporabili pri zasnovi projekta.

V praktičnem delu podrobneje predstavimo zasnovano hiše. Objekt je zasnovan tako, da niso prisotni toplotni mostovi in da ustreza pogojem, ki jih podaja Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. O ustreznosti zasnove iz vidika učinkovite rabe energije je priča elaborat gradbene fizike, ki je bil narejen s pomočjo programa Gradbena fizika URSA 4.

DESIGNE OF LOW ENERGY HOUSE IN CELJE

Key words: low energy house, classical building, brick, glass

UDK: 697.11:693.25(043.2).

Abstract

In this thesis we present the design of a low-energy house in Celje. In the theoretical part we first present the bricks and glass used as construction materials and discuss the characteristics of low-energy houses, which we later incorporated into the project's design.

In the practical part of the thesis we present the design of the house in detail. The building is designed in such a way that it does not have thermal bridges and that it conforms with the conditions, set out by the Regulations of efficient energy use in buildings. The building engineering physics analysis, done with the help of the software Gradbena fizika URSA 4, is proof of the design's adequate energy efficiency.

KAZALO

1	UVOD.....	1
2	OPEKA KOT GRADBENI MATERIAL	2
2.1	Opečni izdelki	3
2.2	Lastnosti opečnih zidakov in strešnikov	5
3	STEKLO KOT GRADBENI MATERIAL	7
3.1	Vrste stekel	7
3.2	Izolacijsko steklo	9
3.3	Varnostno steklo	12
3.4	Pametna stekla	12
3.5	Gradbeni elementi iz stekla.....	13
4	ELEMENTI NIZKOENERGIJSKE HIŠE	13
4.1	Delitev objektov glede na letno porabo energije	14
4.2	Toplotni tokovi v stavbah	16
4.3	Klimatski pogoji	17
4.4	Oblika objekta.....	17
4.5	Orientacija.....	18
4.6	Konstruktivski sistem.....	18
4.7	Toplotni ovoj objekta.....	19
4.8	Zrakotesnost.....	20
4.9	Prezračevanje	21
4.10	Sončna zaščita.....	22
4.11	Ogrevanje.....	23
5	ZAKONODAJNI OKVIR	24
5.2	Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES)	24
5.3	Energetska izkaznica.....	28
6	PROJEKT NIZKOENERGIJSKE HIŠE	29
6.1	Tehnično poročilo	29
6.2	Konstruktivski elementi	32
6.3	Obdelave	32

6.4	Zunanja ureditev	33
6.5	Instalacije in komunalni priključki	34
6.6	Načrti	35
6.7	Opis konstrukcije in konstrukcijskih detajlov	43
6.7.1	Zunanji zidovi.....	43
6.7.2	Temeljna plošča.....	44
6.7.3	Stropna plošča	46
6.7.4	Stropna plošča nad parkiriščem.....	47
6.7.5	Streha.....	48
6.7.6	Detajl stika temeljna plošča – zunanji zid	50
6.7.7	Detajl atike.....	51
6.7.8	Stavbno pohištvo	51
7	IZRAČUN GRADBENE FIZIKE	52
8	ZAKLJUČEK	77
9	LITERATURA	79
9.1	Ostali viri	79
10	PRILOGE	80
10.1	Seznam slik	80
10.2	Seznam tabel	81
10.3	Načrti arhitekture	82
10.4	Naslov študenta.....	83
10.5	Kratek življenjepis	83

UPORABLJENI SIMBOLI

LATINSKE ČRKE

A	–	celotna površina ovoja stavbe
A _f	–	površina okvirja okna
A _g	–	površina okenskega stekla
c	–	specifična toplota
f ₀	–	brezdimenzijsko razmerje med površino oken in površino toplotnega ovoja stavbe
F ₀	–	faktor oblike
F _s	–	oblikovni faktor objekta
H _t	–	koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub
l _g	–	dolžina stika okvirja in stekla
n	–	povprečni odbojni indeks v vidnem polju valovnih dolžin
n ₅₀	–	zrakotesnost stavbe
Q _{NH}	–	letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe (tudi oznaka Q _h)
Q _t	–	transmisijske toplotne izgube (ali dobitki)
Q _i	–	notranji toplotni dobitki
Q _v	–	prezračevalni toplotni dobitki ali izgube
Q _s	–	solarni dobitki
T _g	–	lastna prehodna temperatura stekla
T _l	–	temperatura v tekočem stanju
U	–	koeficient toplotne prehodnosti
U _w	–	toplotna prehodnost okna
U _f	–	toplotna prehodnost okvirja
U _g	–	toplotna prehodnost stekla/premaza
V	–	celoten ogrevan volumen stavbe

GRŠKE ČRKE

α_t	–	koeficient toplotnega raztezka
ρ	–	gostota
λ	–	toplotna prevodnost
Ψ	–	linearna toplotna prepustnost

UPORABLJENE KRATICE

AB	–	armiran beton
CPD	–	direktiva o gradbenih proizvodih
EPBD	–	direktiva energijske učinkovitosti stavb
EPS	–	ekspandiran polistiren
k.o.	–	katastrska občina
n.m.v.	–	nadmorska višina
HEB	–	jekleni nosilec
OSB	–	večslojna lepljena lesena deska
p. n. š.	–	pred našim štejem
PHPP	–	program za izračun gradbene fizike
PURES	–	pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah
Ur.l. RS	–	uradni list Republike Slovenije
XPS	–	ekstrudiran polistiren

1 UVOD

V času, ko se vedno bolj izpostavljajo prizadevanja o ohranjanju narave, zmanjšanju porabe fosilnih goriv in zoperstavitvi klimatskim spremembam, za katere je med drugimi dejavniki krivo tudi človeštvo, se mišljenje in razvoj v gradbeništvu in drugih panogah gibljeta v smeri varčnosti končnih produktov. Prav tako pa je pomembna tudi poraba energije v proizvodnih procesih ter zmanjšanje njihovih negativnih učinkov na okolje.

Predmet diplomskega dela je zasnova nizkoenergijske hiše s tradicionalno gradnjo iz opeke. V prvih dveh poglavjih smo opisali lastnosti opeke in stekla kot gradbenih materialov, v nadaljevanju pa smo opisali glavne elemente, ki opredeljujejo nizkoenergijske hiše. Drugi del diplomskega dela pa zajema idejno zasnovo nove nizkoenergijske hiše v Celju z izračunom energijske učinkovitosti.

Obravnavani objekt je zasnovan v Celju, na parceli, kjer je že obstoječ objekt iz leta 1963. Le-ta ima nefunkcionalno lego na zemljišču, nefunkcionalno razporeditev prostorov, zelo slabo zvočno medetažno izolativnost in nekakovostne vgrajene materiale. Vsi ti dejavniki so vplivali na odločitev, da se objekt poruši in zasnuje novi stanovanjski objekt. Gradnja bo klasična z opeko in betonom, potrebno pa bo zadostiti kriterijem Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah in omejitvam, ki veljajo za nizkoenergijske hiše.

Projekt arhitekture oziroma vse priložene načrte smo izdelali z računalniškim programom AutoCad. Za izračun gradbene fizike pa smo uporabili program Gradbena fizika URSA 4.

Z diplomskim delom želimo prikazati način tradicionalne gradnje z opeko in vse bolj razširjeno uporabo stekla ter uporabo čim več energetsko učinkovitih materialov. Z njimi namreč izboljšujemo toplotne karakteristike, hkrati pa zmanjšujemo stroške, kot tudi omejujemo onesnaževanje narave. Takšna gradnja nam tudi zagotavlja naravne vire svetlobe in toplote ter nudi ugodno počutje in bivanje. Vse to so razlogi, s katerimi želimo dodatno utemeljiti in spodbuditi gradnjo nizkoenergijskih hiš.

2 OPEKA KOT GRADBENI MATERIAL

Starogrški izraz *keramos* pomeni lončarska glina. Keramika tako sodi med najstarejša umetna gradiva in prvi ohranjeni predmeti žgane gline so stari okoli 25 tisoč let. Ob razvoju keramičnih oziroma glinenih izdelkov se je tudi opredeljevala stopnja razvitosti starih civilizacij. Prvi uporabni lončarski izdelki so služili predvsem za vsakodnevne potrebe ljudi pri kuhanju, shranjevanju in transportu. Zgradbe iz opeke segajo okoli 3000 let p. n. š., zgradili pa so jih Babilonci. Veliki uporabniki opeke, ki je služila za prekrivanje streh, zunanje plašče »votlega zidu« in izdelavo kanalizacijskih cevi, so bili Rimljani. Strešniki iz žgane gline so bili tako razširjeni predvsem po Sredozemlju in tudi v Aziji.

Poraba opeke za gradnjo je vse skozi naraščala, tradicionalni načini žganja so potrebovali velike količine goriva in tako so leta 1856 v Nemčiji začeli uporabljati Hoffmanovo peč, ki je pospešila in pocenila proizvodnjo opek. V 19. stoletju so sledile še inovacije, ki so se hitro razširile po Evropi in Ameriki. Nato se je okoli leta 1930 spremenilo vsesplošno mnenje in gradnja z opeko je postala zastarela tehnologija ter opeko je nadomestil beton. V današnjih časih se gradnja z opeko ponovno ceni, saj so pozitivne lastnosti, kot so akumulacija toplote, toplotna izolacija, dušenje zvoka in dihanje stavb, neprecenljivi. (Kresal 2012 in Žarnić 2003)



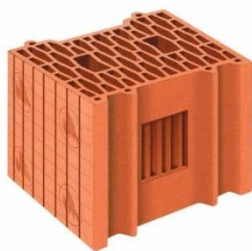
Slika 2-1: Hoffmanova peč (http://en.wikipedia.org/wiki/Hoffmann_kiln)

2.1 Opečni izdelki

Glina spada med klastične sedimente in jo tvorijo kaolin ($\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Si}_2\text{O}_5$), kremen (SiO_2) in glinenec, ki ima velik pomen za tehnologijo proizvodnje keramike, saj vpliva na znižanje tališča gline. Oblikuje se jo lahko v vseh agregatnih stanjih, njeni izdelki pa se lahko pečejo ali sušijo na različnih temperaturah, le to pa daje končnim produktom različne mehanske lastnosti. Proces izdelave gradbene keramike je takšen: izkop gline v glinokopu, obdelava gline preko kotalnih in drobilnih mlinov, mešanje gline, oblikovanje opeke v stiskano ali vlečeno opeko, sušenje opeke, ki mu nato sledi žganje. Zadnja točka pred skladiščenjem in odvozom končnega izdelka pa je kontrola kakovosti in pakiranje. Keramične izdelke, ki se najpogosteje uporabljajo v gradnji, uvrščamo med grobo keramiko (opeke, strešniki, drenažne in tehnične cevi, tehnična posoda), fino keramiko (glazirane in neglazirane ploščice, sanitarna keramika, porcelan, ognjevarna posoda) in steklo. (Žarnić 2003)

Glavni opečni izdelki pri gradnji objektov so: opeka za zid, opeka za strop, opeka za kritino in drugi opečni materiali. Opečni izdelki so bili načeloma standardiziranih oblik in tako smo pri nas do leta 1932 imeli zidake dimenzij 29/14/16,5 cm, ki so bili v razmerju 4:2:1 in zato kompatibilni v vseh smereh. Nato smo prevzeli jugoslovansko standardizacijo, ki je uvedla dimenzije zidkov 25/15/6,5 cm, vendar dimenzije niso bile idealne, zato se je uvedla evropska standardizacija, ki vpeljuje osnovni modul 10 cm, kar daje zidake dimenzij 9, 19, 29 cm. (Kresal 2012)

Med opeke, namenjene zidanju zidov, uvrščamo: polno opeko (zidaki), ki je veljala kot tradicionalen material za nosilne zidove, luknjičavo ali votlo opeko (votlaki), ki ima pred polno opeko prednosti kot so: manjša teža, poraba manjše količine gline in energije potrebne za proizvodnjo, je boljši toplotni, a slabši zvočni izolator. Ob dodajanju primesi glini, ki ob žganju zgorijo, dobimo porozne opeke. Za obloge zidov, ki niso ometani, pa je namenjena fasadna opeka, pri kateri je pomemben predvsem videz. Alternativa klasični opeki, narejeni iz kremenčevega peska, apna in vode v avtoklavah, so silikatni zidaki. (Kresal 2012)



Slika 2-2: Luknjičava opeka
(<http://www.merkur.si/>)



Slika 2-3: Poln opeka
(<http://www.merkur.si/>)

Med opeke za kritino uvrščamo korce kot tradicionalno kritino, ki se že stoletja uporablja v mestih, v 18. stoletju pa se je uveljavila tudi na podeželju. Še ena tradicionalna kritina je bobrovec, značilna kritina za alpsko krajino in mesta. Na slovenskem ozemlju, predvsem v vzhodni in jugovzhodni Sloveniji, pa so značilni tudi zarezniki. (Kresal 2012)

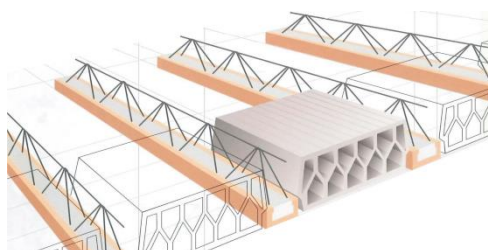


Slika 2-4: Korci
(<http://www.merkur.si/>)



Slika 2-5: Bobrovec
(<http://www.merkur.si/>)

Poleg opek namenjenih zidnim in strešnim konstrukcijam pa so na voljo še opeke za stropne konstrukcije, ki so v kombinaciji z armiranobetonskimi stropi. Tipa opek »super« in »monta« potrebujeta pri vgradnji opaž, med tem ko je pri tretjem, »rapid«, površina opažanja minimalna. (Kresal 2012,)



Slika 2-6: Stropni sistem "rapid" (<http://www.preklade.si/>)

Zaradi boja na tržišču se proizvajalci neprestano trudijo z inovacijami opečnih izdelkov, ki bi olajšali gradnjo in dali opeki še dodano vrednost pri uporabnikih. Na tržišču so tako opečne preklade, ki so enostavne za vgradnjo, uspeli so tudi narediti opečni vogalni element za izvedbo vertikalnih vezi. Ta element se lahko ob rezanju po eni stranici uporabi tudi kot opaž za večje preklade ali horizontalne vezi, ob rezanju dveh stranic pa se lahko uporabi tudi že kot opaž in manjša izolacija čelne površine stropne betonske plošče. Opečnim zidovom trenutno najbolj konkurirajo zidovi iz plinobetona, zato so že na tržišču tudi opečni votlaki, ki imajo med praznimi prostori toplotno izolacijo.



Slika 2-7: Vogalni element OVE-29 za izvedbo vertikalne vezi (<http://www.go-opekarne.si/>)



Slika 2-8: Opeka s toplotno izolacijo (<http://www.bvv.cz/>)

2.2 Lastnosti opečnih zidakov in strešnikov

Opečni izdelki imajo posebno mesto v našem načinu življenja zato jih opredeljujemo tako po estetski vrednosti, nosilnosti in trajnosti. Lastnosti lahko tudi razdelimo v estetske in mehanske ter gradbeno fizikalne. Med estetske lastnosti sodijo: barva, tekstura, oblika, velikost in dimenzijska obstojnost. Mehanske ter gradbeno fizikalne lastnosti, ki ovrednotijo uporabnost zidakov in strešnikov pa so: poroznost, vsrkavanje vlage, trdnost, modul elastičnosti, toplotna prevodnost, akustične lastnosti, požarna odpornost in, še posebej za strešnike, zmrzljinska odpornost, vodoneprepustnost in odpornost na udarce. Pri kakovostnih izdelkih mora biti kontrolirana količina večjih apnenih zrn in količina soli.

Pri gradnji moramo biti predvsem pozorni, da izberemo pravilno opeko glede trdnosti, ki variira od vrste glin, poroznosti in načina žganja. Tlačna trdnost klasičnih opečnih izdelkov je med 5 in 20 MPa. Na tržišču pa so tudi visoko trdne opeke, ki dosegajo tlačno

trdnost do 70 MPa. Modul elastičnosti se giblje med 5000 do 30000 MPa. Prav tako se ne sme prezreti odprte poroznosti opeke pred vgradnjo, saj je lahko presuha ali premokra. V prvem primeru bi opeka posrkala vodo iz malte in le-ta se ne bi vezala, če pa je zid oziroma opeka premokra, se vezanje malte upočasni, zid se lahko zaradi lastne teže posede, plast vode med opeko in malto pa zmanjšuje strižno trdnost zidu. Zaradi različne poroznosti se lahko teža navadne polne opeke razlikuje od 1,8 do 3,8 kg.

Negativni lastnosti opečnih izdelkov sta krhek lom, ki je odvisen od nastalih razpok pri sušenju, in eflorescenca ali cvetenje, ki je posledica izločanja v vodi topnih snovi. Načeloma nima velikega vpliva, težave pa nastopijo, ko se sol nabira pod ometom in tako povzroča njegovo odpadanje. Za krušenje opeke so tudi kriva apnena zrna, saj pri gašenju CaO nabrekajo. Proizvajalci morajo upoštevati tudi raztezek pri vlaženju, ki nastane pri sveže pečeni opeki, ter tako predvideti ustrezno skladiščenje pred prodajo končnemu kupcu. Predvsem strešniki morajo biti zmrzlinško odporni in minimizirati nabrekanje ledu v porah, ki povzroči širjenje razpok in nove odprte pore, zaradi česar pride do luščenja.

Opeka ima dobro požarno in kemično odpornost, za poškodbe so nevarne načeloma le ekstremne razmere. Od odstotka vsrkanе vode in tipa zidaka je odvisna prevodnost opeke. V spodnji tabeli je primerjava med različnimi tipi zidakov različnih proizvajalcev. (Žarnić 2003)

Tabela 2.1: Primerjava tehničnih lastnosti opek (<http://www.go-opekarnе.si/> in <http://www.wienerberger.si/>)

Tip	Dimenzije (cm)	Masa (kg)	Poraba opeke (kos/m ²)	Poraba opeke (kos/m ³)	Toplotna prevodnost (W/mK)	Zvočna izolacija (dB)	Marka (MPa)
Wienerberger Modul blok	29/19/19	6,75	25	85	0,61	/	10
Goriške opekarnе MB 29-19	29/19/19	8,20	25	85	0,32	54	15
Wienerberger Porotherm 30 S P+E	30/25/23, 8	11,02	16	53	0,23	/	10
Goriške opekarnе Go term 29 PU	33/29/19	15,5	15	51,7	0,24	53	15

3 STEKLO KOT GRADBENI MATERIAL

Steklo je sprva služilo ljudem kot dobrina. Uporabljali so ga kot okras, za lepotne dodatke ali pa kot pripomoček za izvajanje verskih obredov. Za izumitelje stekla veljajo Egipčani, prvi stekleni predmet je star okoli 6000 let, najden je bil v Tebah, med tem ko je prvi stekleni proizvod, steklenička za dišave, stara okoli 3500 let. Steklo kot ravna površina za zapolnitev zidnih odprtin se je prvič pojavilo v prvem stoletju v Pompejih in Herkulanumu. Izpopolnjevanje tehnik izdelovanja stekla se je vseskozi razvijalo, a je bilo steklo kot surovina zelo drago in tako je bil Dunaj šele leta 1458 prvo mesto, ki je imelo skoraj polovico hiš s steklenimi okni. Prvo čisto in brezbarvno kristalno steklo so proizvedli konec 18. stoletja na Češkem.

Prvi pravi mejnik in spodbuda za uporabo stekla je Kristalna palača v Londonu, zgrajena za svetovno razstavo leta 1851. Posebna oziroma pomembna pa je zaradi načina izgradnje, saj je to bila prva stavba, ki je bila dosledno zgrajena iz prefabriciranih elementov iz jekla in stekla. Sledil je razcvet stekla v arhitekturi. (Žegarac Leskovar & Premrov 2013in Kresal 2012)

3.1 Vrste stekel

Steklo kot skoraj vodilni material arhitektov pri načrtovanju objektov se neverjetno razvija z izpopolnjevanjem oziroma dograjevanjem njegovih lastnosti. V preteklosti je bila glavna šibka lastnost stekla za njegovo uporabo pri stavbah predvsem energijska neučinkovitost. V sedanjosti nam nudi zaščito pred atmosferskimi vplivi, nudi naravno osvetlitev in skladiščenje energije.

Večina proizvedenega stekla je iz natrijevega oksida, kalcijevega oksida in silicijevega oksida, označeno s kratico SLS, kar je razvidno iz tabele 3.1. V tabeli 3.2 so podane karakteristične fizikalne lastnosti SLS stekla.

Poleg najbolj uporabljenega stekla, stekla za okna (t.i. float), obstajajo tudi stekla za posode, vlečeno in valjano steklo. (Žegarac Leskovar & Premrov 2013)

Tabela 3.1: Kemična sestava stekla (Žegarac Leskovar & Premrov 2013)

Snov	Kemični simbol	Delež snovi v steklu (%)
Silicijev oksid	SiO ₂	69 - 74
Kalcijev oksid	CaO	5 – 12
Natrijev oksid	Na ₂ O	12 – 16
Magnezijev oksid	MgO	0 - 6
Aluminijev oksid	Al ₂ O ₃	0 - 3

Tabela 3.2: Karakteristične fizikalne lastnosti SLS stekla (Žegarac Leskovar & Premrov 2013)

Lastnost	Simboli z enotami	Vrednosti
Lastna prehodna temperatura stekla	T _g [°C]	564
Temperatura v tekočem stanju	T _l [°C]	1000
Gostota	ρ [kg/m ³]	2500
Koeficient toplotnega raztezka	α _t [K ⁻¹]	0,9 x 10 ⁻⁵
Toplotna prevodnost	λ [W/mK]	1
Specifična toplota	c [J/kgK]	720
Povprečni odbojni indeks v vidnem polju valovnih dolžin	n	1,5

Ob tlačni obremenitvi steklo prevzema obremenitve od 700 do 900 MPa, kar je približno 2 krat več kot jeklo in kar 40 krat več kot les. Med tem ko so upogibne trdnosti različne glede na vrsto stekla in se gibajo od 45 MPa pri float steklu ter do 150 MPa pri kemično ojačanem steklu.

Pri načrtovanju in integraciji steklenih površin v objekt se moramo zavedati tudi same pozicije steklenih površin. Le-te so po navadi na južni strani, kjer so izpostavljene največjim temperaturnim obremenitvam. Upoštevati moramo predvsem stike različnih materialov in njihove različne koeficiente toplotnega raztezka. (Žegarac Leskovar & Premrov 2013)

Vlečeno steklo se proizvaja s strojnim navpičnim vlečenjem, je enake debeline in prozorno ter brezbarvno. Ker po vlečenju ni dodatne obdelave, se pojavljajo napake zaradi katerih so stekla razvrščena v tri razrede. To steklo je debelo od 1,5 do 10 mm.

Valjano steklo se proizvaja tako, da se raztaljena steklovina vlije na obdelovalno ploščo, kjer z železnim valjem valjajo material do končne želene debeline. S tem načinom so narejena reliefna stekla. Z valjanim steklom je mogoče narediti armirano steklo z vstavljanjem žične mreže med dve stekleni plošči. Reliefna stekla so debeline 3 do 6 mm, armirana pa 6 do 7 mm.

Najbolj uporabljeno steklo je **float steklo**. Pridobiva se ga z vlivanjem stekla na horizontalno površino iz raztaljene kovinske zlitine, kjer se ga oblikuje, dokler nista obe površini stekla povsem vzporedni in brez napak. Float steklo je standardnih dimenzij debeline 2 do 6 mm in 8, 10, 12, 15, 19 ter 25 mm in v ploščah 3,21 x 6 m.

Float steklu se s tehnološkimi posegi kot so: kemična sestava, kaljenje, lepljenje z vmesnim steklom, prevleke (nanosi, folije) in sestavljanje z vmesnim polnjenjem in dodatki, spreminjajo oziroma izboljšujejo nekatere lastnosti. Na tržišču najdemo delno kaljeno steklo kakor tudi kaljeno steklo, za katerega se mora oblika oziroma dimenzija steklene površine vedeti pred kaljenjem, saj se po kaljenju ne more več oblikovati. To steklo se uporablja predvsem kot varnostno steklo, ker se razbije v male koščke. Kemično kaljenje se pri nas ne izvaja. Za pridobitev takšnega stekla se steklo potopi v kalijevo sol ali kalijev nitrat. Za razliko od polno kaljenega stekla se to da oblikovati po končani proizvodnji, vendar se z rezanjem oslabi moč v pasu okoli 20 mm od roba rezanja. Ta vrsta stekla tudi ni varna, saj se razbije po dolžini v velikih kosih.

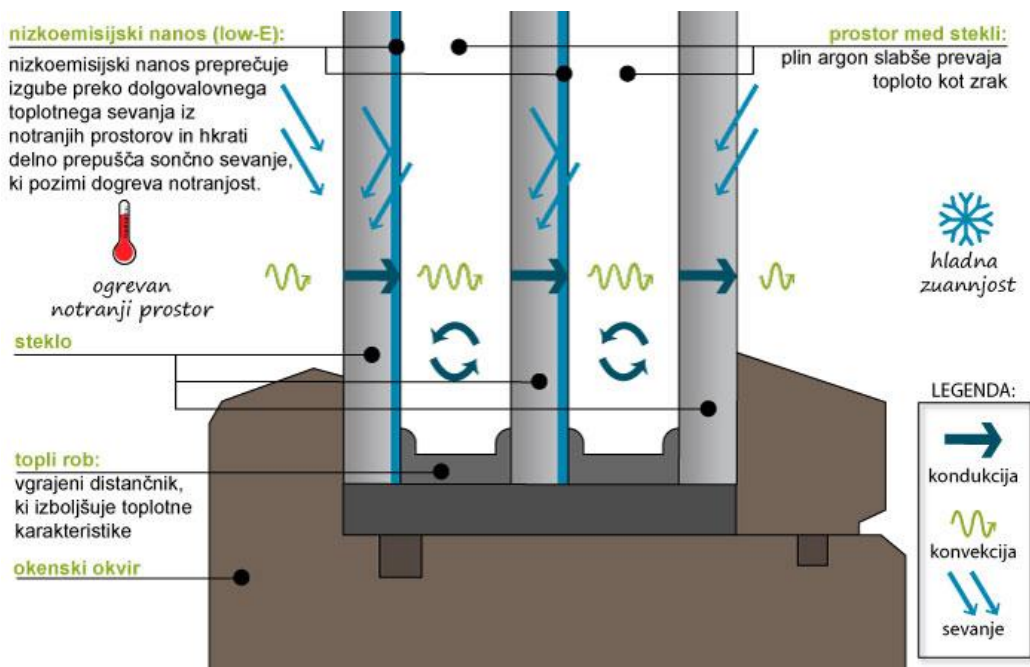
Kot skupino stekel lahko opredelimo tudi lepljena stekla, ki so sestavljena iz dveh ali več steklenih plošč, ki so povezane s folijo iz polivinilbutirala, vlivane smole ali kakšnih drugih organskih ali neorganskih snovi, ki povezujejo stekli. Ta stekla so, poleg kaljenih, določena kot varnostna stekla. (Žegarac Leskovar & Premrov 2013, Kresal 2012 in Steklene fasade, zbornik predavanj 2005)

3.2 Izolacijsko steklo

Najšibkejši člen objektov pri toplotni prehodnosti so prav okna, saj imajo U vrednost večjo kot drugi gradbeni elementi. A z nenehnim razvojem se razlike zmanjšujejo. Zelo učinkovit je več komorni plinski sistem in različni premazi ali prevleke.

Toplota se preko okna prenaša na tri načine, in sicer s kondukcijo, s konvekcijo in sevanjem. Pri kondukciji se toplota vedno prenaša iz toplejše strani proti hladnejši, zaradi

tega se lahko smer prehajanja toplote spreminja. Konvekcija se pojavi v komori med stekli in na vsaki zunanji strani stekla.



Slika 3-1: Shema okna s prikazom prehajanja žarkov (<http://www.oknakli.si/>)

»Refleksija je za obe površini stekla 7 – 8 % svetlobnih žarkov in okoli 13 % toplotnih žarkov. Pri dvoslojnem steklu se te vrednosti podvojijo. Absorpcija je odvisna od debeline stekla in je od 1,6 do 2,5 % za svetlobne žarke in okoli 10 % za toplotne žarke. Transmisija običajnega stekla je od 91 do 93 % za svetlobne žarke in okoli 87 % za toplotne žarke.« (cit. Kresal 2012)

Pri izolacijskih steklih merimo toplotne karakteristike svetlobe in toplote z naslednjimi vrednostmi: s koeficientom toplotne prehodnosti U , ki ima različne vrednosti za steklo, okvir in celotno okno, z g vrednostjo, ki nakazuje prepustnost sončne energije steklene plošče. Vrednost g sestavljata dve vrednosti: direktno prepuščena in sekundarno oddana energija. Velik vpliv na izolativnost okna ima tudi zrakotesna izvedba oziroma montaža okna po RAL standardu, kar prikazuje slika 3.2.



