

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA

MARIBOR

**ŠTUDIJA TOPLOTNE PREHODNOSTI
ZUNANJE LESENE MONTAŽNE STENE V
PRIMERJAVI Z ZIDANO ZUNANJO STENO**

Kandidatka: Nataša Kočunik

Vrsta študija: Študentka izrednega študija

Študijski program: Gradbeništvo

Mentor predavatelj: dr. Ksenija Golob

Mentor v podjetju: Majda Pušnik, dipl. inž. les.

Lektor: Katja Bergles Bricman, prof. slovenščine in angleščine

Maribor, 2018

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisana Nataša Kočunik sem avtorica diplomskega dela z naslovom Študija toplotne prehodnosti zunanje lesene montažne stene v primerjavi z zidano zunanjo steno, ki sem ga napisala pod mentorstvom dr. Ksenije Golob.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbela, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia Maribor,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli kot moje lastne kaznivo po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah (Ur. l. RS 16/07 – uradno prečiščeno besedilo, 68/08, 110/2013 in 56/2015); (v nadaljevanju ZASP), prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia Maribor skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32.a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia Maribor objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Ožbalt, marec 2018

Podpis študenta:

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici dr. Kseniji Golob, univ. dipl. gosp. inž. gr., da me je sprejela pod mentorstvo ter mi pomagala in svetovala pri izdelavi diplomskega dela. Prav tako se zahvaljujem Patriciji Sakelšek, dipl. inž. gr., za vso preostalo pomoč.

Zahvaljujem se tudi mentorici v podjetju gospe Majdi Pušnik, dipl. inž. les., za svetovanje pri pripravi diplomskega dela.

POVZETEK

Namen diplomskega dela je bil s pomočjo strokovne literature ter lastnega znanja predstaviti prednosti lesenih montažnih hiš v primerjavi s klasično gradnjo. Osredotočila sem se na zastavljene hipoteze: da so postale v zadnjih 15 letih montažne gradnje vse bolj aktualne, da ima lesena montažna gradnja številne prednosti v primerjavi s klasično gradnjo ter da kvalitetno izvedena gradnja lesenega montažnega objekta omogoča kvalitetnejše bivanje v primerjavi s klasično gradnjo (SLONEP, b. d.).

Klasična ali montažna lesena gradnja? To sta dva različna postopka gradnje, ki v končni fazi gradnje pripeljeta do novega objekta. Klasično gradnjo imenujemo tudi mokra gradnja, medtem ko imenujemo montažno leseno gradnjo suha gradnja. O leseni montažni gradnji je še pred časom prevladovalo mnenje, da so manj kakovostne, prav tako je bila izbira lesenih montažnih objektov skromnejša. Danes lahko trdimo, da temu ni tako, saj nudijo proizvajalci montažnih lesenih in klasičnih objektov možnost izdelave v skladu z lastnimi idejami, ki ustrezajo našim potrebam in željam.

V zadnjem desetletju se pomen energijske učinkovitosti stavb spreminja. K večji ozaveščenosti je pripomogel predvsem tuji vzor (Passive House, b.d). Po zahtevi po višji energetski učinkovitosti stavb so dali svoj pečat tudi kriteriji iz pravilnikov (Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah, 2003), ki pri nas opredeljujejo stanovanjsko gradnjo ter energetsko označevanje stavb.

V prvem delu diplomskega dela sem na splošno opisala montažne lesene hiše, predvsem prednosti in slabosti, ki jih pridobimo, če se odločimo za tovrstno gradnjo. V tem sklopu sem predstavila prerez montažne hiše. Spremenila sem obstoječi tloris pritličja zidane hiše v montažno leseno, priložila načrte strehe, prereza in fasade za montažno leseno hišo s tehničnim opisom ter na osnovi tega potrdila svojo domnevo o prednostih montažne lesene gradnje.

V drugem delu diplomskega dela sem se osredotočila na toplotno prehodnost sten. S pomočjo strokovne literature sem opisala pomen toplotne prehodnosti in konstrukcijsko sestavo zunanje montažne in zidane stene. Naredila sem primerjavo obeh zunanjih sten ter s pomočjo računalniškega programa U-wert.net prikazala toplotno prehodnost, fazni zamik in prisotnost kondenzacije v montažni in zidani zunanji steni.

Ključne besede: lesena montažna gradnja, klasična gradnja, montažni elementi, toplotna prehodnost, lesena konstrukcija

ABSTRACT

THE STUDY OF THERMAL TRANSMITTANCE OF THE OUTSIDE WALL OF A PREFABRICATED HOUSE IN COMPARISON WITH THE BUILT OUTER WALL

The purpose of the Diploma Thesis was to present (with the help of specialised literature and my own knowledge) the advantages of the prefabricated construction in comparison to the classical construction. I focused on the hypotheses: in the past 15 years the prefabricated construction has been gaining its popularity, the prefabricated construction has many advantages in comparison to the classical construction and the qualitatively executed prefabricated object enables higher quality of living than the classical construction (SLONEP, b. d.).

Classical or prefabricated construction? These are two different construction procedures, which in the end both lead to a new object. The classical construction is also called wet construction and the prefabricated one is also called dry construction. Since recently the prefabricated construction was considered being of lesser quality and the selection of prefabricated objects was more humble. Today the manufacturers of the prefabricated and classical objects offer a possibility of constructing a house according to personal ideas, needs and wishes.

In the past decade the meaning of energy efficiency has changed. A foreign example (Passive House, b.d) had a big impact on higher awareness. After the demand for higher energy efficiency of the buildings the criteria from the regulations (Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah, 2003), which define the housing and energy label in Slovenia, also gave their mark.

In the first part of the Thesis I described the general characteristics of the prefabricated house, mostly it's advantages and disadvantages. I presented a cross-section of a prefabricated house. I adapted the existing ground plan of the classical house's ground floor for the wooden prefabricated house, added the roof plans, cross-sections and façade for the prefabricated house with a technical description. Based on that I confirmed my assumption about the advantages of the prefabricated house. In the second part of the Diploma Thesis I focused on the walls' heat transfer. With the help of specialised literature I described the importance of heat transfer and the constructional composition of the outer prefabricated and classically built wall. I compared both walls and with the help of a computer program u-wert.net presented the heat transfer, phase delay and the presence of condensation in the prefabricated and classically built outer wall.

Key words: prefabricated construction, classical construction, prefabricated elements, heat transfer, wooden construction.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	10
1.1	OPIS PODROČJA IN OPREDELITEV PROBLEMA	10
1.2	NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE	10
1.3	PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE.....	11
1.4	UPORABLJENE RAZISKOVALNE METODE	11
2	PRIPRAVA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE	12
2.1	OPIS NALOG	12
2.2	PROJEKTNNA NALOGA	12
2.3	POSTOPEK REŠEVANJA ZASTAVLJENE NALOGE	13
2.4	TEHNIČNI OPIS ARHITEKTURNIH ELEMENTOV OBJEKTA KLASIČNE GRADNJE	13
3	MONTAŽNA HIŠA	15
3.1	ZGODOVINA MONTAŽNIH HIŠ V SLOVENIJI.....	15
3.2	EKOLOŠKI VIDIKI MONTAŽNE GRADNJE	15
3.3	VARNOST MONTAŽNIH HIŠ.....	16
3.4	PREDNOST MONTAŽNIH HIŠ	19
3.4.1	Kratek čas izgradnje hiše.....	19
3.4.2	Energetska varčnost.....	19
3.4.3	Zdrava bivalna klima	21
3.4.4	Lahka konstrukcija	21
3.4.5	Večstanovanjske površine	22
3.5	LES KOT GLAVNI KONSTRUKCIJSKI MATERIAL	22
3.5.1	Fizikalne lastnosti lesa.....	22
3.5.2	Mehanske lastnosti lesa	24
3.5.3	Vrste predelanega lesa	25
3.5.4	Zaščita lesa	25
4	PREREZ MONTAŽNE HIŠE	29
4.1	MONTAŽNI ELEMENTI.....	31
4.2	TEHNIČNI OPIS ARHITEKTURNIH ELEMENTOV MONTAŽNEGA OBJEKTA	32
4.2.1	Strešna konstrukcija.....	32
4.2.2	Zunanji elementi	32

4.2.3 Notranji elementi	32
4.2.4 Sidranje talnega venca in stenskih elementov	32
4.2.5 Temeljna plošča	33
4.2.6 Izvedba konstrukcije	33
4.2.7 Izvedba sten s konstrukcijskega vidika	34
5 TOPLOTNA PREHODNOST (U), DIFUZIJA VODNE PARE, TOPLOTNA STABILNOST	36
6 MONTAŽNA ZUNANJA STENA	39
6.1 KONSTRUKCIJSKA SESTAVA ZUNANJE MONTAŽNE STENE	40
6.2 TOPLOTNA IN ZVOČNA IZOLATIVNOST ZUNANJE MONTAŽNE STENE N14	40
7 ZIDANA ZUNANJA STENA	42
7.1 KONSTRUKCIJSKA SESTAVA ZUNANJE ZIDANE HIŠE	42
8 PRIMERJAVA TOPLOTNE PREHODNOSTI MONTAŽNE IN ZIDANE ZUNANJE STENE	43
9 UGOTOVITVE IN PREDLOGI	55
10 SKLEP	57
11 VIRI, LITERATURA	60
12 PRILOGE	61

KAZALO SLIK

SLIKA 1: LESENA IN JEKLENA KONSTRUKCIJA PO POŽARU	18
SLIKA 2: PREREZ MONTAŽNE HIŠE	29
SLIKA 3: SKICA TOPLOTNE PREHODNOSTI	36
SLIKA 4: PREREZ ZUNANJE STENE V 3D (MEGA N14)	39
SLIKA 5: IZRAČUN TOPLOTNE PREHODNOSTI MONTAŽNE STENE	46
SLIKA 6: IZRAČUN TOPLOTNE PREHODNOSTI MONTAŽNE STENE	47
SLIKA 7: IZRAČUN TOPLOTNE PREHODNOSTI MONTAŽNE STENE	48
SLIKA 8: IZRAČUN TOPLOTNE PREHODNOSTI MONTAŽNE STENE	49
SLIKA 9: IZRAČUN TOPLOTNE PREHODNOSTI ZIDANE STENE	51
SLIKA 10: IZRAČUN TOPLOTNE PREHODNOSTI ZIDANE STENE	52

SLIKA 11: IZRAČUN TOPLOTNE PREHODNOSTI ZIDANE STENE	53
SLIKA 12: IZRAČUN TOPLOTNE PREHODNOSTI ZIDANE STENE	54

KAZALO TABEL

TABELA 1: PREDNOSTI IN SLABOSTI MONTAŽNE HIŠE	27
TABELA 2: PREDNOSTI IN SLABOSTI ZIDANE HIŠE	28
TABELA 3: KONSTRUKCIJSKA SESTAVA MONTAŽNE STENE.....	40
TABELA 4: KONSTRUKCIJSKA SESTAVA ZIDANE STENE.....	42
TABELA 5: TOPLOTNA PREHODNOST, FAZNI ZAMIK, KONDENZACIJA ZIDANE STENE	44
TABELA 6: TOPLOTNA PREHODNOST, FAZNI ZAMIK, KONDENZACIJA MONTAŽNE STENE	44

SEZNAM OKRAJŠAV

U – toplotna prehodnost

PGD – projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja

PZI – projekt za izvedbo

N14 – zunanja montažna stena

CO₂ – ogljikov dioksid

LTŽ – železova litina

AB – armirani beton

1 UVOD

Montažna lesena gradnja in klasična gradnja sta dva različna postopka gradnje, ki pa nas pripeljeta do enakega cilja – novega objekta.

1.1 *Opis področja in opredelitev problema*

V preteklosti je veljala klasična ali mokra gradnja za trdnejšo in stabilnejšo kot montažna gradnja, danes pa lahko trdimo, da med njima ni več velikih razlik. Zidana hiša je v preteklosti predstavljala pojem varnosti, montažna pa je marsikomu pomenila enostaven, nestabilen objekt.

Veliki prednosti lesenih montažnih gradenj sta hitrejša izvedba in boljša izolacija zunanjih sten, medtem ko sta prednosti klasične gradnje večja toplotna akumulativnost ter manjše pregrevanje stavbe v poletnem obdobju (SLONEP, b. d.).

V diplomskem delu sem za raziskavo izbrala primerjavo med klasično zunanjo zidano steno enostanovanjske hiše ter montažno zunanjo steno enostanovanjske hiše, raziskala sem tudi njune prednosti in slabosti.

V teoretičnem delu sem opisala konstrukcijsko sestavo montažne hiše. Predstavila sem predvsem prednosti montažnega objekta v primerjavi s klasično zidanim objektom. Opisala sem pojem toplotne prehodnosti (U).

V drugem delu sem prikazala, katera stena – zunanja lesena montažna ali zidana stena – je energetsko varčnejša. Obe obravnavani steni sta enake debeline. Upoštevani so enaki zunanji temperaturni vplivi, vlažnost zunanjega zraka, na drugi strani pa so upoštevane tudi enaka notranja temperatura in vlažnost zraka ter površinska temperatura (slike 5–12).

Prikazala sem primerjavo izbranih sten in na podlagi pridobljenih ugotovitev podala svoje mnenje.

1.2 *Namen, cilji in osnovne trditve*

Namen diplomskega delaja bil s pomočjo primerjave montažne in zidane gradnje opredeliti optimalno izbiro gradnje stanovanjske hiše. Hipoteza, ki sem jo proučevala v diplomskem delu, je, da ima sodobna lesena montažna gradnja v primerjavi s klasično gradnjo številne prednosti.

Cilj diplomskega dela je bil na osnovi teoretičnih spoznanj poiskati prednosti in slabosti lesene montažne gradnje v primerjavi s klasično zidano gradnjo ter na podlagi ugotovitev podati mnenje, katero gradnjo v prihodnje priporočati investitorju z vidika hitrosti izvedbe in kvalitete.

V raziskavi sem poskušala ugotoviti, kateri sistem zunanje stene – klasične ali montažne – ima boljšo prehodnost toplote. Prikazala sem, ali je prisotna kondenzacija v leseni montažni in zidani steni ter fazni zamik montažne in zidane zunanje stene.

Stene lesenih montažnih hiš so boljše toplotno izolirane kot stene klasično grajenih hiš. Posledično to pomeni, da ob dobri zrakotesnosti (dober stik zidov, dobra tesnila oken, vrat) montažnega objekta prihranimo veliko toplotne energije. Hipoteza, ki sem jo proučevala v diplomskem delu, pravi, da ima sodobna lesena montažna gradnja v primerjavi s klasično gradnjo številne prednosti.

1.3 Predpostavke in omejitve

V diplomskem delu sem se osredotočila na zunanjo leseno montažno steno proizvajalca montažnih hiš, kot je na primer Marles, ter na zunanjo zidano steno in primerjala slabosti in prednosti med leseno montažno gradnjo in klasično gradnjo.

Ker sem pri raziskavi zunanje lesene montažne hiše dobila premalo podatkov, se bom povezala z drugim podjetji in arhitekti, ki imajo izkušnje z lesenimi montažnimi gradnjami.

Na spletnih straneh je možno najti veliko podatkov o primerjavi med leseno montažno in klasično gradnjo. Zelo malo literature pa je na voljo o prehodnosti toplote skozi zunanje stene ter o kondenzaciji v zunanjih stenah.

1.4 Uporabljene raziskovalne metode

V diplomskem delu sem uporabljala komparativno metodo, s katero sem primerjala dejstva z namenom odkrivanja podobnosti in razlik med leseno montažno in klasično gradnjo. S pomočjo pridobljenih podatkov o toplotni prehodnosti lesene zunanje montažne stene in zidane zunanje stene sem želela prikazati, katera stena je energetske varčnejša. Za opisovanje posameznih pojmov pa sem uporabila metodo deskripcije.

Na podlagi proučenega bom lahko primerno svetovala investitorjem, ki se bodo odločali med leseno montažno in klasično gradnjo.

2 PRIPRAVA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

Odgovorni projektanti pripravijo projektno dokumentacijo s katero določijo tehnične, funkcionalne, lokacijske značilnosti predvidene gradnje. Upoštevajo se želje in zahteve investitorja. Cilj je izdelati projekt v katerem bodo podane strokovne rešitve in na podlagi katerega bo nudil investitorju varnost in kvalitetno bivanje.

2.1 Opis nalog

Naloge diplomskega dela so se nanašale na pripravo dokumentacije projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja in projekta za izvedbo za objekt pritlične stanovanjske hiše.

Potrebno je bilo urediti:

- izris tlorisov, prerezov in fasade enostanovanjske pritlične hiše z opisom prerezov vertikalnih in horizontalnih konstrukcij,
- vodilno mapo z opisom lokacijskih možnosti,
- izvesti je bilo potrebno postopek pridobitve gradbenega dovoljenja in opisati, katere so naloge investitorja in projektanta,
- terminski plan izvedbe projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja,
- situacije ureditve gradbišča,
- popis potrebnih del za izvedbo pritlične stanovanjske hiše,
- projektantski predračun za pritlično stanovanjsko hišo in ureditev gradbišča,
- razpisno dokumentacijo za izbor izvajalca,
- pripravo pogodbe med izvajalcem in investitorjem,
- urediti vse potrebno za pridobitev uporabnega dovoljenja z opisom potrebne dokumentacije.

2.2 Projektna naloga

Za potrebe diplomskega dela sem opravila naloge za projektiranje pritlične stanovanjske hiše, ki je vključevalo tudi odstranitev manj zahtevnega objekta, vodnjaka višine 1,0 m in globine

1,5 m. Zgrajen je iz AB cevi 1200/1000 mm z LTŽ pokrovom dimenzije 80/80 cm in nosilnostjo 5 t. Lociran je bil na mestu predvidene novogradnje enostanovanjske hiše.

2.3 Postopek reševanja zastavljene naloge

V prvi fazi sem objekt pritlične enostanovanjske hiše umestila v prostor in s tem ugotovila, da imam na razpolago dovolj prostora za objekt in manipulativne površine. Najmanjši odmik od sosednjega zemljišča je 1,50 m, kar je skladno z odlokom, vendar je za takšen odmik potrebno pridobiti soglasje sosedu, ki sem ga pridobila.

Predhodno sem za rušitev pridobila gradbeno dovoljenje. Objekt pritlične enostanovanjske hiše je postavljen na teren, ki je raven.

Za PGD projekt je potrebno priložiti še dodatne elaborate, ki jih za potrebe raziskave v diplomskem delu nisem posebej prikazovala. Pripravila sem tudi projekt za izvedbo, kjer sem poleg načrtov izdelala popis del in materiala za gradbena in obrtniška dela.

Za potrebe izvajanja del sem pripravila izvajalsko pogodbo in izpolnila obrazec za prijavo gradbišča. Izdelala sem terminski plan izvedbe PGD projektne dokumentacije.

2.4 Tehnični opis arhitekturnih elementov objekta klasične gradnje

Konstrukcijski elementi

Temelji obravnavanega objekta se izvedejo na armiranobetonski temeljni plošči debeline 25 cm z zmrzliniskim robom $b/h = 30/80$ cm. Pri izvedbi temeljne plošče se položi tudi cev za kanalizacijo $\phi 110$ v padcu proti iztoku.

