

# Projekt stambenog objekta okvirnog panelnog sustava P+1

---

**Zadavec, Bruno**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:237:763640>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-02**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Civil Engineering,  
University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu  
Građevinski fakultet  
Smjer konstrukcije

**MODELIRANJE I PRORAČUN OBJEKTA U SUSTAVU LAGANE OKVIRNE  
GRADNJE**

Diplomski rad

Bruno Zadravec

Mentor: prof. dr. sc. Vlatka Rajčić, dipl. ing. građ.

Zagreb, 2024.

## SADRŽAJ

UVOD .....	1
Razvoj drvenih konstrukcija .....	2
Održavanje drva.....	3
Isplativost drvene gradnje.....	3
Tipologija drvenih zgrada.....	3
OPIS KONSTRUKCIJE .....	6
PRORAČUN MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI .....	8
Opis konstrukcije.....	8
Materijali .....	9
Zaštitni slojevi .....	10
Analiza opterećenja .....	12
Vlastita težina konstrukcije LC1 .....	12
Dodatno stalno djelovanje – LC2 .....	12
Uporabno djelovanje prema namjeni – LC3.....	14
Opterećenje snijegom – LC4 .....	16
Opterećenje vjetrom – LC5-LC8.....	17
Seizmičko djelovanje – LC9-LC10 .....	19
Proračun konstrukcije.....	23
Proračun na djelovanje vjetra .....	23
Proračun na seizmičke sile .....	36
Proračun nadvoja kata .....	40
Nadvoj dimenzija 12/10 cm.....	41
Nadvoj dimenzija 12/16 cm.....	43
Proračun nadvoja prizemlja.....	45
Nadvoj dimenzija 12/10 cm.....	46
Nadvoj dimenzija 12/16 cm.....	48
Nadvoj dimenzija 12/30 cm.....	50
Proračun međukatne konstrukcije .....	52
Proračun temeljne ploče .....	55
Armatura temeljne ploče.....	58
Proračun spojnih sredstava.....	60
Spoj zid – panel .....	60

Proračun spoja rešetka - zid.....	62
Proračun spoja panel - zid .....	63
Spoj zida prizemlja s temeljem.....	65
Literatura .....	66
Prilozi .....	67

## UVOD

Građevinarstvo je vodeći izvor emisije stakleničkih plinova (GHG) u svijetu. Izvješće o globalnom stanju u građevinarstvu, koje je objavio Program Ujedinjenih naroda za okoliš (UNEP), navodi da je ukupna količina ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>) emitirana iz proizvodnje građevinskih materijala činila približno 37 posto globalne emisije CO<sub>2</sub> u 2021. godini (1). Također, više od jedne trećine ukupnog otpada proizvedenog u svijetu dolazi od građevinskog otpada i otpada od rušenja (CDW) (2). Kao odgovor na ove izazove, svijet se sve više okreće održivim i obnovljivim izvorima. Drvo, kao primarno rješenje za rastuće probleme u građevinarstvu, predstavlja značajan iskorak prema stabilnoj i održivoj gradnji u usporedbi s klasičnom betonskom i čeličnom modularnom gradnjom.

Korištenje drva kao građevinskog materijala ima dugu i bogatu povijest u cijelom svijetu. Drvo je kroz povijest bio obnovljiv resurs, estetski vrlo privlačan i jednostavan za obradu. Kroz povijest su se razvijale različite građevinske tradicije, poput japanskog hrama Horyu-ji iz 7. stoljeća, koji odražava kulturu i trendove tadašnjih istočnih zemalja, kao i mnoge građevine u Europi. Danas su drvene građevine popularne u zapadnim zemljama poput Amerike, Kanade i Velike Britanije, no zbog brojnih prednosti drvo, kao građevinski materijal dobiva sve više na značaju širom svijeta.

Prema istraživanju Tavaresa i suradnika (3), koje je analiziralo modularne objekte izgrađene od betona, drva i čelika, drvena gradnja pokazuje najmanje emisije stakleničkih plinova (GHG) po jedinici stambene površine. Emisije ugljika, povezane sa proizvodnjom i transportom, mogu se reducirati do 25% korištenjem drva umjesto čelika i betona. U cilju smanjenja otpada nastalog tijekom proizvodnje i ugradnje građevnih elemenata, popularna postaje modularna gradnja. Modularni tip gradnje uključuje proizvodnju različitih strukturnih komponenti unutar kontroliranog tvorničkog okruženja, nakon čega se olakšava transport kompletnih sklopova ili dijelova konstrukcije do određenog gradilišta na kojem se planirana konstrukcija treba postaviti. Ovakav tip gradnje može dostići i do 95% dovršenosti prije transporta na predviđeno mjesto (4). Modularna gradnja također uživa prednosti kvalitete izvedbe jer su svi elementi proizvedeni u tvornici u strogo kontroliranim uvjetima. Drvo ima značajnu konkurentsku prednost u ovom kontekstu zbog brze montaže, male težine i jednostavnosti spojeva (5).

Povoljni uvjeti drva za recikliranje i prenamjenu također pridonose njegovoj trenutnoj popularnosti kao građevinskog materijala. Dijelovi zgrade i pojedinačne komponente (6) mogu se razmontirati i ponovno upotrijebiti kao nosivi elementi na drugoj poziciji, što smanjuje troškove i skraćuje vrijeme montaže. Osim toga, proizvedeni otpad može se ponovno upotrijebiti u različite

svrhe, što osigurava znatno čišći i uređeniji okoliš. Ovaj pristup također poboljšava zdravlje i sigurnost budući da je radni proces uvelike minimiziran (5). S obzirom na prethodno navedeno, drvo se može smatrati optimalnim modularnim materijalom.