Slika 3-2: Vgradnja oken po RAL standardu (<http://www.mojmojster.net/>)

Za samo ugodje uporabnikov so pomembni tudi: faktor prepustnosti svetlobe LT, faktor R, ki v % izraža vidni del sončne svetlobe odbite od steklene površine, barvni indeks Ra, ki indicira našo prepoznavanje barve notranje in zunanje svetlobe zaradi različnih premazov (najvišja oziroma najboljša vrednost za nevtralno zaznavanje barv je 99).

Na voljo sta dva tipa izolacijskih stekel, in sicer toplozaščitna stekla, pod katera štejemo dvoslojno, troslojno in vakumsko toplozaščitno steklo ter sončnozaščitna stekla, pod katera spadajo absorpcijsko, refleksijsko in visokoselektivno sončnozaščitno steklo.

Toplotna prehodnost U se nenehno izboljšuje. U faktor za enojno steklo je bil 5,8 W/m²K, sledilo mu je dvoslojno toplotnoizolacijsko steklo (termopan) s toplotno prevodnostjo 3,0 W/m²K. Današnja dvoslojna stekla imajo »low e« nanos ter v medprostoru plin in tako faktor U 1,1 W/m²K, med tem ko imajo troslojna stekla 2x »low e« nanos in 1x plin ter vrednost U od 0,7 – 0,5 W/m²K. Boljše vrednosti pa dosegajo vakumska stekla 0,5 W/m²K. (Žegarac Leskovar & Premrov 2013 in Kresal 2012)

Pri celotni toplotni prevodnosti okna je potrebno upoštevati vse naslednje faktorje:

$$U_w = \frac{A_g * U_g + A_f * U_f + l_g * \Psi}{A_g + A_f}$$

kjer je:

U_w – toplotna prehodnost okna

U_f – toplotna prehodnost okvirja

U_g – toplotna prehodnost stekla/premaza

A_f – površina okvirja okna

A_g – površina okenskega stekla

l_g – dolžina stika okvirja in stekla

Ψ – linearna toplotna prepustnost na robu stekla

3.3 Varnostno steklo

Zaradi nevarnosti, ki pretijo ob poškodbi steklenih površin, se uporabljajo varnostna stekla povsod, kjer so predvideni ljudje oziroma so možnosti, da bi prišlo do poškodb. Varnost dosegamo predvsem s kaljenjem in lepljenjem, ki izboljšujeta lastnosti glede na udarec, lom in požar.

Pod varnostna stekla tako uvrščamo: kaljeno varnostno steklo, lepljeno varnostno steklo in požarno odporno steklo, ki je dejansko lepljeno in ima še tako poleg požarne varnosti tudi zelo dobre akustične lastnosti in visoko stopnjo protivlomne zaščite.

Požarno odporna stekla se naprej delijo na steklo razreda G(E), ki zaustavi širjenje plamena in plinov za 30 ali 60 min, ne ustavi pa širjenja toplotnega sevanja. V tem razredu so primerna žična in lepljena stekla. Razred F(E1) pa zaustavi širjenje plamenov, plinov in tudi toplotno sevanje za čas 30, 60, 90 ali 120 min. (Kresal 2012)



Slika 3-3: Poškodba lepljenega stekla (<http://www.mizarstvoperko.com/>)

3.4 Pametna stekla

Poleg izolativnih in varnostih stekel so na tržišču tudi pametna stekla: **fotokromno steklo**, ki potemni ali posvetli v odvisnosti od izpostavljenosti sončnega sevanja, **termokromno steklo**, ki pri povišani temperaturi ustvari refleksijo in tako zmanjša prepustnost sončnih žarkov, **termotropno steklo**, ki reagira enako kot termokromno s to razliko, da kljub zmanjšani prepustnosti sončnih žarkov prepušča razpršeno svetlobo. **Elektrokromno steklo** posvetli ali potemni pod vplivom električnega toka, **elektro-optično steklo** se uporablja za ogrevanje le-tega, **dikroično steklo** omogoča menjavo barv, ki se spreminjajo glede na vpadni kot svetlobe in **hologramsko steklo** je sestavljeno iz dveh plasti stekla, vmesna plast pa je hologramska prevleka. (Kresal 2012)

3.5 Gradbeni elementi iz stekla

Pod pojmom steklo si v gradbeništvu in arhitekturi večino predstavljamo okna in steklene fasade. Dejansko pa so na tržišču še drugi izdelki, katerih glavna vsebina je steklo.

Izredno dober toplotni izolator je steklena volna, ki je lahka, ne gnije, ne trohni in je odporna na visoke temperature. Na voljo so tudi izdelki iz steklenih vlaken, kot so razni trakovi, platna ali pa so ti trakovi uporabljeni kot armatura pri elementih iz plastičnih mas. Med izdelke iz stekla tudi spada vodno steklo, ki je odličen impregnacijski namaz ali pa kot dodatek cementni malti za doseganje vodonepropustnosti. Zelo znano je tudi pleksi steklo in pa penjeno steklo, ki je reciklirano iz starega stekla in je dober toplotni izolator ter zelo dobro prenaša vplive kemikalij, ne vpija vode in ima zelo visoko tlačno trdnost. (Kresal 2012)



Slika 3-4: Steklena volna Ursa DF39
(<http://www.mix-trgovina.si/>)



Slika 3-5: Vodno steklo
(<http://www.elektronik.si/>)

4 ELEMENTI NIZKOENERGIJSKE HIŠE

Klimatske spremembe in zmanjševanje zaloga fosilnih goriv so del vsakdanjih novic in realnost, katere se vedno bolj zavedamo in poskušamo usmeriti način življenja v takšno smer, da bi bili posegi v ravnovesje narave čim manjši. Pri načrtovanju novih objektov ni glavna skrb samo poraba energije za ogrevanje, ampak je cilj novih objektov čim boljša učinkovitost: lociranja, oblike in velikosti, porabe energije za ogrevanje, hlajenje in prezračevanje, zagotovitve sanitarne vode, minimalnega onesnaževanja in obremenjevanja

okolja ter hkrati tudi uporabljati materiale, ki niso produkt velike potrošnje energije. (Žegarac Leskovar & Premrov 2013 in Od nizkoenergijske do pasivne hiše 2006)

4.1 Delitev objektov glede na letno porabo energije

Stavbe so same po sebi namenjene uporabi, za svoje delovanje pa potrebujejo energijo. Večina stavb ima tako urejeno ogrevanje in toplo vodo, ki skozi celotno leto porabita določeno količino energije in le-ta poraba je opredeljena po posameznih razredih učinkovitosti.

NIZKOENERGIJSKE HIŠE letno porabijo za ogrevanje med 15 kWh/(m²a) in 60 kWh/(m²a). Za takšno porabo energije je potrebna že dobra toplotna izoliranost, zrakotesnost in dvoslojna okna.

BOLJŠE NIZKOENERGIJSKE HIŠE so hiše z letno porabo energije za ogrevanje do 30 kWh/(m²a). Za doseg te standardov objekt ne sme imeti toplotnih mostov, prezračevanje pa se večinoma vrši kot avtomatsko prezračevanje z vračanjem toplote odpadnega zraka.

PASIVNE HIŠE imajo mednarodno omejeno količino porabe letne energije do največ 15 kWh/(m²a). V objektu tako ne sme biti običajnih ogrevalnih sistemov in klimatskih naprav. S kontroliranim prezračevanjem in vračanjem toplote odpadnega zraka nazaj v prostore se pridobi dodatna potrebna toplota za ogrevanje. Izrednega pomena pa je tudi zrakotesnost objekta, ki lahko skupaj z optimalno toplotno izolacijo zmanjša potrebno energijo za ogrevanje za 40 do 60 %. Izmenjava zraka tako ne sme biti večja od $n_{50} <= 0,6 \text{ h}^{-1}$, kar pomeni, da bi se zrak ob tlaku 50 Pa v celoti zamenjal preko fuge v površini od 50 do 100 cm² na celotnem objektu.

NIČENERGIJSKE HIŠE so glede ovoja lahko povsem enake pasivnim hišam, vendar pa takšne hiše oziroma objekti za ogrevanje ne potrebujejo dodatne energije, saj vso potrebno energijo dobijo z aktivno in pasivno izrabo sončne energije. Zagotovljen mora biti tudi hranilnik toplote za kratkotrajno in dolgotrajno skladiščenje pridobljene sončne energije.

ENERGIJSKO NEODVISNE HIŠE morajo ustrezati vsem zgoraj omenjenim pogojem in imeti še dodatne akumulatorje za shranjevanje elektrike, proizvedene s fotovoltaičnimi celicami. Hiše so neodvisne od energetskega omrežja. Ekonomičnost teh objektov še ni dosežena.

PLUSENERGIJSKE HIŠE so zgradbe, ki so popolnoma neodvisne in odvečno proizvedeno elektriko prodajajo v javno električno omrežje. (Od nizkoenergijske do pasivne hiše 2006)

Same opredelitve glede razreda, v katerega spada objekt, so si različne po državah. V primerjavi z Avstrijo, so naši pogoji za kategorizacijo pasivne hiše milejši. (Žegarac Leskovar & Premrov 2013)

Tabela 4.1: Razredi energijske učinkovitosti glede na letno potrebno energijo za ogrevanje (Žegarac Leskovar & Premrov 2013)

Energijski razred	Poraba energije za ogrevanje Q_h (kWh/m ² a)
A1	0 – 10 (enolitrska hiša)
A2	10 – 15 (pasivna hiša)
B1	15 – 25 (dobra nizkoenergijska hiša)
B2	25 – 35 (nizkoenergijska hiša)
C	35 – 60 (nizkoenergijska hiša z minimalnimi standardi)
D	60 – 105
E	105 – 150
F	150 – 210
G	210 - 300

Tabela 4.2: Avstrijska klasifikacija energijsko učinkovit hiš (Žegarac Leskovar & Premrov 2013)

Tip	Poraba energije za ogrevanje Q_h (kWh/m ² a)	
	Stavbe < 130 m ²	Več nadstropne stavbe
Pasivna hiša	< 10	< 10
Dobra nizkoenergijska hiša	10 – 36	10 – 20
Nizkoenergijska hiša	36 – 45	20 -25

4.2 Toplotni tokovi v stavbah

Stavba kot celota predstavlja svojevrsten energijski sistem v katerem se lahko pojavljajo pozitivni ali negativni energijski tokovi. V stavbah tako lahko prihaja do transmisijskih toplotnih dobitkov (npr. obdobje, ko je zunanja temperatura zraka višja od notranje) ali do transmisijskih toplotnih izgub (Q_t). Enako je s prezračevalnimi dobitki ali izgubami (Q_v). Med toplotne dobitke štejemo še dobitke notranjih virov (Q_i) in solarne dobitke (Q_s). Medsebojna povezava vseh teh izgub ali dobitkov poda za stavbo informacijo ali bo v hišo za ohranjanje določene notranje temperature potrebno toplotno energijo dovesti ali odvesti.

$$Q_t + Q_v + Q_i + Q_s = \Delta Q$$

kjer je:

Q_t – transmisijske toplotne izgube (ali dobitki)

Q_v – prezračevalne toplotne izgube (ali dobitki)

Q_i – notranji toplotni dobitki

Q_s – solarni dobitki

S to formulo si lahko razrešimo dva skrajna primera porabe energije za stanovanje. Pozimi nastajajo toplotne izgube z uhajanjem toplote skozi ovoj ter s prezračevanjem. Med tem ko lahko poleti prihaja do neželjenih dobitkov zaradi prezračevanja oziroma zaradi sončnega obsevanja, kar privede do potreb po energiji za hlajenje. (Žegarac Leskovar & Premrov 2013)

Za doseganje čim boljše bilance toplotnih tokov je priporočljivo, da so objekti ustrezno zasnovani, imajo ustrezno velikost in razporeditev steklenih površin glede na orientacijo objekta in imajo smiselno postavitev bivalnih in spalnih prostorov oziroma prostorov, ki so manj ali bolj ogrevani. (Pasivna hiša 2012 in Od nizkoenergijske do pasivne hiše 2006)

4.3 Klimatski pogoji

Zaradi oblike in gibanje našega planeta, svetlobni in toplotni pogoji niso povsod po svetu enaki. Z razumevanjem gibanja in pozicije Zemlje in Sonca lahko z veliko natančnostjo predvidimo oziroma določimo za specifično lokacijo točne karakteristike svetlobnih in toplotnih pogojev. S tem nam je tudi omogočeno fokusiranje na detajle objekta, ki so zahtevani, kadar na primer potrebujemo dodatno ogrevanje oziroma na detajle, ki preprečujejo toplotno preobremenitev.

Načeloma so na državni ravni predpisi, ki upoštevajo podnebje države. Projektanti pa morajo tudi zaznati in pravilno opredeliti lokalne mikro klimatske prostore, ki so za udobno bivanje skoraj najpomembnejši. V obzir se mora vzeti topologija terena ali so kakšne velike ovire v bližini, kakšna je vegetacija, sestava tal, vodni viri in pa predvsem značilni vetrni tokovi, ki so morebiti samo sezonski. (Žegarac Leskovar & Premrov 2013)

4.4 Oblika objekta

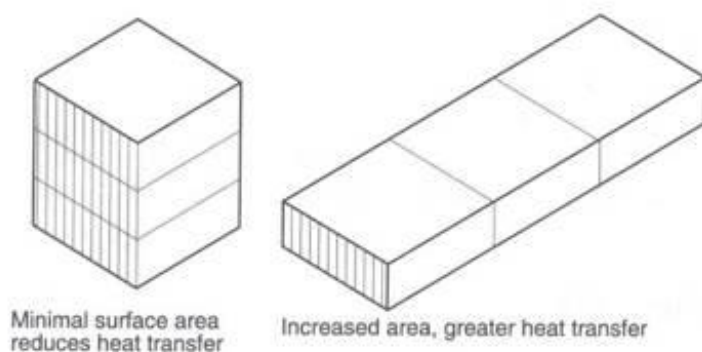
Oblika stavbe je definirana geometrijsko z zunanjimi deli stavbe: zunanje stene, talna plošča in streha. Oblikovno podobo hiše lahko izrazimo tudi z oblikovnim faktorjem F_s , ki je boljše, da je čim nižji, saj s tem minimiziramo toplotne izgube skozi ovoj stavbe. Kljub temu pa lahko z razvejano obliko objekta, pravilno orientacijo in ob upoštevanju specifičnih lokalnih pogojev pridobimo dodatno sončno energijo in s tem bolj optimiziramo delovanje objekta. (Žegarac Leskovar & Premrov 2013)

$$F_s = \frac{A}{V}$$

kjer je:

A – celotna površina ovoja stavbe

V – celoten ogrevan volumen stavbe



Slika 4-1 Prikaz različnih faktorjev oblik objektov z enakimi elementi (levi objekt ima manjši oblikovni faktor F_s kot objekt na desni strani) (<http://www.new-learn.info/>)

4.5 Orientacija

Večje steklene površine objekta naj bi bile orientirane proti jugu zaradi izkoriščanja sončne toplote pozimi in same naravne osvetlitve notranjih prostorov. S takšno zasnovo pa moramo biti pazljivi, da se poleti objekt ne pregreva, kar pa dosežemo z ustrezno sončno zaščito, ki je lahko že v samem steklu ali pa je kot fizična zaščita na ali ob objektu. (Žegarac Leskovar & Premrov 2013)

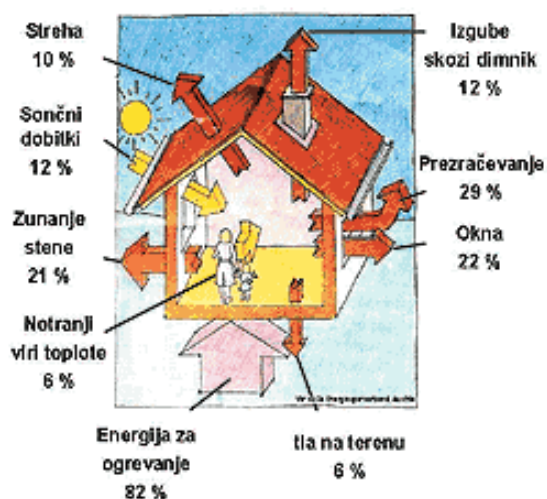
4.6 Konstrukcijski sistem

Za izdelavo nizkoenergijske hiše so na tržišču tako masivne kot lahke konstrukcije. Za dokončno izbiro sta odgovorna projektant in finančne zmožnosti investitorja. Na voljo je na primer gradnja z opeko, betonom ali lesom.

Opečna konstrukcija zagotavlja stavbi optimalno toplotno zaščito, zračno tesnost ovoja stavbe in tesnost pred vetrom ter minimalizira toplotne mostove. (Kako odpraviti toplotne mostove v pasivni in nizkoenergijski hiši? 2010)

4.7 Toplotni ovoj objekta

Ovoj stavbe predstavlja zaščito objekta pred izgubljanjem energije zaradi prehajanja toplega zraka v prostoru proti mrzlem zunanjem okolju. Prav tako nas ščiti pred prevelikimi toplotnimi dobitki iz okolja poleti.



Slika 4-2: Toplotne izgube in dobitki (<http://www.finance.si/>)

Toplotne izolacije so v večini primerov obloge, ki se na masivno steno lepijo, sidrajo ali kako drugače vpenjajo. Takšni načini se uporabljajo pri toplotnoizolacijskih ploščah ali lamelah. Določene izolacije pa je možno tudi vpihovati, s čimer se zapolni prostor in prepreči uhajanje toplote. To metodo se lahko uporabi pri lahkih konstrukcijah. Izolacije so: umetne anorganske (razne volne in penjeno steklo) in organske (ekspandirani in ekstrudirani polisteren, penjeni polietilen in polnjeni poliuretan) ter naravne (celulozna vlakna, lesna vlakna, kokosova vlakna, lan, konoplja, ovčja volna, pluta in tudi slama). (Kako odpraviti toplotne mostove v pasivni in nizkoenergijski hiši? 2010)

Pri izvedbah objektov prihaja zaradi napak izvajalca ali pa nedodelanega detajla s strani projektanta do toplotnih mostov, ki zmanjšujejo energijsko varčnost stavbe. Toplotne mostove lahko delimo na tri tipe:

KONVEKCIJSKI toplotni most, nastane ob špranjah ali odprtinah, kjer je omogočeno odtekanje toplega zraka.

GEOMETRIJSKI toplotni most nastane, če je površina ovoja v toplem delu stavbe manjša kot površina zunanjega ovoja.

KONSTRUKCIJSKI toplotni most pa nastane, kjer je fizično prekinjen toplotni ovoj stavbe. Za doseganje klasifikacije nizkoenergijska hiša, se lahko na objektu pojavijo le takšni toplotni mostovi. (Kako odpraviti toplotne mostove v pasivni in nizkoenergijski hiši? 2010)

4.8 Zrakotesnost

Za doseganje standardov energijsko učinkovite stavbe mora biti stavba ustrezno zaščiten pred nekontroliranim prehajanjem zraka med zunanostjo in notranostjo. Mesta, ki so najbolj značilna za uhajanje zraka so fuge, špranje ali instalacije, ki imajo preboje na zunanjo stran ovoja hiše.

Problem zaradi nekontroliranega vdora zraka v objekt pride, ker ob izsesavanju izrabljenega zraka v hiši nastane podtlak, ki omogoča prehajanje zunanega mrzlega zraka v notranost in tako povzroča neželene toplotne izgube.

Kako učinkovito je stavba zaščiten proti vdiranju zraka se preverja s testom Blower Door. (Kako odpraviti toplotne mostove v pasivni in nizkoenergijski hiši? 2010)



Slika 4-3: Test Blower Door (<http://de.wikipedia.org/>)

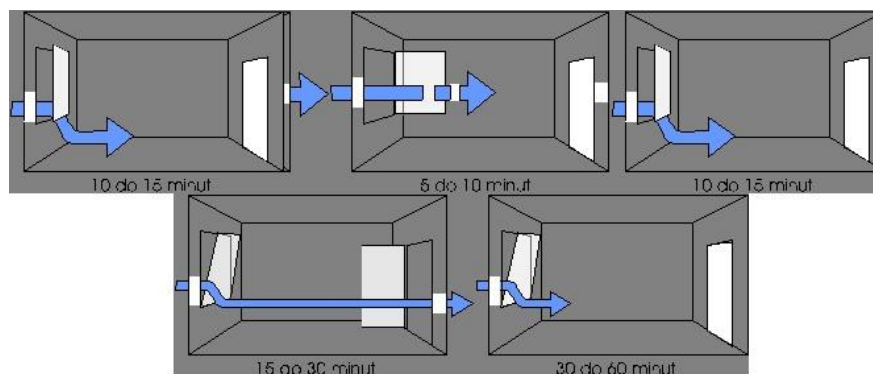
4.9 Prezračevanje

Za normalno funkcioniranje v prostoru oziroma stavbi potrebuje človek primerno temperaturo, osvetlitev, še dovoljeno mero hrupa in pa svež zrak. Z normalnim dihanjem človek porabi okoli $0,4 \text{ m}^3$ zraka na uro. Objekte lahko prezračujemo na različne načine, in sicer:

Tabela 4.3: Primerjava lastnosti prezračevalnih sistemov (Od nizkoenergijske do pasivne hiše 2006)

	Nizkoenergijske stavbe	Pasivne stavbe
Količina svežega zraka	$30 \text{ m}^3/\text{h}$ osebo	$30 \text{ m}^3/\text{h}$ osebo
Tesnost stavbe n_{50}	$\max 1,5 \text{ h}^{-1}$	$\max 0,6 \text{ h}^{-1}$
Izkoristek rekuperatorja	$> 65 \%$	$> 80 \%$

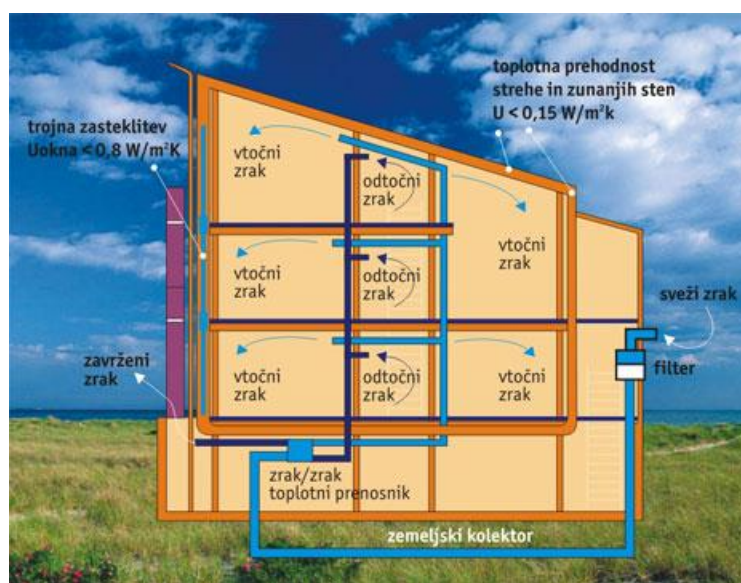
NARAVNO PREZRAČEVANJE se že izvaja s prehajanjem zraka skozi špranje in vse netesne stike na ovoju stavbe. Takšno prezračevanje ni zadostno za zagotavljanje zadostne količine svežega zraka, ni kontrolirano in tudi ni ves čas konstantno, saj je odvisno od temperaturnih razlik med notranjostjo objekta in zunanjo okolico ter od jakosti in smeri vetra. Za učinkovito naravno prezračevanje je potrebno odpiranje okenskih odprtin na stežaj in za krajše časovno obdobje 5 – 10 min s čimer imamo 9 – 15 kratno zamenjavo zraka v eni uri, kar pomeni, da se celotna količina zraka v prostoru zamenja v 4 – 8 minutah. Prezračevanje s priprtimi okni je dolgotrajnejše in energijsko potrošno.



Slika 4-4: Različni načini prezračevanja (<http://gcs.gi-zrmk.si/>)

KANALSKO PREZRAČEVANJE se uporablja predvsem v večstanovanjskih stavbah za prezračevanje prostorov, ki nimajo okenskih odprtin, kot so kopalnice, sanitarije in shrambe. Zrak doteka iz prostorov v kanale, ki vodijo do strehe objekta, samo prezračevanje temelji na temperaturni razliki, ki zagotavlja različne tlake pri vstopu zraka v kanal in izstopu na strehi.

PRISILNO PREZRAČEVANJE se izvaja s centralnimi napravami, ki vsesavajo zunanji sveži zrak in ga vpihavajo v bivalne prostore. Hkrati pa vsesavajo tudi topli odpadni zrak v objektu, njegovo toploto pa izkoristijo za ogrevanje novega svežega vpihanega zraka. Ta postopek rekuperacije lahko v nizkoenergijskem objektu s slabo toplotno zaščito teoretično prihrani do 25 % prvotne rabe energije, v primeru nizkoenergijske hiše z dobro toplotno zaščito pa kar do 33 %. (<http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Publikacije/URE/URE1-11.htm>)

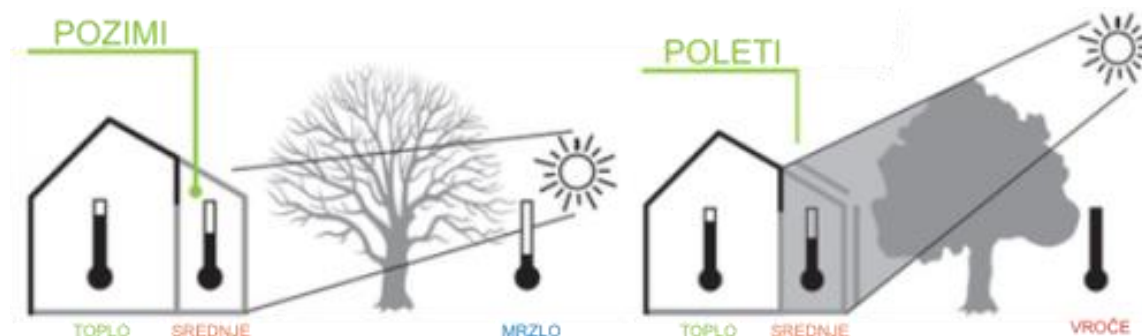


Slika 4-5: Prezračevanje z rekuperacijo (<http://www.klimatizacija-smelcer.si/>)

4.10 Sončna zaščita

Nizkoenergijske hiše imajo dober toplotni ovoj zaradi česar je poleti, ko se moramo zaščititi pred soncem in toploto, v objektu hladneje. A problemi lahko nastanejo zaradi steklenih površin, ki jih imamo na južni strani. Najboljše rešitve so zunanje sončne zaščite v obliki rolet, polken, žaluzij ali fiksnih horizontalnih preprek, zadoščajo že tudi previsi streh in balkoni. Večina teh zaščit pa hkrati lahko opravlja funkcijo, ki omogoča zasebnost in varnost. V pomoč so nam lahko tudi drevesa, ki pozimi odvržejo liste in tako omogočajo

prosto pot svetlobi in toploti, v poletnih dneh pa nudijo senco. (Žegarac Leskovar & Premrov 2013 in Od nizkoenergijske do pasivne hiše 2006)



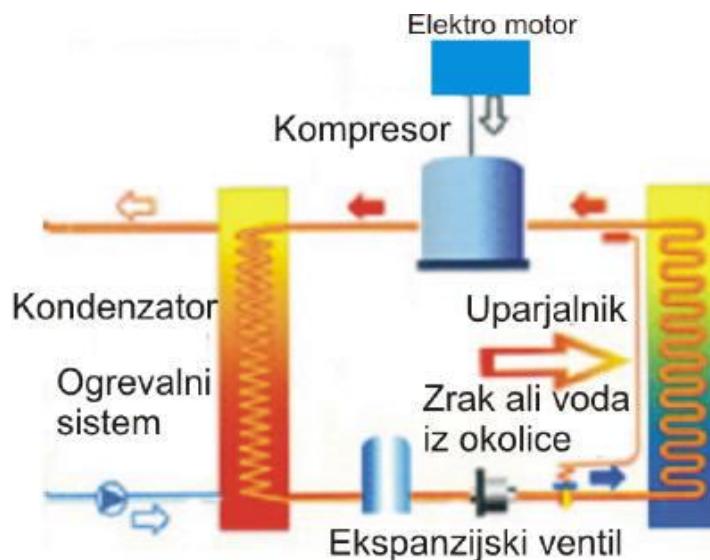
Slika 4-6: Naravna zaščita pred soncem v poletnih dneh (<http://www.mizarstvo.si/>)

4.11 Ogrevanje

Poleg vseh zgoraj omenjenih zaščit in ukrepov za izboljšanje energijskih karakteristik stavbe, pa potrebujemo za bivanje še toplo vodo in tople prostore. Za ogrevanje in pripravo tople sanitarne vode lahko uporabljamo naslednje vire energije: biomaso, solarno energijo, energijo zraka, vode ali zemlje. Poznamo različne tehnološke naprave za izkoriščanje tovrstnih virov in pretvorbo njihove energije v toploto, med najpogosteje uporabljenimi je toplotna črpalka. Toplotna črpalka deluje na principu, da uparjalnik odvzame toploto iz okolice in hladivo pri nizki temperaturi upari in segreje s toploto iz okolice. Kompresor nato sesa segreto paro in jo s stiskanjem segreje, od tu se pa para v kondenzatorju zaradi večjih temperatur in tlaka kondenzira in tako oddaja kondenzacijsko toploto ogrevalnemu mediju. Hladivo ali delovna snov gre preko ekspanzijskega ventila ponovno v uparjalnik.