Zunanji nosilni zidovi se izvedejo iz opeke debeline 30 cm. Z zunanje strani se izvede toplotni ovoj hiše s 16 cm toplotne izolacije. Z notranje strani se izvede apneno-cementni omet debeline 2 cm. Notranje predelne stene se izvedejo v debelini 10 in 20 cm.

Na terasi se izvedeta dva kvadratna AB stebra tlorskih dimenzij 30/30 cm, ki nosita AB ploščo nad pritličjem. Vertikalne vezi se bodo izvedle na vseh prostih koncih nosilnega zidu ter na sečiščih zunanjih in notranjih zidov. Horizontalna vez (venec) se izvede pri zunanjih zidovih pod kapnimi legami višine 15 cm.

Hidroizolacija je obvezna na vseh delih zgradbe, ki so na kakršenkoli način v stiku z zemljo ali kjer je objekt v zemlji.

Drenaža je izvedena s cevmi $\varnothing 110$ mm in zasipom s porozno frakcijo čez cevi ter položitevijo zaščitnega filca. Dno cevi je na najvišji točki minimalno 15 cm višje od najnižje točke temeljev.

Strešna konstrukcija objekta se izvede kot večkapnica z naklonom 30° . Kritina bo opečna.

Nosilna konstrukcija strehe bo lesena. Osnovna konstrukcija bodo kapne in vmesne lege, na katerih so podprti špirovci. Streha bo v celoti podeskana, na njo bodo pritrjene kontra letve, ki služijo kot zračni most. Pritrjene bodo v špirovce z žablji dolžine 150 mm. Prečno na njih bodo pritrjene letve, na katere se polaga kritina. Prečne letve bodo pritrjene z žablji dolžine najmanj 100 mm.

Vgrajena bodo ustrezno izolativna okna s termoizolacijskim steklom 4/16/4 in toplotne prehodnosti $U_g=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ in vrata. Vsa vrata bodo enokrilna. Vsa okna bodo imela možnost odpiranja, s čimer bo omogočeno naravno prezračevanje.

Za fasado se bo izvedla toplotna izolacija z zaključnim zunanjim slojem debeline 16 cm, opleskana bo v svetlih barvnih tonih.

3 MONTAŽNA HIŠA

Montažne hiše se lahko umestijo v večino okolij, saj se je gradnja montažnih hiš razvila na vseh področjih. Montažne hiše so danes modernejše in izvedbe so zahtevnejše. Zaradi zahtevnosti individualnih kupcev je ponudba postala raznovrstna.

3.1 *Zgodovina montažnih hiš v Sloveniji*

Velikega pomena za razvoj montažnih hiš so bile premične prikolice v zgodnjih dvajsetih letih 20. stoletja. V Sloveniji je začetek montažnih hiš postavljen v čas po 2. svetovni vojni (barakarska naselja). Miselnost, da je ta gradnja slabša, je v manjši meri prisotna še danes.

Danes montažna gradnja ne predstavlja poceni rešitve bivališča, kot je bilo to znano za obdobje prve postavitve montažnih hiš, ki so bile postavljene kot barakarska naselja. Skladno s poznavanjem prednosti montažnih gradenj, kot so energijska varčnost, ekološka neoporečnost vgrajenih materialov, ugodno bivalno okolje in druge, se kaže postopen porast montažnih gradenj (SLONEP, b. d.).

3.2 *Ekološki vidiki montažne gradnje*

Danes se srečujemo s posledicami neodgovornega ravnanja z okoljem in gradbena industrija je ključno področje, ki vpliva na nastalo onesnaževanje in porabo energije. Način gradnje, ki zahteva uporabo ustreznih materialov, ki ne obremenjujejo okolja, ter porabi manj energije, bi moral biti izziv in osnovna naloga gradbene industrije.

Danes je treba upoštevati težnjo po zmanjševanju izpustov CO₂ v ozračje ter po varčevanju energije. Zaradi teh problemov mora biti način razvoja gradbene industrije usmerjen v gradnjo nizkoenergijskih hiš, med katere spadajo tudi montažne hiše.

Les, ki velja za glavni konstrukcijski material pri gradnji montažnih hiš, velja za najpomembnejši obnovljivi vir, ki ga lahko po končani življenjski dobi vrnemo v naravo. Je dober toplotni izolator, čisti zrak v prostoru, zaradi svoje celične sestave diha in uravnava vlažnost. Ima dobre gradbene in biološke lastnosti. Iz tega bi lahko povzeli, da je zelo cenjeno gradivo. Hiše, grajene na takšen način, omogočajo kakovostno bivanje, so okolju prijazne in energetske varčne (Kresal, 2002).

3.3 Varnost montažnih hiš

Pri izbiri vrste gradnje je bistveno poznavanje podatkov o potresni varnosti, stabilnosti v primeru sunkov vetra in požarni varnosti. V Sloveniji je veliko področij, kjer ne smemo graditi stavb, ki niso potresno varne, in za ta področja je montažna gradnja varnejša in primernejša kot klasična gradnja. Večina lesenih objektov se izdeluje po sistemu, kjer vodoravne in navpične obtežbe lesenega objekta prenašajo stenski elementi. Potresna odpornost montažne hiše je odvisna od tlorisne zasnove, dimenzij posameznih elementov, konstrukcijskih detajlov, izvedbe stikov in sider. Pri projektiranju montažnih lesenih objektov na potresnih območjih je treba določiti potresno obtežbo na nosilno konstrukcijo zaradi vztrajnostnih sil, ki jih povzroči gibanje tal med potresom. Objekti se projektirajo tako, da ostanejo v glavnem nepoškodovani med pogostejšimi oziroma šibkejšimi potresi in da se ne porušijo med najmočnejšimi potresi.

Leseni objekti so ob potresu večinoma varni pred poružitvijo, a se lahko zaradi podajnosti konstrukcijskih sklopov in stikov deformirajo in poškodujejo. Pri močnejših potresih lahko deformacije stikov med nosilnimi elementi konstrukcije povzročijo velike poškodbe na nenosilnih elementih v objektu.

Investitorji se lahko odločijo za večjo zaščito od predpisane, kar pomeni večje začetno vlaganje in zmanjšanje škode med morebitnim potresom. Izvajalci in projektanti morajo investitorju zagotoviti predpisano varnost, ki jo je potrebno z računskimi postopki določanja potresnega vpliva na posameznih objektih tudi dokazati.

Podatek o tem, kako je montažni element sestavljen, je pomemben za računski izkaz potresne odpornosti objekta.

Manjša masa lesene konstrukcije povzroči manjše vztrajnostne sile na nosilni konstrukciji, ki se porazdelijo na veliko število konstrukcijskih sklopov oziroma stikov. Potresno obtežbo v obliki vztrajnostnih sil, ki se v konstrukciji aktivirajo zaradi gibanja temeljnih tal, predpostavimo v računski analizi kot linijsko obtežbo na nivoju vsake etaže. Nosilna konstrukcija mora biti načrtovana in konstruirana tako, da omogoča zvezen prenos potresne obtežbe preko vseh konstrukcijskih sklopov v temeljno konstrukcijo objekta (Kuzma Kitek, 2008). Les prenaša vlečno tlačno obremenitev na upogibno silo, ki nastane kot posledica gibanja tal ob potresu. Konstrukcija montažne hiše se namreč ob potresu samo zamaje, ne pa tudi poruši. Lesena montažna hiša ima manjšo lastno težo v primerjavi s klasično zidano hišo. Posledično manjša masa lesene konstrukcije na nosilni konstrukciji povzroči manjše

vztrajnostne sile, ki se porazdelijo na večje število konstrukcijskih sklopov oziroma stikov. Upoštevani so odzivi lesenih nosilnih elementov na vodoravno obtežbo, pravilno izvedeni stiki med elementi in pravilno sidrani elementi – tako izvedena lesena konstrukcija je potresno varnejša. Glede na lokacijo objekta se tako kot za potres izračuna tudi statika za veter. S pravilnim načrtovanjem in računskim preverjanjem se ugotovi pravilna uporaba pritrdilnih sredstev.

Splošna pravila za gradnjo lesenih konstrukcij na potresnih območjih (ECS):

- pravilna uporaba razporejenih konstrukcijskih elementov,
- upoštevanje potresa v zgodnji fazi stanovanjske stavbe,
- jasen prenos potresnih sil v temelje,
- zvezanost in simetrija,
- statična nedoločenost,
- torzijska nosilnost,
- povezava nosilnih elementov,
- ustrezno temeljenje in
- racionalna razporeditev mas.

Zaradi manjše teže so montažne hiše primernejše za postavitev na področjih z manjšo nosilnostjo.

Pri montažnih hišah je požar lažje nadzorovati, les namreč prevzame večjo obremenitev kot beton in jeklo, pri gorenju les na površini ustvari samozaščitno plast, ki ščiti nosilno jedro. Pri gorenju se ne širijo strupeni plini (Montažne hiše Marles, b. d.).



Lesena in jeklena konstrukcija po požaru. Zaradi velikosti preseka ni prišlo do porušitve lesenih nosilnih elementov [1], medtem, ko je jekleni nosilec, kot je razvidno na sliki zvit [2].

Slika 1: Lesena in jeklena konstrukcija po požaru

Vir: (Montažne hiše Marles, b. d.)

Iz slike 1 je razvidno, da ostane v požaru les trdnejši dlje časa kot jeklo.

Znano je, da začne les glasno pokati, preden se začne lesena konstrukcija rušiti, s čimer pridobimo čas za umik, medtem ko se jeklo največkrat začne rušiti brez opozorila.

Za vse glavne konstrukcijske gradbene elemente (na primer Marles hiše) so v požarnem laboratoriju dokazali požarne lastnosti s preizkusi, za kar so pridobili tudi certifikat, s katerim dokazujejo protipožarno ustreznost proizvoda. Marles zunanje stene dosegajo požarno varnost REI 60 minut, kar pomeni, da se stena 60 minut upira ognju, preprečuje prehod ognja ter omogoča varno evakuacijo iz stavbe. To pomeni, da gradbeni elementi, ki jih uporabljamo za

gradnjo stanovanjskih objektov, daleč presegajo predpisane zahteve glede požarne varnosti (Montažne hiše Marles, b. d.).

Pri montažnih hišah je lesena konstrukcija obdana z mavčnimi kartonskimi oblogami, kar zagotavlja še dodatno zaščito pred ognjem.

Montažne hiše, ki so izdelane iz kakovostnih materialov ter so strokovno pravilno postavljene, zelo dobro kljubujejo naravnim katastrofam, saj je sanacija v montažni hiši enostavnejša in hitrejša kot v klasični zidani hiši.

V leseni montažni hiši lahko obloge elementov odstranimo in s tem omogočimo sušenje lesa. Takšno popravilo je hitrejšo in enostavnejše kot pa sušenje vlažnih zidanih sten. Navlaženo izolacijo pa v celoti zamenjamo z novo.

3.4 Prednost montažnih hiš

3.4.1 Kratek čas izgradnje hiše

Hitra gradnja in tako rekoč takojšna vselitev sta najpomembnejši prednosti montažnih hiš, saj poteče od izdelave PGD-ja do pridobitev uporabnega dovoljenja pri leseni montažni hiši 5 mesecev, medtem ko je ta čas za klasično zidano hišo 12 mesecev.

V prvi fazi poteka gradnja teh stanovanjskih hiš v proizvodnji, kjer se v idealnih pogojih elementi hiš sestavljajo. Ta način omogoča kontrolirano, natančno montažo. Montažni način gradnje (suhi) omogoča takojšno vselitev. Hitra gradnja pomeni manj obremenjevanja okolice, gradnja je čista in ni nepotrebnega materiala, saj so elementi sestavljeni. Vsi potrebni materiali za zaključevanje pri montažni gradnji so točno določeni in izračunani.

3.4.2 Energetska varčnost

Montažno leseno gradnjo prištevamo v skupino stavb z majhno porabo energije, torej v skupino nizkoenergijskih stavb (Montažne hiše Marles, b. d.)

Povečevanje energijske učinkovitosti stavb je bilo vedno usmerjeno v toplotno zaščito ovoja, povečevanje debeline toplotno izolacijskih materialov ter v okna in vrata z boljšo toplotno izolacijo. Pomembni sta zrakotesnost toplotnega ovoja ter zmanjševanje toplotnih mostov v njem. Po teh arhitekturnih rešitvah se je zviševanje energijske učinkovitosti usmerilo v zvišanje učinkovitosti sistemov za ogrevanje in ohlajevanje prostorov. Ti ukrepi so pripomogli k zvišanju energijske učinkovitosti oziroma zmanjševanju rabe energije (Schulze, 1996).

Vendar strošek energije ni povezan samo z uporabo vsakodnevne energije. Upoštevati je potrebno še druge faze, in sicer od nastanka, uporabe pa do razgradnje stavbe. Poraba energije se začne z izkoriščanjem in predelavo surovin za gradbene materiale, transportom materiala, vgradnjo materialov, uporabo in vzdrževanjem, zaključi pa se z odstranitvijo vgrajenih materialov in razgradnjo. Zapostavlja se strošek porabljene energije v vseh ostalih fazah življenjskega ciklusa stavbe.

Pri preverjanju energijske učinkovitosti se morajo določiti, kateri parametri so ključni ter kako se na najučinkovitejši način usmeriti v projektno rešitev. Pri celovitem vrednotenju stavbe indikatorje ne obravnavamo ločeno, temveč kumulativno. Ključni indikatorji so energijska učinkovitost, raba primarne energije, emisije CO₂, stroški in bivalno ugodje.

Z vidika uporabnika stavbe sta pri presoji večjega pomena bivalno ugodje in stroški. Z nacionalnega vidika pa imata večjo težo raba primarne energije in emisije CO₂.

Na tej ravni je potrebno s strani arhitekturne, gradbene in energetske zasnove uskladiti in izpolniti različne vidike učinkovitosti (Kuzma Kitek, 2008).

Z dobro zrakotesnostjo pridemo do manjših toplotnih izgub, kar je določeno že v fazi projektiranja z vsemi natančno izdelanimi detajli, ki se izvedejo v proizvodnji in ob montaži.

Strmi se k temu, da preboje zmanjšamo na najmanjšo možno mero in da sloj izolacije ni nikjer prekinjen.

V montažno hišo je vgrajenih več naravnih materialov kot pri klasični gradnji. Les, ki je glavni material montažnih objektov, je boljši toplotni izolator kot na primer opeka.

Les je med vsemi gradbenimi elementi energetsko najvarčnejši, saj porabimo za njegovo pridobivanje, prevoz, obdelavo in predelavo najmanj energije v primerjavi z drugimi gradbenimi materiali. Les s svojo strukturo in vonjem pozitivno učinkuje na človeka.

Les je naraven regulator notranjega ozračja, pomaga pri prezračevanju, čisti zrak, duši zvok, je topel na dotik in trajen.

Pri sestavi sten se za stensko oblogo uporabljajo plošče iz mavca, vode ter celuloznih vlaken. To so mavčno-vlaknene plošče. Znano je, da ima mavec enako pH vrednost kot človeška koža, je brez vonja in neškodljiv. Mavec pripomore k boljšemu počutju človeka. Uporabljamo ga za zvočno, toplotno ter protipožarno zaščito. Mavčno-vlaknene plošče uravnavajo zračno vlago v zaprtih prostorih in oddajajo vlago v prostor, ko postane zrak suh.

Prostor med ploščami zapolnimo z mineralno volno, ki ima odlične izolacijske sposobnosti. Uporabljamo jo kot toplotni izolator, ki je vodoodporen, paroprepusten, odporen na mikroorganizme. Mineralna volna je brez vonja, odporna na staranje, dimenzijsko stabilna. Z njeno uporabo pa dosežemo tudi odlično zvočno izolacijo. Pomembna lastnost kamene volne je negorljivost.

Da dodatno preprečimo uhajanje toplote zaradi različnih prekinitev, ki jih zahtevajo vtičnice ali instalacijski vodi, se vgradi instalacijska ravnina, ki omogoča vodenje vseh dodatnih vodov pred zrakotesnim in parozapornim slojem. Ta omogoča tudi kasnejšo izvedbo dodatnih vodov brez poškodbe zrakotesnega in parozapornega sloja.

Prav tako je tudi pomembna pravilna vgradnja stavbnega pohištva po principu »znotraj bolj tesno kot zunaj«. Vse reže so z različnimi predstisnjenimi trakovi in folijami zatesnjene med različnimi gradbenimi elementi. S tem načinom gradnje preprečimo toplotne mostove, propad materialov, vdor vlage, zmanjšamo porabo energije ter posledično varujemo okolje.

Tesnilni trakovi na notranji strani stavbnega pohištva zagotavljajo zrakotesnost, tesnilni trakovi na zunanji strani pa preprečujejo vdor vetra in zagotavljajo vodotesnost.

3.4.3 Zdrava bivalna klima

Omogočanje vzdrževanja in uravnavanja enakomerne vlažnosti v prostoru v montažnih objektih pomeni, da les posrka odvečno vlago in jo v primeru potrebe oddaja v prostor. V veliki meri se zaradi kakovosti kaže vse večje povpraševanje po lesenih montažnih gradnjah, prihaja pa tudi do napredka pri izvedbi. Bistvo lesene montažne gradnje je zelo velika natančnost pri ravnosti sten, ki jo je pri klasični gradnji zelo težko doseči. To kaže, da je prihodnost v montažni gradnji, saj je les obnovljiva gradbena surovina, ki ima številne prednosti pred klasičnimi materiali ter je glavni element v montažni leseni gradnji, ki ponuja boljše pogoje za življenje. Ta gradnja naj bi v prihodnosti naraščala predvsem zaradi ekološko usmerjenega razvoja družbe.

3.4.4 Lahka konstrukcija

Montažni objekti so lažji od klasično grajenih objektov iz opek, ki so primerni za montažo na slabih temeljnih tleh in zagotavljajo zelo dobro potresno odpornost.

3.4.5 Večstanovanjske površine

Zaradi tanjših sten pridobimo ob enakih zunanjih merah pri montažni gradnji več stanovanjske površine v primerjavi z zidano hišo, kjer so zidovi debelejši.

Montažna hiša marsikomu pomeni enostavno zgrajen objekt. Bistvo montažne gradnje je, da je objekt sestavljen iz predhodno pripravljenih in izdelanih elementov. Vsi elementi so v proizvodnji izdelani natančno v skladu z načrtom, kar omogoča kasnejšo natančno montažo in kakovostno izvedbo. Hitra montaža elementov zagotavlja, da je konstrukcija v najkrajšem času zaščitena pred vremenskimi vplivi. Pri montažni gradnji se uporabljajo naravni, ekološko sprejemljivi materiali. Lesena konstrukcija montažnih hiš je potresno odporna. Pri montažni gradnji je potrebno manj aktivnosti investitorja. Izolacija zunanjih sten je boljša kot pri klasični sestavi sten, tako da je lahko objekt varčnejši v smislu porabljene toplotne energije, seveda pa moramo preprečiti toplotne mostove in zagotoviti dobro zrakotesnost zgradbe (Montažne hiše Marles, b. d.)

Glavni konstrukcijski material je les, ki je energetsko najvarčnejši in izjemno trajen, če je zagotovljena pravilna nega ter če je konzerviran s sušenjem. Leseni deli, pri katerih obstaja možnost stika z vlago, so impregnirani z borovimi solmi. Les spada med najbolj zdrave gradbene materiale, ker nima negativnih vplivov na okolje.