### *Razvoj drvenih konstrukcija*

Promatramo li razvoj drvenih konstrukcija u posljednjim desetljećima, uočit ćemo da su one, u razdoblju od 1990. do 2024. godine, doživjele značajan napredak obilježen razvojem tehnologije, intenzivnim istraživanjima i sve širim mogućnostima primjene.

Razdoblje od 1990. do 2004. godine obilježeno je zamjetnim rastom u razvoju i korištenju simulacijskim alata, poput FEM-a, za analizu drvenih konstrukcija. Posebna pažnja posvećena je proučavanju dizajna i strukturnog ponašanja zidova s drvenim okvirom, koji su uobičajeni primarni elementi nosivosti u izgradnji montažnih drvenih konstrukcija (7). Općenito gledajući, ovo razdoblje označava značajan napredak u istraživanju montažnih drvenih konstrukcija.

Tijekom razdoblja od 2005. do 2019. godine, razvoj raznih drvenih prerađevina, kao što je CLT, postaje ključno u osvajanju novih rekordnih visina građevina. Beton, koji je prethodno dominirao, gubi na važnosti te preuzima ulogu sekundarnog elementa koji se koristi pri izvođenju za spregnute elemente ili za izvedbu jezgre. U građevinskoj industriji pojavljuju se dva ključna koncepta: životni ciklus i industrijalizirana gradnja. Životni ciklus građevine obuhvaća sve faze, od projektiranja i izgradnje, preko uporabe i održavanja, pa sve do kraja vijeka trajanja i recikliranja ili zbrinjavanja materijala. Industrijalizirana gradnja, s druge strane, odnosi se na primjenu unaprijed proizvedenih građevinskih elemenata koji se montiraju na licu mjesta, čime se postiže veća efikasnost i kontrola kvalitete.

Razdoblje između 2020. i 2024. godine obilježeno je naglaskom na poboljšanje energetske učinkovitosti drvenih zgrada, kroz unaprjeđenje ovojnica zgrade. Ovdje posebno do izražaja dolazi okvirna gradnja zbog mogućnosti postizanja znatno boljih toplinskih svojstava u usporedbi s tradicionalnom gradnjom sa nosivim elementima manjih dimenzija. Takvi zidovi su ispitivani na utjecaj vlage i temperaturnih promjena. Ovo je razdoblje također obilježeno automatizacijom i razvojem tehnologije za obradu drvenih elemenata. Drvene prerađevine sada se suočavaju s mnogo manje ograničenja i postaju vrlo dostupne, što dodatno potiče njihovu primjenu u građevinskoj industriji.

### *Održavanje drva*

Drveni proizvodi i konstrukcije zahtijevaju redovito održavanje s ciljem produljenja njihovog vijeka trajanja. U slučaju oštećenja, važno je provesti pregled stanja, dijagnosticirati uzroke te utvrditi vrstu, stupanj i opseg oštećenja. Razlozi za uništenje drvenih konstrukcija mogu biti različiti, uključujući mikrobiološka oštećenja, čimbenike okoliša (toplina, svjetlost, kondenzacija, kemijski napad i slično), neprikladne izmjene i popravke, mehanička oštećenja, požar i poplavu. Najčešće korišteni materijali u sanaciji i održavanju drvenih konstrukcija su drvo, čelik, epoksidne smole, polimeri ojačani vlaknima i beton. Ukoliko se drvo nalazi u dobrim uvjetima potrebno je preventivno održavanje premazima kako bi se osigurala dostatna trajnost. Za oštećene konstrukcije postoji više načina popravka, poput uklanjanja i zamjene, dodavanja, brtvljenja i slično. U slučaju da nosivi element izgubi značajan dio presjeka, potrebno je ne samo spriječiti daljnju degradaciju, već i osigurati sigurnost i uporabljivost konstrukcije, što često zahtijeva zamjenu ili ojačanje elementa.

### *Isplativost drvene gradnje*

Drvena gradnja postaje sve popularnija i zastupljenija u proteklim godinama, što rezultira povećanom dostupnošću i ekonomskom prihvatljivošću drvenih konstrukcija. Kako raste popularnost ove vrste gradnje, troškovi se smanjuju, te se u mnogim slučajevima izjednačavaju s troškovima tradicionalne gradnje od opeke i betona, pa čak mogu biti i niži. Nadalje, drvo zadržava prednost kod brzine ugradnje i montaže konstrukcije, što također doprinosi ekonomičnosti same gradnje. Kako je drvo održiv i ekološki prihvatljiv izvor, države diljem svijeta daju poticaje koji nastoje potaknuti investitore na usmjeravanje prema održivoj gradnji. Iako drvo zahtijeva više održavanja u usporedbi s tradicionalnim materijalima kako bi se očuvala estetika i nosivost, prirodni materijali pružaju veću udobnost stanovanja. Uzimajući u obzir sve prednosti i nedostatke, drvo trenutno prednjači po pitanju ekonomičnosti, a očekuje se da će daljnjom popularizacijom postati još ekonomičnije.