Na tržišču so na voljo trije tipi toplotnih črpalk, in sicer zrak/voda, voda/voda in zemlja/voda. Toplotne črpalke delujejo na električno energijo in tudi pri njih je pomemben izkoristek, ki se izboljšuje iz leta v leto. Tako se razmerje med pridobljeno energijo in porabljeno elektriko imenuje grelni število. Najbolj učinkovite so toplotne črpalke tipa voda/voda, nato so tipa zemlja/voda in nato zrak/voda. (Kako odpraviti toplotne mostove v pasivni in nizkoenergijski hiši? 2010)

Današnja toplotna črpalka zrak/voda proizvajalca Daikin Altherma Hybrid ima grelni število 4, kar pomeni, da z 1kWh elektrike dobimo 4 kWh toplote za ogrevanje. (<http://www.klima-stagoj.si/>)



Slika 4-7: Prikaz delovanja toplotne črpalke (<http://www.papler.si/>)

5 ZAKONODAJNI OKVIR

5.2 Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES)

Pri načrtovanju oziroma projektiranju stanovanjskih ali ne stanovanjskih stavb mora vsak udeleženec gradnje ali sam končni uporabnik poleg vseh funkcionalnih, estetskih in tehničnih zahtev upoštevati tudi kako bo objekt vplival na okolico. Z vplivom na okolico je predvsem mišljeno na minimalno obremenitev porabe energije, predvsem energije iz fosilnih virov. V izogib samosvojemu razlaganju, so bili že v preteklosti napisani pravilniki, ki so opredeljevali zahteve, ki so morale biti spoštovane. Eden takih pravilnikov je bil JUS U.J5.600, Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (PTZURES) iz leta 2002 in Pravilnik o učinkoviti rabi energije (PURES) iz leta 2008. Le ta je bil prenesen v naš pravni red predvsem iz Direktive o gradbenih proizvodih 89/106/EEC (CPD) in Direktive o energijski učinkovitosti stavb 2002/91/ES (EPBD).

PURES je bil nazadnje spremenjen 22. junija 2010. (po Kako odpraviti toplotne mostove v pasivni in nizkoenergijski hiši?, 2010)

Zdaj veljaven pravilnik PURES je sestavljen iz 23. členov.

7. člen pravilnika določa mejne vrednosti učinkovite rabe energije:

»7. Člen

(mejne vrednosti učinkovite rabe energije)

Energijska učinkovitost stavbe je dosežena, če so izpolnjeni naslednji pogoji:

1. koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub skozi površino toplotnega ovoja stavbe, določen z izrazom $H'(T)$ ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) = $H(T)/A$, ne presega:

$$H'T \leq 0,28 + \frac{T_L}{300} + \frac{0,04}{f_0} + \frac{z}{4}$$

kjer pomeni brezdimenzijsko razmerje med površino oken (gradbena odprtina) in površino toplotnega ovoja stavbe. Za kriterije velja:

- če je $f(0) < 0,2$, se upošteva, da je $f(0) = 0,2$,

- če je $f(0) > 1,0$, se upošteva, da je $f(0) = 1,0$;

2. dovoljena letna potrebna toplota za ogrevanje $Q(\text{NH})$ stavbe, preračunana na enoto kondicionirane površine $A(u)$ oziroma prostornine $V(e)$ stavbe, ne presega:

- za stanovanjske stavbe: $Q(\text{NH})/A(u) \leq 45 + 60 f(0) - 4,4 T(L)$ ($\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$),

- za nestanovanjske stavbe: $Q(\text{NH})/V(e) \leq 0,32 (45 + 60 f(0) - 4,4 T(L))$ ($\text{kWh}/(\text{m}^3\text{a})$),

- za javne stavbe: $Q(\text{NH})/V(e) \leq 0,29 (45 + 60 f(0) - 4,4 T(L))$ ($\text{kWh}/(\text{m}^3\text{a})$);

3. dovoljen letni potreben hlad za hlajenje $Q(\text{NC})$ stavbe, preračunan na enoto hlajene površine stavbe $A(u)$, ne presega:

- za stanovanjske stavbe: $Q(\text{NC})/A(u) \leq 50 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$;

4. letna primarna energija za delovanje sistemov v stavbi $Q(p)$, preračunana na enoto ogrevane površine stavbe $A(u)$, ne presega:

- za stanovanjske stavbe: $Q(p)/A(u) = 200 + 1,1 (60 f(0) - 4,4 T(L)) \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$;

5. ne sme biti presežena nobena od mejnih vrednosti, določenih v tabeli 1 točke 3.1.1 tehnične smernice.« (citat, uradni list RS, št. 52/2010, 7. člen, www.uradni-list.si)

Zgoraj navedeni okvirji, v katerih naj bi bile novozgrajene stavbe, veljajo od 01.01.2015, pred tem so veljali milejši pogoji, ki so opredeljeni v 21. členu pravilnika.

V nadaljevanju pravilnika so opredeljeni pogoji arhitekturne zasnove, toplotne zaščite, ogrevanja, hlajenja, prezračevanja, priprave tople vode in razsvetljave. Opredeljeni so tudi vhodni podatki in pa obnovljivi viri energije, ki so opredeljeni v 16. členu. Ta člen opredeljuje stavbo kot energijsko učinkovito, če je, poleg zahtev iz 7. člena, zagotovljeno najmanj 25 % celotne končne energije za delovanje sistemov v stavbi z uporabo obnovljivih virov energije ali pa, če objekt ustreza enim od naslednjih kriterijev: (uradni list RS, št. 52/2010, 7. člen, www.uradni-list.si)

»(2) Energijska učinkovitost stavbe je dosežena tudi, če je delež končne energije za ogrevanje in hlajenje stavbe ter pripravo tople vode pridobljen na enega od naslednjih načinov:

- najmanj 25 odstotkov iz sončnega obsevanja,
- najmanj 30 odstotkov iz plinaste biomase,
- najmanj 50 odstotkov iz trdne biomase,
- najmanj 70 odstotkov iz geotermalne energije,
- najmanj 50 odstotkov iz toplote okolja,
- najmanj 50 odstotkov iz naprav SPTE z visokim izkoristkom v skladu s predpisom, ki ureja podpore električni energiji, proizvedeni v sproizvodnji toplote in električne energije z visokim izkoristkom,
- je stavba najmanj 50 odstotkov oskrbovana iz sistema energijsko učinkovitega daljinskega ogrevanja oziroma hlajenja.

(3) Šteje se, da je energijska učinkovitost stavbe dosežena, če je dovoljena letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe, preračunana na enoto kondicionirane površine oziroma površino stavbe za najmanj 30 odstotkov nižja od mejne vrednosti iz 7. člena tega pravilnika.

(4) Ne glede na prvi, drugi in tretji odstavek tega člena se za enostanovanjske stavbe šteje, da je energijska učinkovitost dosežena, če je vgrajenih najmanj 6 m² (svetle površine) sprejemnikov sončne energije z letnim donosom najmanj 500 kWh/(m²a).« (citac, uradni list RS, št. 52/2010, 7. člen, www.uradni-list.si)

V zadnjih členih pravilnika pa so opredeljeni izpusti CO₂ in kazalniki ter pravila o izdelavi izkaza in sami projektni dokumentaciji, ki je del gradbenega dovoljenja. (uradni list RS, št. 52/2010, 7. člen, www.uradni-list.si)

V spodnji tabeli, ki je povzeta iz tehničnih smernic učinkovite rabe energije, so podane maksimalne vrednosti toplotne prehodnosti posameznih konstrukcijskih elementov katere ne smejo biti presežene. V nadaljevanju diplomskega dela bo prikazano, da so te vrednosti na našem projektu bistveno manjše.

Tabela 5.1: Maksimalne vrednosti toplotne prehodnosti posameznih konstrukcijskih elementov (Tehnična smernica Učinkovita rabe energije)

	Gradbeni elementi stavb, ki omejujejo ogrevane prostore	U_{MAX} (W/m ² K)
1	Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom.	0,28
2	Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom – manjše površine, ki skupaj ne presegajo 10 % površine neprozornega dela zunanje stene.	0,60
3	Stene, ki mejijo na ogrevane sosednje stavbe.	0,50
4	Stene med stanovanji in stene proti stopniščem, hodnikom in drugim manj ogrevanim prostorom. Notranje stene in medetažne konstrukcije med ogrevanimi prostori različnih enot, različnih uporabnikov ali lastnikov v nestanovanjskih stavbah	0,70 0,90
5	Zunanja stena ogrevanih prostorov proti terenu.	0,35
6	Tla na terenu (ne velja za industrijske stavbe).	0,35
7	Tla nad neogrevano kletjo, neogrevanim prostorom ali garažo.	0,35
8	Tla nad zunanjim zrakom.	0,30
9	Tla na terenu in tla nad neogrevano kletjo, neogrevanim prostorom ali garažo pri panelnem – talnem ogrevanju (ploskovnem gretju).	0,30
10	Strop proti neogrevanim prostorom, stropi v sestavi ravnih in poševnih streh (ravne ali poševne strehe).	0,20
11	Terase manjše velikosti, ki skupaj ne presegajo 5 % površine strehe.	0,60
12	Strop proti terenu.	0,35
13	Vertikalna okna ali balkonska vrata in greti zimski vrtovi z okvirji iz lesa ali umetnih mas. Vertikalna okna ali balkonska vrata in greti zimski vrtovi z okvirji iz	1,30 1,60

	kovin.	
14	Strešna okna, steklene strehe.	1,40
15	Svetlobniki, svetlobne kupole (do skupno 5 % površine strehe).	2,40
16	Vhodna vrata.	1,60
17	Garažna vrata.	2,00

5.3 Energetska izkaznica

Prenovljen zakon o energetske izkaznici je začel veljati s 01.01.2015. Energetska izkaznica je namenjena predvsem potencialnim kupcem nepremičnin oziroma najemnikom le teh. V njej je opredeljena energijska učinkovitost stavbe ali dela nje, prav tako pa so navedena priporočila kako povečati energijsko učinkovitost.

Zakon določa, da je potrebno energetska izkaznico pridobiti, če se nepremičnina prodaja ali oddaja za daljši čas kot 12 mesecev in za vse nove stavbe ter vse javne stavbe s površino večjo od 500,00 m², od 9.07.2015 pa bo ta površina 250,00 m². (<http://www.energetika-portal.si/podrocja/energetika/energetske-izkaznice-stavb/>)

V Sloveniji je uvedba energetske izkaznice stavbe podprta z naslednjo zakonodajo: (<http://www.energetskaizkaznicastavbe.si/zakonodaja/>)

Energetski zakon (EZ-1), Ur. l. RS, št. 17/2014 z dne 07.03.2014), ki predpisuje obveznost energetske izkaznice, veljavnost, licence.

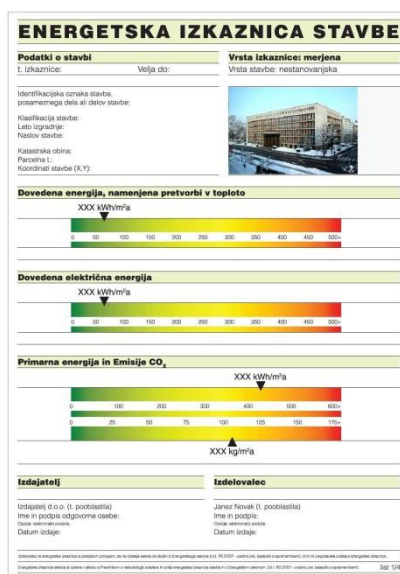
Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaje energetske izkaznice stavb, (Ur. l. RS št. 77/2009, z dne 02.10.2009), ki predpisuje podrobnejšo vsebino in obliko energetske izkaznice, metodologijo za izdajo energetske izkaznice ter vsebino podatkov, način vodenja registra energetske izkaznice in način prijave energetske izkaznice za vpis v register.

Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o metodologiji izdelave in izdaji energetske izkaznice stavb (Ur. l. RS št. 93/2012 z dne 07.12.2012), ki predpisuje novo grafično podobo energetske izkaznice ter uvaja primarno energijo kot enega od kazalnikov energijske učinkovitosti stavbe.

Pravilnik o usposabljanju, licencah in registru licenc neodvisnih strokovnjakov za izdelavo energetske izkaznice, (Ur. l. RS št. 6/2010 z dne 29.01.2012), ki določa program usposabljanja za neodvisne strokovnjake za izdelavo energetske izkaznice, pogoje za izvajalca usposabljanja, program usposabljanja, pripravo in izvedbo usposabljanja.

Pravilnik o spremembi Pravilnika o usposabljanju, licencah in registru licenc neodvisnih strokovnjakov za izdelavo energetskih izkaznic, (Ur. l. RS št. 52/2010 z dne 30.06.2010) in **Tehnična smernica TSG-1-004:2012** (povezava), ki določa računsko metodologijo energetske izkaznice stavb.

Uredba o določitvi najvišjih cen za izdajo energetske izkaznice (Ur. l. RS št. 15/2014 z dne 28.02.2014), ki določa najvišje cene za izdelavo in izdajo energetskih izkaznic za stanovanjske stavbe.



Slika 5-1: Energetska izkaznica stavbe (<http://www.energetika-portal.si/podrocja/energetika/energetske-izkaznice-stavb/>)

6 PROJEKT NIZKOENERGIJSKE HIŠE

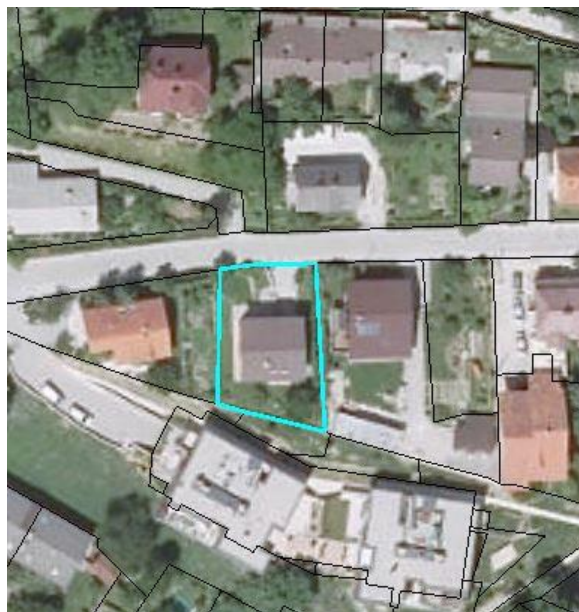
6.1 Tehnično poročilo

LOKACIJA

Predvidena gradnja je zasnovana na parcelni št. 1374 k.o. Celje. Na parceli je že obstoječ stanovanjski objekt, ki bi se ga porušilo. Območje je na pobočju, ki razkriva pogled na staro mestno jedro Celja, parcele so ravne, saj so izvedene v terasah.

V pridobljeni lokacijski informaciji so opredeljeni odmiki objektov od sosednjih zemljišč s 3,0 m za manj zahtevne objekte in 1,0 m za enostavne in nezahtevne objekte. Varovalni

pas od ceste ni opredeljen, saj ga določa soglasodajalec. Novi objekt bi bil tako lociran 4,0 m od lokalne ceste in 3,0 m od sosednjih zemljišč na vzhodu in zahodu. Oddaljenost od južne sosednje parcele bi bila 8,0 m, od sosednjega južnega objekta pa 13,0 m, kar pozimi omogoča neprestano osončenje, saj je sosednji objekt visok 4,7 m in tako je kot med najvišjo točko sosednjega objekta in najnižjo točko novega objekta $19,88^\circ$.



Slika 6-1: Lokacija parcele z nameravano gradnjo, parc. št. 1374, k.o. Celje
(<http://www.arso.gov.si/>)

ZASNOVA

Pritličje objekta smo zasnovali v obliki črke T, ki je hkrati podstavek podolgovatemu volumnu nadstropja. Streha je ravna in se prilagaja sosednjemu večstanovanjskemu objektu na jugu, ki ima prav tako ravno streho. Vhod v objekt in dovoz sta na severovzhodni strani parcele. V pritličju so tako servisni prostori, vetrolov, kotlovnica in WC locirani na severno stran, med tem ko so bivalni prostori na svetli in pozimi topli južni strani. Vertikalno komunikacijo med pritličjem in nadstropjem predstavljajo enoramne stopnice. Nadstropje smo organizirali prav tako, da so servisni prostori na severni strani in spalni na južni. Večino steklenih površin smo umestili na južno fasado. V nadstropju smo zasnovali tudi manjšo teraso, na katero je omogočen prehod iz spalnice.

Zazidalna površina znaša 148,90 m², pritličje objekta se predvidi na 250,30 n.m.v., ki je že tudi obstoječa kota terena.

Objekt ima predvidene naslednje prostore:

Tabela 6.1: Izkaz neto površin vseh prostorov v objektu

PRITLIČJE

Vetrolov	±0,00	Parket	9,52 m ²
Kotlovnica	-0,01	Keramika	7,89 m ²
Komunikacije s stopniščem	±0,00	Parket	7,81 m ²
WC	-0,01	Keramika	2,35 m ²
Kuhinja z jedilnico	±0,00	Parket	28,13 m ²
Dnevna soba	±0,00	Parket	20,64 m ²
Stopnišče		Parket	4,73 m ²
SKUPAJ			81,07 m²

NADSTROPJE

Komunikacije s stopniščem	+3,08	Parket	12,94 m ²
Otroška soba	+3,08	Parket	21,72 m ²
Kopalnica 2	+3,07	Keramika	4,23 m ²
Utility	+3,07	Keramika	4,81 m ²
Kopalnica 1	+3,07	Keramika	14,62 m ²
Spalnica	+3,08	Parket	24,08 m ²
Terasa	+3,06	Les	10,95 m ²
SKUPAJ			93,35 m²

REKAPITULACIJA

Pritličje	±0,00		81,07 m ²
Nadstropje	+3,08		93,35 m ²
SKUPAJ			174,42 m²

6.2 Konstrukcijski elementi

TEMELJI

Objekt je temeljen z armirano-betonsko (AB) ploščo debeline 30 cm.

ZIDOVI

Zunanji nosilni opečni zidovi so debeline 30 cm, proizvajalca Wienerberger tipa Porotherm 30 S P+E. Notranji nosilni opečni zidovi so debeline 20 cm, Wienerberger tipa Modul blok. Ostale predelne nenasilne stene so predvidne iz plinobetonskih zidakov proizvajalca YTONG. Za podpiranje zgornje etaže na območju dovoza sta predvidena tudi dva betonska stopa debeline 25 cm. Na stičiščih zidov in na predpisanih razdaljah se izvedejo tudi vertikalne AB vezi dimenzij 30/30 cm, marke betona C25/30.

STROPNE KONSTRUKCIJE

Stropna plošča med pritličjem in nadstropjem je AB plošča debeline 18 cm, ki je v pritličju na mestu, kjer ni nosilnih zidov, podprta z jeklenim nosilcem HEB.

STREHA

Streha objekta je ravna in nosilna konstrukcija je AB plošča debeline 16 cm, ki je na mestu, kjer ni nosilnih zidov, podprta z jeklenim nosilcem HEB.

6.3 Obdelave

ZIDOVI

Zidani zidovi v notranjosti se obdelajo z grobim in finim ometom, dvakrat kitajo ter popleskajo z disperzijsko barvo v beli barvi. Nenasilni zidovi iz plinobetonskih zidakov se prav tako kitajo, brusijo in belijo v belo barvo.

TLA

Finalni tlak v bivalnih in spalnih prostorih je klasični parket. Del objekta bo tlakovan s keramiko. V mokrih prostorih je tlak 1 cm nižji kot v drugih, znižanje se izvede pri izdelavi estriha. Na terasi v nadstropju je finalni tlak iz sibirskega macesna.

STROP

V pritličju je v območju vetrolova, kotlovnice in nad jedilno mizo oziroma pod zunanjo teraso v nadstropju strop AB plošča, ki se jo kita, brusi in prebeli v belo barvo. V drugih prostorih pritličja in nadstropja pa so spuščeni mavčno kartonski stropi na podkonstrukciji. Le-te se enako kita in prebeli v belo barvo. Na vzhodni strani, pod otroško sobo, je za zunanji strop predviden sibirski macesen na leseni podkonstrukciji.

FASADA

V pritličju je predvidena kontaktna fasada s toplotno izolacijo iz mineralne volne proizvajalca Knauf insulation tipa FKD-S debeline 20 cm (razen na inštalacijski vzhodni steni, kjer je toplotna izolacija povečana za 5 cm) z zaključnim slojem v umazano beli barvi. V nadstropju pa je predvidena prezračevana lesena fasada z vertikalnim potekom vidne lesene obloge. Tukaj pa je predvidena toplotna izolacija iz mineralne volne proizvajalca Knauf insulation tipa FP, prav tako debeline 20 cm.

STAVBNO POHIŠTVO

Vsa okna bodo v leseni izvedbi s troslojno zasteklitvijo proizvajalca M Sora tip Natura E112 (U stekla $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, U okvirja $0,71 \text{ W/m}^2\text{K}$ in U okna približno $0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$). Vsa notranja vrata bodo suho montažna, tipskih dimenzij, z gladkimi krili, furnirana, opremljena s tipskim okovjem in kljukami. Velikosti vrat so razvidne iz grafičnih prilog.

STREHA

Streha objekta je ravna in v sestavi AB plošča debeline 16 cm, naklonski beton, hladni bitumenski premaz – ibitol, parna zapora, toplotna izolacija EPS 30 cm, Izotekt T4 in Izotekt P4 plus, filc 500g/m^2 in prodec frakcije 16/32 mm.

6.4 Zunanja ureditev

Dovoz na severni strani objekta bo tlakovan z betonskimi tlakovci velikega formata. Zaradi lažjega urejanja in tudi preprečevanja odbijanja umazanije od tal na fasado, je ob hiši predviden prodnat pas. Ostale površine bodo zatravljene, ostala vegetacija bo avtohtona.

Lesena ograja je predvidena na južni strani parcele, med tem ko je na drugih sosednjih mejah predvidena živa meja.

6.5 Instalacije in komunalni priključki

Objekt bo opremljen z vodo, kanalizacijo, centralnim ogrevanjem in elektriko.

OGREVANJE prostorov in sanitarne vode se bo vršilo s toplotno črpalko zrak/voda.

PREZRAČEVANJE objekta bo naravno.

VODOVOD je že na parceli, na novo se uredi vodomerni jašek, ki bo pred objektom.

ELEKTRO PRIKLJUČEK je že na parceli, na novo se uredi prosto stoječa elektro omara.

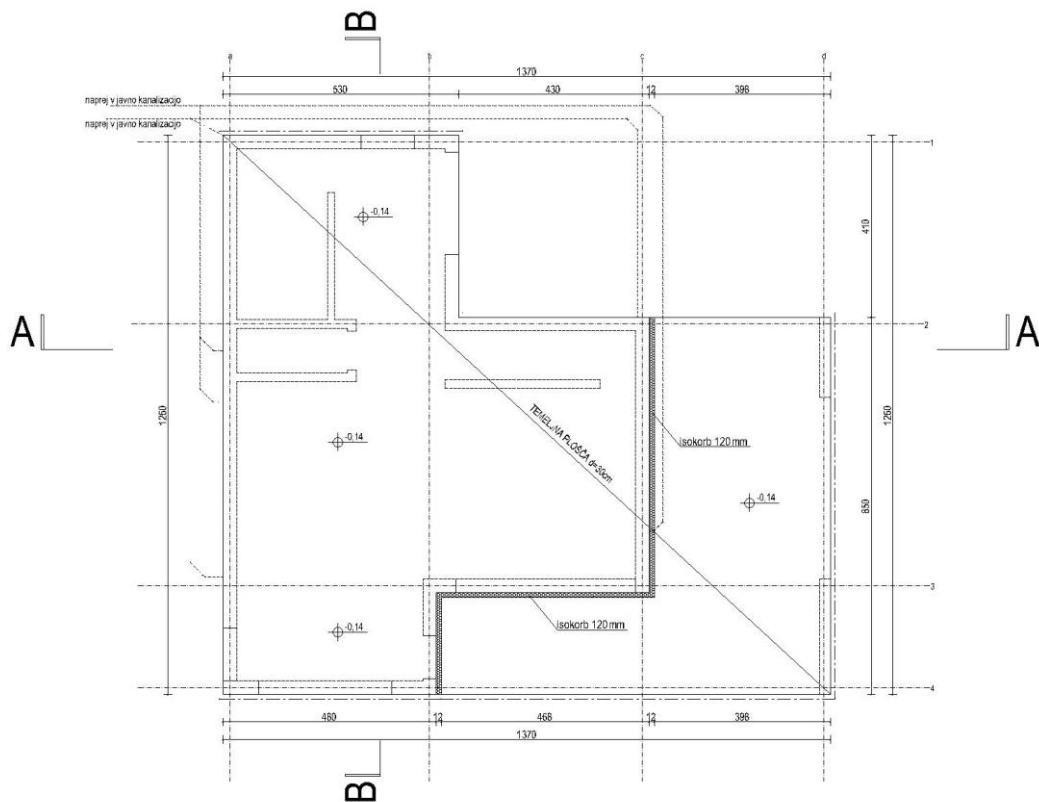
FEKALNA KANALIZACIJA se vodi v javno kanalizacijo.

METEORNA KANALIZACIJA se najprej vodi v zbiralnik vode volumna 6000 litrov, proizvajalca Roto, odvečne vode se vodijo v javno kanalizacijo. Zbrana meteorna voda v zbiralniku se bo uporabljala primarno za sanitarne vode in sekundarno za zalivanje zelenice.

6.6 Načrti

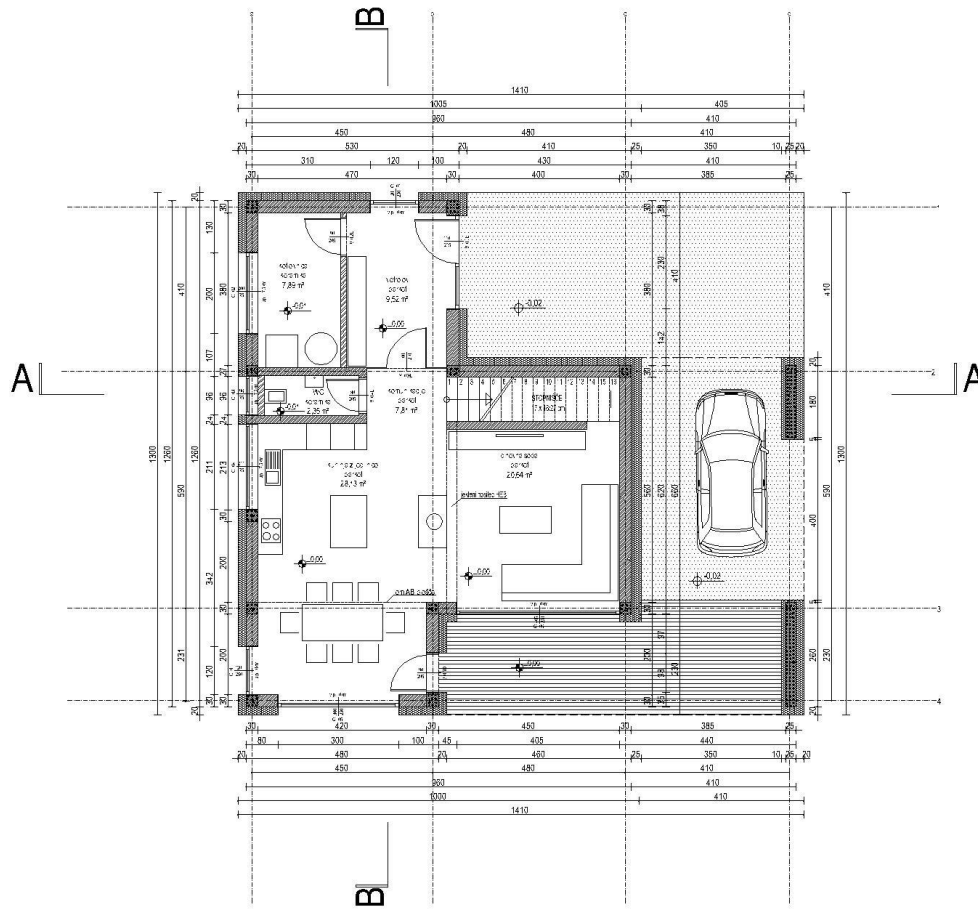
Vsi načrti in detajli so dodani v prilogah v merilu.