3.5 Les kot glavni konstrukcijski material

Les je sestavljen iz celuloze (do 80 %), vode (cca 17 %) in smole, olja, tanina ter škroba (cca 3 %). Povprečna sestava glede na elemente pa je: ogljik (49 %), kisik in dušik (44 %), vodik (6 %), kalcij (1 %).

3.5.1 Fizikalne lastnosti lesa

- Vlažnost

Drevo, ki ga posekamo, vsebuje 40–120 % vode. Prisotnost vode vpliva na kakovost lesa, saj vpliva na mehanske in prostorninske spremembe. Ko se les izsuši do točke zasičenosti, tako da vsebuje adhezivno vodo, se začnejo prostorninske spremembe in spremembe mehaničnih lastnosti. Vlažnost lesa se lahko zmanjša na zraku z naravnim sušenjem ali umetnim sušenjem v sušilnici. Velja pravilo, koliko vlage naj vsebuje les za posamezne namene:

- do 20 % za pokrite konstrukcijske elemente,

- 15–18 % za ostrešje,
- do 12 % za stavbno pohištvo,
- do 10 % za mizarska dela.
- Krčenje in raztezanje

Krčenje in raztezanje povzročata notranje napetosti, zvijanje, razpoke, krivljenje. Les deluje neenako v treh smereh: vzdolžno, tangencialno prečno in radialno prečno. Do krčenja pride pri sušenju. Zaradi krčenja in neenakomernega sušenja se v lesu povečujejo notranje napetosti, ki se sprostijo tako, da nastanejo razpoke. Pri nabrekanju ali raztezanju pa les zaradi vpijanje vlage povečuje prostornino. Enako kot pri krčenju nastajajo tudi pri raztezanju spremembe v tangencialni prečni smeri, radialni in vzdolžni. Da se izognemo delovanju lesa, uravnotežimo njegovo vlažnost tako, da se vlažnost okolja, v katerem je les, ne spreminja.

Pri projektiranju lesenih konstrukcij je zelo pomembno upoštevati tangencialne raztezke (povzročajo uklon opažev).

- Prostorninska masa

Prostorninska masa je pri različnih vrstah lesa različna. Pri večini vrst suhega lesa je prostorninska masa manjša od 1000 kg/m^3 .

- Termične lastnosti lesa

Les se pri temperaturnih spremembah razmeroma malo deformira, ima pa veliko kaloričnost. Lahek les slabo prevaja toploto napram zbitemu težkemu lesu. Les je toplotni izolator.

- Požarna odpornost lesa

Pri odpornosti konstrukcijskega lesa, ki se meri v časovnih enotah, se upoštevajo sledeči parametri: pojav razpok v elementu, prodor plamena, višina temperature na nesegevani površini, nosilnost in deformabilnost.

Požarna odpornost lesenih konstrukcij se poveča s povečanjem dimenzij prereza za določen odstotek nad izmerami z uporabo zaščitnih oblog in premazov, ki so površinski, ter z impregnacijo, ki je globinska zaščita. Za kemično zaščito se uporabijo snovi, ki razpadajo pri nizkih temperaturah in tvorijo zaščitno plast, ki preprečuje izločanje plinov in prodiranje toplote v notranjost lesa. Takšne snovi morajo biti trajne, odporne na vlago, ne smejo izhlapevati, med

požarom pa se ne smejo spreminjati v toksične pline. Takšne snovi so: borova kislina, boraks, cinkov klorid itd.

- Optične lastnosti

Sončna svetloba ne prodre globoko v les (manj kot 1 mm). Prepustnost svetlobe povečajo vlaga in smole.

3.5.2 Mehanske lastnosti lesa

Osnovne mehanske lastnosti lesa so elastičnost, odpornost na obrabo, trdnost. Odvisne so od fizikalnih lastnosti ter nepravilnosti in kakovosti strukture.

- Modul elastičnosti

Modul v vzdolžni smeri je pomembna lastnost pri projektiranju, dimenzioniranju in analizi lesenih konstrukcij iz masivnega lesa. Modul v prečni smeri pa je pomemben pri konstrukcijah iz vezanih lesenih plošč. Upoštevati se morajo predpisane vrednosti moduli elastičnosti.

Modul elastičnosti je različen tudi pri smereh obremenjevanja. Najmanjši je pri strižni obremenitvi, največji pa pri natezni.

- Trdnost lesa

Natezana trdnost lesa je večja od trdnosti prečno na vlakna. Tlačna trdnost lesa je nekajkrat večja od trdnosti prečno na vlakna. Zaradi strukture lesa s praznimi prostori znotraj vlaken se pri določeni obremenitvi ti prostori stisnejo in tako zbit les prevzema rastočo obremenitev.

- Odpornost na obrabo

To je sposobnost lesa, da se upira površinskim spremembam pri zunanjih vplivih. Odvisna je od smeri vlaken, vlažnosti, načina obdelave, strukture, smeri vlaken itd.

- Kakovost lesa

Izraža se s koeficientom kakovosti, ki je razmerje med trdnostjo in prostorninsko maso lesa. Kot določajo predpisi za lesene konstrukcije, so dovoljene različne napetosti lesa za različne stopnje kakovosti lesa. Delovanje okolja in škodljivci zmanjšujejo trajnost lesa.

3.5.3 Vrste predelanega lesa

Glede na primarni način obdelave lesa ločimo okrogli les, tesani les, klani les, rezani les, gradbeno galanterijo, furnir.

Polizdelke iz oplemenitenega lesa dobimo s tehnološkim postopkom, s katerim skoraj odpravimo krčenje in širjenje ter dosežemo večjo trdnost in odpornost proti insektom.

Poznamo več vrst oplemenitenega lesa, kot so lepljen les, plošče iz furnirja, iverke, panelne kombinirane plošče, plošče iz lesnih odpadkov.

- Lepljen les

Dobimo ga z lepljenjem manjših lamel v večje elemente. Lamelle se lepijo v smeri lesnih vlaken. Tako sestavljeno gradivo ima enakomernejše in višje mehanske lastnosti kot sam les.

- Plošče iz furnirja

Lepljene so v enakem zaporedju iz ene vrste lesa. Takšne plošče so različnih debelin in slabo prenašajo vlago.

- Iverke

Sestavljene so iz iveri in lepila. Iveri so narejeni iz manj kakovostnega lesa, impregnirane so z lepili. Iverke so odporne na zvijanje, saj se stiskajo v plošče pri visoki temperaturi.

- Panelne plošče

Sestavljene so iz treh plasti. Zunanji sta iz debelejšega furnirja, srednji sloj pa je iz letvic.

- Plošče iz lesnih odpadkov

Uporabljajo se v pohištveni industriji.

3.5.4 Zaščita lesa

Najpogostejši povzročitelj razpadanja lesa je vlaga in ultravijolični žarki.

Les najpogosteje zaščitimo pred ultravijoličnimi žarki, insekti, vlago in pred ognjem.

Poznamo tri glavne smeri zaščite lesa:

- parjenje
- impregnacija

- premazi.

Parjenje uvrščamo med toplotno obdelavo lesa. S parjenjem žaganega lesa zmanjšamo notranje napetosti. Sveže žagan les parimo pri visoki temperaturi in visoki relativni zračni vlažnosti, da dobimo željen barvni odtenek in dosežemo, da se manj krivi, les tako steriliziramo, zmanjšamo nekatere napake in les postane mehkejši. Poznamo direktne in indirektno parilnice. Pri direktnih parilnicah uvajamo nasičeno vodno paro direktno v sušilnico, pri indirektnem pa segrevamo kondenzat. Direktno parjenje je hitrejše, indirektno pa hitrejše in kvalitetnejše.

Les ima pomanjkljivost, da je v primeru uporabe na prostem izpostavljen vlagi, insektom in impregnacija je napajanje lesa z antiseptičnimi sredstvi, ki prodrejo v globino lesa. Impregnacijska sredstva so večinoma na katranski osnovi.

Najzanesljivejša zaščita konstrukcijskega lesa pred napadi insektov je kemijska zaščita lesa s pripravki na osnovi borovih spojin. Druga prednost tega je tudi, da zavira rast gliv. Slabost teh spojin pa je, da se iz lesa izpirajo in jih ne smemo uporabljati na mestih, kjer je povišana nevarnost vlaženja.

Premazi pa so najrazličnejši nanosi, ki ostanejo na površini in ob zaščiti predstavljajo tudi estetiko. Ti premazi upočasnjujejo uravnoteženje vlažnosti lesa glede na zunanje pogoje, zato je krčenje in nabrekaje premazanega lesa manjša.

Ker ima les nizko toplotno prevodnost, gori le na površini in zato relativno dolgo zadrži svojo nosilno trdnost. Les se v začetni fazi prevleče s plastjo oglja, ki ima izolatorske lastnosti. V notranjosti je tako segrevanje lesa počasnejša. Pri segrevanju lesa se začnejo oddajati vnetljive in gorljive substance, ki se vnamejo pri približno 270°C. Za zaščito lesa pred ognjem uporabljamo površinske premaze z barvo, ki je odporna za ogenj. Ognjevarni premazi se v stiku z ognjem napihnejo in tvorijo izolativno plast, ki upočasni segrevanje lesa. Lahko pa impregniramo s posebnimi kemičnimi sredstvi, ki zapolnijo pore z negorljivim materialom ali pa ustvarjajo pri gorenju spojine, ki ga dušijo.

Tabela 1: Prednosti in slabosti montažne hiše

Prednosti montažne gradnje	Slabosti montažne gradnje
Zaradi naravnih materialov ekološko primernejša	V primeru ne dovolj suhega lesa lahko pride do razpok na stikih
Hitra postavitve konstrukcije	Ni akumulacije
Lahka konstrukcija	Ni primerna za postavitve v bolj poplavnih območjih – manj odporna na vodo in vlago
Zdrava bivalna klima	-
Majhna poraba energije	-

Vir: (Lasten, b. d.)

Tabela 1 prikazuje prednosti in slabosti montažne hiše. Razberemo, da so največje slabosti montažne gradnje majhna akumulacijska sposobnost, saj se montažni objekti pri prekinjenem ogrevanju hitro ohladijo, v primeru premalo suhega lesa lahko pride do razpok na stikih, ni primerna za postavitve v poplavljenih območjih.

Prednosti so, da je ekološko primernejša, postavitve je zaradi vnaprej sestavljenih elementov hitrejša, konstrukcija je zaradi lahkih vgradnih materialov lažja, porabi manj energije ter nudi zdravo bivalno klimo.

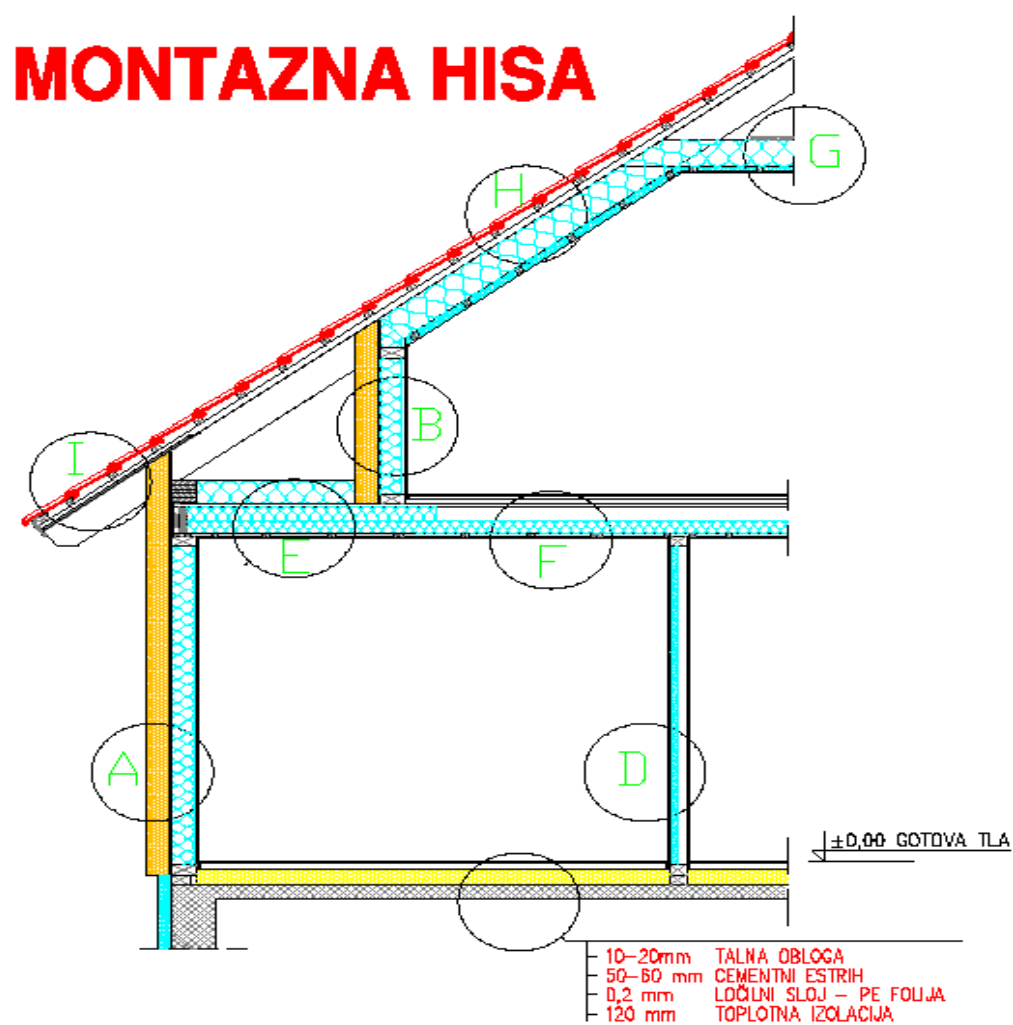
Tabela 2: Prednosti in slabosti zidane hiše

Prednosti klasične gradnje	Slabosti klasične gradnje
Odpornejša na vodo – primerna za poplavna območja	Večja možnost napak pri gradnji
Zaradi izvedbe del se lahko stroški časovno razporedijo na daljše časovno obdobje	Dolgotrajna, postopna gradnja
Priporočljiva za neraven teren in kjer je veliko izkopa	Manj ekološka zaradi cenejših gradbenih materialov
Akumulacija	Pri površni gradnji možnost toplotnih mostov

Vir: (Lasten, b. d.)

V tabeli 2 so prikazane prednosti klasične gradnje, ki so akumulacija, priporočljiva gradnja na neravnih terenih, primerna za bolj poplavna področja. Slabosti pa se kažejo v večji možnosti napak pri gradnji, je tudi manj ekološka.

4 PREREZ MONTAŽNE HIŠE



Slika 2: Prerez montažne hiše

Vir: (Lasten, b. d.)

Slika 2 prikazuje prerez montažne hiše z montažnimi elementi, pripadajoča legenda pa opisuje sestavo zunanjih montažnih sten.

Legenda:

A – Zunanja stena:

- 2 mm dekorativni fasadni omet
- 2,5 mm armirani omet
- 140 mm kot na primer neopor
- 2 mm disperzijsko lepilo
- 15 mm mavčno-vlaknena plošča
- 160 mm 60/160 nosilna lesena konstrukcija (140 mm mineralna volna)
- 0,2 mm PE folija
- 15 mm mavčno-vlaknena plošča

B – zunanja stena (notranja kolenska stena):

- 2,5 mm tankoslojni omet
- 140 mm kot na primer neopor
- 2,5 mm disperzijsko lepilo
- 15 mm mavčno-vlaknena plošča
- 160 mm 60/160 nosilna lesena konstrukcija (140 mm mineralna volna)
- 0,2 mm PE folija
- 15 mm mavčno-vlaknena plošča

C- zunanja stena (neobdelana mansarda):

- 2 mm dekorativni fasadni omet
- 2,5 mm armirani omet
- 140 mm polistiren EPS-F
- 2 mm disperzijsko lepilo
- 15 mm mavčno-vlaknena plošča

- 160 mm 60/160 nosilna lesena konstrukcija

4.1 Montažni elementi

Pri sistemu, kot je na primer MEGA N14, so zunanje stene izolirane s 140 mm kameno volno, zunanja stran stene je obdelana s toplotno izolacijsko fasado (140 mm kot na primer neopor) in z osnovnim slojem fasadne malte z vgrajeno armirno mrežico. Na gradbišču je potrebno samo pokrpati stike med posameznimi elementi in nanesti zaključni sloj fasadne malte v barvi po izboru investitorja.

Sestava zunanje stene od znotraj navzven:

- 15 mm mavčno-vlaknena plošča,
- 0,2 mm PE folija,
- 160 mm lesena konstrukcija,
- 140 mm mineralna kamena volna DP5,
- 15 mm mavčno-vlaknena plošča,
- 2 mm disperzijsko lepilo,
- 140 mm kot na primer neopor,
- 2,5 mm armirani omet,
- 2 mm dekorativni fasadni omet.

Notranje stene so sestavljeni stenski sistemi z izolacijo mineralne volne ter lepljenimi mavčno-vlaknenimi ploščami debeline 130 mm.

Strop pritličja je izdelan iz sušenega dolžinsko lepljenega konstrukcijskega lesa z vmesno toplotno oziroma zvočno izolacijo v debelini 100 mm, kar dodatno povečuje zvočno in toplotno izolativnost.

Strop v mansardi po poševnini vključuje izolacijo 200+40 mm kamene volne.

Strešna konstrukcija je izdelana s prefabriciranimi strešnimi elementi, kar bistveno izboljša zaščito objekta pred vremenskimi vplivi med gradnjo.

4.2 Tehnični opis arhitekturnih elementov montažnega objekta

Vsi statični elementi v obravnavanem projektu so dimenzionirani v skladu s Pravilnikom o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov, Ur. l. RS 101/2005 (Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov, 2005).

Zahteve glede mehanske odpornosti in stabilnosti so izpolnjene s projektiranjem v skladu z načeli in pravili slovenskih standardov SIST EN 1990, 1992, 1993 in 1997, 1995, 1998.

Pri izračunih je upoštevana potrebna varnost konstrukcije, ki je določena v predpisih. Vsi statični elementi so zato temu primerno dimenzionirani na maksimalne možne obremenitve, ki bi lahko nastopile v času uporabe objekta.

4.2.1 Strešna konstrukcija

Špirovci dimenzije 8,0/22,0 cm so iz lesa klase C24 in so na razmaku po statičnem izračunu. Ostale lege in preklade so širine 16,0 cm in višine po statičnem izračunu, stebri so dimenzije 14,0/14,0 cm in 16,0/16,0 cm ter so iz lesa klase C24.

4.2.2 Zunanji elementi

So sestavljeni iz lesa dimenzije 60/160 cm ter klase C24 na razmaku 0,625 m in z vencem 8,0/16,0 cm. Togost okvirja je dosežena z MVP ploščo debeline 15,0 mm, ki je obojestransko pritrjena na okvir s sponkami KG 750.

4.2.3 Notranji elementi

So sestavljeni iz lesa dimenzije 6,0/10,00 cm ter klase C24 na razmaku 1,25 m in vmesniki 6,0/10,0 cm ter z vencem 8,0/10,0 cm. Togost okvirja je dosežena z MVP ploščo debeline 15,0 mm, ki je obojestransko pritrjena na okvir s sponkami KG 750.