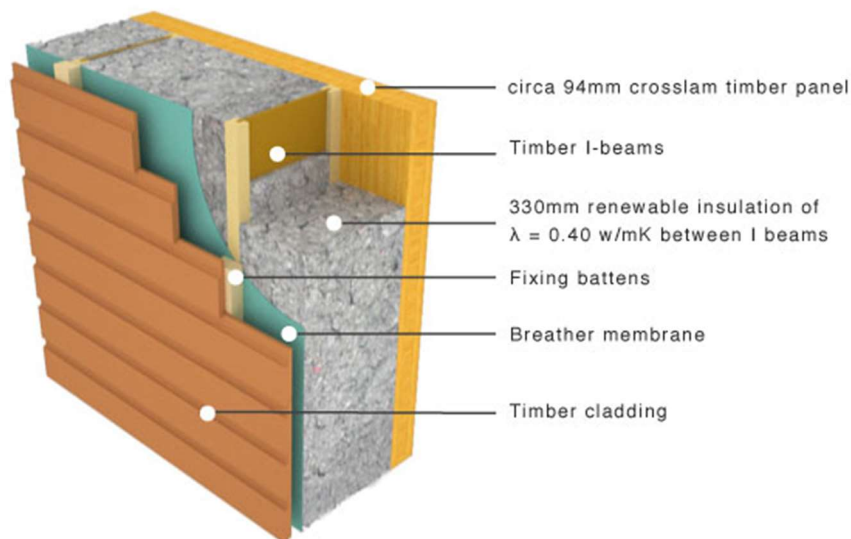
### *Tipologija drvenih zgrada*

U literaturi se drvene zgrade dijele prema različitim kriterijima, pri čemu je osnovna podjela na masivnu i laganu gradnju. Ključna razlika između ovih dviju tipologija je u poziciji toplinske izolacije.

Slika 1 prikazuje presjek zida u sustavu masivne gradnje. Ovdje je vidljivo kako se nakon završnih vanjskih slojeva nalazi zasebna toplinska izolacija, a zatim slijedi nosiva konstrukcija zidova.

Ovakav tip gradnje bio je popularan kroz povijest, kada su se koristili masivni drveni elementi, primjerice u skandinavskom tipu gradnje. Danas je i dalje konkurentan, zahvaljujući upotrebi CLT plošnih elemenata.

Slika 1. Presjek masivnog zida

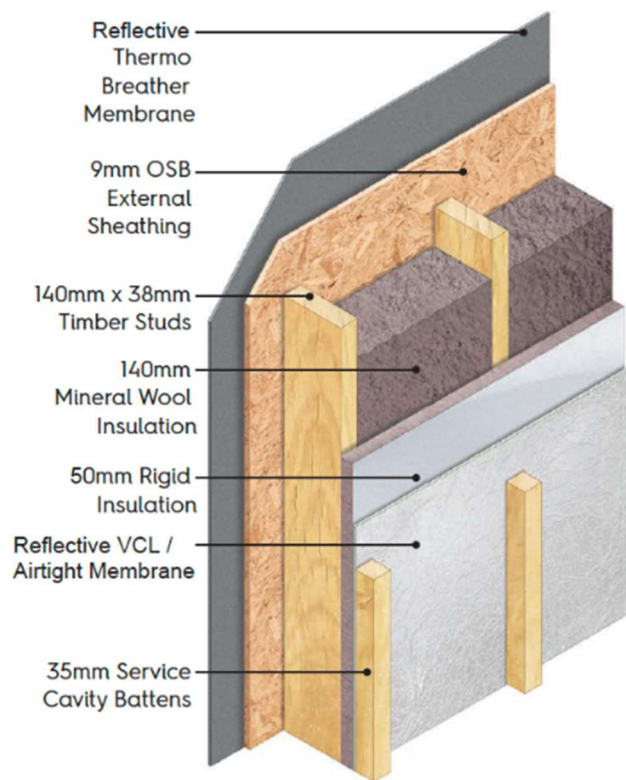


Slika 2 prikazuje presjek zida u sustavu laganje gradnje. U ovom je sustavu nakon završnih vanjskih slojeva nosiva konstrukcija zatvorena je pločama (OSB, gipsvlaknaste ploče) unutar kojih se nalaze nosive drvene vertikalne ispunjene sa toplinskom izolacijom. Preklapanje nosive konstrukcije i izolacije rezultira manjom završnom debljinom zida.

Ova podjela omogućuje jasnu usporedbu dvaju tipa gradnje, pri čemu svaki ima svoje specifične prednosti i područja primjene.

Slika 2. Presjek laganog zida





Slika. 3 Presjek nosivog zida

## *OPIS KONSTRUKCIJE*

Stambena građevina se temelji na temeljnoj ploči debljine 30 cm betonom C 30/37. Temeljna ploča se armira rebrastom i mrežastom armaturom B500B.