Tloris temeljne plošče



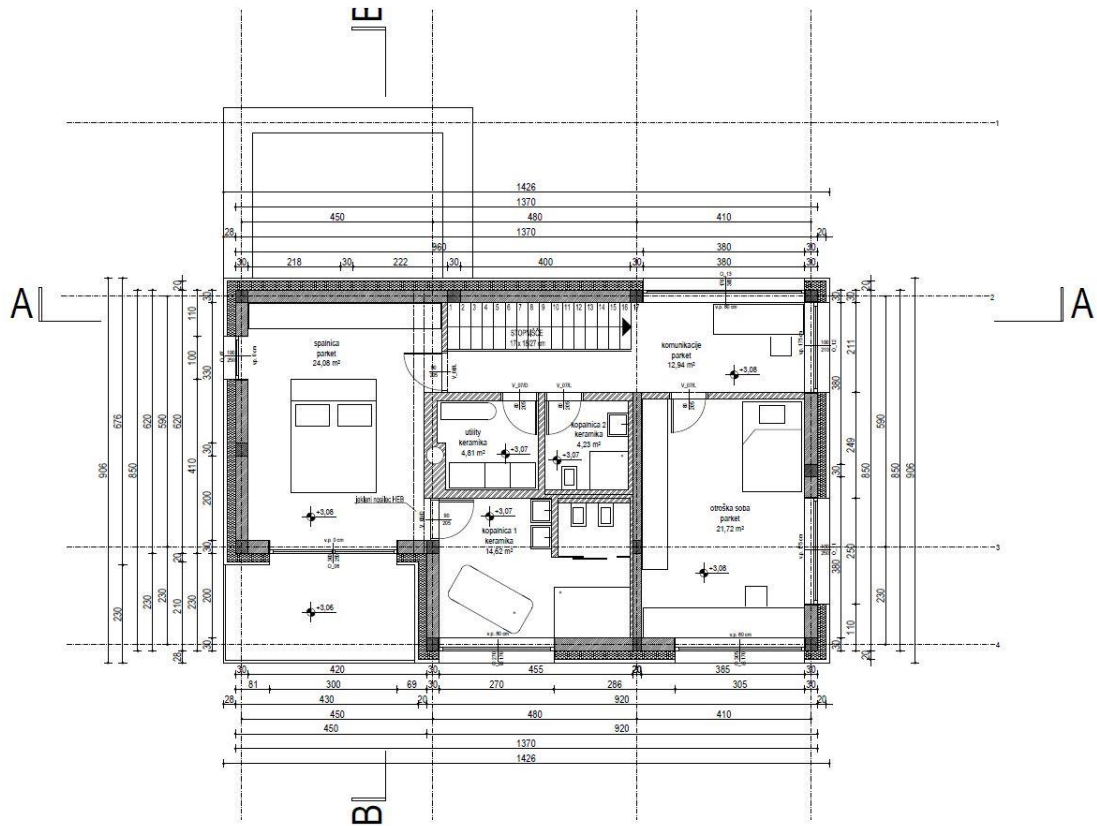
Slika 6-2: Tloris temeljne plošče (načrt ni v merilu)

Tloris pritličja



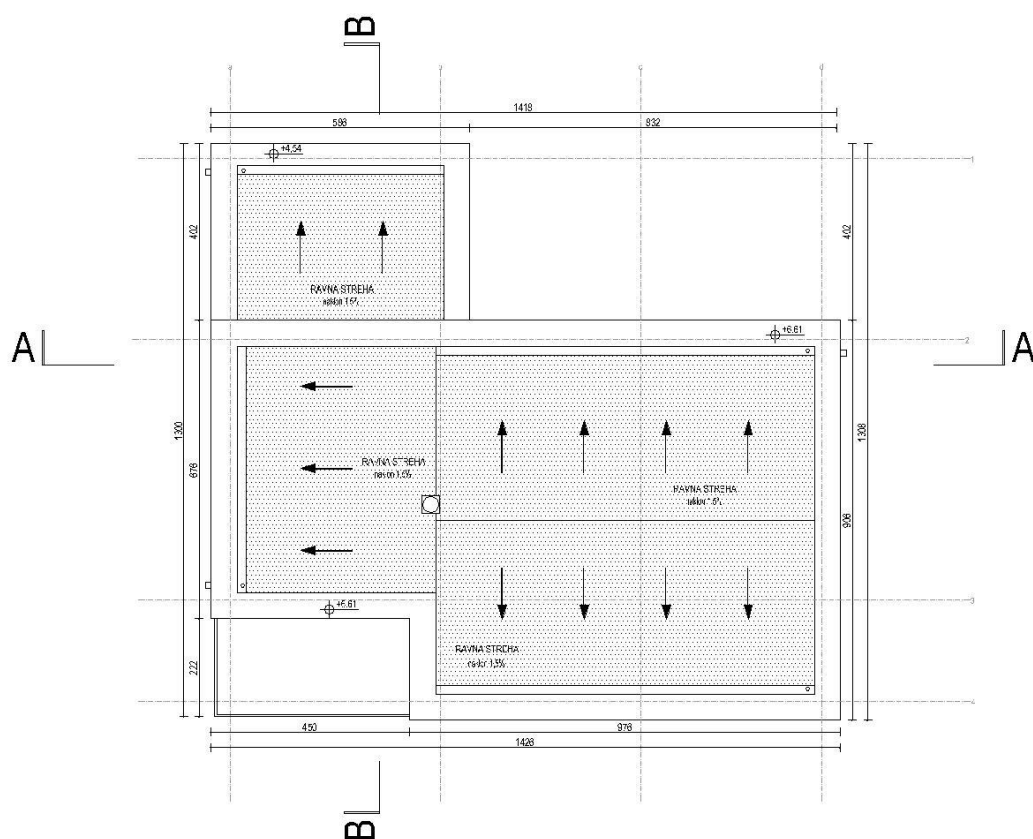
Slika 6-3: Tloris pritličja (načrt ni v merilu)

Tloris nadstropja



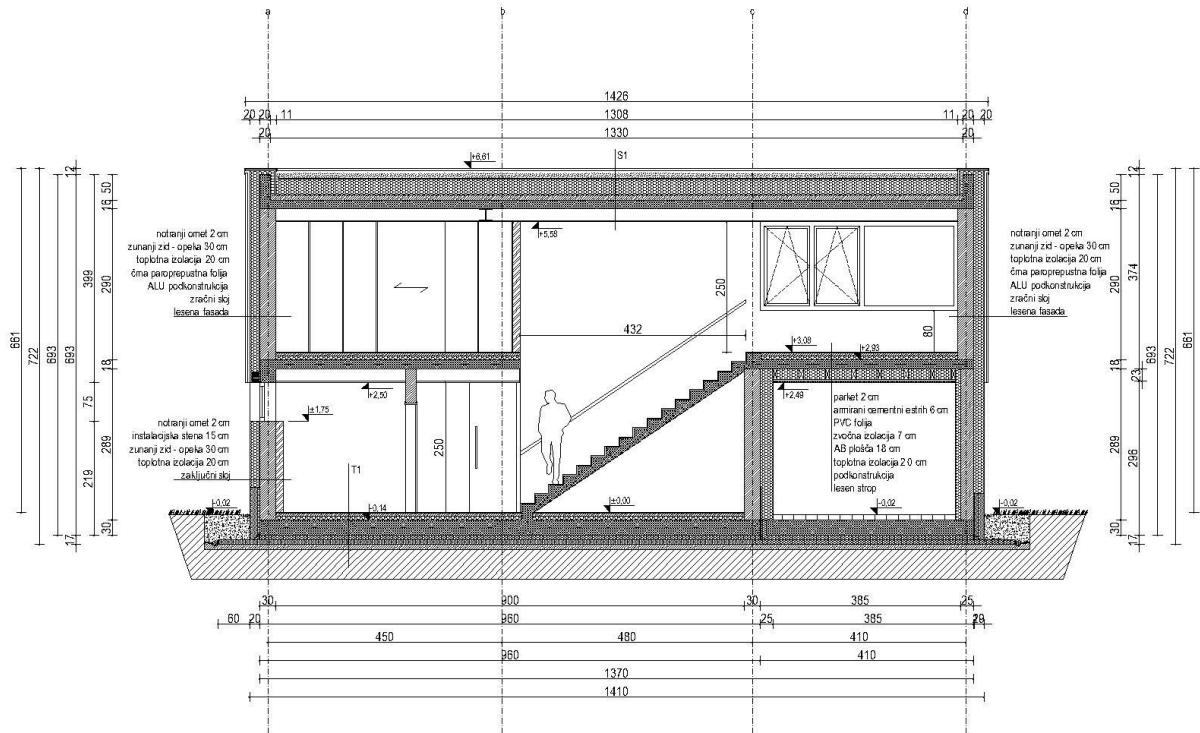
Slika 6-4: Tloris nadstropja (načrt ni v merilu)

Tloris strehe



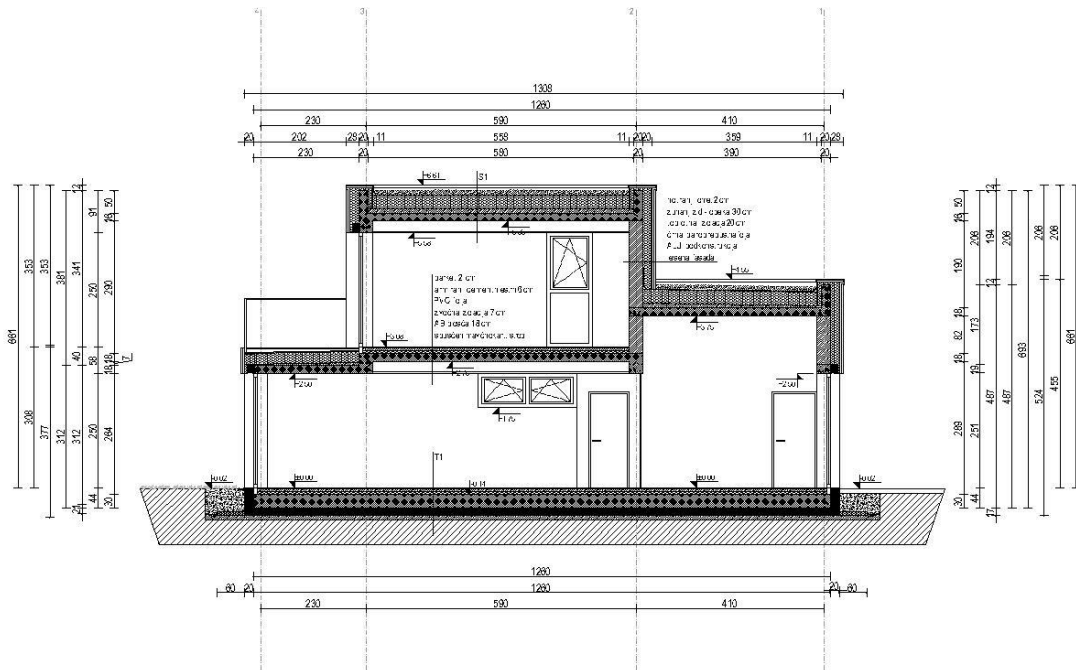
Slika 6-5: Tloris strehe (načrt ni v merilu)

Prerez A-A



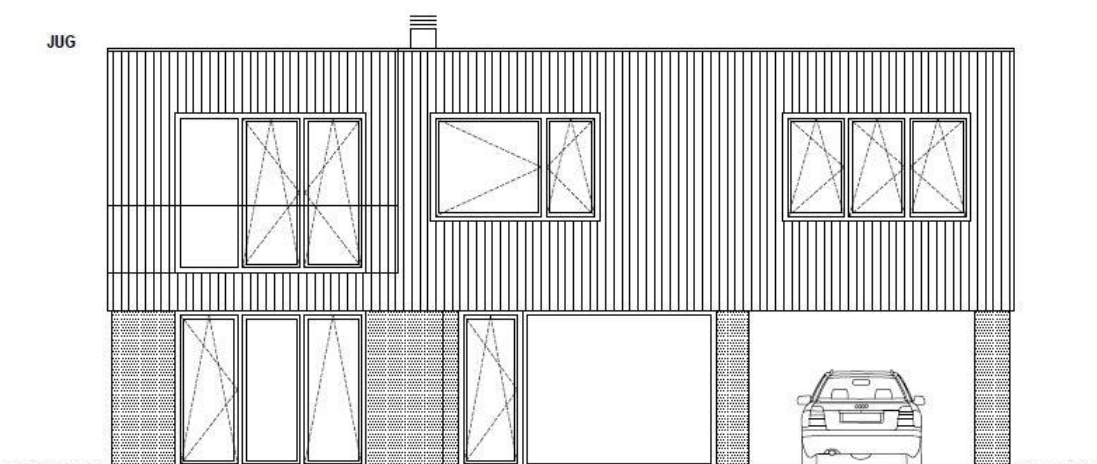
Slika 6-6: Prerez A-A (načrt ni v merilu)

Prerez B-B

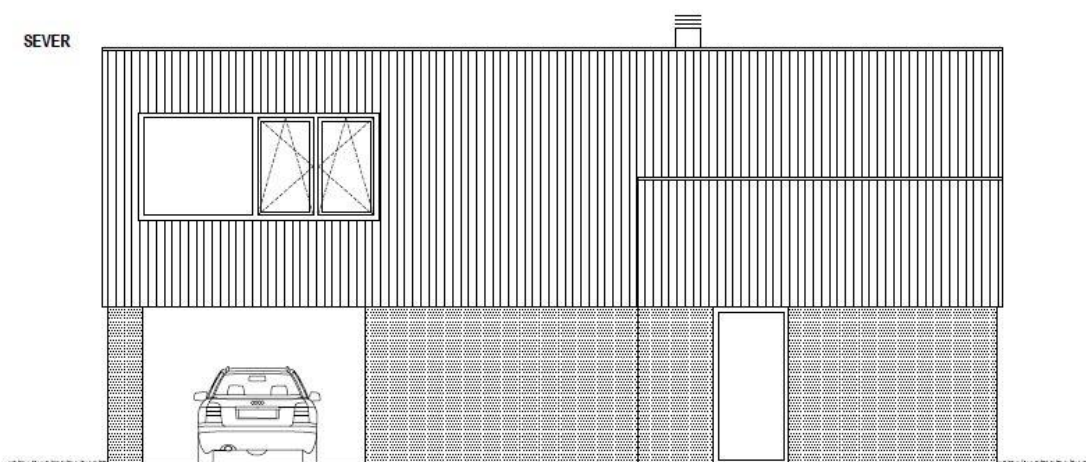


Slika 6-7: Prerez B-B (načrt ni v merilu)

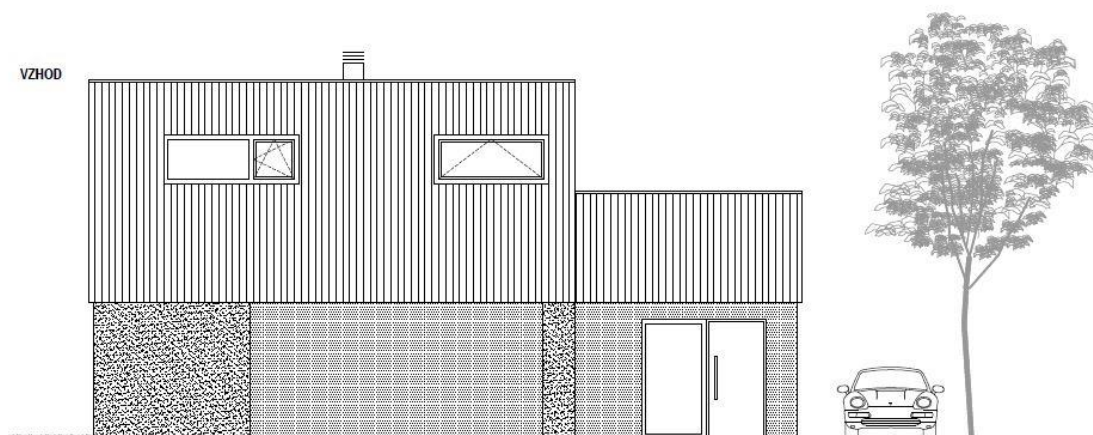
Fasade



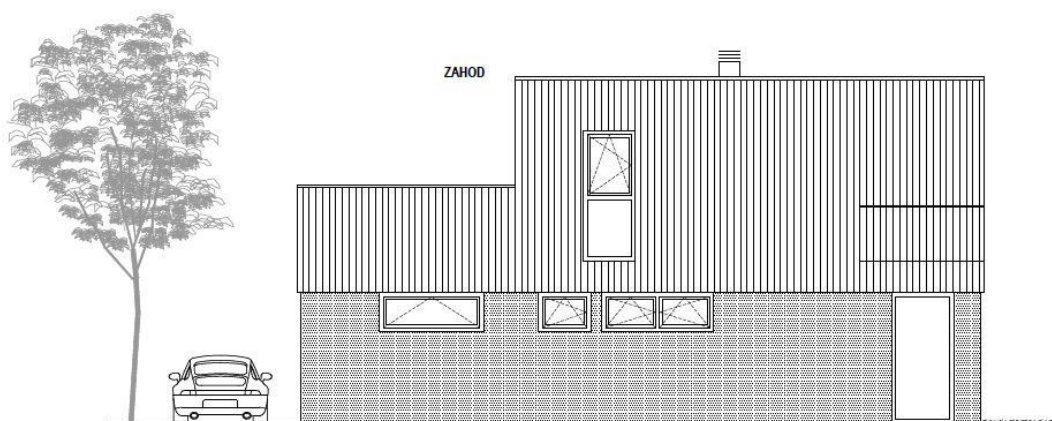
Slika 6-8: Fasada jug (načrt ni v merilu)



Slika 6-9: Fasada sever (načrt ni v merilu)



Slika 6-10: Fasada vzhod (načrt ni v merilu)



Slika 6-11: Fasada zahod (načrt ni v merilu)

6.7 Opis konstrukcije in konstrukcijskih detajlov

6.7.1 Zunanji zidovi

Zunanji zidovi so iz opeke proizvajalca Wienerberger tipa Porotherm 30 S P+E. V pritličju je kontaktna fasada, med tem ko je v nadstropju prezračevana lesena fasada. Celoten objekt ima 20 cm toplotne izolacije iz kamene volne. Skupni faktor toplotne prehodnosti zunanje stene je $0,155 \text{ W/m}^2\text{K}$, kar ustreza kriteriju PURES, ki pravi, da mora biti toplotna prehodnost zunanjega zidu manjša od $0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$. Celotna sestava zunanjega zidu je razvidna iz spodnje tabele.

Tabela 6.2: Sloji in njihove debeline na zunanji steni kontaktne fasade

Zunanja stena kontaktne fasade		
Sloj	λ (W/mK)	Debelina
Notranji omet	0,99	2 cm
Opeka Porotherm 30 S P+E	0,23	30 cm
Toplotna izolacija	0,04	20 cm
Armirana mrežica	0,80	
Osnovni premaz	0,80	
Zaključni sloj	0,80	
SKUPAJ (debelina sloja)		52 cm
SKUPAJ (toplotna prehodnost konstrukcije $\text{W/m}^2\text{K}$)		0,155

Tabela 6.3: Sloji in njihove debeline na zunanji steni kontaktne fasade

Zunanja stena (instalacijska stena) kontaktne fasade		
Sloj	λ (W/mK)	Debelina
Notranji omet	0,99	2 cm
Opeka Porotherm 30 S P+E	0,23	30 cm
Toplotna izolacija	0,04	25 cm
Armirana mrežica	0,80	
Osnovni premaz	0,80	
Zaključni sloj	0,80	
SKUPAJ (debelina sloja)		57 cm
SKUPAJ (toplotna prehodnost konstrukcije W/m²K)		0,13

Tabela 6.4: Sloji in njihove debeline na zunanji steni prezračevane lesene fasade

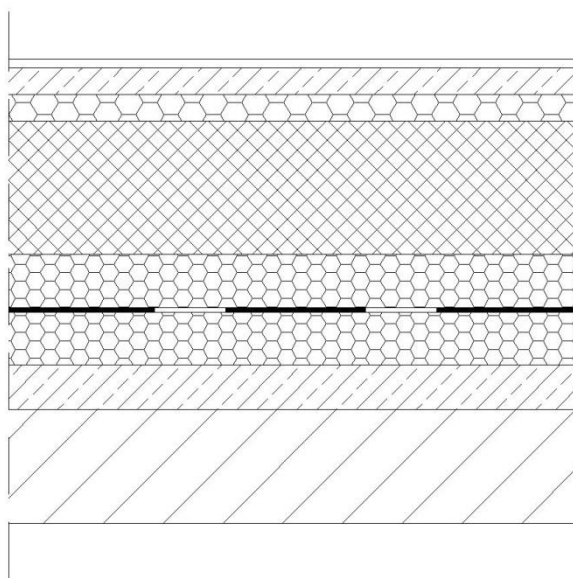
Zunanja stena prezračevane lesene fasade		
Sloj	λ (W/mK)	Debelina
Notranji omet	0,99	2 cm
Opeka Porotherm 30 S P+E	0,20	30 cm
Toplotna izolacija	0,04	20 cm
Vertikalna ALU podkonstrukcija		
Črna paroprepustna folija		
Horizontalna ALU podkonstrukcija z luknjami za zračnim mostom		4 cm
Vertikalne letve sibirskega macesna		4 cm
SKUPAJ (debelina sloja)		60 cm
SKUPAJ (toplotna prehodnost konstrukcije W/m²K)		0,155

6.7.2 Temeljna plošča

Celoten objekt je predviden na armirano betonski plošči debeline 30 cm. Toplotna izolacija je predvidena pod AB ploščo. Skupna toplotna prehodnost talne konstrukcije je 0,159 W/m²K, kar ustreza kriteriju PURES, ki pravi, da mora biti toplotna prehodnost tal proti terenu manjša od 0,30 W/m²K. Celotna sestava talne konstrukcije je razvidna iz spodnje tabele.

Tabela 6.5: Sloji in njihove debeline talne konstrukcije

Talna konstrukcija		
Sloj	λ (W/mK)	Debelina
Finalna obloga	1,28	2 cm
Armiran cementni estrih	1,51	6 cm
PE folija	0,19	
Sistemska plošča S TIROTERMAL 3,3 + 2,5 cm	0,038	6 cm
AB plošča	2,04	30 cm
PVC folija	0,19	
Toplotna izolacija FIBRAN xps 400-L	0,036	8 cm
Hidroizolacija	0,17	
Toplotna izolacija FIBRAN xps 400-L	0,036	8 cm
Podložni beton	1,51	10 cm
Zemljina		
SKUPAJ (debelina sloja)		78 cm
SKUPAJ (toplotna prehodnost konstrukcije W/m²K)		0,159



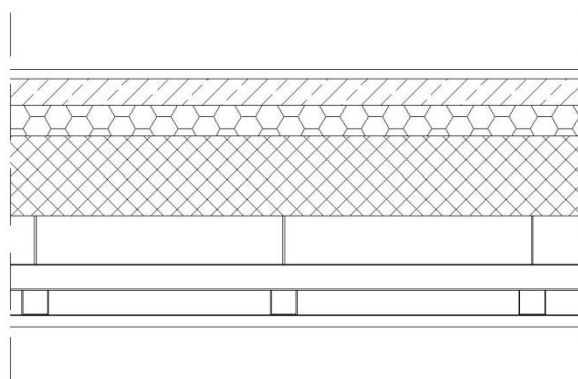
Slika 6-12: Prerez talne konstrukcije (skica ni v merilu)

6.7.3 Stropna plošča

V predvidenem objektu je stropna plošča med pritličjem in nadstropjem debeline 18 cm. V vseh prostorih, razen v vetrolovu, kotlovnici in delu jedilnice, so spuščeni mavčno kartonski stropi na podkonstrukciji. Celotna sestava stropne plošče je razvidna iz spodnje tabele.

Tabela 6.6: Sloji in njihove debeline stropne plošče

Stropna plošča	
Sloj	Debelina
Finalna obloga	2 cm
Armiran cementni estrih	6 cm
PVC folija	
Sistemska plošča S TIROTERMAL 3,3 + 2,5 cm	6 cm
AB plošča	18 cm
Podkonstrukcija za spuščen mavčno kartonski strop	12 cm
Mavčno kartonske plošče	2,5



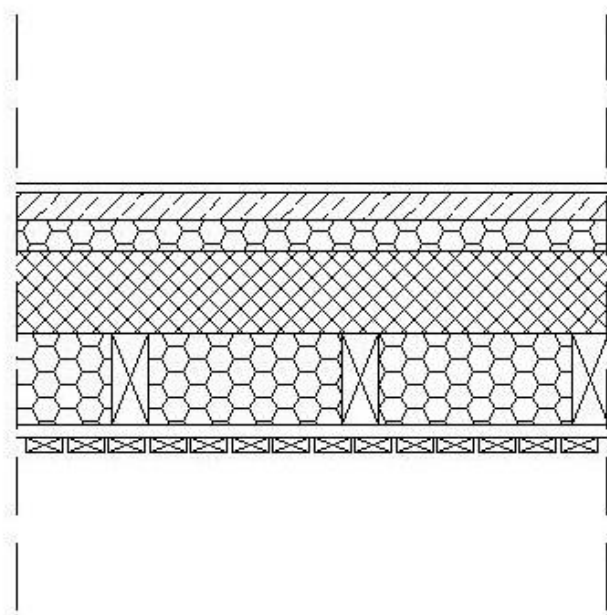
Slika 6-13: Prerez stropne konstrukcije (skica ni v merilu)

6.7.4 Stropna plošča nad parkiriščem

V predvidenem objektu je tudi stropna plošča nad parkiriščem debeline 18 cm. Toplotna prehodnost konstrukcije je $0,126 \text{ W/m}^2\text{K}$, kar ustreza kriteriju PURES, ki pravi, da mora biti toplotna prehodnost tal nad zunanjim zrakom manjša od $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$. Celotna sestava stropne plošče nad parkiriščem je razvidna iz spodnje tabele.

Tabela 6.7: Sloji in njihove debeline stropne plošče nad parkiriščem

Stropna plošča nad parkiriščem		
Sloj	λ (W/mK)	Debelina
Finalna obloga	0,21	2 cm
Armiran cementni estrih	1,51	6 cm
PVC folija	0,19	
Sistemska plošča S TIROTERMAL 3,3 + 2,5 cm	0,038	6 cm
AB plošča	2,04	18 cm
Toplotna izolacija mineralna volna	0,04	20 cm
Lesena podkonstrukcija		
Zračni sloj		3 cm
Lesen strop		5 cm
SKUPAJ (debelina sloja)		78 cm
SKUPAJ (toplotna prehodnost konstrukcije $\text{W/m}^2\text{K}$)		0,126



Slika 6-14: Prerez stropne plošče nad parkiriščem (skica ni v merilu)

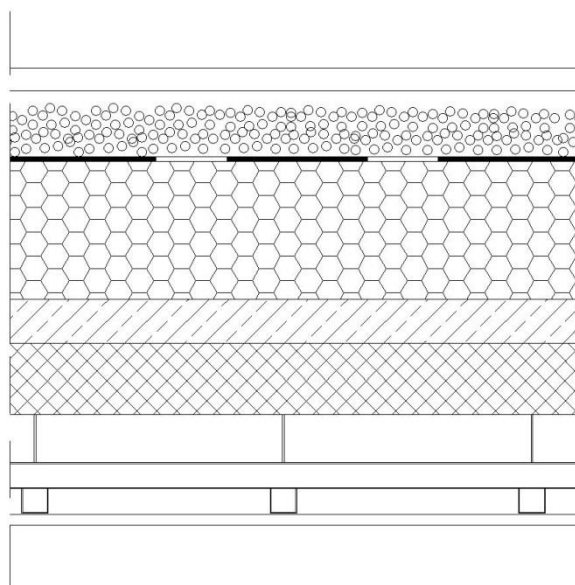
6.7.5 Streha

Objekt ima predvideno ravno streho po detajlu proizvajalca Fragmat. Nosilna konstrukcija je AB plošča debeline 16 cm. Predvidena streha na objektu ima toplotno prehodnost $0,113 \text{ W/m}^2\text{K}$, kar ustreza kriteriju PURES, ki pravi, da mora biti toplotna prehodnost strehe manjša od $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$. Celotna sestava strehe je razvidna iz spodnje tabele.