4.2.4 Sidranje talnega venca in stenskih elementov

Talni venec služi za ležišče stenskih elementov dimenzije 8,0/14,0 cm. Sidranje pritličnih sten se izvede z dviznimi sidri AKR 285 na vsakem vogalu polnega stenskega elementa in strižnimi kotniki AE116 (žičniki CNA 4,0X40) na razmaku $e = 1,25$ m. Za povezovanje kotnikov z AB konstrukcijo pa uporabimo sidra FBN II M12.

4.2.5 Temeljna plošča

Izkope za temelje mora pred betoniranjem temeljev obvezno pregledati geomehanik in podati poročilo oziroma dopolnitev projekta temeljenja. Geomehanik bo ob tej priliki podal eventualna nadaljnja navodila glede varnega temeljenja.

Temeljna plošča je debeline 25 cm, armirana z mrežasto armaturo. Temeljna plošča objekta je betonirana na izolacijski plošči, na primer XPS, in v sloju 10 cm podložnega betona.

4.2.6 Izvedba konstrukcije

Pri izvedbi, montaži in izdelavi vseh statičnih elementov je potrebno brezpogojno upoštevati vse statične karakteristike danega elementa.

Konstrukcijsko je objekt zasnovan kot kombinacija dveh gradbenih tehnologij, in sicer kot zidani podstavek in montažna gradnja. Pritličje bo izvedeno v velikostenskem montažnem sistemu, pri čemer se bodo sestavni deli hiše izdelali v proizvodnji. Vse stene, ki jih sestavlja lesena okvirna konstrukcija, bodo obojestransko obložene z mavčno-vlaknenimi ploščami. Obodne stene bodo obložene s toplotno izolacijsko fasado. Strešna konstrukcija bo lesena, sestavljena iz slemenskih in kapnih leg, špirovcev ter letev.

V objektu so predvidene inštalacije elektrike, vodovoda, kanalizacije in centralnega ogrevanja. Stavba je projektirana tako, da je zaščiten pred talno vlago, pred atmosferskimi padavinami in pred vodo hišne napeljave. Streha je projektirana tako, da ščiti objekt pred vdorom vode in obenem omogoča kontrolirano odvajanje padavinskih vod. Zunanje stene, ki so v stiku s terenom, in tiste nad terenom ter notranje stene z vsemi odprtini in preboji so projektirane tako, da preprečujejo navlaženje in prodor vlage oziroma vode v notranjost objekta.

Fasada je projektirana tako, da ščiti stavbo pred prodorom vlage oziroma vode v notranjost. Zaščita tal onemogoča prodor vlage v stene in notranjost objekta. Vhodna in balkonska vrata ter okna so konstruirana tako, da ščitijo pred atmosferskimi padavinami. Hišna napeljava je projektirana tako, da ne more priti do zmrzovanja vode v njej in do kondenzacije vlage na zunanji površini.

Izvajalec mora pri izvedbi konstrukcije v celoti upoštevati določila načrta, dopolnjenega z načrtom gradbene konstrukcije za izvedbo. Izvajalec mora v načrtu zagotoviti zahtevano kvaliteto vgrajenih materialov in opravljenih del. V primeru kakršnekoli nejasnosti se je

izvajalec dolžan obrniti na projektanta. Pri izvedbi in montaži vseh statičnih elementov mora biti prisotna nadzorna oseba s primerno izobrazbo (Praznik M., Zbašnik-Senegačnik M., 2016).

V finalni obdelavi objekta bo kot podlaga vsem talnim oblogam izveden mokri estrih. Tla bodo finalno obdelana s keramiko, tekstilno oblogo in gotovim parketom. Montažne stene bodo bandažirane, kitane ter barvane. V vlažnih prostorih bo za oblogo sten uporabljena keramika. Fasada bo zasnovana kot toplotna izolacijska fasada, zaključena s fino zrnatim dekorativnim ometom. Na že montirane stene se bo izdelal drugi nanos malte ter silikatni zaključni sloj granulacije 2 mm skladno z barvo strehe in stavbnega pohištva.

4.2.7 Izvedba sten s konstrukcijskega vidika

Uporabljajo se trije glavni konstrukcijski sistemi:

- skeletni,
- okvirni in
- masivni.

Začetki lesene skeletne gradnje izvirajo iz skandinavskih dežel.

Skeletne konstrukcije so sestavljene iz lesenih stebrov in nosilcev. Gre za sklop prefabriciranih elementov linijske oblike, ki so lahki, kar olajša montažo. Je pa časovno daljša zaradi večjega števila medsebojnih spojev. Če govorimo o odprtem sistemu skeletne konstrukcije in njeni gradnji, je nosilna konstrukcija ločena od stenskih elementov. Pri tem načinu je možna kasnejša sprememba tlora, saj stene ne prevzemajo nosilne funkcije, obremenitev prenaša skelet. Obod skeleta se zapira s polnimi prefabriciranimi elementi.

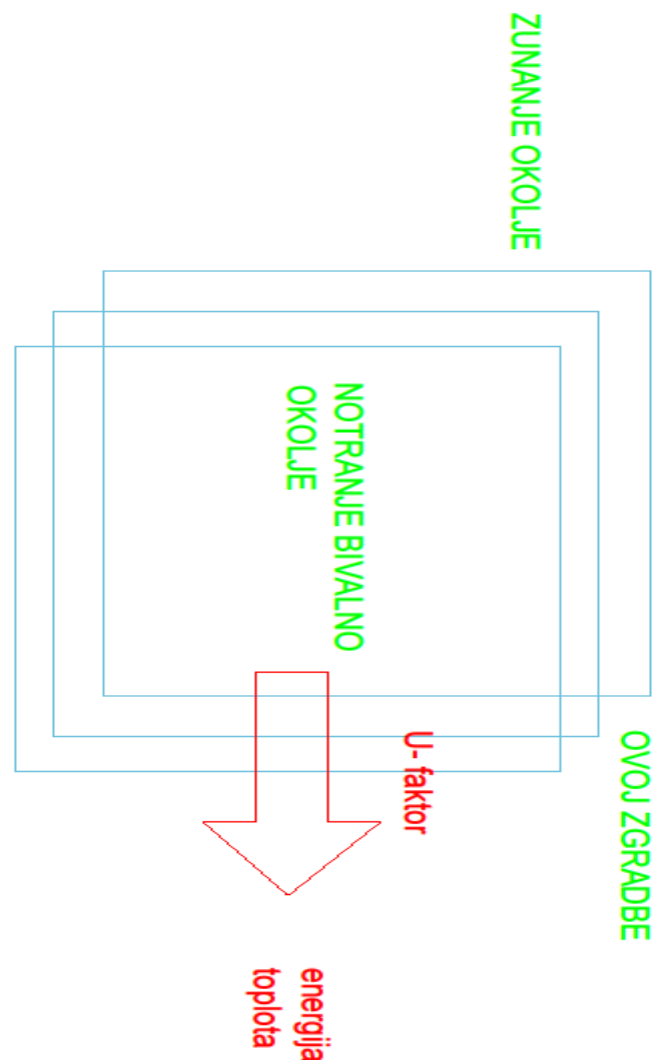
Okvirno konstrukcijo sestavlja leseni okvir, ki je obojestransko obložen z mavčnimi, vlaknenimi, OSB ali ivernim ploščami. Prostor med njimi pa je zapolnjen s toplotno izolacijo. Okvir je nosilni element, polnilo ima izolacijsko funkcijo, notranja in zunanja obloga pa ščitita objekt pred atmosferskimi vplivi. Ima tudi protipožarno zaščito.

Nekoč so masivne stene izdelovali iz brun, plohov in tramov, danes pa so izdelane iz masivnega lepljenega lesa. Tudi ta konstrukcija je lahko dodatno obložena s ploščami in izolacijo.

Pri objektih iz brun, ki so lahko celi ali polovični, je montaža bolj ali manj vidna. Takšna konstrukcija ne potrebuje dodatnih veznih elementov, saj pride s križnim sestavljanjem brun z zarezami do blokiranja z lastno težo.

Masivna lesena stena je lahko sestavljena iz lesenih zidakov, ki se spajajo na pero, utor ali lesene moznike. Takšna gradnja je enostavna in hitra ter omogoča svobodo pri oblikovanju tlorisa.

5 TOPLOTNA PREHODNOST (U), DIFUZIJA VODNE PARE, TOPLOTNA STABILNOST



Slika 3: Skica toplotne prehodnosti

Vir: (Lasten, b. d.)

Slika 2 predstavlja, da mora ovoj zgradbe zagotoviti ugodne bivalne razmere, optimalne stroške izkoriščanja objekta, nizke stroške vzdrževanja in ohraniti relativno obstojnost temperature na notranji strani konstrukcije ob nihanju zunanjih vplivov. V mojem primeru sem obravnavala

toplotno prehodnost zunanje lesene montažne stene, ki znaša $U = 0,120 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ in toplotno prehodnost zunanje zidane stene, ki znaša $U = 0,179 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Objekti se odzivajo na notranje in zunanje vplive. Med zunanjimi parametri, ki so odvisni s klimatskega vidika, so temperatura, sončno obsevanje, smer in hitrost vetra, relativna vlažnost zunanjega zraka. Na vse te parametre vplivajo tudi dejavniki neposredne okolice objekta, ki pa je konfiguracija terena. To pomeni zastiranje objekta, senčenje objekta s terenom ali s sosednjimi objekti.

Med notranje parametre pa prištevamo relativno vlažnost zraka in doseženo temperaturo v prostoru, notranjo površinsko temperaturo ovoja stavbe, koncentracijo CO_2 v zraku. Med stalno spreminjajočim se zunanjim okoljem ter na drugi strani notranjim okoljem nastopa vmesni člen, ki je objekt s svojimi komponentami. Ključna lastnost elementov, ki tvorijo notranjost objekta, je sposobnost shranjevanje toplote.

Elementi objekta se na spremenjene zunanje parametre in na notranje parametre različno odzivajo. Ti procesi toplote so odvisni predvsem od njihove toplotne prehodnosti in mase.

Pojem toplotne prehodnosti je povezan s stroški ogrevanja, saj nastopijo ob večji toplotni prehodnosti večji tudi stroški ogrevanja in večje izgube toplote. Toplotne izgube in toplotna prehodnost so v sorazmerju, kar pomeni, da so toplotne izgube oziroma stroški ogrevanja odvisni od temperaturne razlike med neogrevanim in ogrevanim prostorom, debeline materiala, vrste materiala. Veliko pozornosti je treba posvetiti zrakotesnosti pri odprtinah, kjer pride do stika več različnih materialov.

Toplotna prehodnost (U) pove, kolikšen toplotni tok $P[\text{W}]$ preteče pri stacionarnih pogojih skozi plast debeline d in površine 1 m^2 pri temperaturni razliki 1 K na obeh straneh zidu (Stavbarstvo, b. d.).

Vsebnost vlage vpliva na toplotno prehodnost, zato standardi predpisujejo tudi kontrolno navlaževanje konstrukcij z difuznim prehodom vodne pare. Difuzija vodne pare je pojav, ko prehaja vlaga z večje nasičenosti plasti k manjši nasičenosti skozi gradbeno konstrukcijo.

Poznamo dva primera prehoda vodne pare:

- prehod vodne pare skozi vse plasti gradbene konstrukcije – v tem primeru ne pride do izločanja vlage v nobeni plasti gradbene konstrukcije,
- vlaga se pri prehodu kondenzira v eni ali več plasteh gradbene konstrukcije.

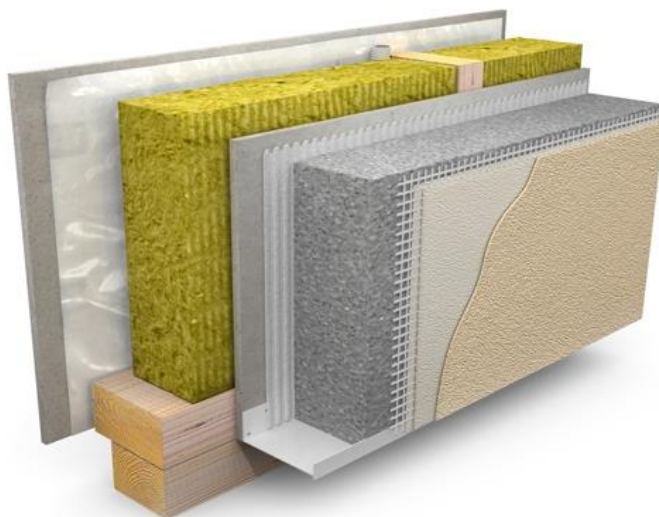
V primeru nastanka kondenzacije v gradbeni konstrukciji je potrebna kontrola:

- sloja konstrukcije, v kateri se nabira vlaga,
- količine vlage, ki se nabira v konstrukciji,
- če lahko količina vlage izpari iz konstrukcije skozi leto,
- če lahko količino vlage, ki jo je vsrkal, določen sloj konstrukcije sprejme brez nevarnosti poškodbe konstrukcije (Stavbarstvo, b. d.).

Toplotna stabilnost je sposobnost zunanjega gradbenega konstrukcijskega elementa, da ohrani temperaturo na notranji strani konstrukcijskega elementa ob nihanju zunanjega zraka.

Toplotna stabilnost ali toplotna akumulativnost pomeni zmožnost gradbenega materiala, da sprejme toploto in jo zadrži za primer padanja temperature v okolju.

6 MONTAŽNA ZUNANJA STENA



Slika 4: Prerez zunanje stene v 3D (Mega N14)

Vir: (Montažne hiše Marles, b. d.)

Montažna zunanja stena sistema N14 je stena debeline 335 mm vključno z vsemi gradbenimi materiali.

Mavčne plošče, ki so sestavni del montažne zunanje stene, so negorljive (klasifikacija materiala A2 po EN 13501-1) (Marles hiše, b. d.), saj mavec že po naravi deluje požarno zaviralno in prevzema pomembno funkcijo obvladovanja požara.

Toplotna izolacija v stenah je negorljiva kamena volna, izdelana iz kamenin vulkanskega izvora, ki ima najvišji možni razred negorljivosti. Prav tako preprečuje prenos udarnega zvoka (Žarnić, 2005).

Steno zaključimo z lahkimi izolacijskimi ploščami (iz na primer neopora), ki jih nalepimo na zunanjo oblogo stene in jih obdelamo s tankim slojem armirne mase z vtisnjeno armirno mrežico.

6.1 Konstruktivna sestava zunanje montažne stene

Tabela 3: Konstruktivna sestava montažne stene

Zunanja montažna stena d = 335 mm (pogled sestave od zunaj navznoter)	
3 mm	Dekorativen fasadni omet
2,5 mm	Armirani omet
140 mm	Na primer neopor
2 mm	Disperzijsko lepilo
15 mm	Mavčno-vlaknena plošča
160 mm	Nosilna lesena konstrukcija 60/160, 140 mm, mineralna volna
0,2 mm	PE folija
15 mm	Mavčno-vlaknena plošča

Vir: (Lasten, b. d.)

V tabeli 3 je prikazana sestava zunanje montažne hiše sistema N14 debeline 335 mm. Pogled sestave je od zunaj navznoter.

6.2 Toplotna in zvočna izolativnost zunanje montažne stene N14

Zunanja montažna stena ima večjo debelino toplotne izolacije, saj ima v konstrukcijski leseni sestavi med pokončnike vstavljeno mineralno volno. Na zunanjem delu stene pa je dodan na primer neopor, kar dodatno izboljša toplotno in zvočno izolacijo.

Namestitev toplotne izolacije v obliki neoporja pomeni enega od najcenejših načinov varčevanja z energijo. Pri ustrezni izbiri toplotne izolacije je mogoče zmanjšati emisije CO₂ in stroške ogrevanja.

Kot je znano, dosega EPS oziroma stiropor zelo dobre fizikalne lastnosti, kot so nosilnost, izredno dobra toplotna izolativnost in kompaktnost. Pri uporabi neoporja pa se te lastnosti še povečajo. Neopor lahko uporabimo tudi za izolacijo ravnih in poševnih sten. Je tanjši, kar pomeni, da so pri tanjši fasadi fasadni profili, sidra in okenske police cenejši.

7 ZIDANA ZUNANJA STENA

Zidana zunanja stena je debeline 335 mm vključno z vsemi gradbenimi materiali.

Sestavljena je iz opečnih zidakov (na primer Poroton PH Plan – T365, 180 mm), strojnega ometa ter toplotno izolacijskih plošč.

7.1 Konstrukcijska sestava zunanje zidane hiše

Tabela 4: Konstrukcijska sestava zidane stene

Zunanja zidana stena d = 335 mm (pogled sestave od zunaj navznoter)	
5 mm	omet
140 mm	na primer neopor WLG 032
180 mm	opeka
10 mm	omet

Vir: (Lasten, b. d.)

V tabeli je prikazana sestava zunanje zidane hiše debeline 335 mm, gre za pogled sestave od zunaj navznoter.

8 PRIMERJAVA TOPLOTNE PREHODNOSTI MONTAŽNE IN ZIDANE ZUNANJE STENE

Med najvplivnejšimi zunanji parametri, ki so odvisni od klimatskega področja, sta temperatura in relativna vlažnost zunanjega zraka. Poleg naštetega so zunanji vplivi še: sončno obsevanje, hitrost in smer vetra, senčenje stavb s terenom ali sosednjimi stavbami. Na notranji strani stavbe pa so ključni parametri, ki vplivajo na rezultat toplotne prehodnosti: dosežena temperatura, relativna vlažnost zraka v prostoru, notranja površinska temperatura ovoja stavbe, osvetljenost prostora z dnevno svetlobo ...

Zunanja stena s svojimi komponentami predstavlja vmesni člen med spreminjajočimi se vplivi zunanjega okolja ter reguliranimi vplivi na notranji strani stavbe.

Primerjava toplotne prehodnosti montažne lesene in zidane zunanje stene ob enaki debelini zidu, ki sem jo opravila, poteka v sledečih temperaturnih pogojih: pri zunanji temperaturi -10°C in notranji 20°C .

Pri sestavi zunanje stene z notranjim 10 mm ometom, zidakom (na primer Poroton PH Plan – T365) debeline 180 mm, s toplotno izolacijskimi ploščami (kot na primer NEOPOR WLG32) debeline 140 mm in 5 mm ometom je toplotna prehodnost $U = 0,179 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. Pri tej sestavi ni prisotne vlažnosti v konstrukciji, fazni zamik je 12,8 h. S-d vrednost je 4,1 m, saj je manjša vrednost S-d pokazatelj boljše propustnosti za paro.

Pri sestavi montažne stene z notranjim 15 mm mavčno-vlaknenimi ploščami, 0,2 mm PE folijo, 140 mm mineralno volno, 15 mm mavčno-vlaknenimi ploščami, izolacijskimi ploščami 100 mm ter zunanjim ometom sem dobila rezultat toplotne prehodnosti $U = 0,146 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$. Pri tej sestavi ravno tako ni prisotne vlage v konstrukciji, vrednost S-d = 27,6 m, fazni zamik je 11,2 h.

Tabela 5: Toplotna prehodnost, fazni zamik, kondenzacija zidane stene

Zidana zunanja stena d = 335 mm	
toplotna prehodnost	$U = 0,179 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
kondenzacija	Ni prisotnosti vlage
fazni zamik	12,8 h

Vir: (Lasten, b. d.)