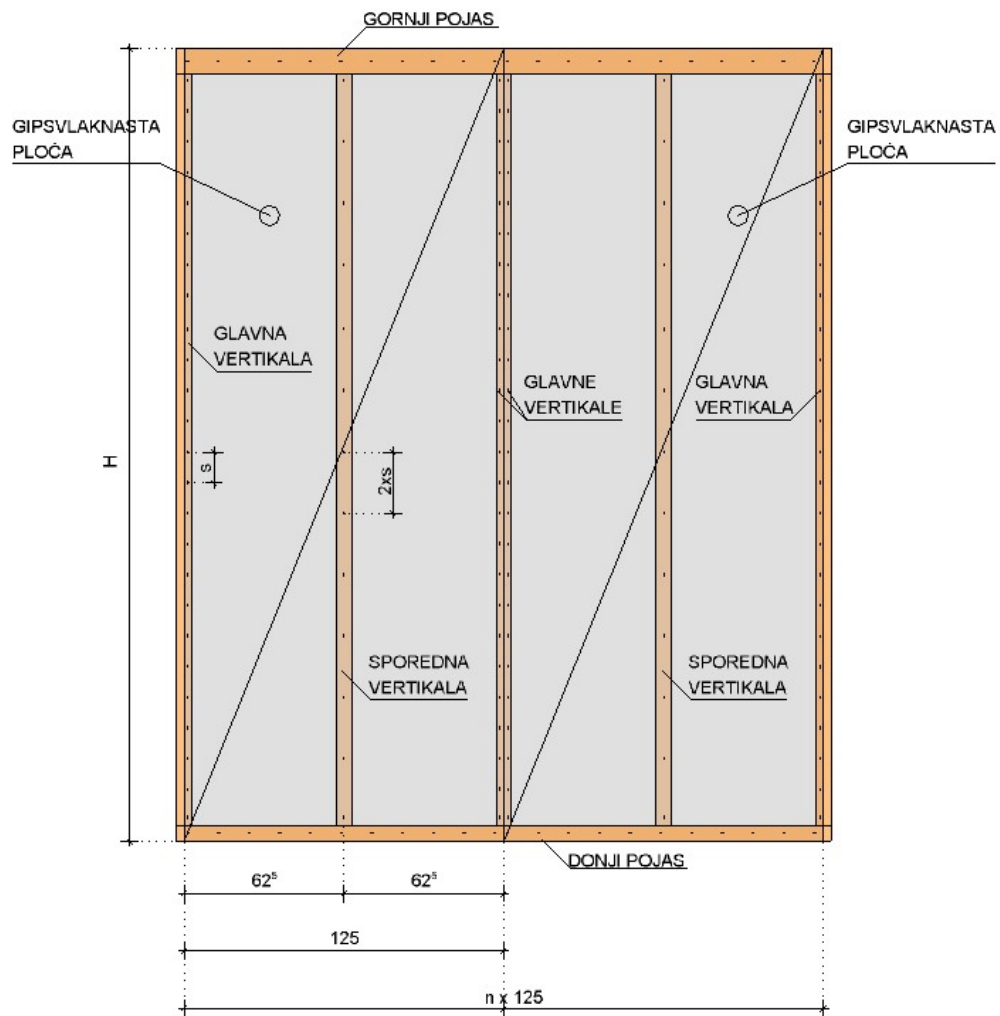
Izvedba vanjskih zidova prizemlja i kata stambene građevine je predviđena u makro panelnom sistemu. Osnovna nosiva konstrukcija je drvena d=12+5 cm, od KVH dužinski spajanih drvenih greda 10/12cm, kvalitete C24, maksimalne vlažnosti 15%, s ispunom od mineralne vune d=12+5 cm. Između slojeva nosive konstrukcije i potkonstrukcije postavlja se gipsvlaknasta ploča, tipa Fermacell, d=1,25 cm. Između slojeva drvene konstrukcije i mineralne vune postavlja se parna kočnica sa promjenjivom difuzijom vodene pare. Zidovi su sa unutarnje strane obloženi gipsvlaknastim pločama, tipa Fermacell, d=1.25 cm i vatrootporne gipskartonske ploče tipa Rigips, d=1,25 cm. Sa vanjske strane se na drvenu konstrukciju postavljaju gipsvlaknaste ploče tipa Fermacell ploče d=1.25 cm minimalne vatrootpornosti F60 min, na koje se izvodi toplinska fasada od ploča mineralne vune d=15.0 cm, sa završnim slojem silikonsko-silikatne završne žbuke tipa Sto Silkolit, granulacije 1.5 mm u boji po izboru investitora.

Međukatna konstrukcija između prizemlja i kata izvodi se od drvenih grednih nosača debljine 30 cm između kojih dolazi mineralna vuna i zatvara se sa vlagootpornom ivericom V100, sa donje strane montiraju se letve 5/3 i gipskartonske ploče, a s gornje strane se stavlja zvučna i toplinska izolacija, cementni estrih i parket ili keramičke pločice ovisno o funkciji prostorije.

Stropna konstrukcija izolirana je mineralnom vunom d=30.0 cm koja se postavlja između konstrukcije krovnih nosača. Na donji pojas nosača je postavljena parna kočnica sa promjenjivom difuzijom vodene pare i letve, na koje se postavljaju vatrootporne gipskartonske ploče, tip kao Rigips. Podgledi stropova u svim prostorijama bit će oličeni disperzivnim bojama.

Krovna konstrukcija stambene građevine se izvodi od rešetkastih drvenih krovnih nosača nagiba 26°. Krovište je dvostruko letvano i daščano, a između sloja daske i kontraletve postavlja se paropropusna pričuvna hidroizolacija. Za krovni pokrov koristi se crijep tipa Bramac Glazuron. Na krovu se predviđa izvedba snjegobrana i oluka. Za građu će se koristiti crnogorica II klase.

Slika 4. konstrukcija nosivog zida



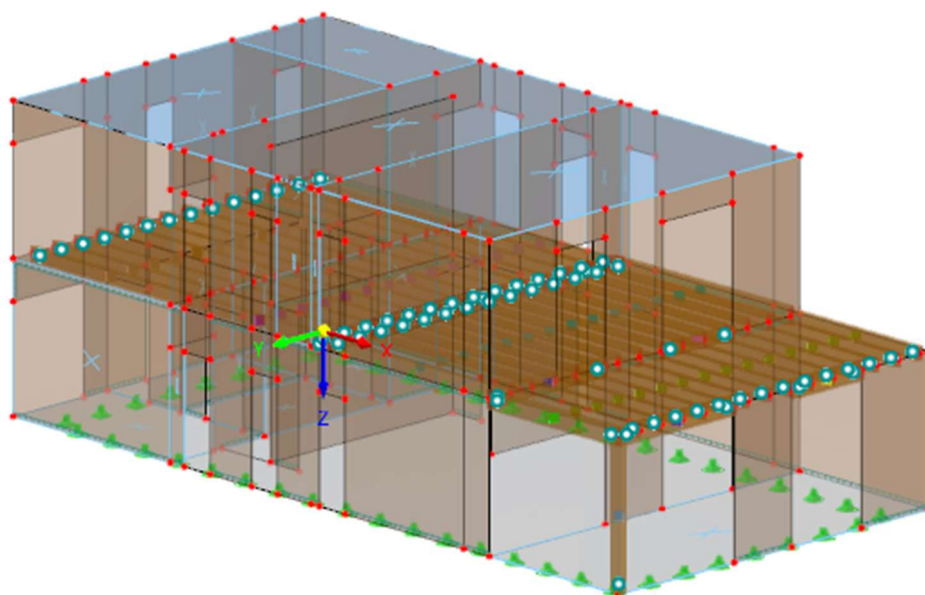
## PRORAČUN MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI

### Opis konstrukcije

Izradit će se model građevine koristeći linijske i plošne elemente sa stvarnim izmjerama i karakteristikama materijala iz projekta. Model se koristi za proračun drvenih i betonskih elemenata.