Tabela 6.8: Sloji in njihove debeline strehe

Streha		
Sloj	$\lambda \text{ (W/mK)}$	Debelina
Prodec frakcije 16/32 mm	0,81	8 cm
Filc 500 g/m^2	0,1	
Izotekt P4 plus – varilni trak popolnoma privarjen		
Izotekt T4 – delno privarjen		
Toplotna izolacija Fragmat EPS 100	0,036	30 cm
Parna zapora Bitalbit AL V4		
Hladni bitumenski premaz - ibitol	0,19	
Naklonski beton	1,51	cca 10 cm
AB plošča	2,04	16 cm

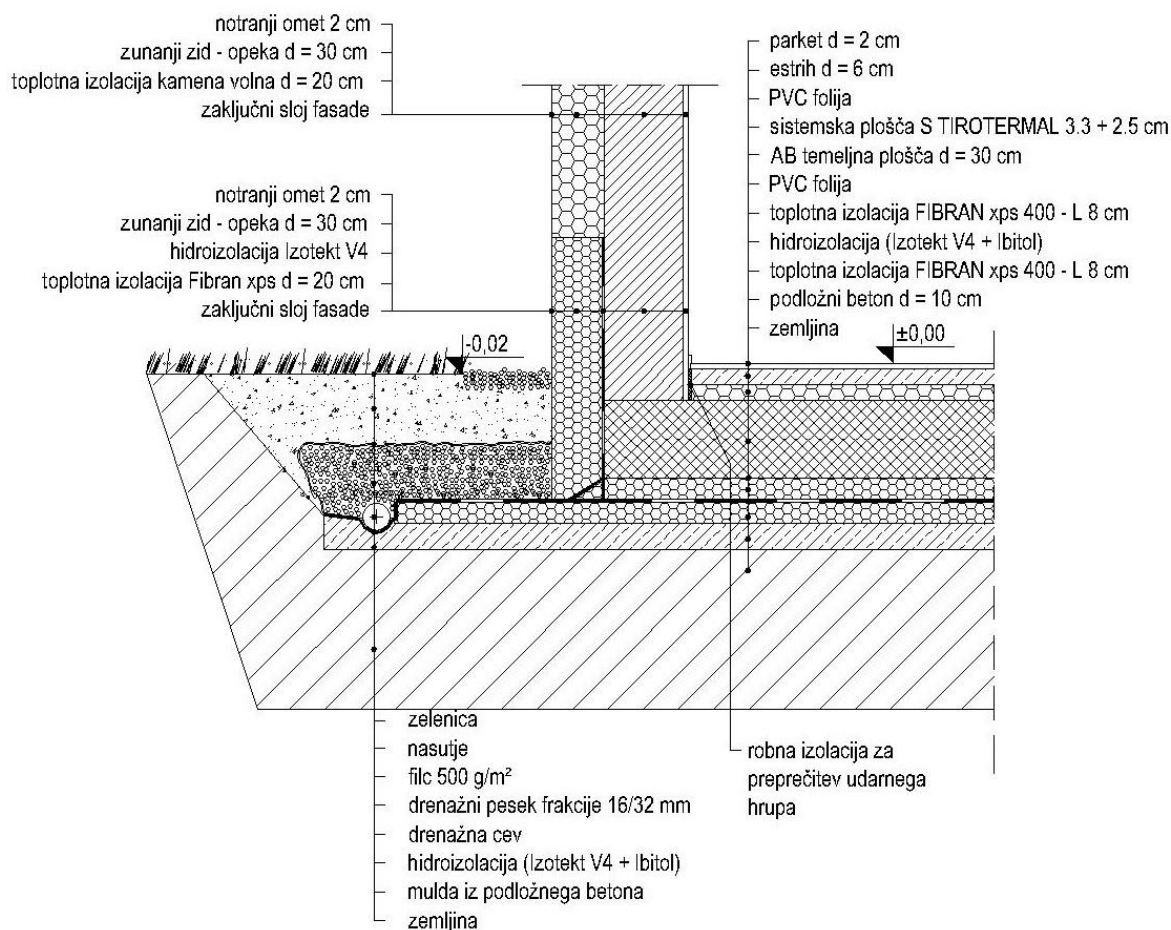
Podkonstrukcija za spušen mavčno kartonski strop		12 cm
Mavčno kartonske plošče	0,21	2,5
SKUPAJ (debelina sloja)		78 cm
SKUPAJ (toplotna prehodnost konstrukcije W/m^2K)		0,113



Slika 6-15: Prerez strehe (skica ni v merilu)

6.7.6 Detajl stika temeljna plošča – zunanji zid

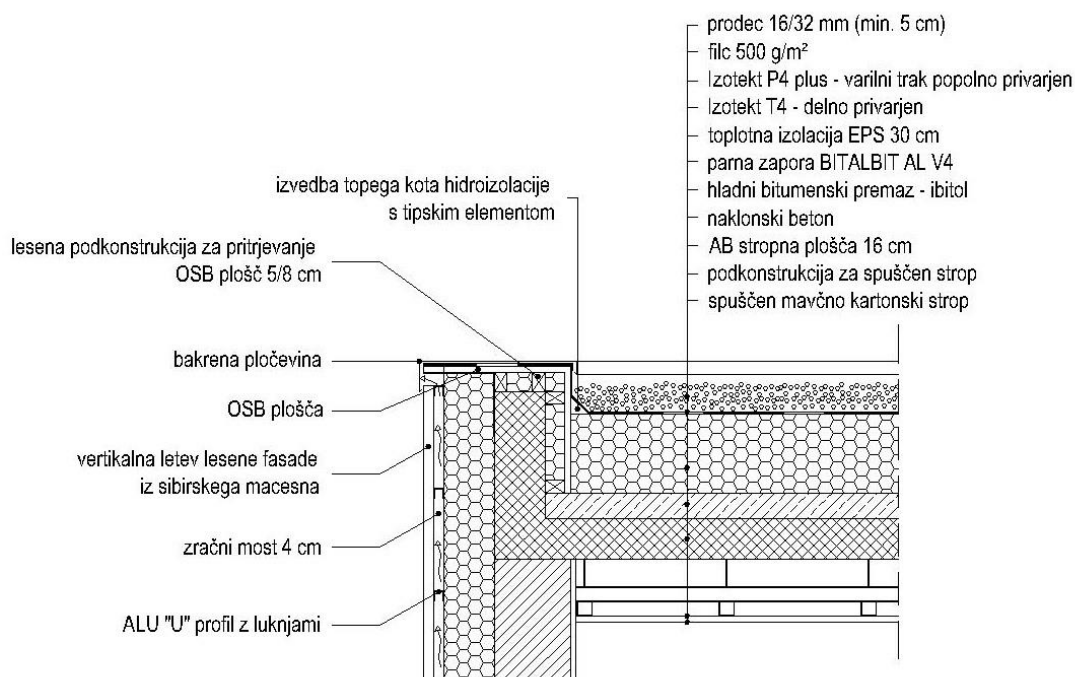
V spodnjem prerezu je prikazan detajl stika temeljne plošče in zunanjega zidu. Zunanji zid je poravnani z zunanjim delom temeljne plošče, s čimer se izognemo dodatnemu lomljenju hidroizolacije. Toplotna izolacija, ki je položena pod temeljem, se še nadaljuje proti drenažni cevi v dolžini cca 1,0 m, s tem ukrepom pa je preprečeno zmrzovanje pod ploščo.



Slika 6-16: Detajl stika temeljne plošče in zunanjega zidu (načrt ni v merilu)

6.7.7 Detajl atike

V spodnjem prerezu je prikazan detajl atike.



Slika 6-17: Detajl atike (načrt ni v merilu)

6.7.8 Stavbno pohištvo

Za vsa okna na objektu smo izbrali lesena okna proizvajalca M Sora, tip Natura E112 z dvojnimi nizkoenergijskim (low-e) nanosom. Okna imajo troslojno zasteklitev, prostor med stekli je polnjen s plinom argonom in celoten okvir je iz lesa. Zunanja vrata so prav tako lesena in so zvočno kot tudi toplotno izolativna. Toplotna prevodnost je $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Okna in vrata morajo za doseganje standardov biti vgrajena po RAL sistemu.

Tabela 6.9: Karakteristike okna Natura E112

Material okvirja	Les (smreka)
Toplotna prehodnost stekla	$0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
Toplotna prehodnost okvirja	$0,71 \text{ W/m}^2\text{K}$
Sestava stekla	4/18/4/20/4
Toplotna prevodnost okna	$0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$

7 IZRAČUN GRADBENE FIZIKE

Gradbena fizika objekta je izračunana z brezplačnim programom Gradbena fizika URSA 4. Program se nenehno posodablja s knjižnico materialov, v primeru, da pa v knjižnici ni materiala, lahko željen material ročno vstavimo.

Rezultati nam podajo vrednosti, ki nam nakazujejo, kje ima objekt rezerve oziroma pomanjkljivosti in končno energijsko učinkovitost. S programom se lahko izdelava uraden elaborat, izkaz energijskih lastnosti stavbe in energetska izkaznica, ki so tudi potrebni za pridobitev gradbenega dovoljenja. V primeru, ko pa potrebujemo izračun gradbene fizike za pridobitev nepovratnih sredstev, se izračun izvede s programom PHPP.

Z izračuni smo dokazali, da naša nizkoenergijska hiša porabi 25,41 kWh/m²a za ogrevanje, kar jo uvršča med boljše nizkoenergijske hiše tipa B2 po pravilniku o metodologiji izdelave in izdaje energetskih izkaznic stavb. V nadaljevanju je prikazan elaborat gradbene fizike izdelan s programom Gradbena fizika URSA 4.

ELABORAT GRADBENE FIZIKE ZA PODROČJE UČINKOVITE RABE ENERGIJE V STAVBAH

izdelan za stavbo

Zasnova nizkoenergijske hiše v Celju_diplomsko del

Številka projekta: Diplomsko delo

Izračun je narejen v skladu s Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah in s Tehnično smernico za graditev TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije.

Stavba je skladna z zahtevami Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah.

Projektivno podjetje:

Odgovorni vodja projekta:

Elaborat izdelal:

Celje, 31.05.2014

TEHNIČNI OPIS

Lokacija, vrsta in namen stavbe

Naselje, ulica, kraj:	CELJE, Plečnikova 8a, Celje
Katastrska občina:	CELJE
Parcelna številka:	1374
Koordinate lokacije stavbe:	X (N) = 121326 Y (E) = 520491
Vrsta stavbe:	11100 Enostanovanjske stavbe
Namembnost stavbe:	stanovanjska stavba
Etažnost stavbe:	do tri etaže
Investitor:	Matevž Germadnik Plečnikova 8a 3000 Celje

Geometrijske karakteristike stavbe

Površina toplotnega ovoja stavbe A:	593,05 m ²
Kondicionirana prostornina stavbe V _e :	764,39 m ³
Neto ogrevana prostornina stavbe V:	458,68 m ³
Oblikovni faktor f _o :	0,776 m ⁻¹
Razmerje med površino oken in površino toplotnega ovoja stavbe z:	0,083
Uporabna površina stavbe A _k :	174,42 m ²
Vrsta zidu:	Srednjetežka gradnja (≥ 600 kg/m ³)
Način upoštevanja vpliva toplotnih mostov:	EN ISO 13789, SIST EN ISO 14683
Metoda izračuna toplotne kapacitete stavbe:	na poenostavljen način

Projekt je izdelan za novo stavbo oziroma rekonstrukcijo stavbe, kjer se posega v najmanj 25 odstotkov površine toplotnega ovoja.

Klimatski podatki

Začetek kurilne sezone (dan)	Konec kurilne sezone (dan)	Temper.primanjkljaj (K dni)	Proj. temperatura (°C)	Energija sončnega obsevanja (kWh/m ²)
265	135	3300	-16	1139

Povprečne mesečne temperature in vlažnosti zraka:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Leto
T	0,0	2,0	6,0	10,0	15,0	18,0	20,0	19,0	15,0	10,0	5,0	1,0	10,1
p	82,0	76,0	72,0	69,0	71,0	72,0	73,0	76,0	80,0	82,0	82,0	85,0	76,7

Povprečna mesečna temperatura zunanega zraka najhladnejšega meseca $T_{z,m,min}$: 0,0 °C

Povprečna mesečna temperatura zunanega zraka najtoplejšega meseca $T_{z,m,max}$: 20,0 °C

		Globalno sončno sevanje (Wh/m ²)																
		orientacija								orientacija								
nak	mes	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ	mes	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ
0		1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	I	1.866	1.866	1.866	1.866	1.866	1.866	1.866	1.866
15		668	755	969	1.200	1.323	1.251	1.033	793	I	1.288	1.406	1.719	2.047	2.235	2.147	1.838	1.482
30		493	568	895	1.302	1.539	1.401	1.003	601	I	750	1.040	1.574	2.161	2.507	2.340	1.771	1.136
45	I	444	474	821	1.352	1.604	1.489	956	495	II	666	814	1.434	2.179	2.659	2.425	1.681	907
60		395	412	749	1.337	1.745	1.506	896	426	II	593	680	1.279	2.094	2.674	2.389	1.556	767
75		346	360	657	1.263	1.712	1.449	806	372	II	518	574	1.099	1.925	2.548	2.242	1.384	651
90		296	307	564	1.131	1.587	1.318	704	316	II	445	485	923	1.662	2.284	1.979	1.195	553
0		2.762	2.762	2.762	2.762	2.762	2.762	2.762	2.762	III	3.785	3.785	3.785	3.785	3.785	3.785	3.785	3.785
15		2.169	2.298	2.610	2.911	3.042	2.942	2.655	2.329	III	3.252	3.364	3.604	3.808	3.875	3.776	3.560	3.330
30		1.506	1.843	2.437	2.956	3.193	3.018	2.511	1.890	III	2.615	2.865	3.350	3.715	3.822	3.662	3.276	2.806
45	III	961	1.485	2.238	2.897	3.200	2.979	2.327	1.528	IV	1.905	2.379	3.049	3.499	3.619	3.430	2.951	2.304
60		855	1.234	2.007	2.705	3.054	2.803	2.098	1.271	IV	1.333	1.974	2.711	3.157	3.265	3.079	2.598	1.900
75		748	1.042	1.750	2.420	2.760	2.520	1.838	1.070	IV	1.142	1.644	2.336	2.726	2.774	2.642	2.224	1.576
90		640	869	1.470	2.023	2.327	2.118	1.549	886	IV	969	1.353	1.932	2.215	2.173	2.132	1.832	1.292
0		4.816	4.816	4.816	4.816	4.816	4.816	4.816	4.816	V	5.257	5.257	5.257	5.257	5.257	5.257	5.257	5.257
15		4.314	4.431	4.631	4.776	4.787	4.686	4.501	4.334	V	4.804	4.863	4.990	5.097	5.124	5.076	4.957	4.837
30		3.649	3.887	4.310	4.572	4.576	4.414	4.081	3.706	V	4.172	4.290	4.582	4.774	4.801	4.741	4.527	4.242
45	V	2.852	3.259	3.908	4.209	4.183	4.005	3.619	3.026	VI	3.391	3.603	4.099	4.309	4.308	4.267	4.024	3.538
60		1.967	2.680	3.439	3.704	3.611	3.476	3.125	2.441	VI	2.501	2.950	3.570	3.725	3.642	3.675	3.482	2.875
75		1.445	2.182	2.920	3.092	2.903	2.865	2.618	1.969	VI	1.761	2.400	3.002	3.055	2.871	2.999	2.917	2.337
90		1.189	1.759	2.372	2.412	2.097	2.213	2.106	1.582	VI	1.412	1.916	2.418	2.346	2.017	2.295	2.347	1.867
0		5.754	5.754	5.754	5.754	5.754	5.754	5.754	5.754	VII	4.697	4.697	4.697	4.697	4.697	4.697	4.697	4.697
15		5.199	5.267	5.455	5.634	5.700	5.641	5.469	5.278	VII	4.087	4.217	4.489	4.732	4.806	4.695	4.435	4.175
30		4.430	4.569	4.986	5.313	5.409	5.323	5.005	4.590	VII	3.315	3.584	4.152	4.585	4.713	4.524	4.062	3.511
45	VII	3.487	3.753	4.438	4.813	4.894	4.821	4.453	3.774	VIII	2.423	2.915	3.737	4.267	4.410	4.189	3.620	2.820
60		2.420	3.000	3.830	4.160	4.160	4.161	3.845	3.025	VIII	1.507	2.350	3.269	3.786	3.902	3.699	3.139	2.251
75		1.646	2.389	3.185	3.393	3.276	3.389	3.207	2.426	VIII	1.206	1.904	2.764	3.190	3.215	3.097	2.634	1.812
90		1.312	1.871	2.530	2.573	2.271	2.571	2.560	1.917	VIII	1.018	1.527	2.236	2.508	2.404	2.423	2.118	1.444
0		3.337	3.337	3.337	3.337	3.337	3.337	3.337	3.337	IX	2.039	2.039	2.039	2.039	2.039	2.039	2.039	2.039
15		2.734	2.858	3.155	3.443	3.561	3.451	3.169	2.867	IX	1.560	1.660	1.905	2.153	2.268	2.176	1.941	1.686
30		2.041	2.320	2.897	3.421	3.640	3.439	2.924	2.339	IX	1.054	1.302	1.746	2.196	2.412	2.244	1.814	1.343
45	IX	1.298	1.844	2.605	3.274	3.560	3.301	2.631	1.858	X	851	1.051	1.579	2.158	2.457	2.226	1.662	1.079
60		1.055	1.491	2.281	2.991	3.319	3.022	2.304	1.503	X	757	885	1.398	2.031	2.392	2.116	1.483	894
75		922	1.220	1.944	2.608	2.922	2.636	1.965	1.231	X	662	758	1.204	1.832	2.217	1.925	1.280	755
90		791	1.007	1.588	2.127	2.389	2.150	1.607	1.012	X	567	639	1.010	1.554	1.934	1.647	1.070	629
0		1.180	1.180	1.180	1.180	1.180	1.180	1.180	1.180	XI	828	828	828	828	828	828	828	828
15		855	940	1.112	1.280	1.348	1.270	1.102	936	XI	552	623	776	935	1.008	943	789	631
30		650	749	1.038	1.344	1.474	1.328	1.025	742	XI	449	489	727	1.012	1.152	1.028	748	493
45	XI	585	634	958	1.361	1.543	1.338	938	626	XII	405	421	673	1.050	1.248	1.075	700	421
60		520	553	872	1.325	1.548	1.298	850	544	XII	359	370	617	1.045	1.288	1.075	645	369
75		455	480	766	1.237	1.483	1.208	741	472	XII	314	323	548	994	1.263	1.027	575	322
90		389	410	659	1.097	1.346	1.068	633	402	XII	269	276	474	899	1.175	933	498	275

Seznam konstrukcij

Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom , $U_{\max} = 0,280 \text{ W/m}^2\text{K}$

- 3.3.1.00 KONTAKTNA TANKOSLOJNA FASADA, $U = 0,155 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- 3.1.3.00 OBEŠENA LESENA OBLOGA, $U = 0,154 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- 3.3.1.00 KONTAKTNA TANKOSLOJNA FASADA_T125CM, $U = 0,130 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Tla nad zunanjim zrakom , $U_{\max} = 0,300 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Tla nad zrakom, $U = 0,126 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Tla na terenu pri panelnem - talnem ogrevanju (ploskovnem gretju) , $U_{\max} = 0,300 \text{ W/m}^2\text{K}$

- 4.1.3.00 TALNO OGREVANJE - GRELNA CEV POLOŽENA NA SISTEMSKO PLOŠČO, $U = 0,159 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Strop v sestavi ravne ali poševne strehe (ravne ali poševne strehe), $U_{\max} = 0,200 \text{ W/m}^2\text{K}$

- 1.2.2.00 NEPOHODNA OBRNJENA STREHA, $U = 0,113 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Vertikalna okna ali balkonska vrata in greti zimski vrtovi z okvirji iz lesa ali umetnih mas , $U_{\max} = 1,300 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Okno na teraso, $U = 0,660 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Okno otroška soba jug, $U = 0,680 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Okno kopalnica jug, $U = 0,660 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Okno jedilnica jug, $U = 0,660 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Okno dnevna soba jug, $U = 0,620 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Okno komunikacije sever, $U = 0,660 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Okno vetrolov sever, $U = 0,650 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Okno otroška soba vzhod, $U = 0,690 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Okno komunikacije vzhod, $U = 0,680 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Okno vetrolov vzhod, $U = 0,660 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Okno jedilnica zahod, $U = 0,650 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Okno kuhinja zahod, $U = 0,740 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Okno WC zahod, $U = 0,750 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Okno kotlovnica zahod, $U = 0,710 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Okno spalnica zahod, $U = 0,700 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Vhodna vrata , $U_{\max} = 1,600 \text{ W/m}^2\text{K}$

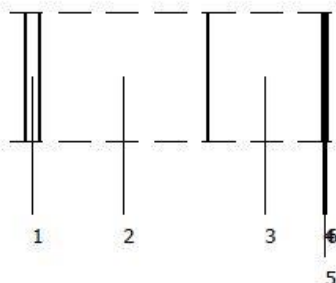
- VHODNA VRATA, $U = 0,800 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: 3.3.1.00 KONTAKTNA TANKOSLOJNA FASADA

Notranja temperatura: 20 °C

Vrsta konstrukcije: zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom.



- 1 PODALJŠANA APNENA MALTA 1900
- 2 POROTHEREM 30 S P+E
- 3 MINERALNA VOLNA
- 4 BAUMIT HAFTMOERTEL
- 5 BAUMIT HAFTMOERTEL
- 6 BAUMIT EDELPUTZ SPEZIAL

slój	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	PODALJŠANA APNENA MALTA 1900	2,500	1.900	1.050	0,990	25	0,025
2	POROTHEREM 30 S P+E	29,000	750	920	0,230	8	1,261
3	MINERALNA VOLNA	20,000	140	1.030	0,040	1	5,000
4	BAUMIT HAFTMOERTEL	0,300	1.350	1.050	0,800	18	0,004
5	BAUMIT HAFTMOERTEL	0,200	1.350	1.050	0,800	18	0,003
6	BAUMIT EDELPUTZ SPEZIAL	0,300	1.480	1.050	0,800	15	0,004

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{s1} + \sum d/\lambda_i + R_{se} + R_v = 0,130 + 6,296 + 0,040 + 0,000 = 6,466 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,155 + 0,000 = 0,155 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{max} = 0,280 \text{ W/m}^2\text{K}, \quad \text{toplotna prehodnost je ustrezna}$$

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: stanovanjski prostor z veliko uporabo

Mesec	Θ_e °C	φ_e	p_e Pa	Δp Pa	p_i Pa	$p_{sai}(\Theta_{s1})$ Pa	$\Theta_{s1,min}$ °C	Θ_{s1} °C	φ_{sai}
Januar	0,0	82,00	501	1.080	1.689	2.111	18,4	20	0,918
Februar	2,0	76,00	536	972	1.605	2.007	17,6	20	0,864
Marec	6,0	72,00	673	756	1.505	1.881	16,5	20	0,753
April	10,0	69,00	847	540	1.441	1.801	15,9	20	0,586
Maj	15,0	71,00	1.210	270	1.507	1.884	16,6	20	0,313
Junij	18,0	72,00	1.485	108	1.604	2.005	17,5	20	-
Julij	20,0	73,00	1.706	0	1.706	2.132	18,5	20	-
Avgust	19,0	76,00	1.669	54	1.728	2.161	18,7	20	-
September	15,0	80,00	1.364	270	1.661	2.076	18,1	20	0,620
Oktober	10,0	82,00	1.006	540	1.600	2.000	17,5	20	0,751
November	5,0	82,00	715	810	1.606	2.007	17,6	20	0,838
December	1,0	85,00	558	1.026	1.687	2.108	18,3	20	0,913

$$f_{Rai} = 0,961 > R_{Rai,max} = 0,9183 \quad \text{konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije}$$

Izračun difuzije vodne pare

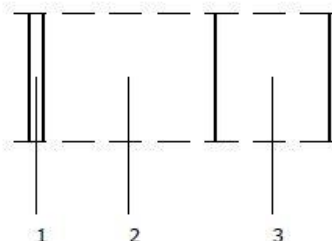
V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: 3.1.3.00 OBEŠENA LESENA OBLOGA

Notranja temperatura: 20 °C

Vrsta konstrukcije: zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom.



- 1 PODALJŠANA APNENA MALTA 1900
- 2 POROTHEREM 30 S P+E
- 3 MINERALNA VOLNA

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	PODALJŠANA APNENA MALTA 1900	2,500	1.900	1.050	0,990	25	0,025
2	POROTHEREM 30 S P+E	30,000	750	920	0,230	8	1,304
3	MINERALNA VOLNA	20,000	140	1.030	0,040	1	5,000

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d/\lambda + R_{se} + R_v = 0,130 + 6,330 + 0,040 + 0,000 = 6,500 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_e = U + \Delta U = 0,154 + 0,000 = 0,154 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{max} = 0,280 \text{ W/m}^2\text{K}, \quad \text{toplotna prehodnost je ustrezna}$$

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: stanovanjski prostor z veliko uporabo

Mesec	θ_e °C	φ_e	P_e Pa	Δp Pa	P_i Pa	$P_{sat}(\theta_{si})$ Pa	$\theta_{si, min}$ °C	θ_i °C	ϕ_{Rsi}
Januar	0,0	82,00	501	1.080	1.689	2.111	18,4	20	0,918
Februar	2,0	76,00	536	972	1.605	2.007	17,6	20	0,864
Marec	6,0	72,00	673	756	1.505	1.881	16,5	20	0,753
April	10,0	69,00	847	540	1.441	1.801	15,9	20	0,586
Maj	15,0	71,00	1.210	270	1.507	1.884	16,6	20	0,313
Junij	18,0	72,00	1.485	108	1.604	2.005	17,5	20	-
Julij	20,0	73,00	1.706	0	1.706	2.132	18,5	20	-
Avgust	19,0	76,00	1.669	54	1.728	2.161	18,7	20	-
September	15,0	80,00	1.364	270	1.661	2.076	18,1	20	0,620
Oktober	10,0	82,00	1.006	540	1.600	2.000	17,5	20	0,751
November	5,0	82,00	715	810	1.606	2.007	17,6	20	0,838
December	1,0	85,00	558	1.026	1.687	2.108	18,3	20	0,913

$$f_{Rsi} = 0,962 > R_{Rsi, max} = 0,9183 \quad \text{konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije}$$

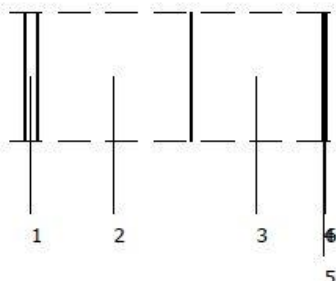
Izračun difuzije vodne pare

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: 3.3.1.00 KONTAKTNA TANKOSLOJNA FASADA_TI25CM
 Vrsta konstrukcije: zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom.

Notranja temperatura: 20 °C



- 1 PODALJŠANA APNENA MALTA 1900
- 2 POROTHEREM 30 S P+E
- 3 MINERALNA VOLNA
- 4 BAUMIT HAFTMOERTEL
- 5 BAUMIT HAFTMOERTEL
- 6 BAUMIT EDELPUTZ SPEZIAL

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	PODALJŠANA APNENA MALTA 1900	2,500	1.900	1.050	0,990	25	0,025
2	POROTHEREM 30 S P+E	29,000	750	920	0,230	8	1,261
3	MINERALNA VOLNA	25,000	140	840	0,040	1	6,250
4	BAUMIT HAFTMOERTEL	0,300	1.350	1.050	0,800	18	0,004
5	BAUMIT HAFTMOERTEL	0,200	1.350	1.050	0,800	18	0,003
6	BAUMIT EDELPUTZ SPEZIAL	0,300	1.480	1.050	0,800	15	0,004

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{s1} + \sum d/\lambda_i + R_{se} + R_{si} = 0,130 + 7,546 + 0,040 + 0,000 = 7,716 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_e = U + \Delta U = 0,130 + 0,000 = 0,130 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{max} = 0,280 \text{ W/m}^2\text{K}, \quad \text{toplotna prehodnost je ustrezna}$$

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: stanovanjski prostor z majhno uporabo

Mesec	Θ_e °C	Θ_s	p_s Pa	Δp Pa	p_l Pa	$p_{s,rel}(\Theta_s)$ Pa	$\Theta_{s,min}$ °C	Θ_t °C	ϕ_{rel}
Januar	0,0	82,00	501	810	1.392	1.740	15,3	20	0,766
Februar	2,0	76,00	536	729	1.338	1.672	14,7	20	0,706
Marec	6,0	72,00	673	567	1.297	1.621	14,2	20	0,587
April	10,0	69,00	847	405	1.292	1.615	14,2	20	0,417
Maj	15,0	71,00	1.210	203	1.433	1.791	15,8	20	0,155
Junij	18,0	72,00	1.485	81	1.574	1.968	17,3	20	-
Julij	20,0	73,00	1.706	0	1.706	2.132	18,5	20	-
Avgust	19,0	76,00	1.669	41	1.714	2.142	18,6	20	-
September	15,0	80,00	1.364	203	1.586	1.983	17,4	20	0,475
Oktober	10,0	82,00	1.006	405	1.452	1.815	16,0	20	0,598
November	5,0	82,00	715	608	1.383	1.729	15,2	20	0,681
December	1,0	85,00	558	770	1.404	1.755	15,5	20	0,761

$$f_{rel} = 0,968 > R_{rel,max} = 0,7659 \quad \text{konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije}$$

Izračun difuzije vodne pare

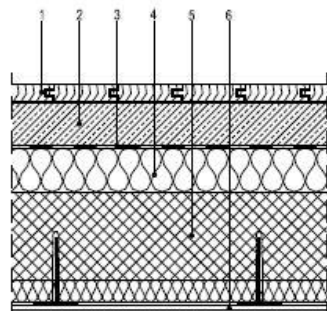
V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Tla nad zrakom

Vrsta konstrukcije: tla nad zunanjim zrakom.