Tabela 6: Toplotna prehodnost, fazni zamik, kondenzacija montažne stene

Montažna zunanja stena d = 335 mm	
toplotna prehodnost	$U = 0,0,120 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
kondenzacija	Ni prisotnosti vlage
fazni zamik	11,5 h

Vir: (Lasten, b. d.)

Tabeli 5 in 6 predstavljata toplotno prehodnost, kondenzacijo ter fazni zamik zunanje montažne ter zidane stene.

Pri primerjavi obeh sistemov sem dobila rezultate, ki kažejo, da je pri omenjeni sestavi toplotna prehodnost montažne stene boljša kot pri obravnavani zidani steni. Kondenzacija ni prisotna pri nobenem od teh sistemov, fazni zamik pa je pri omenjeni sestavi zidane hiše boljši kot pri omenjeni sestavi zunanje montažne stene.

Če bi želeli pri montažni zunanji steni dobiti boljši rezultat, bi morali sestavo spremeniti tako, da bi dodali lesne fasadne plošče in lesno izolacijo. S tem bi povečali fazni zamik pri montažni steni.

Sledijo izračun toplotne prehodnosti, prehod vode in fazni zamika montažne stene.

V program U-wert.net sem vstavila materiale po prerezu stene (zunanja montažna stena debeline 335 mm). Materiali so vstavljeni od znotraj proti zunanji strani stene.

Mavčno-vlaknena plošča je debeline 15 mm, sledijo PE folija, les 160/80, kjer so pokončniki na razdalji 625mm, 15 mm mavčno-vlaknena plošča, nato 140 mm na primer NEOPOR-ja WLG032 ter 5 mm omet.

Iz slike 4 je razvidna sestava zunanje montažne stene, razvidni so izolacijski učinek posameznih slojev materialov in primerjava z vodilnimi vrednotami.

Dobro je tudi razvidna teža na m², ki znaša 56 kg, toplotna zmogljivost je 66 KJ/m²K, površinska temperatura sobna/zunaj – 18,7 °C/–4,9 °C, sobna temperatura 20,0 °C in vlaga 50 %, zunanja temperatura -5,0°C in vlaga 80 %.

Slika 5 prikazuje odpornost toplote po standardih za izračun U-wert-a.net. Vsak material ima svoje karakteristične toplotne prevodnosti – vrednosti λ (lambda), ki povejo, kolikšna je njegova zmožnost prevajanja toplote. Nižja je vrednost lambde, boljša je prehodnost.

Slika 6 prikazuje temperaturni profil v različnih časih. Diagram prikazuje fazni zamik. Amplitudno dušenje opisuje zmanjšanje temperaturnega vala, ko prehaja skozi amplitudo, kar pomeni, da je temperatura na zunanji strani 10-krat večja kot na notranji strani (na primer zunaj 15–35 °C, znotraj pa 24–26 °C).

Iz slike 7 je razvidno, da se v sestavi konstrukcije ne tvori kondenzacijska voda. Temperatura na notranji strani je 18,7°, kar povzroči relativno vlažnost na površini 54 %, kar pomeni, da se v teh pogojih plesen ne pričakuje. Diagram prikazuje relativno vlažnost znotraj komponente, v tem primeru stene. Za izračun difuzije je uporabljena dvodimenzionalna metoda končnih elementov.

ZUNANJA STENA MEGA N14

Außenwand

erstellt am 18.1.2019

Wärmeschutz

$$U = 0,120 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

EnEV Bestand*: $U < 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Feuchteschutz

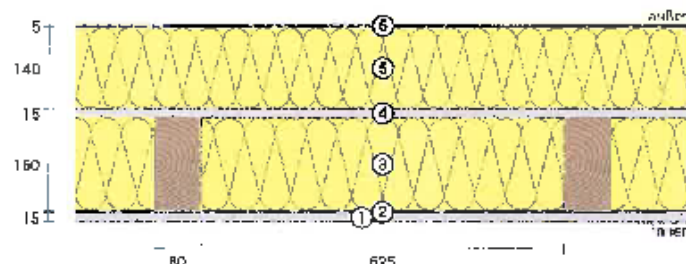
Kein Teufelszeug

Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 45

Phasenverschiebung: 11,5 h

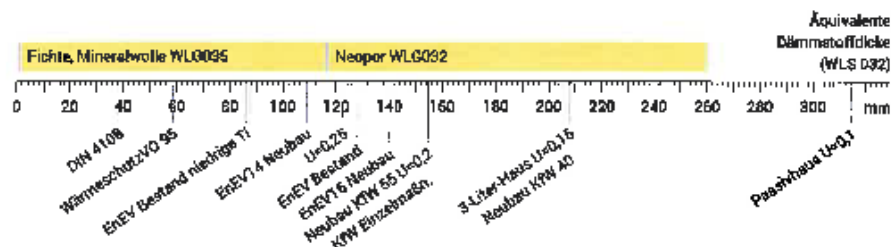
Wärmekapazität innen: 42 kJ/m²K



- | | |
|---|---|
| ① Fernacell Gipsfaser-Platte 15mm (15 mm) | ④ Fernacell Gipsfaser-Platte 15mm (15 mm) |
| ② Folie, PE | ⑤ Neopor WL6032 (140 mm) |
| ③ Mineralwolle WL6035 (160 mm) | ⑥ Silikonharzputz (5 mm) |

Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

Für die folgende Abbildung wurden die Wärmedurchgangswiderstände (d.h. die Dämmwirkung) der einzelnen Schichten in Millimeter Dämmstoff umgerechnet. Die Skala bezieht sich auf einen Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit 0,032 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%
Außenluft: -5,0°C / 80%
Oberflächentemp.: 18,7°C / -4,9°C

sd-Wert: 28,1 m

Dicke: 33,5 cm
Gewicht: 56 kg/m²
Wärmekapazität: 66 kJ/m²K

Vergleich mit dem Höchstwert gemäß EN 1994/2016 für einseitigen Einbau, Ersatz oder Erneuerung von Außenwänden (Anlage 3, Tabelle 1, Zeile 1)

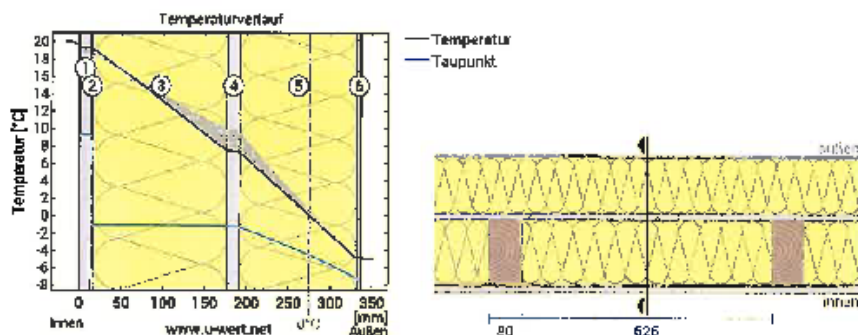
Hier klicken, um das Bauteil auf www.th-wien.at zu bearbeiten.

Slika 5: Izračun toplotne prehodnosti montažne stene

Vir: (Lasten, b. d.)

S slike 5 je razvidna zunanje sestava lesene montažne hiše.

Temperaturverlauf



- ① Fermacell Gipsfaser-Platte 15mm ... ③ Mineralwolle WLG035 (160 mm) ⑤ Neopor WLG032 (140 mm)
② Folie, PE ④ Fermacell Gipsfaser-Platte 15mm ... ⑥ Silikonharzputz (5 mm)

Links: Verlauf von Temperatur und Taupunkt an der in der rechten Abbildung markierten Stelle. Der Taupunkt kennzeichnet die Temperatur, bei der Wasserdampf kondensieren und Tauwasser entstehen würde. Solange die Temperatur des Bauteils an jeder Stelle über der Taupunkttemperatur liegt, entsteht kein Tauwasser. Falls sich die beiden Kurven berühren, fällt an den Berührungspunkten Tauwasser aus.

Rechts: Maßstäbliche Zeichnung des Bauteils.

Schichten (von innen nach außen)

#	Material	λ [W/mK]	ρ [kg/m³]	Temperatur [°C] innen	Temperatur [°C] außen	Gewicht [kg/m²]
	Wärmeübergangswiderstand*		0,130	18,7	20,0	
1	1,5 cm Fermacell Gipsfaser-Platte 15mm	0,320	0,047	16,5	19,4	17,3
2	0,02 cm Folie, PE	0,400	0,001	16,5	19,3	0,2
3	16 cm Mineralwolle WLG035	0,036	4,671	7,4	19,3	2,8
	16 cm Fichte (11%)	0,130	1,231	9,9	18,7	0,2
4	1,5 cm Fermacell Gipsfaser-Platte 15mm	0,320	0,047	7,3	10,0	17,3
5	14 cm Neopor WLG032	0,032	4,375	-4,9	9,8	2,1
6	0,5 cm Silikonharzputz	0,700	0,007	-4,9	-4,8	9,0
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	-5,0	-4,9	
	33,52 cm Gesamtes Bauteil		6,308			56,8

*Wärmeübergangswiderstände gemäß DIN 6946 für die U-Wert-Berechnung. Für Feuchtschutz und Temperaturverlauf wurden R_{si}=0,25 und R_{se}=0,04 gemäß DIN 4108-3 verwendet.

Oberflächentemperatur innen (min / mittel / max): 18,7°C 19,3°C 19,4°C
Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -4,9°C -4,9°C -4,9°C

Slika 6: Izračun toplotne prehodnosti montažne stene

Vir: (Lasten, b. d.)

Na sliki 6 je prikazana točka rosenja, pri kateri se začne iz vlažnega zraka izločati voda v zunanji leseni montažni steni.

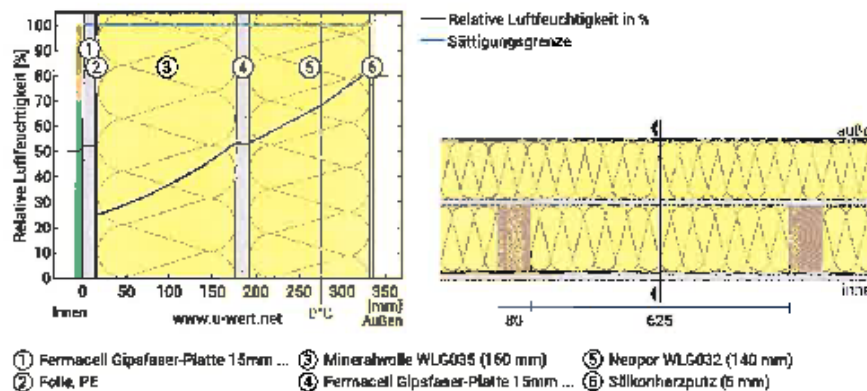
Feuchteschutz

Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert (m)	Tauwasser* (kg/m²)	Gewicht (kg/m²)
1	1,5 cm Fermacell Gipsfaser-Platte 15mm	0,19	-	17,3
2	0,02 cm Folie, PE	20,00	-	0,2
3	16 cm Mineralwolle WLG035	0,16	-	2,8
	16 cm Fichte (11%)	3,20	-	8,2
4	1,5 cm Fermacell Gipsfaser-Platte 15mm	0,19	-	17,3
5	14 cm Neopor WLG032	7,00	-	2,1
6	0,5 cm Silikonharzputz	0,35	-	9,0
	39,52 cm Gesamtes Bauteil	28,14	-	56,8

Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt 18,7 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 54% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein. Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.



Für die Berechnung der Diffusionsströme wurde ein zweidimensionales Finite-Elemente-Verfahren verwendet. Weitere Hinweise im Eingabeformular unter 'Feuchteschutz'.

025x480x14x N14 1,5 mm - 7,1 mm, 0,02 cm - 10,6 cm, 0,16 cm - 16,2 cm, 0,19 cm - 17,3 cm, 0,35 cm - 17,7 cm

Slika 7: Izračun toplotne prehodnosti montažne stene

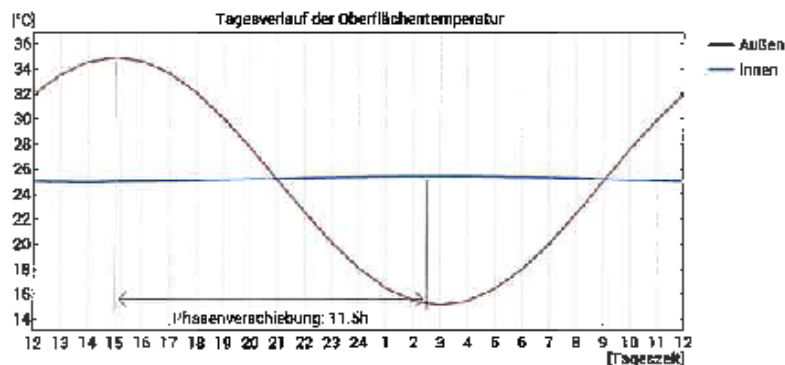
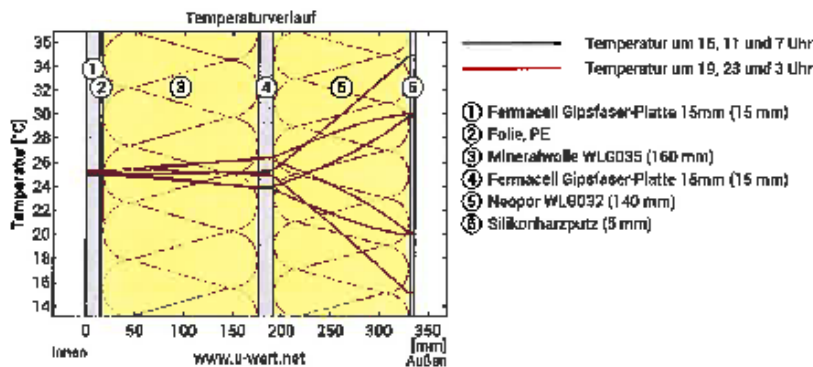
Vir: (Lasten, b. d.)

Iz slike 7 je razvidna tvorba kondenzacijske vode v zunanji leseni montažni steni.

Hitzeschutz

Für die Analyse des sommerlichen Hitzeschutzes wurden die Temperaturänderungen innerhalb des Bauteils im Verlauf eines heißen Sommertages simuliert:

Diese Simulation wurde mit dem Programm u-wert.net erstellt. Die Ergebnisse sind nur für den angegebenen Zweck gültig. Für die Verwendung der Ergebnisse ist eine Lizenz erforderlich. Die Lizenzkosten sind separat zu zahlen. Die Lizenzkosten betragen 100,- € netto plus 19% MwSt. Die Lizenz ist für einen Zeitraum von 12 Monaten gültig. Die Lizenz kann verlängert werden. Die Lizenz kann auch für mehrere Benutzer erworben werden. Die Lizenzkosten betragen 200,- € netto plus 19% MwSt. Die Lizenz ist für einen Zeitraum von 12 Monaten gültig. Die Lizenz kann verlängert werden. Die Lizenz kann auch für mehrere Benutzer erworben werden.



Obere Abbildung: Temperaturverlauf innerhalb des Bauteils zu verschiedenen Zeitpunkten. Jeweils von oben nach unten, braune Linien um 15, 11 und 7 Uhr und rote Linien um 19, 23 und 3 Uhr morgens.

Untere Abbildung: Temperatur auf der äußeren (rot) und inneren (blau) Oberfläche im Verlauf eines Tages. Die schwarzen Pfeile kennzeichnen die Lage der Temperaturhöchstwerte. Das Maximum der inneren Oberflächentemperatur sollte möglichst während der zweiten Nachthälfte auftreten.

Phasenverschiebung*	11,5 h	Zeitpunkt der maximalen Innentemperatur:	2:30
Amplitudendämpfung**	46,9	Temperaturschwankung auf äußerer Oberfläche:	19,8 °C
TAV***	0,022	Temperaturschwankung auf innerer Oberfläche:	0,4 °C

* Die Phasenverschiebung gibt die Zeitdauer in Stunden an, nach der das nachmittägliche Hitzemaximum die Bauteilinnenseite erreicht.

** Die Amplitudendämpfung beschreibt die Abschwächung der Temperaturwelle beim Durchgang durch das Bauteil. Ein Wert von 10 bedeutet, dass die Temperatur auf der Außenseite 10-mal stärker variiert, als auf der Innenseite, z.B. außen 15-25°C, innen 24-24°C.

*** Das Temperaturamplitudenverhältnis TAV ist der Kehrwert der Dämpfung: TAV = 1/Amplitudendämpfung

Die oben dargestellten Berechnungen wurden für einen 1-dimensionalen Querschnitt des Bauteils erstellt.

Slika 8: Izračun toplotne prehodnosti montažne stene

Vir: (Lasten, b. d.)

Na slici 8 je prikazan fazni zamik zunanje lesene montažne stene.

Sledijo izračun toplotne prehodnosti, prehod vode in fazni zamik zidane stene. Prav tako se za izračun toplotne prehodnosti vstavijo materiali po prerezu zidane stene.

Iz slike 8 je razvidna sestava zidane stene od notranje proti zunanji strani sestave.

Razviden je podatek za toplotno prehodnost skozi zidano steno $U = 0,179 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Prikazana sta izolacijski učinek posameznih slojev materialov in primerjava z vodilnimi vrednostmi. Razvidno je, da je opravljeno pri sobni temperaturi 20°C in vlagi 50 % ter zunanji temperaturi -5°C in vlagi 80 %.

Razvidna je teža zidanega elementa na m^2 , in sicer 1600 kg.

Na sliki 9 je prikazana temperaturna krivulja. Na sliki 10 je razvidno, da se v sestavi zidane konstrukcije ne tvori kondenzacijska voda. Slika 11 prikazuje fazni zamik, ki je 12,8 h.

ZIDANA ZUNANJA STENA 1

Außenwand
erstellt am 18.1.2018

Wärmeschutz

$U = 0,179 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

EnEV Bestand*: $U < 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

sehr gut

mangelhaft

Feuchteschutz

Kein Tauwasser

sehr gut

mangelhaft

Hitzeschutz

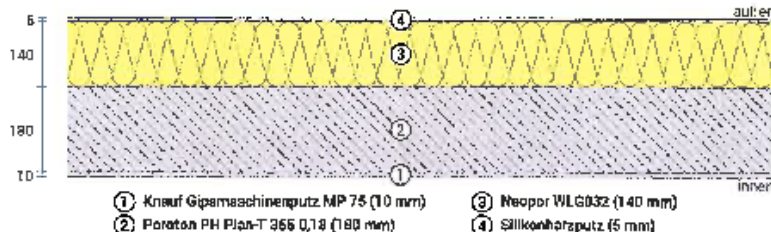
Temperaturamplitudendämpfung: 91

Phasenverschiebung: 12,6 h

Wärmekapazität innen: 138 kJ/m²K

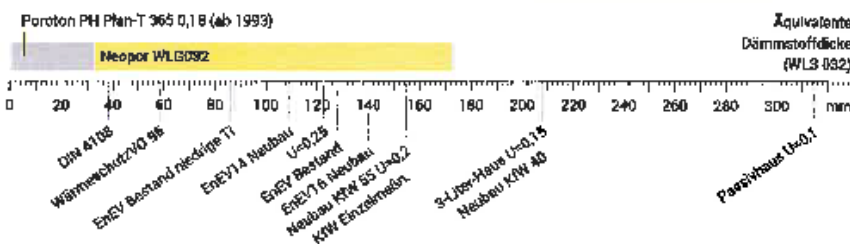
sehr gut

mangelhaft



Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

Für die folgende Abbildung wurden die Wärmedurchgangswiderstände (d.h. die Dämmwirkung) der einzelnen Schichten in Millimeter Dämmstoffumgerechnet. Die Skala bezieht sich auf einen Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit 0,032 W/mK



Raumluft: 20,0°C / 50%
Außenluft: -5,0°C / 80%
Oberflächentemp.: 18,9°C / -4,8°C

sd-Wert: 4,1 m

Dicke: 38,5 cm
Gewicht: 166 kg/m²
Wärmekapazität: 168 kJ/m²K

*Vergleich mit dem Höchstwert gemäß EnEV 2014/2016 für einmaligen Erbau, Ersatz oder Erneuerung von Außenwänden (Anlage 3 Tabelle 1, Seite 1 Zeile 1).