Model obuhvaća cijelu konstrukciju građevine i koristit će se za proračun seizmičkih sila te dobivanja reakcija na temelje od osnovnih opterećenja. Zidovi su modelirani uz pomoć programskog paketa RFEM.

Zadaju se sva opterećenja koja djeluju na konstrukciju, a vrijednosti su uzete prema analizi opterećenja.



**Model**



## Zaštitni slojevi

Prema Tehničkom propisu za betonske konstrukcije razlikuju se preporučene klase konstrukcije te klase izloženosti u ovisnosti o uvjetima okoliša:

<b>Klase izloženosti u ovisnosti o uvjetima okoliša</b>		
Oznaka klase izloženosti	Opis uvjeta okoliša	Primjeri izloženosti
<b>1 Nema opasnosti od korozije</b>		
X0	Za sve betone bez armature: sva izlaganja osim smrzavanja, trošenja ili kemijskog djelovanja Za betone s armaturom: vrlo suha sredina	Beton unutar objekta s vrlo malom vlažnošću zraka
<b>2 Korozija uzrokovana karbonizacijom</b>		
XC1	Suha ili trajno mokra sredina	Beton unutar objekta s vrlo malom vlažnošću zraka Beton pod vodom
XC2	Mokra, rijetko suha sredina	Betonske površine u stalnom kontaktu s vodom Temelji
XC3	Srednja vlažnost zraka	Beton unutar objekta s vrlo srednjom ili visokom vlažnošću zraka Vanjski betonski elementi zaštićeni od kiše
XC4	Ciklički suha i mokra okolina	Betonske površine izložene kontaktu s vodom, ali ne kao pod XC2
<b>3 Korozija uzrokovana kloridima</b>		
XD1	Srednja vlažnost zraka	Betonske površine izložene kloridima u zraku
XD2	Mokra, rijetko suha sredina	Bazeni Betonske površine izložene industrijskim vodama koje sadrže kloride
XD3	Ciklički suha i mokra okolina	Djelovi mosta izloženi prskanju tekućinama koje sadrže klorid Pješačke staze Parkirališta
<b>4 Korozija uzrokovana kloridima iz morske vode</b>		
XS1	Izloženost solju prenesenom zrakom, ali bez direktnog kontakta s morskom vodom	Konstrukcije blizu ili na obali
XS2	Trajno uronjeno u morsku vodu	Djelovi lučnih konstrukcija
XS3	Plimni sredina, utjecaj zapljuskivanja i prskanja	Djelovi lučnih konstrukcija
<b>5 Smrzavanje</b>		
XF1	Umjerena zasićenost vode, bez desmrzavajućeg agensa	Vertikalne betonske površine izložene kiši i smrzavanju
XF2	Umjerena zasićenost vode, s desmrzavajućim agensom	Vertikalne betonske površine cestovnih konstrukcija izložene smrzavanju i zrakom prenesenim desmrzavajućim agensom
XF3	Visoka zasićenost vode, bez desmrzavajućeg agensa	Horizontalne betonske površine izložene kiši i smrzavanju
XF4	Visoka zasićenost vode, s desmrzavajućim agensom	Površine cesta i mostova izložene desmrzavajućim agensom Betonske površine izložene direktnim prskanjem desmrzavajućim agensom i smrzavanju Prskane površine lučnih konstrukcija izložene smrzavanju
<b>5 Kemijska korozija</b>		
XA1	Kemijski slabo agresivna sredina	Prirodna tla i podzemna voda
XA2	Kemijski umjereno agresivna sredina	Prirodna tla i podzemna voda
XA3	Kemijski jako agresivna sredina	Prirodna tla i podzemna voda

**Preporučene klase konstrukcije**

Klasa konstrukcije							
Kriterij	Klasa izloženosti prema tablici 5.						
	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1	XD2/XS1	XD3/XS2/XS3
Vijek trajanja 100g	Povećati klasu za 1	Povećati klasu za 2	Povećati klasu za 2	Povećati klasu za 2	Povećati klasu za 2	Povećati klasu za 2	Povećati klasu za 2
Klasa čvrstoće	≥C30/37 Smanjiti klasu za 1	≥C30/37 Smanjiti klasu za 1	≥C35/45 Smanjiti klasu za 1	≥C40/50 Smanjiti klasu za 1	≥C40/50 Smanjiti klasu za 1	≥C40/50 Smanjiti klasu za 1	≥C45/55 Smanjiti klasu za 1
Element pločaste geometrije	Smanjiti klasu za 1	Smanjiti klasu za 1	Smanjiti klasu za 1	Smanjiti klasu za 1	Smanjiti klasu za 1	Smanjiti klasu za 1	Smanjiti klasu za 1
Zajamčena posebna kontrola proizvodnje betona	Smanjiti klasu za 1	Smanjiti klasu za 1	Smanjiti klasu za 1	Smanjiti klasu za 1	Smanjiti klasu za 1	Smanjiti klasu za 1	Smanjiti klasu za 1

Nazivna debljina zaštitnog sloja:

$$c_{nom} = c_{min} + D_{cdev}$$

Minimalna debljina zaštitnog sloja:

$$c_{min} = \{ c_{min,b}; c_{min,dur} + D_{c,dur,g} - D_{c,dur,st} - D_{c,dur,add}; 10mm \}$$

Razred konstrukcije određuje se prema referentnom razredu S4 koji predstavlja konstrukcije proračunskog vijeka 50 godina.