Notranja temperatura: 20 °C



FINALNA TALNA OBLOGA
 ARMIRANI CEMENTNI ESTRIH
 POLIETILENSKA FOLIJA
 MINERALNA VOLNA
 ARMIRANO BETONSKA PLOŠČA
 TANKOSLOJNA FASADA (3.3.1.00)

slj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	PARKET	2,000	700	1.670	0,210	15	0,095
2	BETON 2200	6,000	2.200	960	1,510	30	0,040
3	POLIETILENSKA FOLIJA	0,020	1.000	1.250	0,190	80.000	0,001
4	MINERALNA VOLNA	7,000	140	840	0,040	1	1,750
5	BETON 2400	18,000	2.400	960	2,040	60	0,088
6	MINERALNA VOLNA	20,000	250	840	0,035	1	5,714
7	BAUMIT HAFTMOERTEL	0,300	1.350	1.050	0,800	18	0,004
8	BAUMIT HAFTMOERTEL	0,200	1.350	1.050	0,800	18	0,003
9	BAUMIT EDELPUTZ SPEZIAL	0,300	1.480	1.050	0,800	15	0,004

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d/\lambda_i + R_{se} + R_{v} = 0,170 + 7,699 + 0,040 + 0,000 = 7,909 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_e = U + \Delta U = 0,126 + 0,000 = 0,126 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{max} = 0,300 \text{ W/m}^2\text{K}, \quad \text{toplotna prehodnost je ustrezna}$$

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: stanovanjski prostor z majhno uporabo

Mesec	θ_e °C	φ_e	P_e Pa	Δp Pa	P_i Pa	$P_{sat}(\theta_{si})$ Pa	$\theta_{si, min}$ °C	θ_i °C	ϕ_{Rsi}
Januar	0,0	82,00	501	810	1.392	1.740	15,3	20	0,766
Februar	2,0	76,00	536	729	1.338	1.672	14,7	20	0,706
Marec	6,0	72,00	673	567	1.297	1.621	14,2	20	0,587
April	10,0	69,00	847	405	1.292	1.615	14,2	20	0,417
Maj	15,0	71,00	1.210	203	1.433	1.791	15,8	20	0,155
Junij	18,0	72,00	1.485	81	1.574	1.968	17,3	20	-
Julij	20,0	73,00	1.706	0	1.706	2.132	18,5	20	-
Avgust	19,0	76,00	1.669	41	1.714	2.142	18,6	20	-
September	15,0	80,00	1.364	203	1.586	1.983	17,4	20	0,475
Oktober	10,0	82,00	1.006	405	1.452	1.815	16,0	20	0,598
November	5,0	82,00	715	608	1.383	1.729	15,2	20	0,681
December	1,0	85,00	558	770	1.404	1.755	15,5	20	0,761

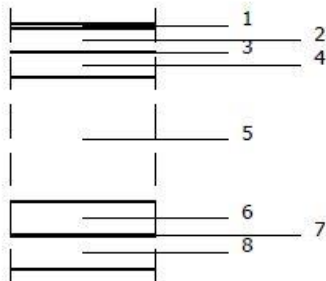
$$f_{Rsi} = 0,968 > R_{Rsi, max} = 0,7659 \quad \text{konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije}$$

Izračun difuzije vodne pare

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: 4.1.3.00 TALNO OGREVANJE - GRELNA CEV POLOŽENA NA SISTEMU PLOŠČICE
 Vrsta konstrukcije: tla na terenu pri panelnem - talnem ogrevanju (ploskovnem gretju).



- 1 KERAMIČNE PLOŠČICE TALNE
- 2 BETON 2200
- 3 POLIETILENSKA FOLIJA
- 4 POLISTIRENSKE PLOŠČE V BLOKIH 25
- 5 BETON 2400
- 6 Fibran XPS
- 7 BITUMEN
- 8 Fibran XPS

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	KERAMIČNE PLOŠČICE TALNE	1,000	2.300	920	1,280	200	0,008
2	BETON 2200	6,000	2.200	960	1,510	30	0,040
3	POLIETILENSKA FOLIJA	0,020	1.000	1.250	0,190	80.000	0,001
4	POLISTIRENSKE PLOŠČE V BLOKIH 25	6,000	25	1.260	0,041	40	1,463
5	BETON 2400	30,000	2.400	960	2,040	60	0,147
6	Fibran XPS	8,000	35	1.500	0,036	150	2,222
7	BITUMEN	0,200	1.100	1.050	0,170	1.200	0,012
8	Fibran XPS	8,000	35	1.500	0,036	150	2,222

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d/\lambda_i + R_{se} + R_{so} = 0,170 + 6,115 + 0,000 + 0,000 = 6,285 \text{ m}^2\text{K/W}$$

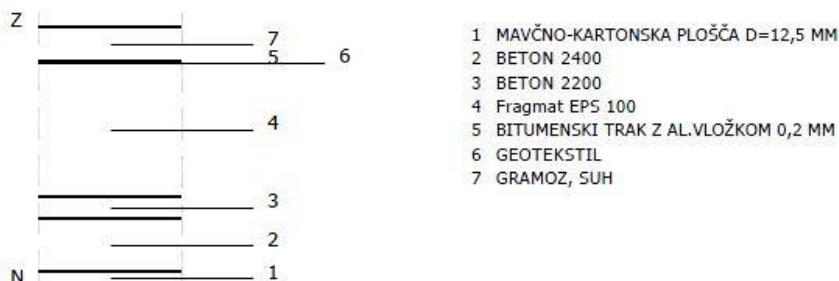
$$U_c = U + \Delta U = 0,159 + 0,000 = 0,159 \text{ W/m}^2\text{K} \quad U_{\max} = 0,300 \text{ W/m}^2\text{K}, \quad \text{toplotna prehodnost je ustrezna}$$

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: 1.2.2.00 NEPOHODNA OBRNJENA STREHA

Notranja temperatura: 20 °C

Vrsta konstrukcije: strop v sestavi ravne ali poševne strehe (ravne ali poševne strehe).



sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	MAVČNO-KARTONSKA PLOŠČA D=12,5 MM	2,500	900	840	0,210	12	0,119
2	BETON 2400	12,000	2.400	960	2,040	60	0,059
3	BETON 2200	5,000	2.200	960	1,510	30	0,033
4	Fragmat EPS 100	30,000	20	1.500	0,036	150	8,333
5	BITUMENSKI TRAK Z AL.VLOŽKOM 0,2 MM	0,020	950	1.460	0,190	150.000	0,001
6	GEOTEKSTIL	0,200	100	840	0,100	1	0,020
7	GRAMOZ, SUH	8,000	1.700	840	0,810	2	0,099

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d/\lambda_i + R_{se} + R_u = 0,100 + 8,664 + 0,040 + 0,000 = 8,804 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_e = U + \Delta U = 0,114 + 0,000 = 0,114 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{max} = 0,200 \text{ W/m}^2\text{K}, \quad \text{toplotna prehodnost je ustrezna}$$

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: stanovanjski prostor z majhno uporabo

Mesec	θ_e °C	φ_e	P_e Pa	Δp Pa	P_i Pa	$P_{sat}(\theta_{st})$ Pa	$\theta_{st,min}$ °C	θ_i °C	ϕ_{Rai}
Januar	0,0	82,00	501	810	1.392	1.740	15,3	20	0,766
Februar	2,0	76,00	536	729	1.338	1.672	14,7	20	0,706
Marec	6,0	72,00	673	567	1.297	1.621	14,2	20	0,587
April	10,0	69,00	847	405	1.292	1.615	14,2	20	0,417
Maj	15,0	71,00	1.210	203	1.433	1.791	15,8	20	0,155
Junij	18,0	72,00	1.485	81	1.574	1.968	17,3	20	-
Julij	20,0	73,00	1.706	0	1.706	2.132	18,5	20	-
Avqust	19,0	76,00	1.669	41	1.714	2.142	18,6	20	-
September	15,0	80,00	1.364	203	1.586	1.983	17,4	20	0,475
Oktober	10,0	82,00	1.006	405	1.452	1.815	16,0	20	0,598
November	5,0	82,00	715	608	1.383	1.729	15,2	20	0,681
December	1,0	85,00	558	770	1.404	1.755	15,5	20	0,761

$$f_{Rai} = 0,972 > R_{Rai,max} = 0,7659$$

konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije

PROZORNE KONSTRUKCIJE

Konstrukcija	F_{fr}	U W/m ² K	U_{max} W/m ² K	Ustreza
Okno na teraso	0,30	0,66	1,30	DA
Okno otroška soba jug	0,30	0,68	1,30	DA
Okno kopalnica jug	0,30	0,66	1,30	DA
Okno jedilnica jug	0,30	0,66	1,30	DA
Okno dnevna soba jug	0,30	0,62	1,30	DA
Okno komunikacije sever	0,30	0,66	1,30	DA
Okno vetrolov sever	0,30	0,65	1,30	DA
Okno otroška soba vzhod	0,30	0,69	1,30	DA
Okno komunikacije vzhod	0,30	0,68	1,30	DA
Okno vetrolov vzhod	0,30	0,66	1,30	DA
Okno jedilnica zahod	0,30	0,65	1,30	DA
Okno kuhinja zahod	0,30	0,74	1,30	DA
Okno WC zahod	0,30	0,75	1,30	DA
Okno kotlovnica zahod	0,30	0,71	1,30	DA
Okno spalnica zahod	0,30	0,70	1,30	DA

NEPROZORNA ZUNANJA VRATA

Naziv	U	U_{max}	Ustreza
VHODNA VRATA	0,800	1,600	DA

PODATKI O CONI - Privzeta cona

Kondicionirana prostornina cone V_e :	764,39 m³
Neto ogrevana prostornina cone V :	458,68 m³
Uporabna površina cone A_k :	174,42 m²
Dolžina cone:	14,26 m
Širina cone:	9,06 m
Višina etaže:	2,50 m
Število etaž:	2,00
Ogrevanje:	cona je ogrevana
Način delovanja:	neprekinjeno delovanje
Notranja projektna temperatura ogrevanja:	20,00 °C
Notranja projektna temperatura hlajenja:	26,00 °C
Dnevno število ur z normalnim ogrevanjem:	24,00 h
Število dni v tednu z normalnim hlajenjem:	1 dni
Način znižanja temperature ob koncu tedna:	brez znižanja
Mejna temperatura znižanja:	16,00 °C
Urna izmenjava zraka:	0,50 h⁻¹
Površina toplotnega ovoja cone A :	593,05 m²

SPECIFIČNE TRANSMISIJSKE TOPLOTNE IZGUBE

Toplotne izgube skozi zunanje površine

Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine

Neprozorne površine

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl.izgube W/K
Lesena fasada sever	S	90	51,29	0,154	7,90
Lesena fasada jug	J	90	40,96	0,154	6,31
Lesena fasada vzhod	V	90	40,80	0,154	6,28
Lesena fasada zahod	Z	90	42,43	0,154	6,53
Kontaktna fasada jug	J	90	7,36	0,155	1,14
Kontaktna fasada sever	S	90	21,99	0,155	3,41
Kontaktna fasada vzhod	V	90	8,00	0,155	1,24
Kontaktna fasada zahod	Z	90	25,64	0,155	3,97
Streha		0	152,21	0,113	17,20
Vhodna vrata	V	90	2,10	0,800	1,68
Tla nad zrakom		0	33,00	0,126	4,16
Kontaktna fasada vzhod TI 25cm	V	90	16,50	0,130	2,15
Skupaj			442,28		61,97

Prozorne površine

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl.izgube W/K
Okno	J	90	6,27	0,660	4,14
Okno	J	90	4,05	0,680	2,75
Okno	J	90	3,74	0,660	2,47
Okno	J	90	6,27	0,660	4,14
Okno	J	90	8,73	0,620	5,41
Okno	S	90	5,36	0,660	3,54
Okno	S	90	2,43	0,650	1,58
Okno	V	90	1,67	0,690	1,15
Okno	V	90	1,44	0,680	0,98
Okno	V	90	2,12	0,660	1,40
Okno	Z	90	2,43	0,650	1,58
Okno	Z	90	1,12	0,740	0,83
Okno	Z	90	0,50	0,750	0,38
Okno	Z	90	1,09	0,710	0,77
Okno	Z	90	1,89	0,700	1,32
Skupaj			49,11		32,44

Skupne transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine $\sum A_i \cdot U_i = 94,41 \text{ W/K}$.

V coni ni linijskih toplotnih mostov.

V coni ni točkovnih toplotnih mostov.

Transmisijske toplotne izgube skozi zunanji ovoj cone L_0

$$L_0 = \sum A_i \cdot U_i + \sum l_k \cdot \Psi_k + \sum \gamma_j = 94,41 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 94,41 \text{ W/K}$$

Toplotne izgube skozi zidove in tla v terenu

Tla v kleti

Oznaka	Ploščina (m ²)	U _i (W/m ² K)	U _{max} (W/m ² K)	Ustr.
tla na terenu - IZOLACIJA V HORIZONTALNEM DELU	101,7	0,135	0,350	DA

Toplotne izgube

Oznaka	topl.izgube W/K
IZOLACIJA V HORIZONTALNEM DELU	2,52

$$L_s = 2,52 \text{ W/K.}$$

Toplotne izgube skozi neogrevane prostore

V coni ni toplotnih izgub skozi neogrevane prostore.

TRANSMISIJSKE IZGUBE

$$H_T = L_D + L_s + H_u = 94,41 \text{ W/K} + 2,52 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 96,93 \text{ W/K.}$$

TOPLOTNE IZGUBE ZARADI PREZRAČEVANJANeto prostornina ogrevanega dela $V_e = 458,68 \text{ m}^3$, urna izmenjava zraka $n = 0,50 \text{ h}^{-1}$.Toplotne izgube zaradi prezračevanja $H_v = 77,98 \text{ W/K}$.**KOEFICIENT SKUPNIH TOPLOTNIH IZGUB**

$$H = H_T + H_v = 96,93 \text{ W/K} + 77,98 \text{ W/K} = 174,91 \text{ W/K.}$$

KOEFICIENT TRANSMISIJSKIH TOPLOTNIH IZGUB PO ENOTI POVRŠINE OVOJAPovršina ovoja ogrevanega dela $A = 593,05 \text{ m}^2$

$$H'_T = H_T / A = 0,163 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Največji dovoljeni $H'_{T,max} = 0,390 \text{ W/m}^2\text{K}$

Koeficient specifičnih toplotnih izgub ustreza zahtevam pravilnika.

NOTRANJI DOBITKI

Priprispevek notranjih toplotnih virov se upošteva z vrednostjo 4 W/m^2 na enoto neto uporabne površine.

$$Q_i = 697,68 \text{ W.}$$

DOBITKI SONČNEGA SEVANJA

Konstrukcija	Površina [m ²]	Orie.	Nagib [°]	Faktor zasen.
Okno	6,27	J	90	1,00
Okno	4,05	J	90	1,00
Okno	3,74	J	90	1,00
Okno	6,27	J	90	1,00
Okno	8,73	J	90	1,00
Okno	5,36	S	90	1,00
Okno	2,43	S	90	1,00
Okno	1,67	V	90	1,00
Okno	1,44	V	90	1,00
Okno	2,12	V	90	1,00
Okno	2,43	Z	90	1,00
Okno	1,12	Z	90	1,00
Okno	0,50	Z	90	1,00
Okno	1,09	Z	90	1,00
Okno	1,89	Z	90	1,00

Toplotni dobitki sončnega sevanja v ogrevalnem obdobju: **7.277 kWh.**

Toplotni dobitki sončnega sevanja izven ogrevalnega obdobja: **3.673 kWh.**

SPECIFIČNE TRANSMISIJSKE TOPLOTNE IZGUBE STAVBE

Transmisijske toplotne izgube skozi zunanji ovoj stavbe L_D

$$L_D = \sum A_i \cdot U_i + \sum l_k \cdot \Psi_k + \sum \chi_j = 94,41 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 94,41 \text{ W/K}$$

TRANSMISIJSKE IZGUBE STAVBE

$$H_T = L_D + L_S + H_U = 94,41 \text{ W/K} + 2,52 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 96,93 \text{ W/K.}$$

TOPLOTNE IZGUBE STAVBE ZARADI PREZRAČEVANJA

Toplotne izgube zaradi prezračevanja $H_V = 77,98 \text{ W/K.}$

KOEFICIENT SKUPNIH TOPLOTNIH IZGUB STAVBE

$$H = H_T + H_V = 96,93 \text{ W/K} + 77,98 \text{ W/K} = 174,91 \text{ W/K.}$$

KOEFICIENT TRANSMISIJSKIH TOPLOTNIH IZGUB STAVBE PO ENOTI POVRŠINE OVOJA

Površina ovoja ogrevanega dela $A = 593,05 \text{ m}^2$

$$H'_T = H_T / A = 0,163 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{Največji dovoljeni } H'_{T,\max} = 0,386 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Koeficient specifičnih toplotnih izgub ustreza zahtevam pravilnika.

NOTRANJI DOBITKI

$$Q_i = 697,68 \text{ W.}$$

DOBITKI SONČNEGA SEVANJA

Toplotni dobitki sončnega sevanja v ogrevalnem obdobju: **7.277 kWh.**

Toplotni dobitki sončnega sevanja izven ogrevalnega obdobja: **3.673 kWh.**

POTREBNA ENERGIJA ZA OGREVANJE STAVBE

Mesec	Q_{tr} kWh	Q_{ve} kWh	Q_{it} kWh	Q_{sol} kWh	Q_{int} kWh	Q_{ve} kWh	Q_{cgn} kWh	γ_c	η_{cgn}	a_{rest}	Q_{NH} kWh	$Q_{\text{NH,max}}$ kWh
Januar	1.442	1.160	2.603	742	519	303	1.262	0,48	1,00	1,00	1.341	1.041
Februar	1.172	943	2.116	989	469	198	1.458	0,69	0,99	1,00	667	489
Marec	1.010	812	1.822	1.202	519	127	1.721	0,94	0,94	1,00	210	147
April	698	561	1.259	1.195	502	101	1.697	1,35	0,73	1,00	15	9
Maj	174	140	315	621	251	104	873	2,77	0,36	1,00	0	0
Junij	0	0	0	0	0	100	0	0,00	0,00	1,00	0	0
Julij	0	0	0	0	0	104	0	0,00	0,00	1,00	0	0
Avqust	0	0	0	0	0	104	0	0,00	0,00	1,00	0	0
September	105	84	189	364	151	100	515	2,73	0,37	1,00	0	0
Oktober	721	580	1.301	968	519	105	1.487	1,14	0,84	1,00	51	32
November	1.047	842	1.889	638	502	237	1.141	0,60	1,00	1,00	751	526
December	1.370	1.102	2.472	557	519	325	1.076	0,44	1,00	1,00	1.397	1.074
Skupaj	7.740	6.226	13.966	7.277	3.952	1.907	11.229	0,00	0,00	0,00	4.432	3.318

Za izračun je privzet holističen pristop upoštevanja vračljivih toplotnih izgub sistemov.

Letna potrebna toplotna energija za ogrevanje stavbe $Q_{\text{NH}} = 4.432 \text{ kWh/a}$.

Letna potrebna toplotna energija za ogrevanje, preračunana na enoto kondicionirane površine $Q_{\text{NH}}/A_v = 25,411 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

Največja dovoljena letna potrebna toplotna energija za ogrevanje, preračunana na enoto kondicionirane površine $Q_{\text{NH}}/A_v, \text{max} = 47,111 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

Letna potrebna toplotna energija za ogrevanje ustreza zahtevam pravilnika.

POTREBNA ENERGIJA ZA HLAJENJE STAVBE

Mesec	$Q_{\text{C,tr}}$ kWh	$Q_{\text{C,ve}}$ kWh	$Q_{\text{C,it}}$ kWh	$Q_{\text{C,int}}$ kWh	$Q_{\text{C,sol}}$ kWh	$Q_{\text{C,ggn}}$ kWh	γ_c	$\eta_{\text{C,ggn}}$	$a_{\text{C,rest}}$	Q_{NC} kWh
Januar	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
Februar	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
Marec	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
April	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
Maj	409	329	739	268	437	705	0,95	0,89	1,00	48
Junij	558	449	1.007	502	832	1.334	1,32	0,99	1,00	340
Julij	433	348	781	519	935	1.454	1,86	1,00	1,00	674
Avqust	505	406	911	519	908	1.427	1,57	1,00	1,00	519
September	537	432	970	352	561	913	0,94	0,88	1,00	57
Oktober	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
November	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
December	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
Skupaj	2.443	1.965	4.408	2.160	3.673	5.833	0,00	0,00	0,00	0

Letna potrebna energija za hlajenje $Q_{\text{NC}} = 1.637 \text{ kWh/a}$.

Letna potrebna energija za hlajenje, preračunana na enoto kondicionirane površine $Q_{\text{NC}}/A_v = 9,39 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

Največja dovoljena letna potrebna energija za hlajenje, preračunana na enoto kondicionirane površine $Q_{\text{NC}}/A_v, \text{max} = 50,000 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

Letna potrebna energija za hlajenje ustreza zahtevam pravilnika.

OGREVALNI PODSISTEM

Podsistem ogrevala:	Ogrevalni sistem 1
Vrsta ogrevala:	vgrajena površinska ogrevala
Cona:	Privzeta cona
Standardna temperatura ogrevnega medija:	ploskovna ogrevala 40/30
Regulacija temperature prostora:	PI-regulator
Način vgradnje ogrevala:	ploskovno ogrevanje s toplotno izolacijo
Vrsta sistema:	mokri sistem
Nazivna moč grelnika zraka:	0,00 W
Nazivna moč črpalke:	0,00 W
Število črpalke:	0
Nazivna moč regulatorja:	0,00 W
Nazivna moč ventilatorja:	0,00 W
Število ventilatorjev:	0
Dodatna električna energija:	$W_{h,em} = 0,00 \text{ kWh}$
Vrnjena dodatna električna energija:	$Q_{rth,em} = 0,00 \text{ kWh}$
Dodatne toplotne izgube:	$Q_{h,em,i} = 364,97 \text{ kWh}$
V ogrevala vnesena toplota:	$Q_{h,em,in} = 3.682,86 \text{ kWh}$
Potrebna toplotna oddaja ogreval:	$Q_{h,em,in} = 3.317,89 \text{ kWh}$

RAZSVETLJAVA

Način izračuna: **poenostavljen izračun letne dovedene energije za razsvetljava za stanovanjske stavbe.**

Vrsta svetil v stavbi:	pretežna uporaba sijalk
Potrebna energija za razsvetljava:	$Q_{r,l} = 654,07 \text{ kWh}$

RAZVOD OGREVALNEGA SISTEMA

Razvodni sistem:	Razvodni sistem 1
Ogrevalni sistem:	Ogrevalni sistem 1
Način delovanja:	neprekinjeno delovanje
Vrsta razvodnega sistema:	dvocevni sistem
Tlačni padec:	0,00
Hidravlična uravnoveženost:	hidravlično neuravnovežen sistem
Dodatek pri ploskovnem ogrevanju:	0,00 kPa
Regulacija črpalke:	ni regulacije
Moč črpalke:	0,00 W
Namestitev dviznega in priključnega voda:	namestitev pretežno v notranjih stenah
Izolacija razvodnih cevi:	cevi so izolirane
Namestitev horizontalnega razvoda:	horizontalni razvod v ogrevanem prostoru
Izolacija zunanega zidu:	zunanj zid je izoliran zunaj
Cona, po katerih poteka razvod:	Privzeta cona
Dolžine cevi, dolžinska toplotna prehodnost:	
Cona Lv - cevi v ogrevanem prostoru	38,72 m 0,000 W/mK
Cona Lv - cevi v neogrevanem prostoru	0,00 m 0,000 W/mK
Cona Ls - cevi v notranji steni	16,15 m 0,000 m
Cona Ls - cevi v zunanjem zidu	0,00 m 0,000 / 0,000 W/mK
Cona Lsl	142,12 m 0,000 W/mK
Potrebna električna energija za razvodni podsistem:	$W_{h,d,e} = 61,01 \text{ kWh}$
Vrnjene toplotne izgube:	$Q_{h,d,rth} = 654,50 \text{ kWh}$
Nevrnjene toplotne izgube:	$Q_{h,d,uhh} = 0,00 \text{ kWh}$
Toplotne izgube razvodnega sistema:	$Q_{h,d} = 654,50 \text{ kWh}$
V razvodni sistem vrnjena toplota:	$Q_{d,rth} = 15,25 \text{ kWh}$
V okolico koristno vrnjena toplota:	$Q_{rth,d} = 670,41 \text{ kWh}$
V razvodni sistem vnesena toplota:	$Q_{h,in,d} = 3.666,96 \text{ kWh}$

PRIPRAVA TOPLE VODE

Opis:	Priprava tople vode
Energent:	električna energija
Cirkulacija:	sistem za toplo vodo s cirkulacijo
Število dni zagotavljanja tople vode v tednu:	7,00
Vrsta stavbe:	enostanovanjska stavba
Površina stanovanja:	174,42 m ²
Namestitev priključnega voda:	standardni
Izolacija razvoda:	razvod je izoliran
Izolacija zunanjega zidu:	zunanji zid je izoliran zunaj
Cone, po katerih poteka razvodni sistem:	Privzeta cona
Dolžine cevi, dolžinska toplotna prehodnost:	
Cona Lv - cevi v ogrevanem prostoru	30,13 m 0,000 W/mK
Cona Lv - cevi v neogrevanem prostoru	0,00 m 0,000 W/mK
Cona Ls - cevi v notranji steni	48,45 m 0,000 W/mK
Cona Ls - cevi v zunanjem zidu	0,00 m 0,000 / 0,000 W/mK
Cona Lsl	19,38 m 0,000 W/mK
Namestitev hranilnika:	grelnik in hranilnik sta v istem prostoru
Tip hranilnika:	posredno ogrevani
Dnevne toplotne izgube hranilnika v stanju obrat. priprav.:	0,80 kWh
Namestitev črpalke:	črpalka je nameščena v ogrevanem prostoru
Regulacija črpalke:	črpalka nima regulacije
Moč črpalke:	44,00 W
Potrebna toplota za pripravo tople vode:	$Q_w = 2.093,04 \text{ kWh}$
Potrebna toplota grelnika za toplo vodo:	$Q_{w,out,g} = 3.289,96 \text{ kWh}$
Vrnjene toplotne izgube sistema za toplo vodo:	$Q_{rww} = 12,28 \text{ kWh}$
Skupne toplotne izgube sistema za toplo vodo:	$Q_{bw} = 1.209,21 \text{ kWh}$
Skupne vrnjene toplotne izgube:	$Q_{w,reg} = 789,79 \text{ kWh}$

TOPLITNA ČRPALKA

Opis:	Toplotna črpalka 1
Energent:	električna energija
Vrsta toplotne črpalke:	TČ zrak / voda
Tehnologija izdelave:	sodobna TČ
Namen uporabe toplotne črpalke:	za ogrevanje in za pripravo tople vode
Način delovanja:	monovalentno
Toplotna moč TČ za ogrevanje:	13,00 kW
Toplotna moč TČ za pripravo tople vode:	2,00 kW
Toplotna moč TČ v simultnem delovanju:	15,00 kW

Toplotna moč za ogrevanje in COP pri nazivni obremenitvi

Z.temp.	35 °C				50 °C			
	-7 °C	2 °C	7 °C	20 °C	-7 °C	2 °C	7 °C	20 °C
COP	2,7	3,1	3,7	4,9	2,0	2,3	2,8	3,5
moč	9,36	11,44	13,52	17,68	8,84	10,92	13,00	16,77

Toplotna moč za pripravo tople vode in COP pri nazivni obremenitvi

Z.temp.	35 °C				50 °C			
	-7 °C	2 °C	7 °C	20 °C	-7 °C	2 °C	7 °C	20 °C
COP	2,7	3,1	3,7	4,9	2,0	2,3	2,8	3,5
moč	1,44	1,76	2,08	2,72	1,36	1,68	2,00	2,58

Toplotna moč v simultanem načinu in COP pri nazivni obremenitvi

Z.temp.	35 °C				50 °C			
	-7 °C	2 °C	7 °C	20 °C	-7 °C	2 °C	7 °C	20 °C
COP	2,7	3,1	3,7	4,9	2,0	2,3	2,8	3,5
moč	10,80	13,20	15,60	20,40	10,20	12,60	15,00	19,35

Dnevno število ur delovanje toplotne črpalke:	21,00 h
Najvišja temperatura delovanja TČ:	60,00 °C
Spodnja temperaturna meja izklopa delovanja TČ:	0,00 °C
Bivalentna točka:	3,00 °C
Potrebni čas mirovanja TČ med vklopi v 1 dnevu:	3,00 h
Korekcijski faktor delovanja TČ v simultanem načinu:	1,00
Električna moč na primarnem krogu:	0,00 W
Električna moč na sekundarnem krogu:	0,00 W
Akumulator toplote:	toplotna črpalka ima akumulator toplote
Razvodni sistemi, v katere je vnesena toplota:	Razvodni sistem 1
Temperatura prostora, v katerem je akumulator toplote:	20,00 °C
Temperaturna razlika pri pogojih preizkušanja:	40,00 K
Toplotne izgube akumulatorja v stanju obratovne pripravljenosti:	0,00 kWh/d
Nazivni volumen hranilnika:	3,00 l
Toplotne izgube hranilnika v stanju obratovne pripravljenosti:	3,00 kWh/d
Temperatura tople vode:	60,00 °C
Temperatura hladne vode:	25,00 °C
Proizvedena toplota toplotne črpalke:	$Q_{TC} = 6.458,90 \text{ kWh}$
Dodatna energija za delovanje toplotne črpalke:	$W_{TC,aux} = 0,00 \text{ kWh}$
Toplotne izgube sistema toplotne črpalke:	$Q_{TC,l} = 52,42 \text{ kWh}$
Skupna potrebna električna energija:	$E_{TC} = 3.763,03 \text{ kWh}$
Faktor učinkovitosti toplotne črpalke:	$SPF = 1,72$