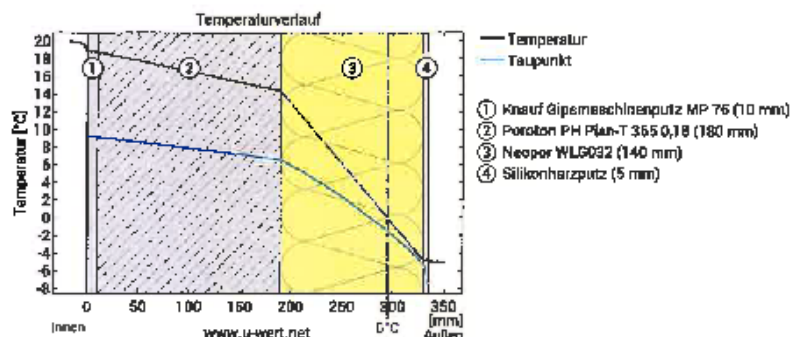
[Hier klicken, um das Bauteil auf u-wert.net zu bearbeiten.](#)

Slika 9: Izračun toplotne prehodnosti zidane stene

Vir: (Lasten, b. d.)

Iz slike 9 razberemo sestavo zunanje zidane stene.

Temperaturverlauf



Verlauf von Temperatur und Taupunkt innerhalb des Bauteils. Der Taupunkt kennzeichnet die Temperatur, bei der Wasserdampf kondensieren und Tauwasser entstehen würde. Solange die Temperatur des Bauteils an jeder Stelle über der Taupunkttemperatur liegt, entsteht kein Tauwasser. Falls sich die beiden Kurven berühren, fällt an den Berührungspunkten Tauwasser aus.

Schichten (von innen nach außen)

#	Material	λ (W/mK)	R (m ² ·K/W)	Temperatur [°C] min max	Dichte (kg/m ³)
	Wärmeübergangswiderstand*		0,130	18,9 20,0	
1	1 cm Knauf Gipsmaschinenputz MP 75	0,390	0,026	18,8 18,9	11,0
2	18 cm Poroton PH Plan-T 365 0,18 (ab 1993)	0,180	1,000	14,4 13,8	144,0
3	14 cm Neopor WLG032	0,032	4,376	-4,8 14,4	2,1
4	0,5 cm Silikonharzputz	0,700	0,007	-4,8 -4,8	9,0
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	-5,0 -4,8	
	33,5 cm Gesamtes Bauteil		5,578		166,1

*Wärmeübergangswiderstände gemäß DIN 6946 für die U-Wert-Berechnung. Für Feuchteschutz und Temperaturverlauf wurden $R_{si}=0,25$ und $R_{se}=0,04$ gemäß DIN 4108-3 verwendet.

Oberflächentemperatur innen (min / mittel / max): 18,9°C 18,9°C 18,9°C
Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -4,8°C -4,8°C -4,8°C

Gesamtdicke Nutzung nur mit Plus- oder Plus-Option (ab 125 € statt 122 €) MwSt.

Slika 10: Izračun toplotne prehodnosti zidane stene

Vir: (Lasten, b. d.)

Na sliki 10 je prikazana točka rosenja, pri kateri se začne iz vlažnega zraka izločati voda v zunanji zidani steni.

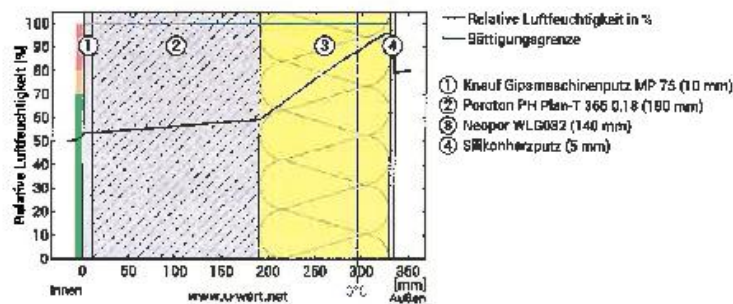
Feuchteschutz

Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

N	Material	Substrat [m]	Flächensperre [kg/m ²]	Gewicht [kg/m ²]
1	1 cm Knauf Gipsmaaschinenputz MP 75	0,06	-	11,0
2	18 cm Peroton PH Plan-T 355 0,18 (ab 1993)	0,90	-	144,0
3	14 cm Neopor WLG032	2,80	-	2,1
4	0,6 cm Silikonharzputz	0,36	-	9,0
	33,6 cm Gesamtes Bauteil	4,11	-	166,1

Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt 18,9 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 54% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein. Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.



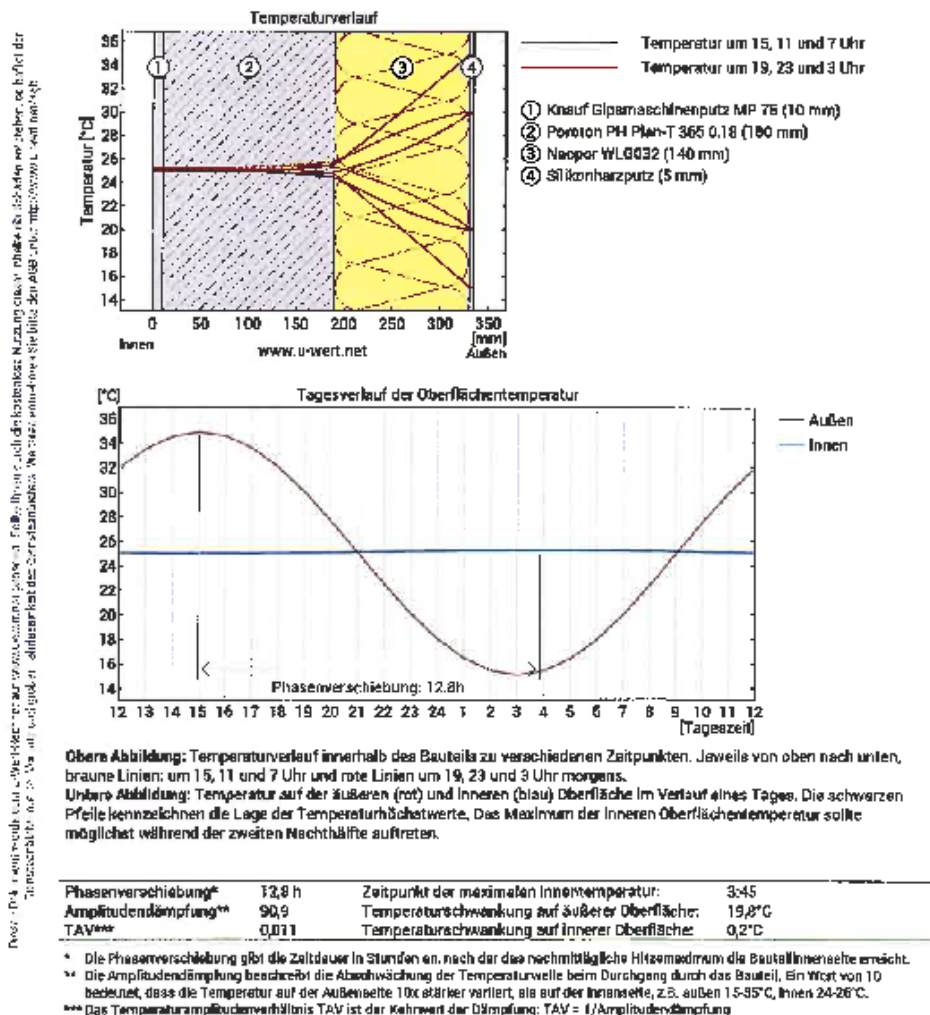
Slika 11: Izračun toplotne prehodnosti zidane stene

Vir: (Lasten, b. d.)

Iz slike 11 je razvidna tvorba kondenzacijske vode v zunanji zidani steni.

Hitzeschutz

Für die Analyse des sommerlichen Hitzeschutzes wurden die Temperaturänderungen innerhalb des Bauteils im Verlauf eines heißen Sommertages simuliert:



Slika 12: Izračun toplotne prehodnosti zidane stene

Vir: (Lasten, b. d.)

Na sliki 12 je prikazan fazni zamik zunanje zidane stene.

9 UGOTOVITVE IN PREDLOGI

Primerjava med klasično gradnjo in montažno gradnjo objekta kaže, da je končni cilj obeh novo nastali objekt, vendar se bistveno razlikujeta v fazah gradnje in uporabljenih gradbenih materialih.

Klasična gradnja objekta je dolgotrajna, opravlja se po sklopih, saj mora med posameznimi gradbenimi fazami preteči določen čas. Klasično gradnjo imenujemo mokra gradnja, saj vsebujejo veziva, ki jih uporabljamo pri tej gradnji, vodo, ki izhlapeva. Gradnjo lahko med fazami prekinemo bodisi zaradi vremenskih neprilik bodisi zaradi finančnih ali časovnih zmožnosti. Stene klasične gradnje omogočajo akumulacijo toplote, kar pomeni, da se v poletnih mesecih počasneje pregreva. Pri gradnji lahko zaradi površnosti prihaja do napak (možnost nastanka toplotnih mostov). Je pa primernejša za postavitve v bolj močvirnatih območjih, saj je konstrukcija zidanega objekta odpornejša na vlago in vodo. Primerna je tudi za postavitve na območjih, kjer imamo večji izkop.

Zunanja zidana stena s konstrukcijsko sestavo opečnega zidaka in izolacije s skupno konstrukcijsko sestavo debeline 335 mm ima toplotno prehodnost $U = 0,179 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$, kondenzacija ni prisotna, fazni zamik oziroma akumulacija zidane stene je 12,8 h.

Montažna gradnja je z izjemo postavitve betonske plošče suhomontažna. Objekt se sestavlja iz že predhodno izdelanih elementov, ki so pripravljeni in sestavljeni v proizvodnih halah in niso izpostavljeni vremenskim vplivom. Vsi elementi so natančno izdelani po predhodnih načrtih, kar omogoča natančno montažo in boljšo izvedbo. Hitra montaža pomeni manjše obremenjevanje okolja. Lažja konstrukcija montažnih objektov omogoča postavitve na slabih in problematičnih zemljiščih. Montažni objekti so grajeni iz naravnih, zdravju neškodljivih gradbenih materialov. Glavni konstrukcijski material je les, ki je dokazano eden najbolj zdravih gradbenih materialov, ki najmanj onesnažuje okolje, prav tako so tudi ostali gradbeni materiali, ki se uporabljajo pri montažnih objektih, ekološko neoporečni. Zaradi lesa, ki ima zmožnost uravnavanja vlage in čiščenja zraka, nudi montažni objekt zdravo bivalno klimo. Montažni objekti pa imajo majhno akumulacijsko sposobnost, saj se pri prekinjenem ogrevanju hitro ohladijo in obratno.

Montažna zunanja stena s konstrukcijsko sestavo debeline 335 mm ima toplotno prehodnost $U = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, Vlaga ni prisotna, akumulacija montažne stene je 11,5 h.

Glede na opravljeno primerjavo bi investitorjem pri gradnji objekta svetovala, naj se odločijo za gradnjo montažnega objekta. Klasična gradnja je sicer postopna gradnja, v katero lahko vložimo tudi lastno delo ter jo prilagodimo svojim finančnim in časovnim zmožnostim.

Pri montažnem objektu je potrebno objekt financirati takoj, vendar ima montažni objekt krajši čas izgradnje, ekološko neoporečne vgradne elemente, ustvarja zdravo bivalno klimo, nudi boljšo izkoriščenost prostora in je – kar je zelo pomembno – energetske varčnejši, saj se že v fazi projektiranja in pri skrbni dodelavi detajlov, ki so izvedeni v proizvodnji, rešujejo problemi, kako priti do manjših toplotnih izgub. Boljša toplotna prehodnost je razvidna iz opravljene raziskave z računalniškim programom U-wert.net.

Glede na opravljeno primerjavo sem prišla do ugotovitve, da lahko tudi šibkejšo točko, ki je izpostavljena pri montažni hiši, rešimo s spremembo izolacije, tako da dodamo lesno izolacijo in lesene fasadne plošče.

10 SKLEP

Na podlagi izdelane analize in primerjave med klasično in montažno gradnjo lahko podam ugotovitve o tem, katere so prednosti in slabosti tako klasične kot lesene montažne gradnje. Poznavanje prednosti in slabosti ene in druge gradnje je ključnega pomena in lahko vpliva na končno odločitev investitorja. Med najpomembnejšimi prednostmi montažne gradnje sta hitra izvedba in vselitev, gradnja lahko poteka v kateremkoli letnem času, saj so elementi montažne hiše sestavljeni v proizvodnji. V proizvodnji so elementi izdelani po načrtih, tako da omogočajo kasnejšo natančno in hitro montažo. Hitra gradnja pomeni tudi krajše obremenjevanje okolice. Pri klasični gradnji poteka gradnja postopno, po fazah. Klasična gradnja se imenuje tudi mokra gradnja, in sicer zaradi vsebnosti vode v vezivih, ki mora izhlapeti, da kasneje ne pride do nabiranja vlage v notranjih prostorih. Glede vgrajenih materialov ima montažna hiša v večjem delu ekološko sprejemljive, zdravju neškodljive gradbene materiale. Tu lahko kot glavni konstrukcijski gradbeni material montažnih objektov izpostavimo les, ki je zaradi načina pridobivanja, prevoza, obdelave in predelave za okolico najmanj obremenjujoč gradbeni material, medtem ko za zidake tega ne moremo reči. Kot drugi gradbeni material se pri montažnih objektih uporablja mavčno-vlaknena plošča, ki je ravno tako ekološko neoporečna, sestavljena iz mavca, vode in celuloznih vlaken. Ker ogromno časa preživimo v zaprtem prostoru, je pomembno, da ustvarimo zdravo bivalno klimo, kar nam zaradi svoje konstrukcijske sestave montažni objekti tudi nudijo. Pri montažni gradnji pridobimo zaradi tanjših sten ob enakih zunanjih merah večjo stanovanjsko površino kot pri klasični gradnji, vendar pa lahko za montažni objekt rečemo, da ima majhno akumulacijsko sposobnost, saj se pri prekinjenem ogrevanju hitro ohladi in obratno, medtem ko ima klasična gradnja daljšo akumulacijsko sposobnost. Energetska varčnost je ena izmed zelo pomembnih lastnosti, ki dolgoročno pomeni prihranek energije. Les je kot glavni konstrukcijski gradbeni material tudi veliko boljši toplotni izolator kot opeka pri klasični gradnji.

Do slabosti lesene montažne gradnje pride, kadar les kot glavni konstrukcijski material ni dovolj suh. V takih primerih lahko pride do razpok na stikih. Prav tako ni primerna za postavitve v bolj poplavnih območjih, saj je manj odporna na vodo in vlago.

V praktičnem delu diplomskega dela sem s spremembo izrisa tlorisa iz zidane enostanovanjske hiše v montažno, kar je prikazano v prilogi št. 4 in 10, naredila spremembo bivalne površine,

saj se pri montažni hiši v primerjavi s klasično gradnjo površina poveča zaradi tanjših sten. Naredila sem primerjavo med zunanjo montažno in zunanjo klasično steno.

Zunanja lesena montažna stena, ki je sestavljena iz mavčno-vlaknene plošče, PE folije, lesa, kjer so pokončniki na razmaku 625 mm, na primer neoporja ter ometa s skupno debelino 335 mm, pri zunanji temperaturi $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ in notranji temperaturi $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ter zunanji vlažnosti 80 % in notranji vlažnosti 50 % poda rezultat toplotne prehodnosti $U = 0,120\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Pri tej sestavi zunanje montažne stene se ne tvori kondenzacijska voda. To pomeni, da se v teh pogojih plesen ne pričakuje. Teža te zunanje lesene montažne stene je $56\text{ kg}/\text{m}^2$.

Zunanja zidana stena s skupno sestavo 335 mm pri zunanji temperaturi $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ in notranji temperaturi $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ter zunanji vlažnosti 80 % in notranji vlažnosti 50 % poda rezultat toplotne prehodnosti $U = 0,179\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Pri tej sestavi zidanje stene ni prisotna kondenzacijska voda. Teža te zidanje stene je $166\text{ kg}/\text{m}^2$.

Zunanja zidana stena je kljub enaki debelini težja v primerjavi z zunanjo leseno montažno steno.

Glede na predpostavljeno lahko sklenem, da ima zunanja lesena montažna stena debeline 335 mm s konstrukcijsko sestavo iz mavčno-vlaknene plošče, lesa, neoporja in ometa boljšo toplotno prehodnost kot zidanja zidana stena debeline 335 mm s konstrukcijsko sestavo iz gips plošče, zidaka, neoporja in ometa. V konstrukciji vlaga ni prisotna ne v zidani in ne v montažni zunanji steni. Fazni zamik je pri zidani zunanji steni debeline 335 mm 12,8 h in je daljši kot pri montažni zunanji steni debeline 335 mm, kjer je 11,5 h.

V primeru, da bi želeli pri montažni zunanji steni doseči večji fazni zamik, bi morala konstrukcija montažne stene vsebovati lesno izolacijo in leseno fasadno ploščo.

Na podlagi izdelane analize in primerjave lastnosti montažne in klasične gradnje lahko rečem, da sem zastavljeni cilj dosegla, saj sem prišla do ugotovitve, da poteka montažna lesena gradnja s predhodno izdelanimi elementi hitreje, saj se postavitve montažnih lesenih elementov enostanovanjske hiše na gradbišču zaključi v sedmih dneh. Zelo pomembno je, da imajo zunanje montažne stene kljub enaki debelini boljšo toplotno prehodnost kot zidane hiše, saj so že od prve faze projektiranja rešeni detajli, s katerimi omogočamo čim manjšo izgubo toplote. Pozornost je še dodatno usmerjena v to, da so preboji čim manjši in da sloj izolacije ni nikjer prekinjen.

Glede na opravljeno primerjavo montažne lesene ter zidane hiše bi investitorjem pri gradnji priporočala montažno gradnjo zaradi naravnih vgradnih materialov, ki so tudi ekološko

primernejši, hitre postavitve lesene montažne konstrukcije, manjše porabe energije, lahke konstrukcije in seveda zaradi dokazane boljše toplotne prehodnosti, ki sem jo preverila z U-wert.net programom. Kondenzacijska voda se ne tvori pri nobeni steni.