**Vrijednosti minimalnog zaštitnog sloja,  $c_{min,dur}$ , zahtjevi ovisni o trajnosti čelika za armiranje**

Zahtjevi okoliša na $c_{min,dur}$ (mm)							
Klasa konstrukcije	Klasa izloženosti prema tablici 5						
	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1/XS1	XD2/XS2	XD3/XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
<b>S4</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>45</b>
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

Temelji: XC2

$$c_{nom} = 25 + 10 = 35 \text{ mm}$$

**Odabran je zaštitni sloj za sve temelje,  $c = 35 \text{ mm}$ .**

## Analiza opterećenja

### Vlastita težina konstrukcije LC1

Uzeto u obzir programski u proračunskom modelu.

### Dodatno stalno djelovanje – LC2

#### Krov slojevi

Vrsta materijala	Opterećenje	Mjerna jedinica
Crijep	0,43	kN/m <sup>2</sup>
Letva 5/6	0,06	kN/m <sup>2</sup>
Kontraletva 5/3	0,03	kN/m <sup>2</sup>
Paropropusna pričuvna hidroizolacija	0,01	kN/m <sup>2</sup>
Daska d=2,2 cm	0,12	kN/m <sup>2</sup>
Rogovi 8/22	0,08	kN/m <sup>2</sup>
Mineralna vuna (između rogova)	0,06	kN/m <sup>2</sup>
Parna brana	0,01	kN/m <sup>2</sup>
Letva 5/6	0,06	kN/m <sup>2</sup>
Gipskartonske ploče d = 1,25 cm	0,12	kN/m <sup>2</sup>
	<b>Σ</b>	<b>0,98</b>
		<b>kN/m<sup>2</sup></b>



### Stropna konstrukcija

Vrsta materijala	Opterećenje	Mjerna jedinica
Parket	0,20	kN/m <sup>2</sup>
Cementni estrih	1,25	kN/m <sup>2</sup>
Zvučna izolacija	0,05	kN/m <sup>2</sup>
Vlagootporna iverica	0,16	kN/m <sup>2</sup>
Mineralna vuna	0,015	kN/m <sup>2</sup>
Parna brana	0,01	kN/m <sup>2</sup>
Letva 5/3	0,05	
Gipskartonske ploče d = 1,25 cm	0,12	kN/m <sup>2</sup>
	<b>Σ</b>	<b>1,86</b>
		<b>kN/m<sup>2</sup></b>

### Temeljna konstrukcija – AB ploča

Vrsta materijala	Opterećenje	Mjerna jedinica
Temeljna konstrukcija AB ploča d=30 cm (software automatski računa)	--	
Hidroizolacija	0,01	kN/m <sup>2</sup>
Ekspandirani polistiren (EPS)	0,015	kN/m <sup>2</sup>
Cementni estrih	1,25	kN/m <sup>2</sup>
Završna obloga	0,20	kN/m <sup>2</sup>
<b>Σ</b>	<b>1,48</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

Uporabno djelovanje prema namjeni – LC3

Stupac	1	2	3	4	5	
Redak	Kategorija	Namjena	Primjer	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k^s$ [kN]	
1	A	A1	Nestambena potkrovlja	Neprikladna za stanovanje no pristupačna potkrovlja do 1,8m svijetle visine	1,5	1
2		A2	Prostori za stanovanje i kućanske djelatnosti	Stropovi sa zadovoljavajućom poprečnom raspodjelom opterećenja <sup>b</sup> u stambenim zgradama i kućama, sobama s krevetima, bolnicama (spavaonicama), sobama u hotelima i prenočištima i pripadajuće kuhinje i kupaonice	1,5	-
3		A3		A2 ali bez zadovoljavajuće poprečne raspodjele opterećenja	2,0 <sup>c</sup>	1
4	B	B1	Uredski prostori, radni prostori, hodnici	Hodnici u uredskim zgradama, uredi, medicinske ordinacije bez teške opreme, bolnički odjeli, čekaonice i hodnici, staje sa sitnom stokom	2	2
5		B2		Hodnici i kuhinje u bolnicama, hotelima, staračkim domovima, hodnici u internatima i sl., prostori za medicinske tretmane u bolnicama, uključujući i operacijske dvorane bez teške opreme, podrumске prostorije u stambenim zgradama	3	3
6		B3		Svi prostori navedeni u B1 i B2, ali s teškom opremom <sup>d</sup>	5	4
7	C	C1	Prostorije za sastanke, prostori u kojima se mogu okupljati ljudi (osim prostora definiranih u kategorijama A, B, D i E)	Prostori sa stolovima, kao što su dječji vrtići, jaslice, škole, učionice, kavane, restorani, blagovaonice, čitaonice, recepcije, zbornice	3	4
8		C2		Prostori s nepomičnim sjedalima, primjerice u crkvama, kazalištima, kinima, konferencijskim dvoranama, predavaonicama, čekaonicama	4	4
9		C3		Javni prostori, npr. muzeji, izložbeni prostor, ulazi u javne zgrade i hotele, stropovi podruma koji su pod dvorišta i u koja nije omogućen pristup vozila, hodnici za kategorije prostora C1 do C3	5	4
10		C4		Prostori za sport i igru, kao što su plesne dvorane, sportski centri, gimnastičke dvorane i teretane, pozornice	5	7
11		C5		Prostori za velike skupove ljudi, npr. u zgradama kao što su koncertne dvorane, terase, prilazi i tribine bez nepomičnih sjedala	5	4
12		C6		Prostori za učestalo okupljanje mnogo ljudi, tribine bez nepomičnih sjedala	7,5	10,0