POTREBNA TOPLOTA

Toplotni dobitki pri ogrevanju	$Q_{H,gn} = 11.229,02 \text{ kWh}$
Transmisijske izgube pri ogrevanju	$Q_{H,ht} = 13.965,98 \text{ kWh}$
Potrebna toplota za ogrevanje	$Q_{H,nd} = 4.432,23 \text{ kWh}$
Toplotni dobitki pri hlajenju	$Q_{C,gn} = 5.833,00 \text{ kWh}$
Transmisijske izgube pri hlajenju	$Q_{C,ht} = 4.407,66 \text{ kWh}$
Potrebna toplota za hlajenje	$Q_{C,nd} = 1.637,47 \text{ kWh}$
Potrebna toplota za pripravo tople vode	$Q_{W,nd} = 3.289,96 \text{ kWh}$
Potrebna toplota na neto uporabno površino	$Q_{NH}/A_u = 25,41 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Potrebna toplota za ogrevanje na enoto ogrevanje prostornine	$Q_{NH}/V_e = 5,80 \text{ kWh/m}^3\text{a}$
Potreben hlad na neto uporabno površino	$Q_{NC}/A_u = 9,39 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Potreben hlad na enoto ogrevane prostornine	$Q_{NC}/V_e = 2,14 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

DOVEDENA ENERGIJA

Dovedena energija za ogrevanje	$Q_{f,h,skupni} = 3.168,91 \text{ kWh}$
Dovedena energija za hlajenje	$Q_{f,c,skupni} = 0,00 \text{ kWh}$
Dovedena energija za prezračevanje	$Q_{f,v} = 0,00 \text{ kWh}$
Dovedena energija za ovlaževanje	$Q_{f,st} = 0,00 \text{ kWh}$
Dovedena energija za pripravo tople vode	$Q_{f,w} = 3.289,96 \text{ kWh}$
Dovedena energija za razsvetljavo	$Q_{f,l} = 654,07 \text{ kWh}$
Dovedena energija fotonapetostnega sistema	$Q_{f,pv} = 0,00 \text{ kWh}$
Dovedena pomožna energija za delovanje sistemov	$Q_{f,aux} = 110,15 \text{ kWh}$
Dovedena energija za delovanje stavbe	$Q_f = 7.223,10 \text{ kWh}$

OBNOVLJIVI VIRI

toplota okolja	2.695,88 kWh
----------------	--------------

PRIMARNA ENERGIJA

električna energija	11.318,12 kWh
Letna raba primarne energije	$Q_p = 11.318,12 \text{ kWh}$
Letna raba primarne energije na neto uporabno površino	$Q_p/A_u = 64,890 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Letna raba primarne energije na enoto ogrevane prostornine	$Q_p/V_e = 14,807 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

EMISIJA CO₂

električna energija	2.399,44 kg
Letna emisija CO ₂	2.399,44 kg
Letna emisija CO ₂ na neto uporabno površino	13,757 kg/m ² a
Letna emisija CO ₂ na enoto ogrevane prostornine	3,139 kg/m ³ a

ZAGOTAVLJANJE OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE

najmanj 25% celotne končne energije je zagotovljeno z uporabo obnovljivih virov	Vir: Topl.oko. 37 %	
	Skupaj: 37 %	DA
najmanj 50% potrebne energije je iz toplote okolja	29 %	NE
letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe, preračunana na enoto uporabne površine, je najmanj za 30 % manjša od mejne vrednosti	54 %	DA

POTREBNA ENERGIJA ZA STAVBO

		C1	C2	C3	C4	C5
		Ogrevanje		Hlajenje		Topla voda
		Občutena toplota	Latentna toplota (navlaž.)	Občutena toplota	Latentna toplota (razvlaž.)	
L1	Toplotni dobitki in in vrnjene toplotne izgube	11.229		5.833		
L2	Prehod toplote	13.966		4.408		
L3	Toplotne potrebe	4.432	0	1.637	0	3.290

SISTEMSKE TOPLOTNE IZGUBE IN POMOŽNA ENERGIJA

		C1	C2	C3	C4	C5
		Ogrevanje	Hlajenje	Topla voda	Prezračevanje	Razsvetljava
L4	Električna energija	61	0	49	0	654
L5	Toplotne izgube	1.072	0	1.209		
L6	Vrnjene toplotne izgube	431	0	12	0	0
L7	V razvodni sistem oddana toplota	3.667	0	3.290		

PROIZVEDENA ENERGIJA

		C1	C2
	Vrsta generatorja	TČ - ogrevanje	TČ - topla voda
	Sistem oskrbe	ogrevanje	topla voda
L8	Toplotna oddaja	3.117	3.290
L9	Pomožna energija	0	0
L10	Toplotne izgube	0	52
L11	Vrnjena toplota	0	0
L12	Vnesena energija	1.073	2.690
L13	Prozvedena elektrika	0	0
L14	Energent	električna energija	električna energija

PORABA PRIMARNE ENERGIJE

		C1	C2	C3
		Dovedena energija		
		električna energija		Skupaj
L1	Dovedena energija	4.527		
L2	Faktor pretvorbe	2,5		
L3	Obtežena vrednost	11.318		11.318
		Oddana energija		
		električna energija	toplotna energija	
L4	Oddana energija	0		
L5	Faktor pretvorbe	2,5		
L6	Obtežena vrednost	0		0
L7	Iznos			11.318

EMISIJA CO₂

		C1	C2	C3
		Dovedena energija		
		električna energija		Skupaj
L1	Dovedena energija	4.527		
L2	Faktor pretvorbe	0,53		
L3	Emisija CO ₂	2.399		2.399
		Oddana energija		
		električna energija	toplotna energija	
L4	Oddana energija	0		
L5	Faktor pretvorbe	0,53		
L6	Emisija CO ₂	0		0
L7	Iznos			2.399

SKUPNA RABA ENERGIJE IN EMISIJA CO₂ ZA IZRAČUN ENERGIJSKEGA RAZREDA

Toplotne potrebe stavbe (brez sistemov)	Učinkovitost sistemov (toplotne-vrnjene izgube)	Dovedena energija (vsebovana v energentih)	Energijski razred (obtežena količina)
$Q_{H,rd} = 4.432$ $Q_{H,hum,rd} = 0$ $Q_{W,rd} = 3.290$ $Q_{C,rd} = 1.637$ $Q_{C,dhum,rd} = 0$	$Q_{H,W,S,rd} = 1.838$ $Q_{C,S,rd} = 0$ El. energija = 764 $W_{HW} = 110$ $W_C = 0$ $E_L = 654$ $E_V = 0$	$E_{elek} = 3.763$	$\Sigma E_{P,delj} = 11.318$ $\Sigma m_{CO2,expj} = 2.399$
		Oddana energija (neobteženi energenti)	
		$Q_{T,exp} = 0$ $E_{el,exp} = 0$	$\Sigma E_{P,expj} = 0$ $\Sigma m_{CO2,expj} = 0$
			$E_p = 11.318$ $m_{CO2} = 2.399$
		Proizvedena obnovljiva energija	
		$Q_{H,gen,out} = 2.696$ $E_{el,gen,out} = 0$	

8 ZAKLJUČEK

Klasična gradnja z opečnimi izdelki ponovno narašča po vmesnem obdobju prevlade betona. Danes gradnja z opeko prednjači pred gradnjo z betonom, plinobetonom ali lesom. Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije je bilo v letu 2013 dokončanih 2111 enostanovanjskih stavb, financiranih s strani fizičnih oseb. Podatka o vrsti gradnje oziroma o uporabljenem primarnem gradbenem materialu ni mogoče dobiti. Smo pa od komercialista nekega večjega podjetja za prodajo opečnih izdelkov izvedeli, da zaradi velikega števila ponudnikov opečnih izdelkov, ne morejo podati točne ocene, koliko objektov je letno zgrajenih iz opeke, imajo pa podatek, da je letno zgrajenih okoli 70 enostanovanjskih objektov iz plinobetona ter okoli 600 iz lesa in betona. Iz česar lahko sklepamo, da je v Sloveniji okoli 70 % enostanovanjskih objektov iz opeke.

V diplomskem delu so predstavljene lastnosti opeke in stekla kot gradbenih materialov in najpomembnejši elementi nizkoenergijske hiše, ki nam omogočajo udobno uporabo objektov. Glede na razpolago in inovacije na področju izolativnih materialov, tako konstrukcijskih kot tudi materialov za obloge toplotnih ovojev, ter njihove ne velike cenovne razlike v primerjavi s povprečnimi materiali, so investitorji skoraj prisiljeni v varčno gradnjo. Preprost primer je modularna opeka, ki ima skoraj 2 krat višjo toplotno prevodnost kot novejša Porothem 30 S P+E, s katero smo zasnovali hišo, pa vendar niti ta opeka ni v vrhu karakteristik toplotne prevodnosti. Takšna gradnja bi že morala biti samoumevna s pogleda ohranjanja narave in minimalizacije porabe fosilnih goriv.

Zasnovali smo nizkoenergijsko hišo s tradicionalno gradnjo iz opeke. Oblikovno smo objekt prilagodili sosednjemu večstanovanjskemu objektu, ki ima tudi ravno streho, leseno fasado in dve etaži na meji z našim zemljiščem. Višina sosednjega objekta tako ne bo nikoli v zimskem času vplivala na količino sončne svetlobe in toplote. Vse bivalne in spalne dele smo orientirali proti jugu, med tem ko so servisni prostori in komunikacije na severni strani. Obstoječ objekt, ki se ga bo odstranilo, je lociran na sredini parcele, kar ni funkcionalno, zato smo novo hišo predstavili severno, proti ulici in v linijo sosednjih objektov. Okoli objekta je predvidena živa meja, razen na južni strani, kjer je predvidena lesena ograja iz sibirskega macesna za zagotavljanje zasebnosti na uporabnih zelenih površinah pred hišo.

Pri načrtovanju smo upoštevali problematična mesta oziroma detajle, kjer lahko prihaja do toplotnih mostov in jih tudi konstrukcijsko rešili. Okna in vrata se bodo vgrajevala po RAL sistemu, toplotni ovoj stavbe ni nikjer prekinjen, imamo naravno prezračevanje, za ogrevanje pa bo skrbela toplotna črpalka tipa zrak/voda, sončni dobitki in notranji dobitki od stanovalcev in gospodinjskih aparatov.

Po izračunu gradbene fizike s programom Gradbena fizika URSA 4 smo ugotovili, da hiša spada v razred B2 in je zelo blizu pasivni hiši.

9 LITERATURA

1. Kresal, J 2012, Gradiva v arhitekturi. Prenovljeni učbenik za arhitekto, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo
2. Tehnična smernica TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije
3. Zbašnik-Senegačnik, M 2005, Steklene fasade, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo
4. Zbašnik-Senegačnik, M 2006, Od nizkoenergijske do pasivne hiše. Publikacija ob strokovnem izpopolnjevanju, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo
5. Zbašnik-Senegačnik, M 2010, Kako odpraviti toplotne mostove v pasivni in nizkoenergijski hiši? Publikacija ob strokovnem izpopolnjevanju 11. junij 2010, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo
6. Zbašnik-Senegačnik, M 2012, Pasivna hiša 2012. Publikacija ob strokovnem izpopolnjevanju 16. marec 2012, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo
7. Žarnić, R 2003, Lastnosti gradiv, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za preskušanje materialov in konstrukcij
8. Žegarac Leskovar V, Premrov M 2013, Energy – Efficient Timber – Glass House, Univerza v Mariboru

9.1 Ostali viri

- <http://www.arso.gov.si/>
- <http://www.energetika-portal.si>
- <http://www.energetskaizkaznicastavbe.si>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Hoffmann_kiln
- <http://www.fibran.si/>
- <http://www.finance.si/>
- <http://www.fragmat.si/>
- <http://www.go-opekarne.si/>
- <http://www.klima-stagoj.si/>
- <http://www.klimatizacija-smelcer.si/>

- <http://www.knaufinsulation.si/>
- <http://www.m-sora.si/>
- <http://www.merkur.si/>
- <http://www.mizarstvo.si/>
- <http://www.mojmojster.net/>
- <http://www.new-learn.info/>
- <http://www.oknakli.si/>
- <http://www.papler.si/>
- <http://www.preklade.si/>
- <http://www.roto.si/>
- www.uradni-list.si uradni list RS, št. 52/2010, 7. Člen
- <http://www.wienerberger.si/>
- <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Publikacije/URE/URE1-11.htm>

10 PRILOGE

10.1 Seznam slik

Slika 2-1: Hoffmanova peč (http://en.wikipedia.org/wiki/Hoffmann_kiln).....	2
Slika 2-2: Luknjičava opeka Slika 2-3: Poln opeka.....	4
Slika 2-4: Korci Slika 2-5: Bobrovec.....	4
Slika 2-6: Stropni sistem "rapid" (http://www.preklade.si/).....	4
Slika 2-7: Vogalni element OVE-29 za izvedbo vertikalne vezi.....	5
Slika 2-8: Opeka s toplotno izolacijo	5
Slika 3-1: Shema okna s prikazom prehajanja žarkov (http://www.oknakli.si/).....	10
Slika 3-2: Vgradnja oken po RAL standardu (http://www.mojmojster.net/)	11
Slika 3-3: Poškodba lepljenega stekla (http://www.mizarstvoperko.com/)	12
Slika 3-4: Steklena volna Ursa DF39 (http://www.mix-trgovina.si/).....	13
Slika 3-5: Vodno steklo (http://www.elektronik.si/)	13
Slika 4-1 Prikaz različnih faktorjev oblik objektov z enakimi elementi (levi objekt ima manjši oblikovni faktor F_s kot objekt na desni strani) (http://www.new-learn.info/)	18

Slika 4-2: Toplotne izgube in dobitki (http://www.finance.si/).....	19
Slika 4-3: Test Blower Door (http://de.wikipedia.org/)	20
Slika 4-4: Različni načini prezračevanja (http://gcs.gi-zrmk.si/)	21
Slika 4-5: Prezračevanje z rekuperacijo (http://www.klimatizacija-smelcer.si/)	22
Slika 4-6: Naravna zaščita pred soncem v poletnih dneh (http://www.mizarstvo.si/)	23
Slika 4-7: Prikaz delovanja toplotne črpalke (http://www.papler.si/)	24
Slika 5-1: Energetska izkaznica stavbe (http://www.energetika-portal.si/podrocja/energetika/energetske-izkaznice-stavb/)	29
Slika 6-1: Lokacija parcele z nameravano gradnjo, parc. št. 1374, k.o. Celje (http://www.arso.gov.si/).....	30
Slika 6-2: Tloris temeljne plošče (načrt ni v merilu).....	35
Slika 6-3: Tloris pritličja (načrt ni v merilu)	36
Slika 6-4: Tloris nadstropja (načrt ni v merilu)	37
Slika 6-5: Tloris strehe (načrt ni v merilu)	38
Slika 6-6: Prerez A-A (načrt ni v merilu).....	39
Slika 6-7: Prerez B-B (načrt ni v merilu)	40
Slika 6-8: Fasada jug (načrt ni v merilu)	41
Slika 6-9: Fasada sever (načrt ni v merilu).....	41
Slika 6-10: Fasada vzhod (načrt ni v merilu)	42
Slika 6-11: Fasada zahod (načrt ni v merilu).....	42
Slika 6-12: Prerez talne konstrukcije (skica ni v merilu)	45
Slika 6-13: Prerez stropne konstrukcije (skica ni v merilu)	46
Slika 6-14: Prerez stropne plošče nad parkiriščem (skica ni v merilu)	48
Slika 6-15: Prerez strehe (skica ni v merilu)	49
Slika 6-16: Detajl stika temeljne plošče in zunanjega zidu (načrt ni v merilu).....	50
Slika 6-17: Detajl atike (načrt ni v merilu).....	51

10.2 Seznam tabel

Tabela 2.1: Primerjava tehničnih lastnosti opek (http://www.go-opekarne.si/ in http://www.wienerberger.si/).....	6
Tabela 3.1: Kemična sestava stekla (Žegarac Leskovar & Premrov 2013).....	8

Tabela 3.2: Karakteristične fizikalne lastnosti SLS stekla (Žegarac Leskovar & Premrov 2013).....	8
Tabela 4.1: Razredi energijske učinkovitosti glede na letno potrebno energijo za ogrevanje (Žegarac Leskovar & Premrov 2013).....	15
Tabela 4.2: Avstrijska klasifikacija energijsko učinkovit hiš (Žegarac Leskovar & Premrov 2013).....	15
Tabela 4.3: Primerjava lastnosti prezračevalnih sistemov (Od nizkoenergijske do pasivne hiše 2006)	21
Tabela 5.1: Maksimalne vrednosti toplotne prehodnosti posameznih konstrukcijskih elementov (Tehnična smernica Učinkovita rabe energije).....	27
Tabela 6.1: Izkaz neto površin vseh prostorov v objektu	31
Tabela 6.2: Sloji in njihove debeline na zunanji steni kontaktne fasade.....	43
Tabela 6.3: Sloji in njihove debeline na zunanji steni kontaktne fasade.....	44
Tabela 6.4: Sloji in njihove debeline na zunanji steni prezračevane lesene fasade.....	44
Tabela 6.5: Sloji in njihove debeline talne konstrukcije	45
Tabela 6.6: Sloji in njihove debeline stropne plošče	46
Tabela 6.7: Sloji in njihove debeline stropne plošče nad parkiriščem	47
Tabela 6.8: Sloji in njihove debeline strehe	48
Tabela 6.9: Karakteristike okna Natura E112	51

10.3 Načrti arhitekture

Načrt št. 1: tloris temeljev

Načrt št. 2: tloris pritličja

Načrt št. 3: tloris nadstropja

Načrt št. 4: tloris strehe

Načrt št. 5: prerez A-A

Načrt št. 6: prerez B-B

Načrt št. 7: fasada jug in sever

Načrt št. 8: fasada vzhod in zahod

Načrt št. 9: fasadni pas

Načrt št. 10: detajla; temeljna plošča-zunanji zid in atika

10.4 Naslov študenta

Matevž Germadnik,
Plečnikova 8a,
3000 Celje

Tel.: 00386 40 754 059

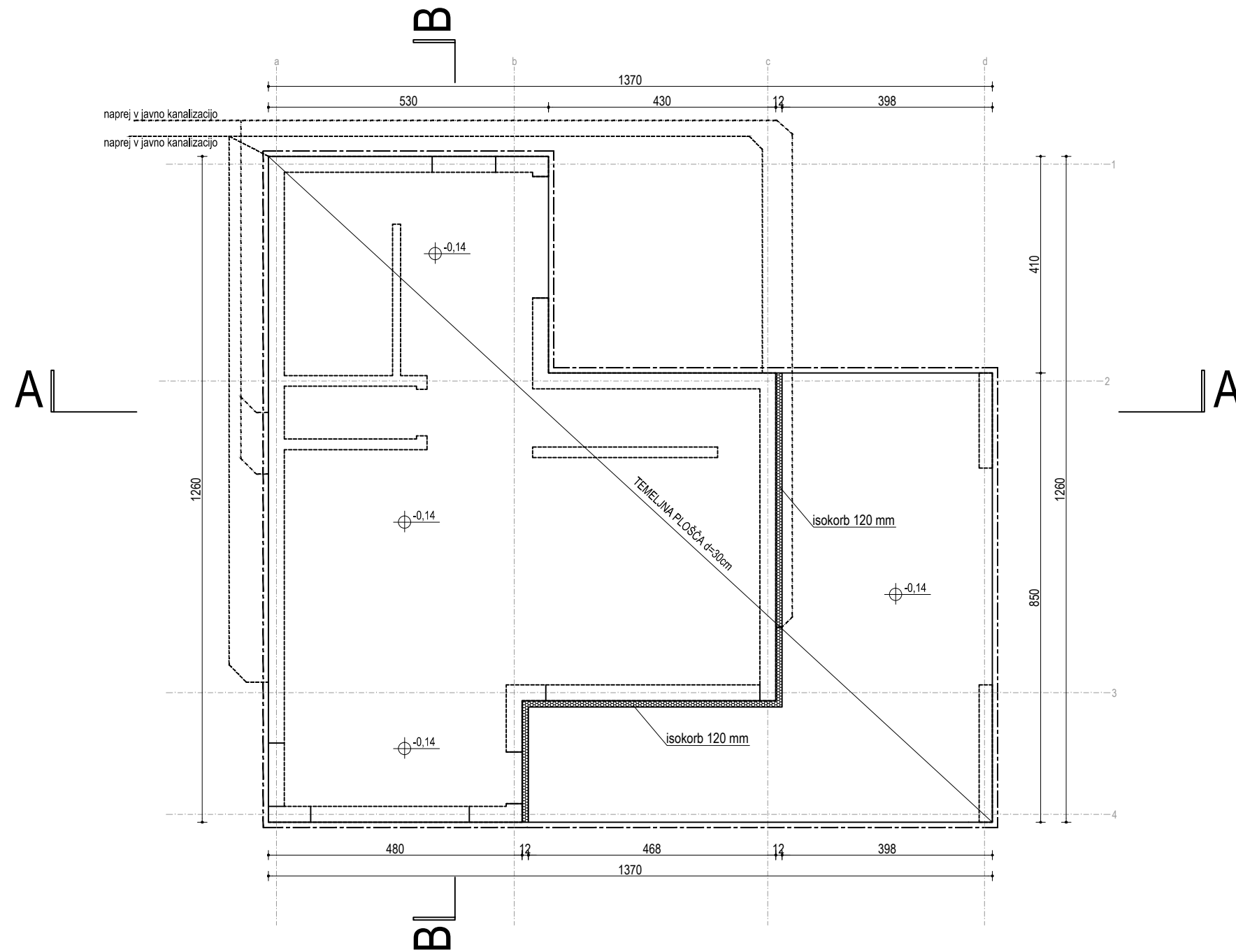
e-mail:germadnik.matevz@gmail.com

10.5 Kratak življenjepis

Rojen: 29.03.1986 Celje

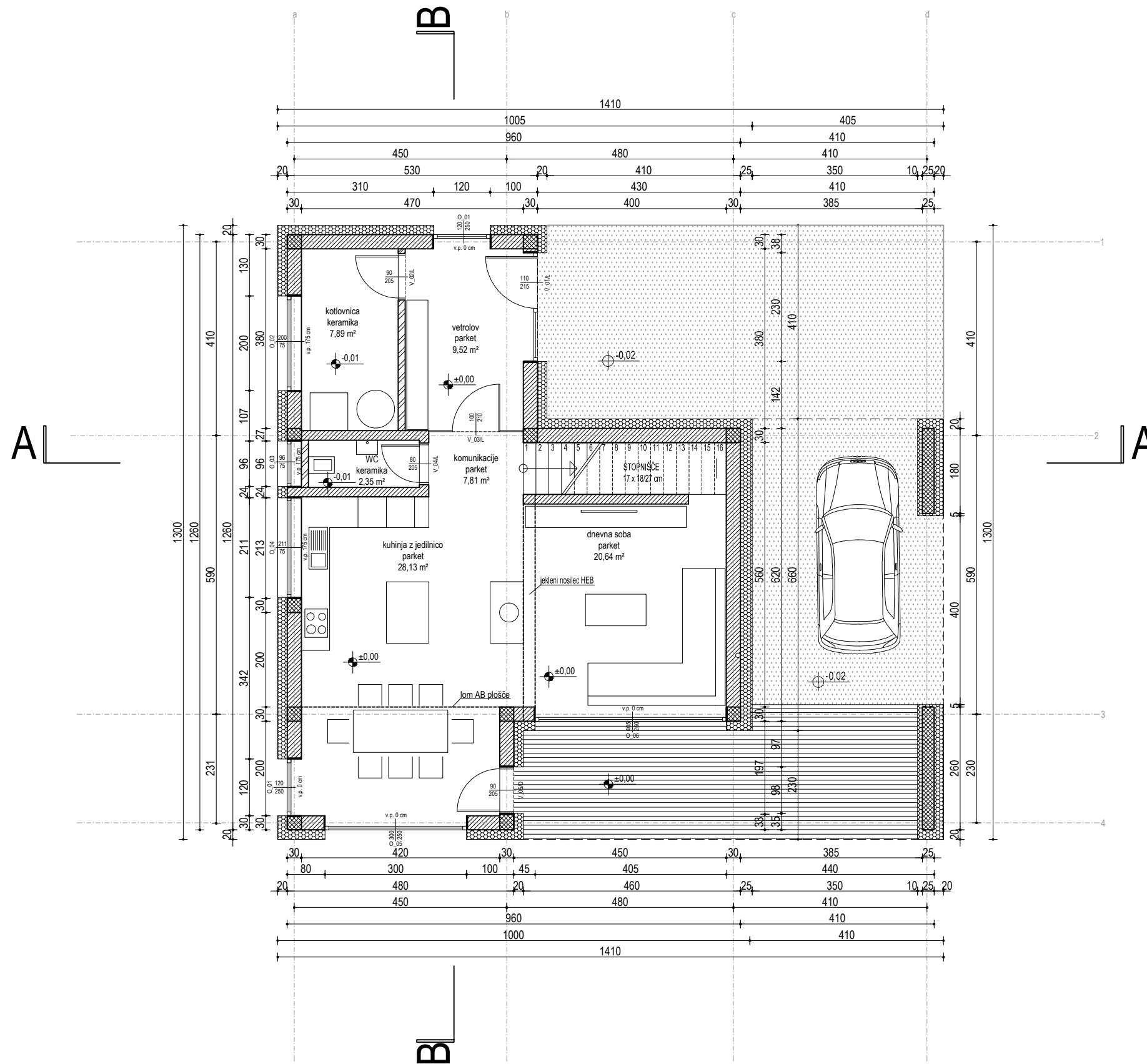
Šolanje: 1993 – 2001 III. osnovna šola Celje, 3000 Celje

2001 – 2005 Šolski center Celje, Splošna gimnazija Lava, 3000 Celje



- drenaža
- fekalna kanalizacija
- meteorna kanalizacija

načrt	ARHITEKTURA
risba	TLORIS TEMELJNE PLOŠČE
merilo	1:100
vrsta projekta	PGD
objekt	Zasnova nizkoenergijske hiše v Celju
investitor	Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje
naročnik	Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje
projektanti	Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje
številka projekta	Diplomsko delo
datum	junij 2015
številka lista	01