Stene lesenih montažnih hiš so boljše toplotno izolirane kot stene klasično grajenih hiš. Posledično to pomeni, da ob dobri zrakotesnosti montažnega objekta (dober stik zidov, dobra tesnila oken, vrat) prihranimo veliko toplotne energije.

11 VIRI, LITERATURA

Kresal, J. (2002). *Gradiva v arhitekturi*. Ljubljana: Fakulteta za arhitekturo.

Kuzma Kitek, M. (2008). *Gradnja z lesom*.

Lasten. (b. d.).

Marles hiše. (b. d.). Pridobljeno iz <https://www.marles.com/hise/>

Montažne hiše Marles. (b. d.). Pridobljeno iz <https://www.marles.com/hise/tehnice-vsebine/protipozarna-varnost/protipozarna-varnost>

Passive House. (b.d). Pridobljeno iz <https://passivhaustagung.de/en/kran/>

Praznik M., Zbašnik-Senegačnik M. (2016). *Trajnostna zasnova energijsko učinkovitih enodružinskih hiš*. Ljubljana: Fakulteta za arhitekturo, Ljubljana.

Schulze, H. (1996). *Holzbau*. Stuttgart: Peter Pfitz.

SLONEP. (b. d.). Pridobljeno iz <https://www.slonep.net/montazne-hise/o-montaznih-hisah/razlika-med-klasicno-in-montazno-gradnjo>

Stavbarstvo. (b. d.). Pridobljeno iz <http://www.stavbarstvo.com/izpeljava-ks>

Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. (2003). Uradni list Republike Slovenije. Pridobljeno iz Uradni list RS št. 93/2008: <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/88520>

Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov. (2005). Uradni list Republike Slovenije. Pridobljeno iz Uradni list Republike Slovenije št. 101/2005: <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina?urlid=2005101&stevilka=4408>

Žarnić, R. (2005). *Lastnosti gradiv*.

12 PRILOGE

PRILOGA 1: NAČRT ARHITEKTURE ENOSTANOVANJSKE ZIDANE HIŠE

PRILOGA 2: UREDITVENA SITUACIJA (ZIDANA HIŠA)

PRILOGA 3: TLORIS TEMELJEV (ZIDANA HIŠA)

PRILOGA 4: TLORIS PRITLIČJA (ZIDANA HIŠA)

PRILOGA 5: TLORIS STREHE (ZIDANA HIŠA)

PRILOGA 6: PREREZ A-A (ZIDANA HIŠA)

PRILOGA 7: PREREZ B-B (ZIDANA HIŠA)

PRILOGA 8: FASADE (ZIDANA HIŠA)

PRILOGA 9: TLORIS STREHE (MONTAŽNA HIŠA)

PRILOGA 10: TLORIS PRITLIČJA ENOSTANOVANJSKE MONTAŽNE HIŠE

PRILOGA 11: PREREZ A-A (MONTAŽNA HIŠA)

PRILOGA 12: PREREZ B-B (MONTAŽNA HIŠA)

PRILOGA 1: NAČRT ARHITEKTURE ENOSTANOVANJSKE ZIDANE HIŠE

1 – NAČRT ARHITEKTURE

INVESTITOR: NATAŠA KOČUNIK

Javnik 10, 2361 OŽBALT

(ime, priimek in naslov investitorja oziroma njegov naziv in sedež)

OBJEKT: STANOVANJSKA STAVBA

(poimenovanje objekta, na katerega se gradnja nanaša)

VRSTA PZI - projekt za izvedbo

PROJEKTNE (idejna zasnova, idejni projekt, projekt za pridobitev gradbenega
dovoljenja)

DOKUMENTACIJE: (projekt za razpis, projekt za izvedbo)

ZA GRADNJO: RUŠITEV in NOVA GRADNJA

(nova gradnja, prizidava, nadzidava, rekonstrukcija, odstranitev objekta,
sprememba namembnosti, nadomestna gradnja)

PROJEKTANT:

MARLES HIŠE MARIBOR D.O.O

LIMBUŠKA C.2, AMRIBOR

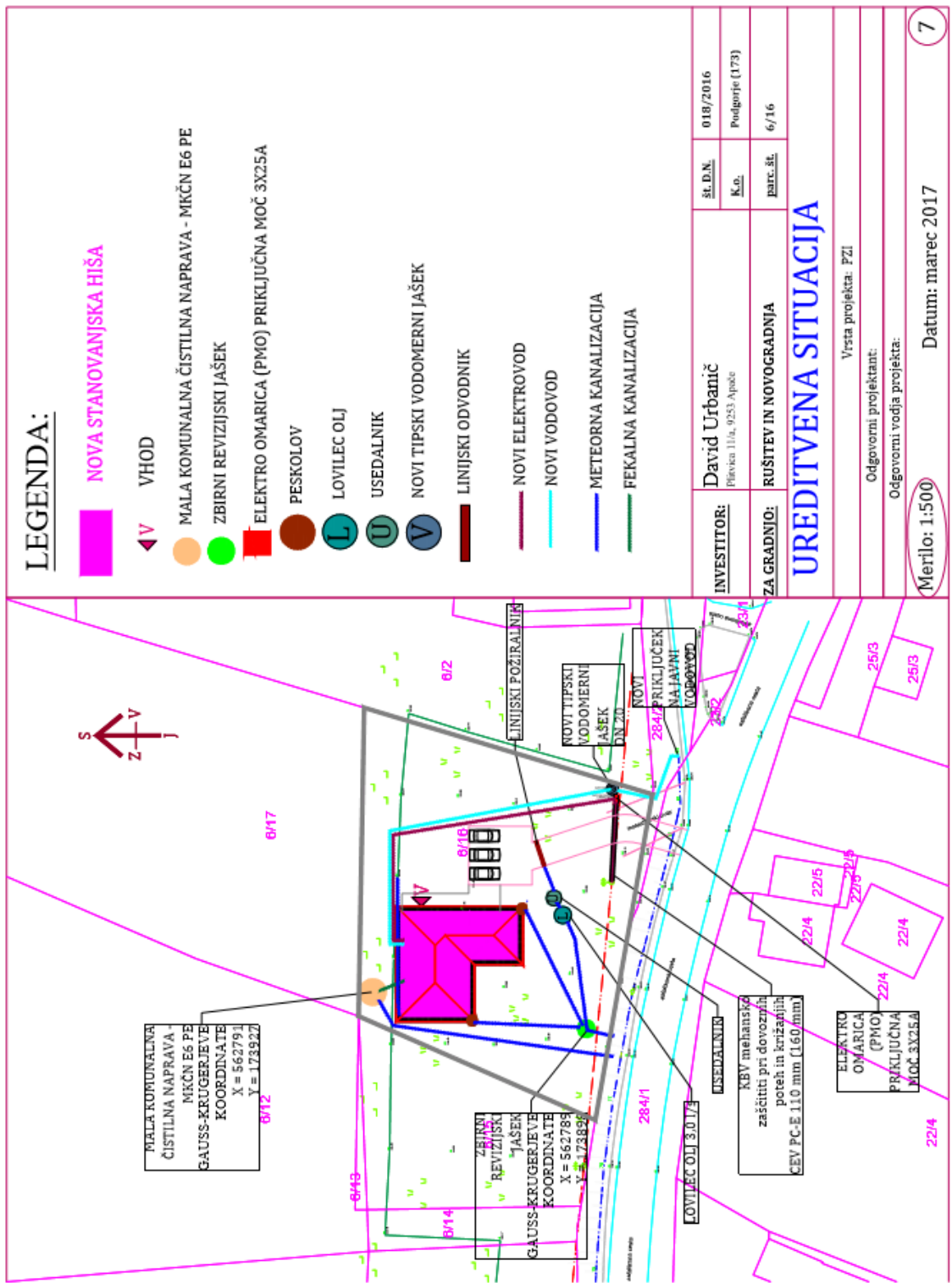
ODGOVORNI

PROJEKTANT: BORIS ANTOLIČ, u.d.i.g. IZS G-1917

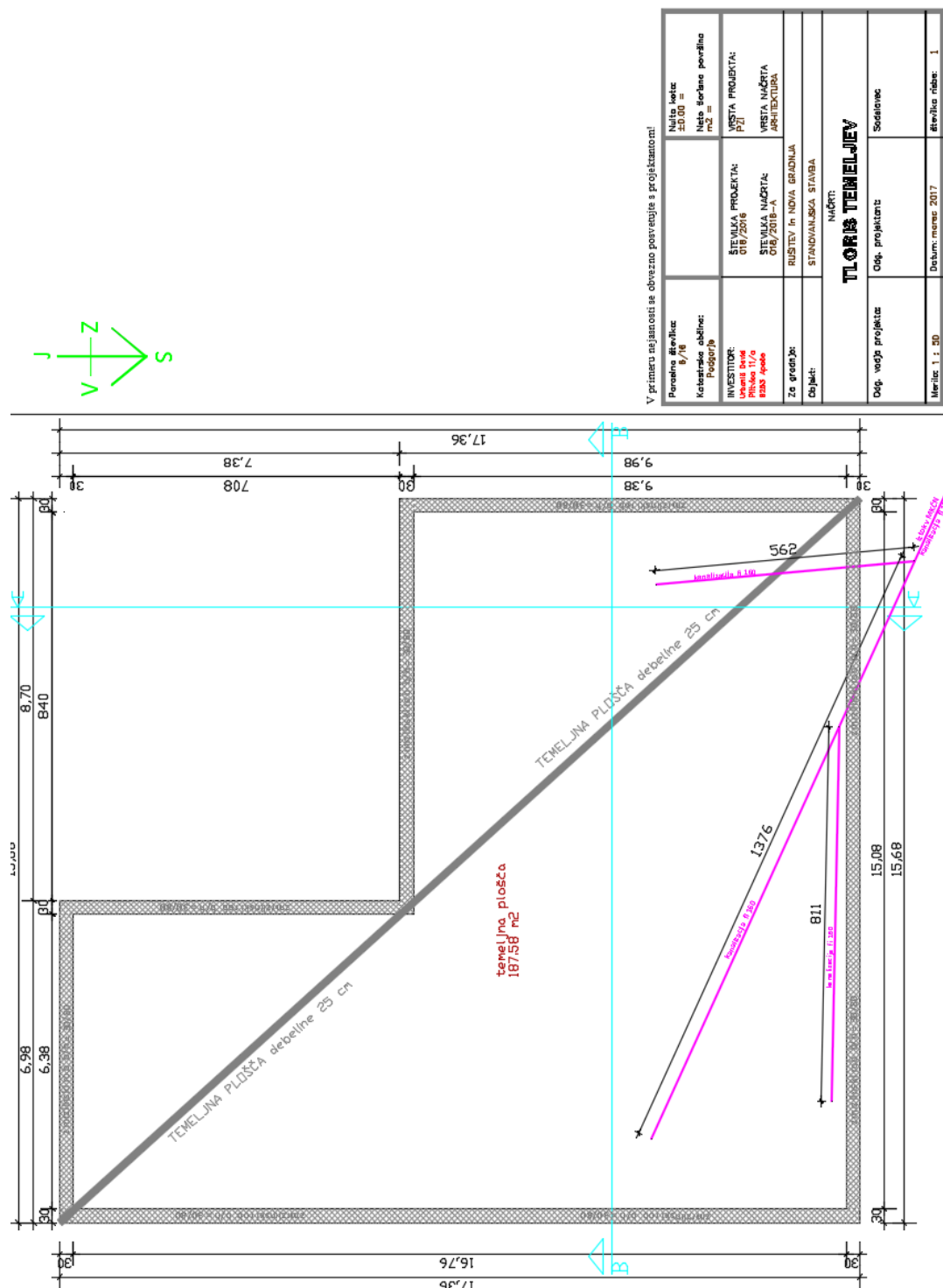
ODGOVORNI

VODJA PROJEKTA: PAVEL ORGOLIČ, u.d.i.a. ZAPS 0669-A

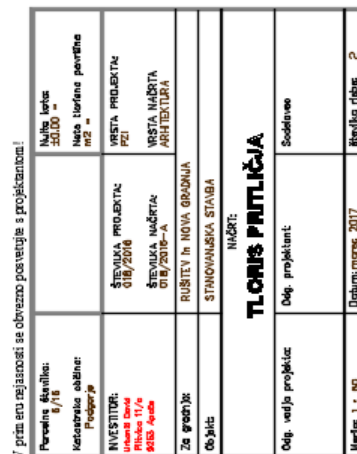
PRILOGA 2: UREDITVENA SITUACIJA (ZIDANA HIŠA)



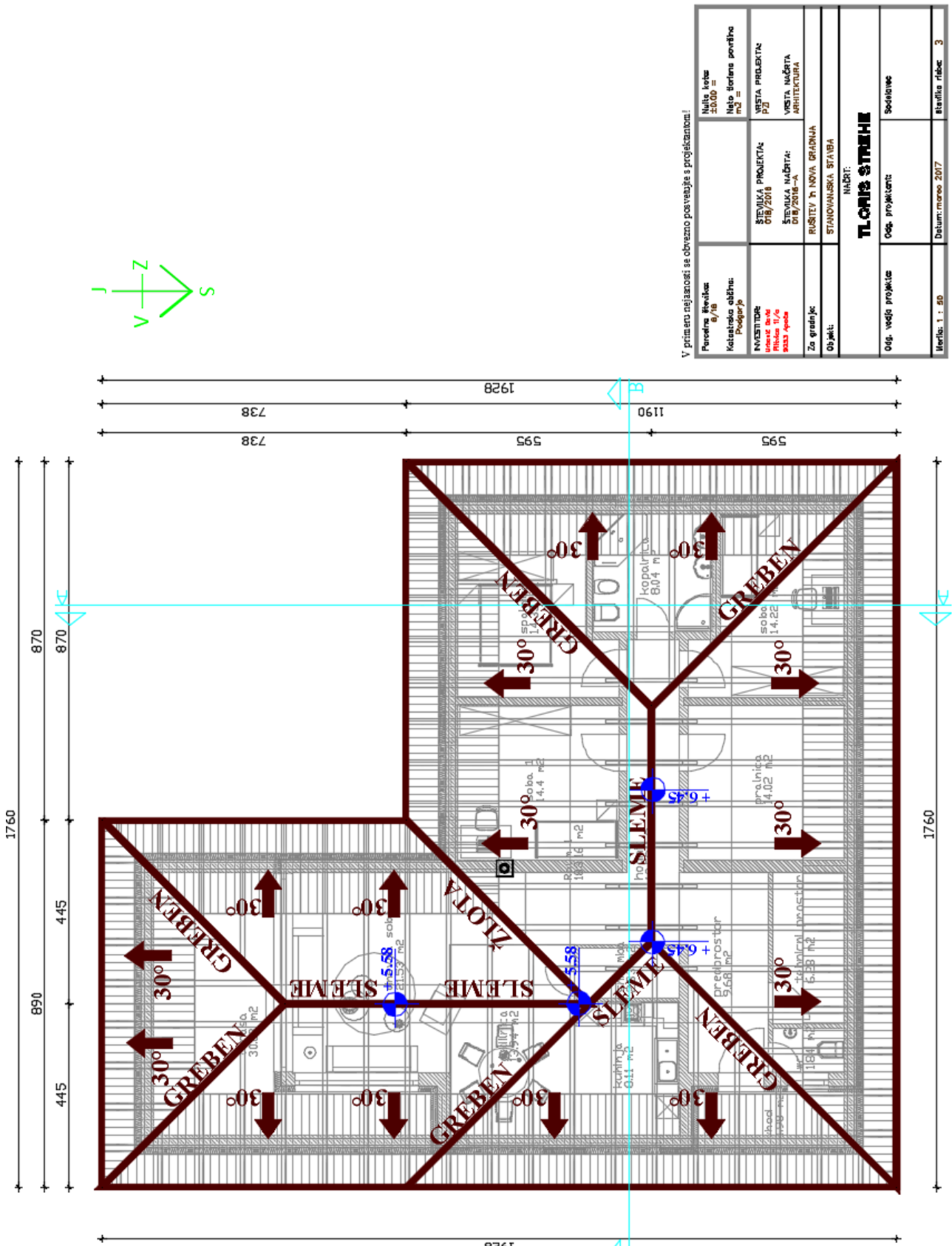
PRILOGA 3: TLORIS TEMELJEV (ZIDANA HIŠA)



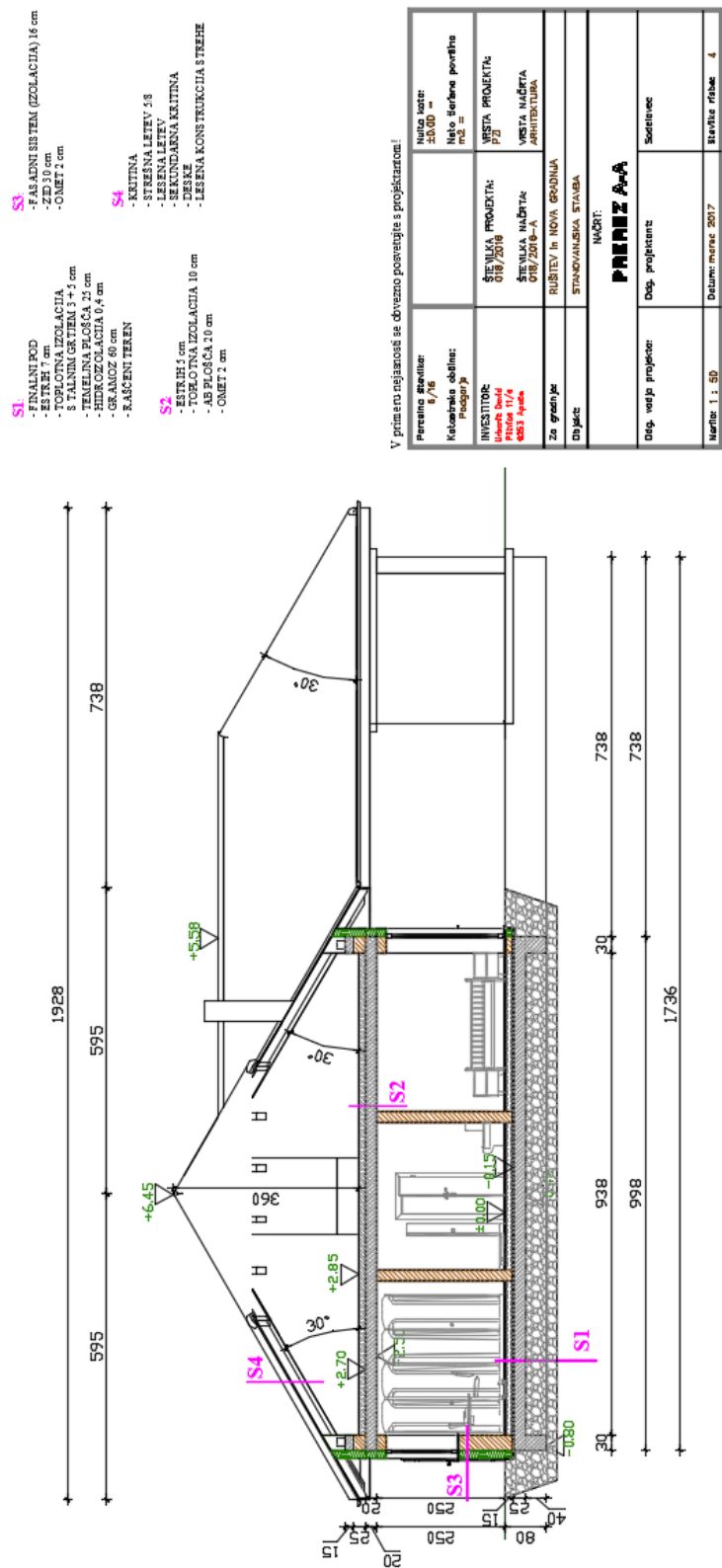
65



PRILOGA 5: TŁORIS STREHE (ZIDANA HIŐA)