Stupac	1	2	3	4	5	
Redak	Kategorija	Namjena	Primjer	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k^a$ [kN]	
13	D	D1	Prodajni prostori	Trgovački prostori do 50m <sup>2</sup> tlocrtne površine u stambenim, uredskim i sličnim građevinama	2	2
14		D2		Prostori u trgovinama i robnim kućama	5	4
15		D3		Prostori kao u D2, ali s većim opterećenjima zbog visokih polica za skladištenje	5	7
16	E	E1.1	Skladišta, tvornice i radionice, staje, skladišni prostori i pristupi	Prostori u tvornicama <sup>e</sup> i radionicama <sup>e</sup> s lakim proizvodnim pogonom, staje za krupnu stoku (skladištenje)	5 <sup>f</sup>	4
17		E1.2		Skladišni prostori općenito, uključujući i knjižnice (skladištenje)	6 <sup>f</sup>	7
18		E2.1		Prostori u tvornicama <sup>e</sup> i radionicama <sup>e</sup> s umjereno teškim proizvodnim programom (proizvodna namjena)	7,5	10
19	S <sup>e</sup>	S1	Stubišta i stubišni podesti	Stubišta i stubišni podesti u stambenim i uredskim zgradama i ambulancama, bez teške opreme	3	2
20		S2		Sva stubišta i stubišni podesti koji se ne mogu razvrstati u S1 ili S3	5	2
21		S3		Pristupi i stubišta koji vode do tribina bez nepomičnih sjedala, a služe kao izlazi za nuždu	7,5	3
22	P <sup>e</sup>	Pristupi, balkoni i sl.	Krovne terase, trjemovi, lođe, balkoni, izlazni podesti	4	2	

<sup>a</sup> Ako je potrebna lokalna provjera nosivosti (npr. za dijelove sustava bez zadovoljavajuće poprečne raspodjele opterećenja), provjera se provodi s karakterističnim vrijednostima za opterećenje koncentriranom silom  $Q_k$  bez kombiniranja s jednoliko raspodijeljenim opterećenjem  $q_k$ . Stranice kvadrata na kojem se rasprostire opterećenje  $Q_k$  jesu 50mm.

<sup>b</sup> Stropovi sa zadovoljavajućom poprečnom raspodjelom opterećenja jesu armiranobetonske i prenapete betonske pune, šuplje i rebraste ploče.

<sup>c</sup> Za prijenos sila sa stropova bez zadovoljavajuće poprečne raspodjele na potporne elemente navedena se vrijednost može umanjiti za 0,5 kN/m<sup>2</sup>.

<sup>d</sup> Ove su vrijednosti minimalne vrijednosti. Ako se u skladu s točkom 6.1(4) norme HRN EN 1991-1-1:2012 utvrde veće vrijednosti, tada su tako utvrđene vrijednosti opterećenja mjerodavne.

<sup>e</sup> Uporabna opterećenja u tvornicama i radionicama smatraju se pretežito statičkim. U pojedinim slučajevima treba razmotriti učinak učestalog ponavljajućeg opterećenja (vidi točki 2.2(3) norme HRN EN 1991-1-1:2012).

<sup>f</sup> Ove su vrijednosti minimalne vrijednosti. U slučajevima u kojima se očekuje veće opterećenje, treba ga odrediti prema pojedinom slučaju.

<sup>g</sup> Ove kategorije vrijede za sve vrste građevina ili dijelova građevina. Koeficijent kombinacije za promjenjiva djelovanja prema normi HRN EN 1990, tablica A1.1, za te se kategorije određuju sukladno kategoriji (A-E) u koju je svrstana građevina ili dio građevine.

Krov		$q_k^a$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
Kategorija H	nagib krova $\leq 20^\circ$	0,6	1,0
	nagib krova $\geq 40^\circ$	0,0	1,0

<sup>a</sup> Za nagibe između 20° i 40° vrijednost  $q_k$  može se odrediti linearnom interpolacijom.  
 NAPOMENA 1: Opterećenje  $q_k$  djeluje na ploštini A koja predstavlja cijelu ploštinu krova  
 NAPOMENA 2: Svi nagibi krova mjere se u odnosu na horizontalu, a opterećenja djeluju vertikalno na horizontalnu projekciju krovne plohe.

## Opterećenje snijegom – LC4

Opterećenje snijegom definirano je izrazom:

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

gdje su:

$\mu_1$  - koeficijent oblika snježnog djelovanja.

Za kut,  $\alpha$ , nagiba krova:

$$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ \rightarrow \mu_1 = 0,8$$