-  opeka
-  armirani beton
-  predelne nosilne stene
-  toplotna izolacija
-  zunanji tlakovan tlak
-  zunanji lesen tlak

načrt ARHITEKTURA

risba **TLORIS PRITLIČJA**

merilo 1:100

vrsta projekta PGD

objekt Zasnova nizkoenergijske hiše v Celju

investitor Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje

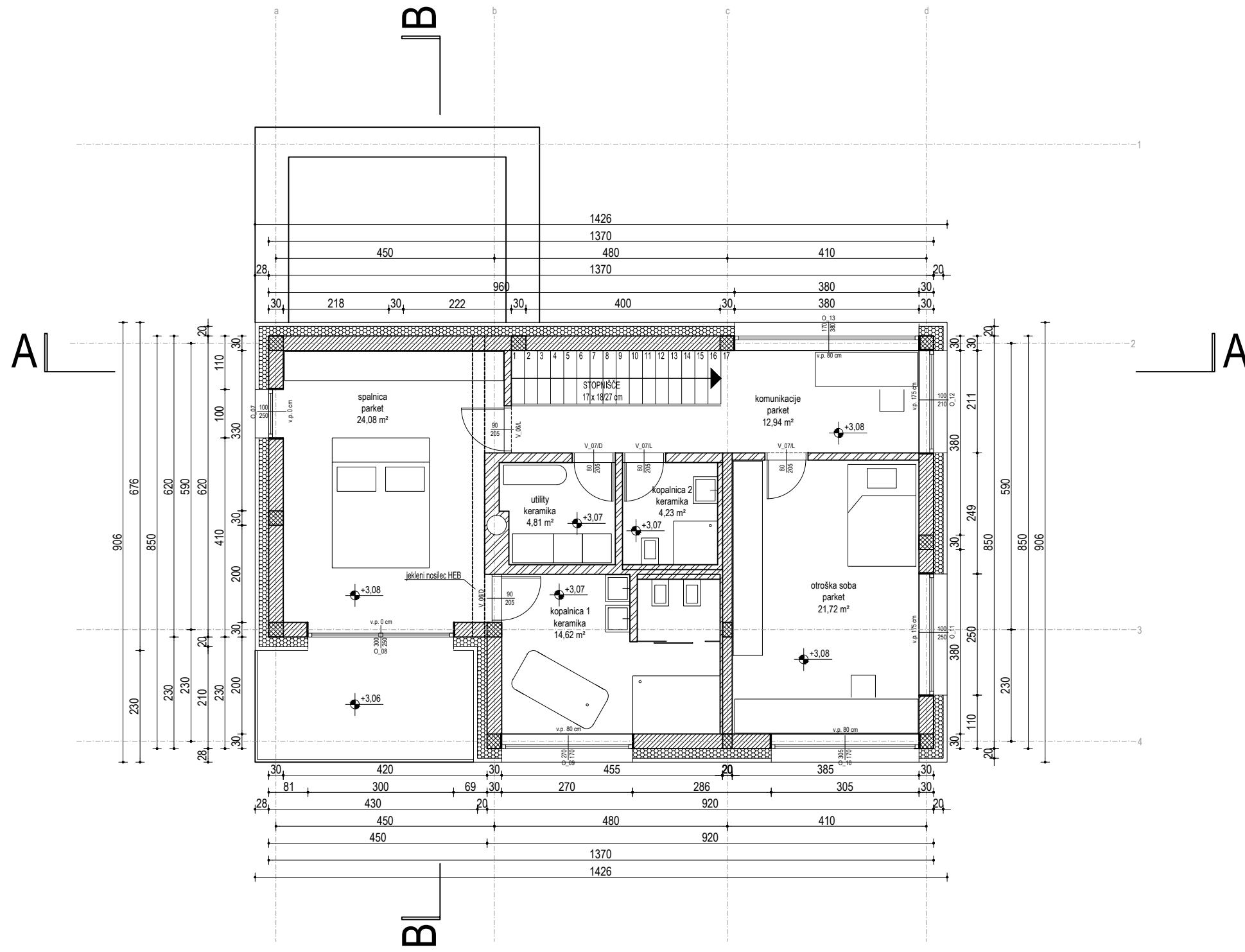
naročnik Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje





projektanti Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje

številka projekta Diplomsko delo

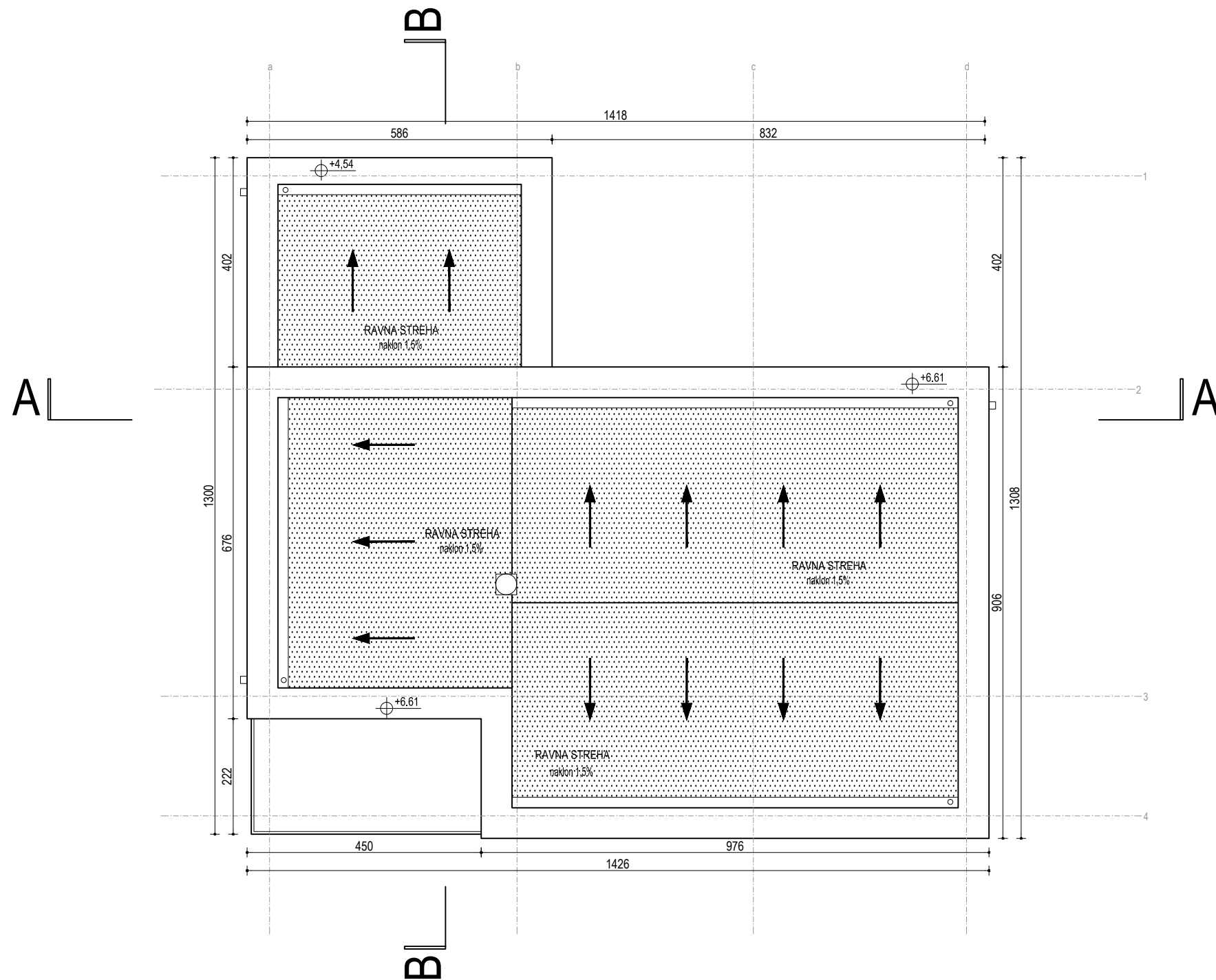
datum junij 2015

številka lista 02



-  opeka
-  armirani beton
-  predelne nosilne stene
-  toplotna izolacija

načrt	ARHITEKTURA
risba	TLORIS NADSTROPJA
merilo	1:100
vrsta projekta	PGD
objekt	Zasnova nizkoenergijske hiše v Celju
investitor	Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje
naročnik	Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje
projektanti	Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje
številka projekta	Diplomsko delo
datum	junij 2015
številka lista	03



načrt ARHITEKTURA

risba **TLORIS STREHE**

merilo 1:100

vrsta projekta PGD

objekt Zasnova nizkoenergijske hiše v Celju

investitor Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje

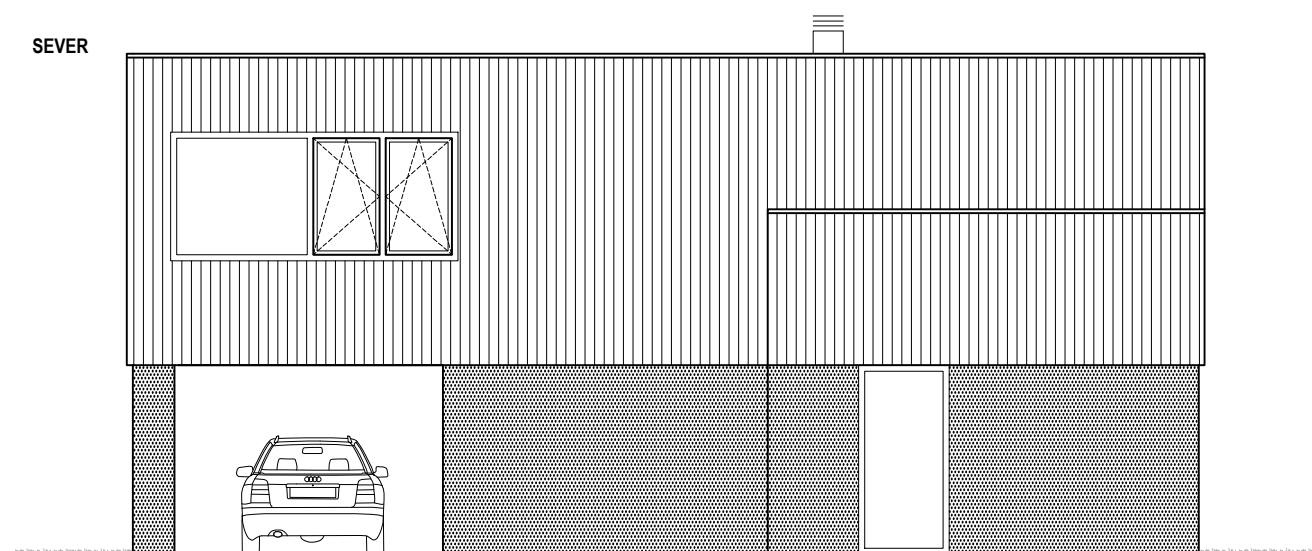
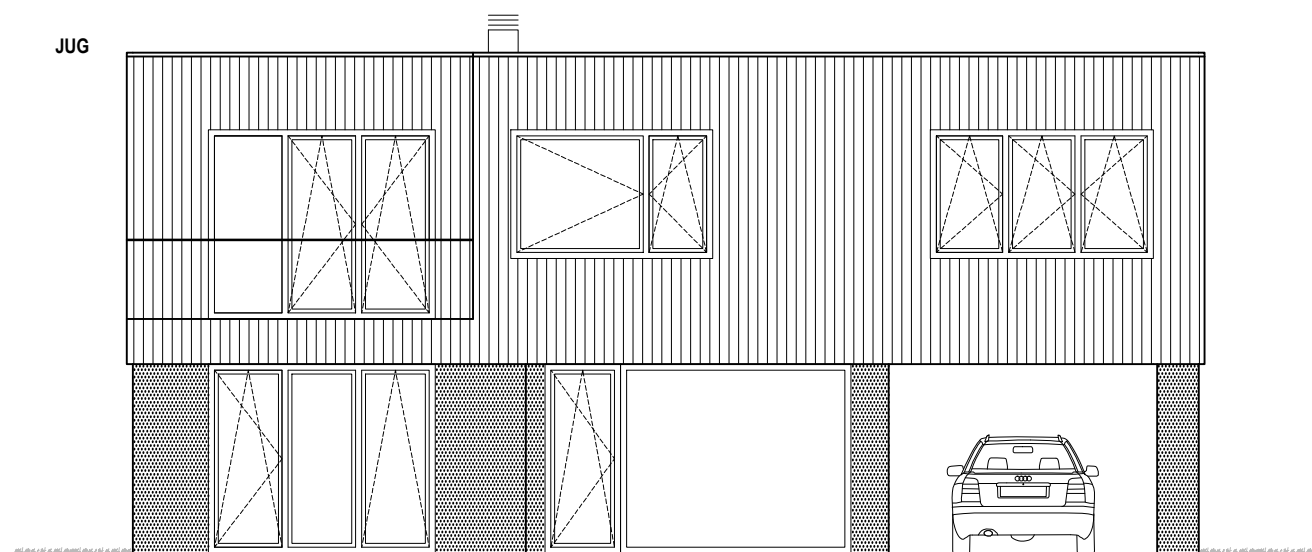
naročnik Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje

projektanti Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje

številka projekta Diplomsko delo

datum junij 2015

številka lista 04



načrt ARHITEKTURA

risba **FASADE JUG IN SEVER**

merilo 1:100

vrsta projekta PGD

objekt Zasnova nizkoenergijske hiše v Celju

investitor Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje

naročnik Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje

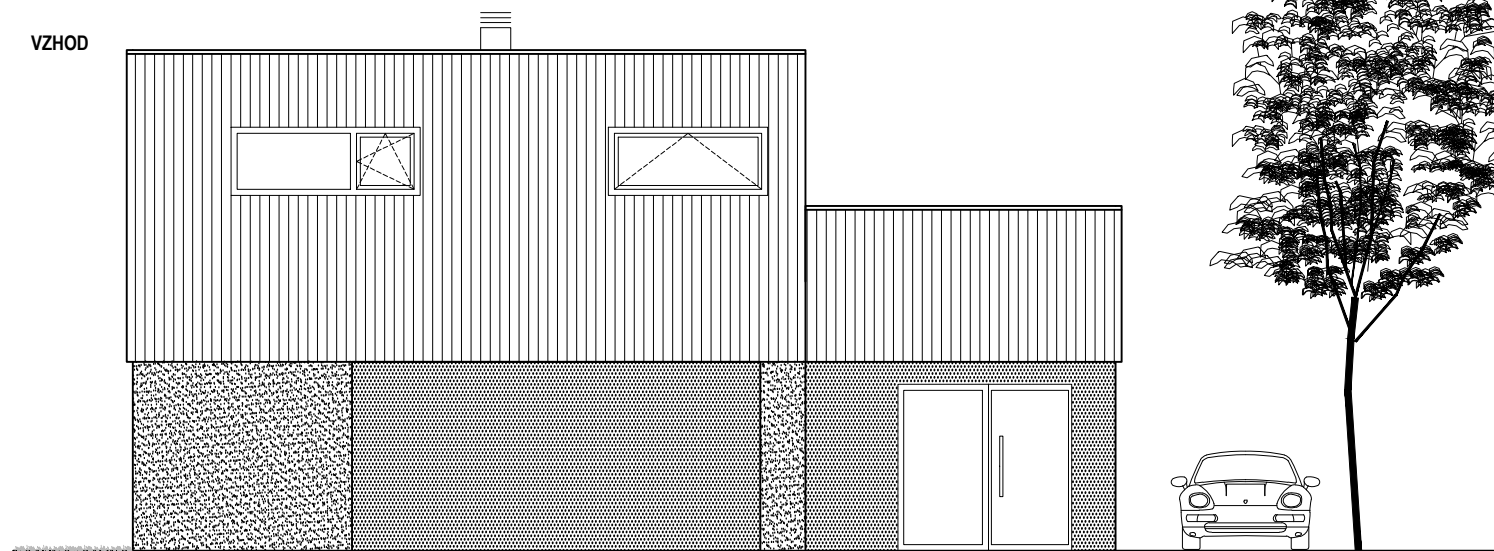
projektanti Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje

številka projekta Diplomsko delo

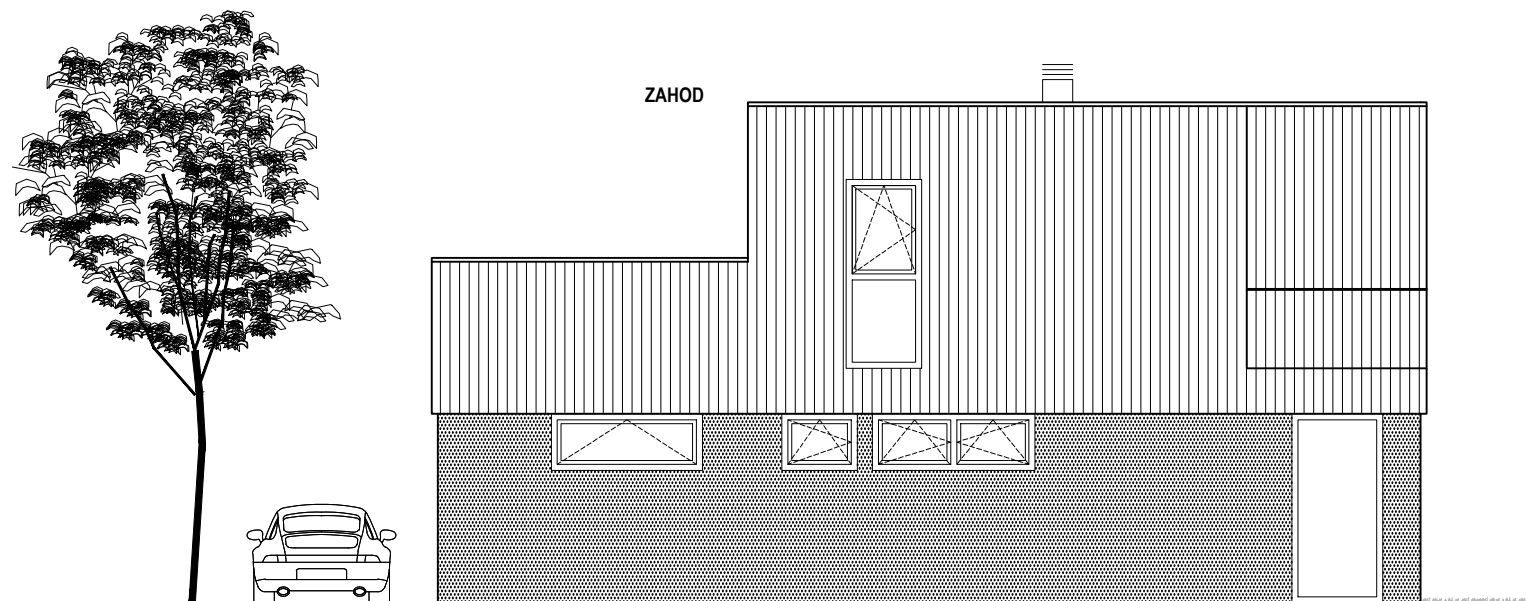
datum junij 2015

številka lista 07

VZHOD



ZAHOD



načrt ARHITEKTURA

risba **FASADE VZHOD IN ZAHOD**

merilo 1:100

vrsta projekta PGD

objekt Zasnova nizkoenergijske hiše v Celju

investitor Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje

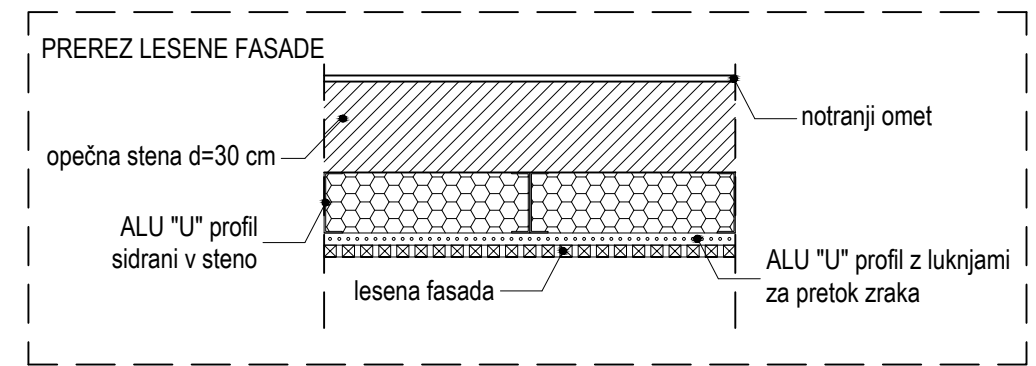
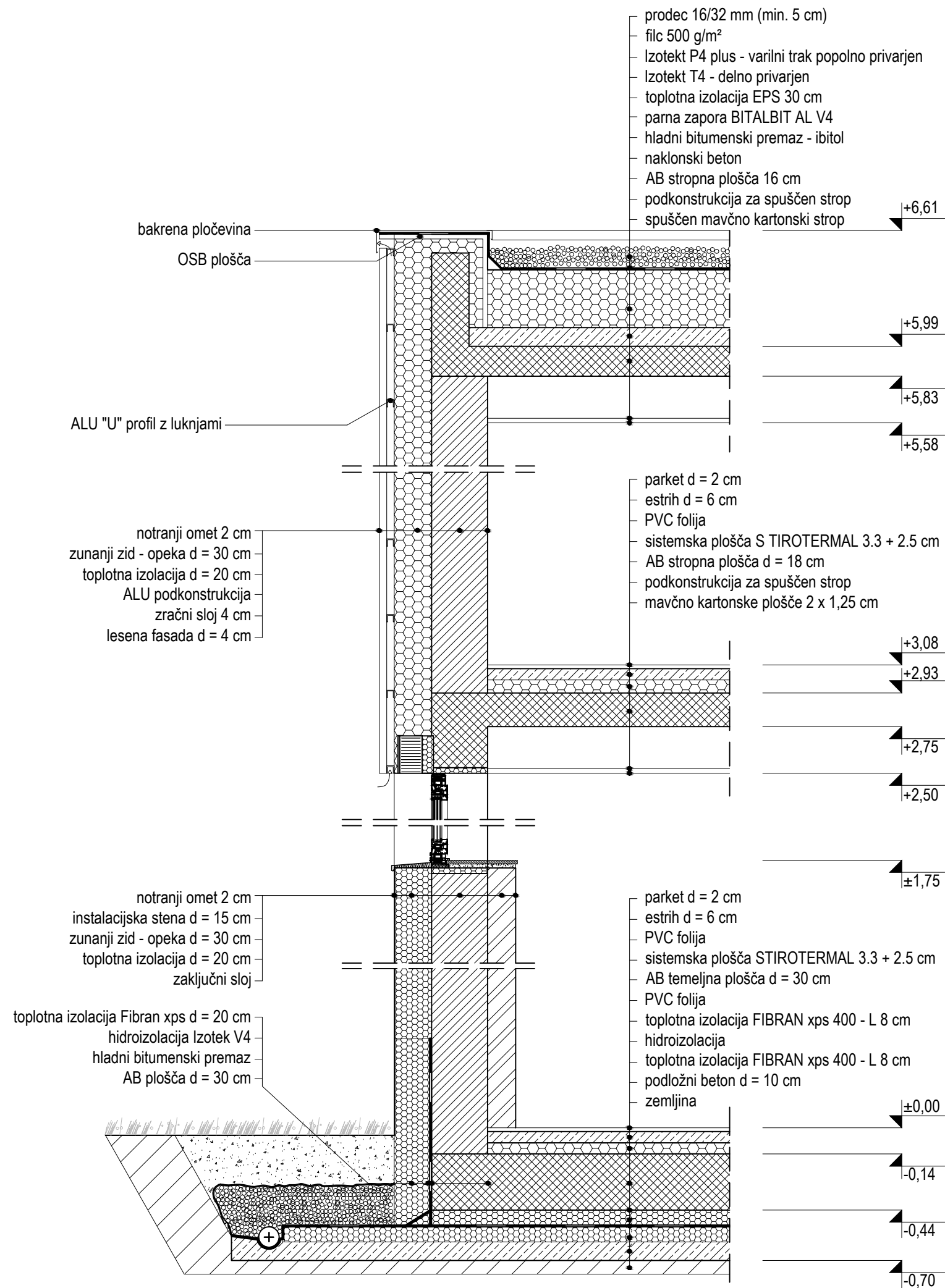
naročnik Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje

projektanti Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje

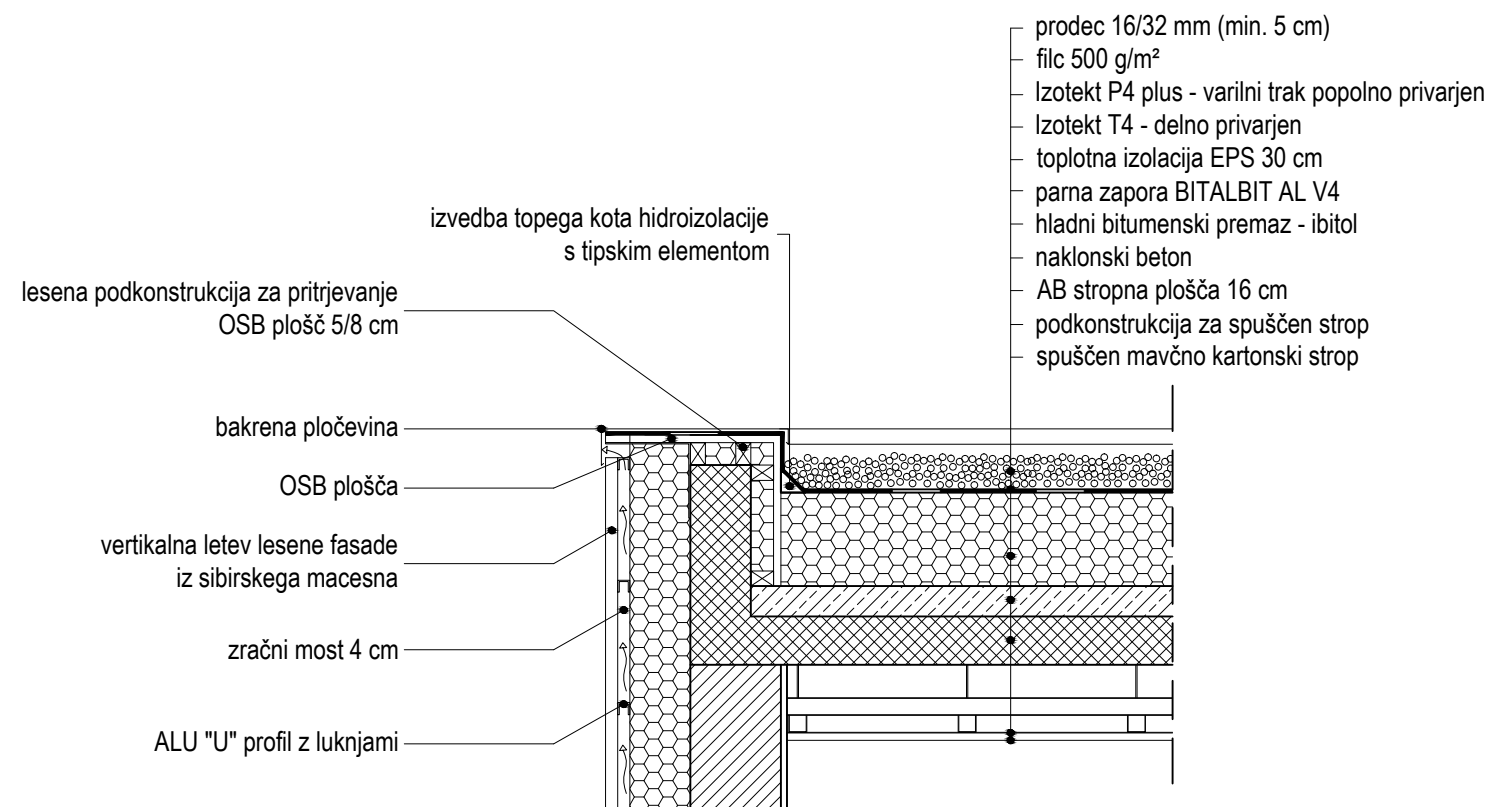
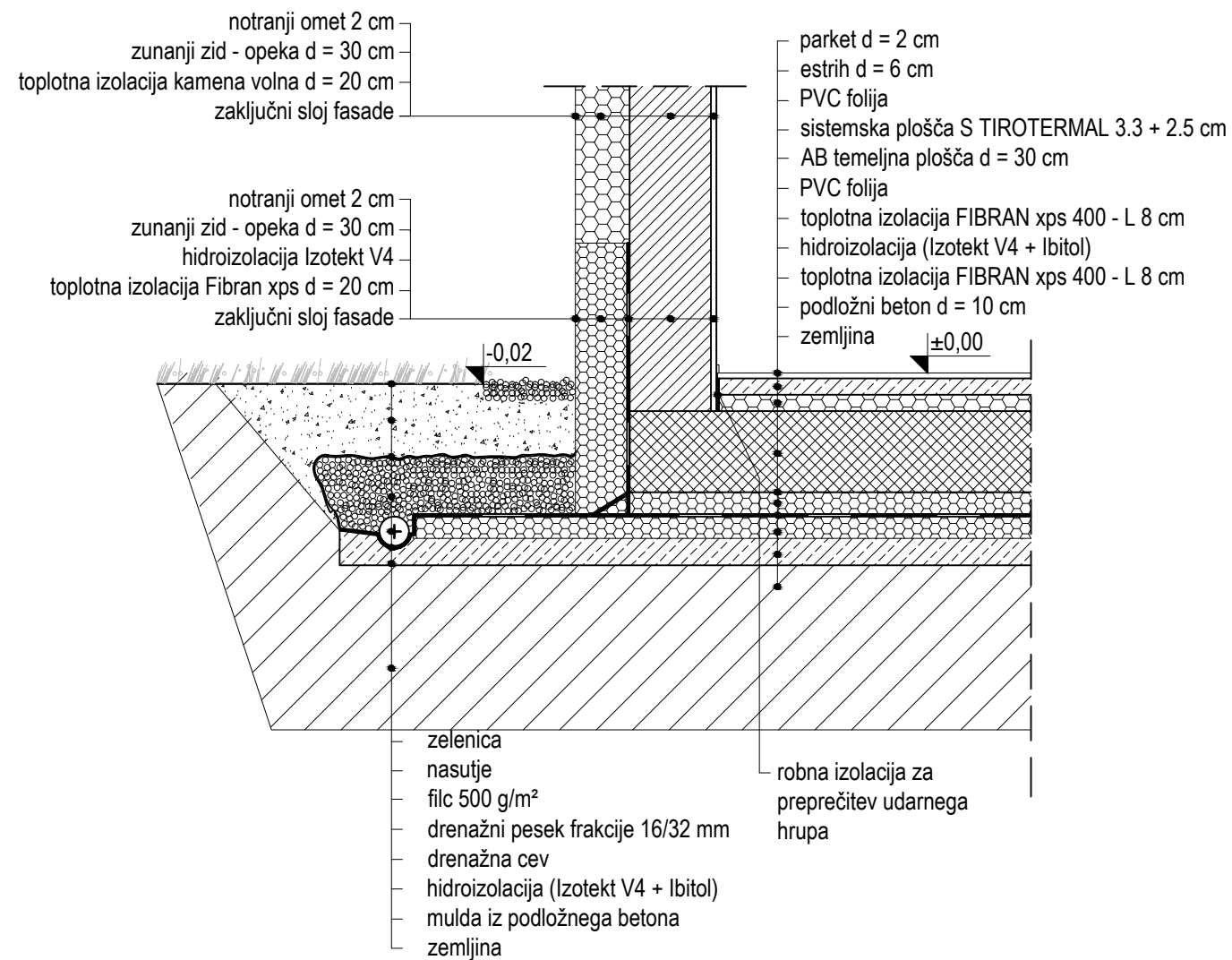
številka projekta Diplomsko delo

datum junij 2015

številka lista 08



načrt	ARHITEKTURA
risba	FASADNI PAS
merilo	1:25
vrsta projekta	PGD
objekt	Zasnova nizkoenergijske hiše v Celju
investitor	Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje
naročnik	Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje
projektanti	Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje
številka projekta	Diplomsko delo
datum	junij 2015
številka lista	09



načrt ARHITEKTURA

risba

DETAJLA TEMELJNA PLOŠČA - Z. ZID ATIKA

merilo 1:25

vrsta projekta PGD

objekt Zasnova nizkoenergijske hiše v Celju

investitor Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje

naročnik Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje

projektanti Matevž Germadnik, Plečnikova ulica 8a, 3000 Celje

številka projekta Diplomsko delo

datum junij 2015

številka lista 10