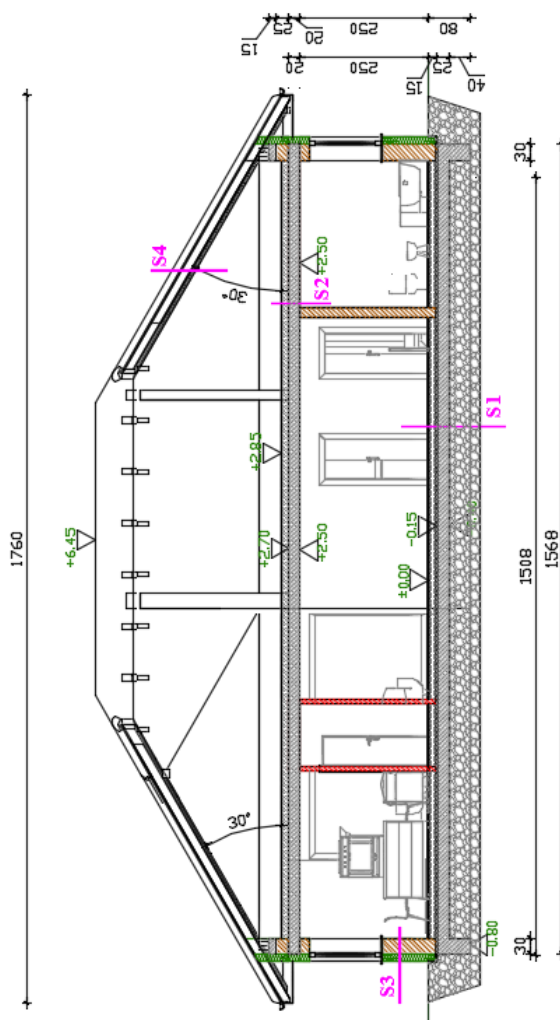


PRILOGA 6: PREREZ A-A



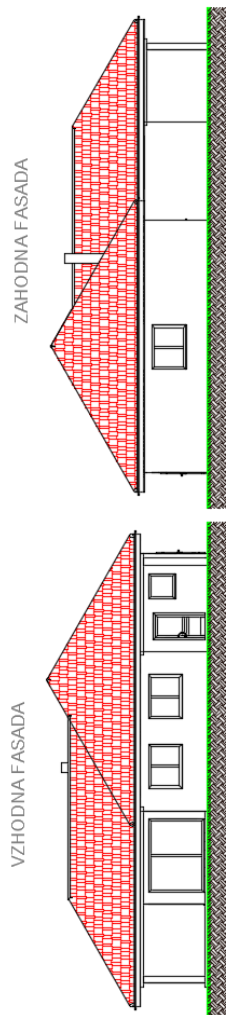
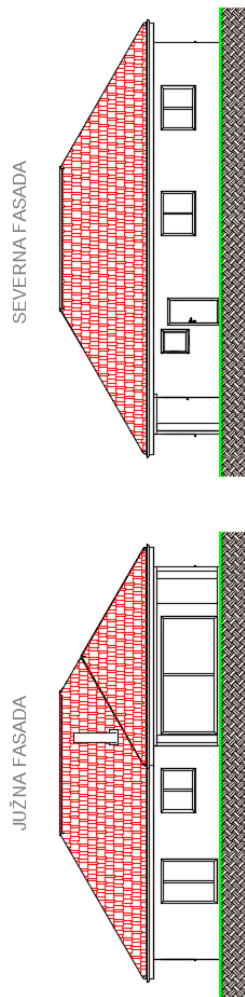
PRILOGA 7: PREREZ B-B (ZIDANA HIŠA)

- [illegible]



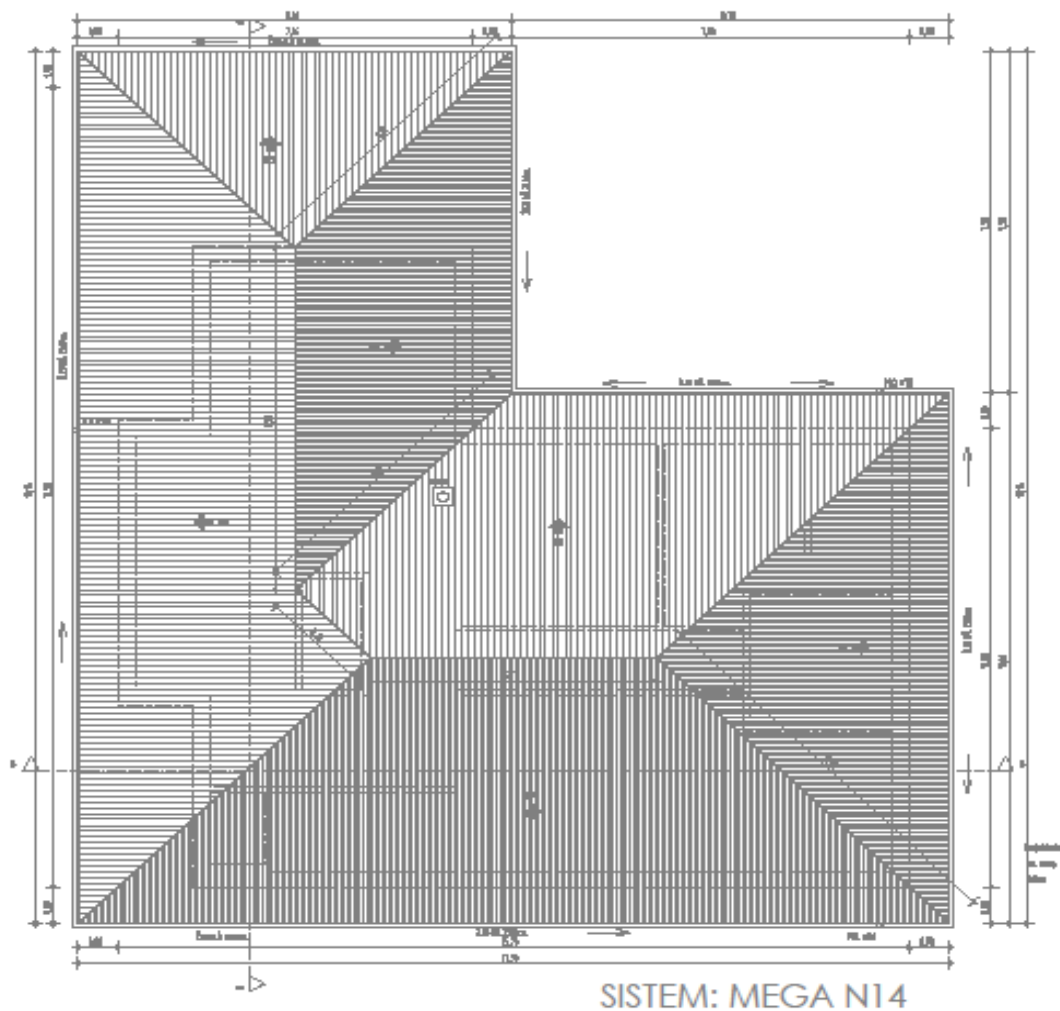
Predmet: Številka projekta 6/16	
Katezirala oddelek: Nadgledanje	
INVESTITOR: Investicijsko podjetje 8293 Splošno	ŠTEVILKA PROJEKTA: 014/2016
Za granje:	ŠTEVILKA NAČRTA: DIA/2006-A
Objekt:	RISTEV IN NOVA GRADILNA STANOVARSKA STAVBA
	NADZIR:
04% vodja projekta	PREJELI D.B.
04% projektant	Sodelavec

PRILOGA 8: FASADA (ZIDANA HIŠA)



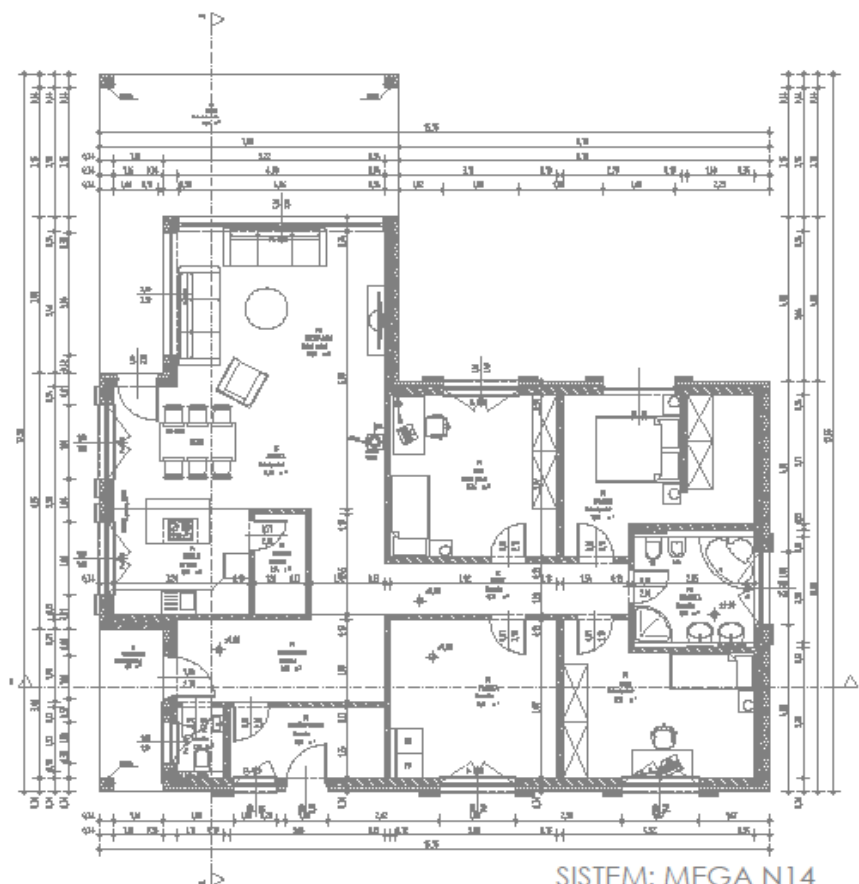
Porečni številka: 67/9		Natlo kata: 1000
Katastrska sodina Loparjeva		M ² površine posredna m ²
INVESTITOR: Mestna občina Pivova 11/a 8253 Kopbe	ŠTEVILKA PROJEKTA: 018/2016	VISTA PROJEKTA/ PEI
Za gradnjo:	ŠTEVILKA NAČRTA: 018/2016-A	VISTA NAČRTA ARHITEKTURA
Ebjekt:	RISTUJEN V NOVA GRADNJA POSREDOVANJE STAVBA	
NAČRTO:		
FASADE		
Odg. vodja projekta:	Odg. projektanti	Sodelavce
Mertila : 1 : 100	Datum: marec 2017	Številna risba: 6.

PRILOGA 9: TŁORIS STREHE (MONTAĐNA HIŐA)



Miročnice		Id. broj:	Objekt: MONTAŽNA STANOVANJSKA HIŠA	
			Lokacija: h.o. PODGORJE, parc. št. 6/16	
			18/2016	
			Vrednota / Masovna risba:	
			TLORIS STREHE	
	Ime in priimek:	Id. št. IZS	Podpis:	
Čl. 1. ročja prej.			Vrsta projektnih dokumentacije:	
	Nataša KOČUHK		PGD	
			PROJEKT ZA PRIDOBITEV	
			GRADBENEGA DOVOLJENJA	
	46120P 41-B0		Vrsta naličja: #Subset Name	
	MAREC 2017	Verzija:	1:50	Risba št.: 18/2016

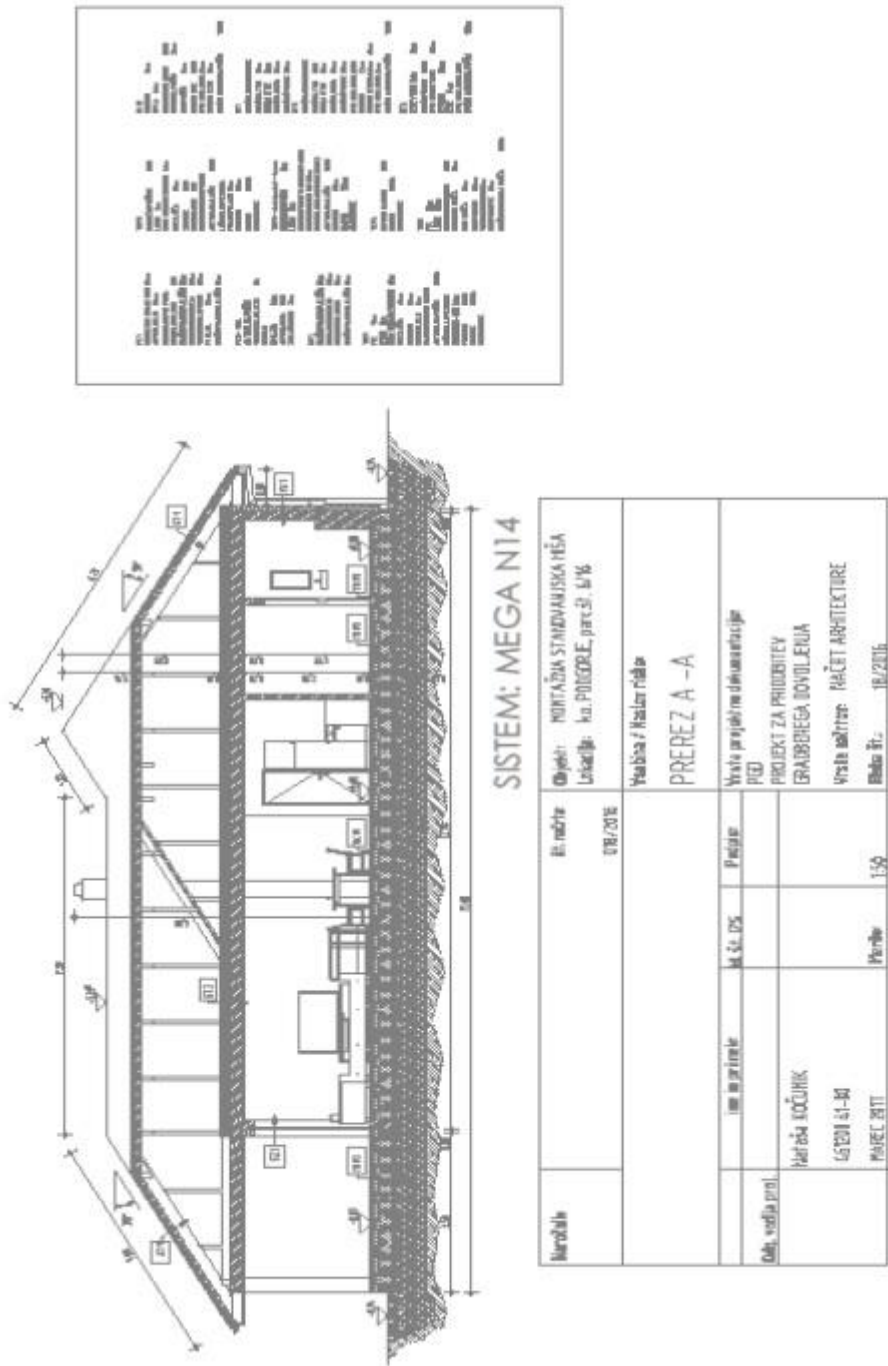
PRILOGA 10: TLOORIS PRITLIČJA ENOSTANOVANJSKE MONTAŽNE HIŠE



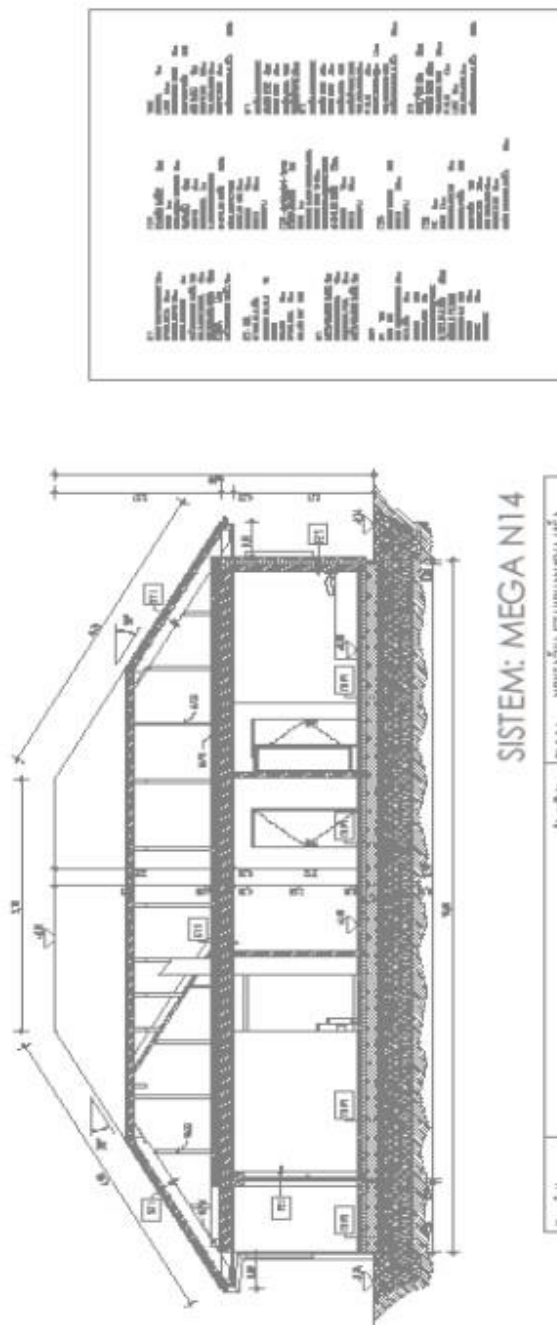
SISTEM: MEGA N14

Naziv:		Št. risa:		Objekt:	
		016/2016		MONTAŽNA STANOVANJSKA HIŠA	
				Lokacija:	
				k.o. PODGORJE, parc. št. 6/16	
Vsebine / Naslov risbe:					
TLOORIS PRITLIČJA					
Odg. vodja proj.	Ime in priimek:	Št. št./ZŠ	Podpis:	Vrsta projektna dokumentacije:	
	Nataša KOČUNK			PGD	
	461204 41-B0			PROJEKT ZA PRILOBOITEV	
	MAREC 2011	Merilo:	1:50	Vrsta načrta:	
				NAČRT ARHITEKTURE	
				Risba št.:	
				16/2016	

PRILOGA 11: PREREZ A-A (MONTAŽNA HIŠA)



PRILOGA 12: PREREZ B-B (MONTAŽNA HIŠA)



SISTEM: MEGA N14

[illegible]