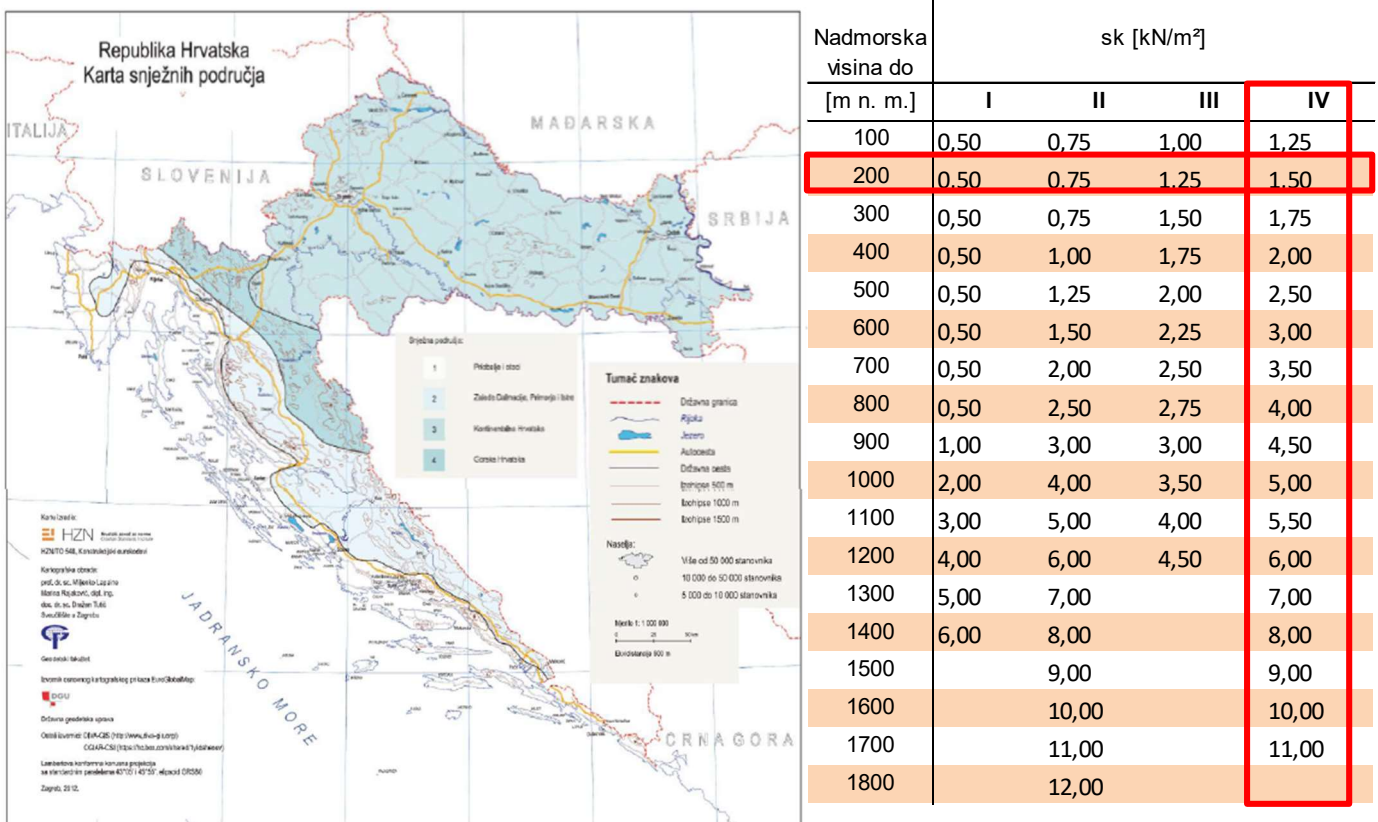
$$30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ \rightarrow \mu_1 = 0,8 \cdot (60^\circ - \alpha)/30^\circ$$

$$\alpha > 60^\circ \rightarrow \mu_1 = 0,0$$

$C_e$ - koeficijent izloženosti zgrade; uzima se da je jednak 1,0

$C_t$ - koeficijent temperature okoliša; uzima se da je jednak 1,0

$s_k$ - karakteristično opterećenje snijegom definirano tablicom.



Nadmorska visina  $h = 158$  m

Područje: Zagreb

Opterećenje snijegom iznosi  $\rightarrow s = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot s_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$

## Opterećenje vjetrom – LC5-LC8

Vjetar je modeliran u programskom paketu RFEM 6. Izvedena su četiri load case-a u kojem vjetar djeluje na konstrukciju u četiri ortogonalna smjera.



Podaci za proračun opterećenja vjetrom:

Lokacija objekta: Zagreb – I zona vjetra

Kategorija terena: III

Visina objekta iznad tla:  $z = 7,76$  [m]

Nagib krovnih ploha:  $\alpha = 0^\circ$

Korigirana osnovna brzina vjetra

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0}$$

Zone vjetra

Osnovna brzina vjetra

Zone vjetra	Osnovna brzina vjetra
I.	20
II.	25
III.	30
IV.	35
V.	40
VI.	45
VII.	48

gdje su:

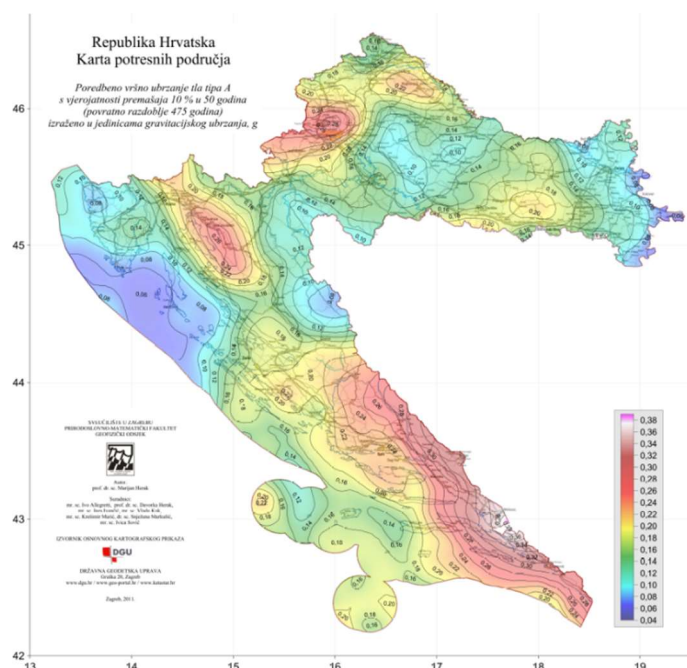
$C_{dir}$  - koeficijent smjera vjetra (EN 1991-1-4 preporuča vrijednost 1,00)

$C_{season}$  - koeficijent godišnjeg doba (EN 1991-1-4 preporuča vrijednost 1,00)

$v_{b,0}$  – osnova brzina vjetra očitana iz tablice ovisno o zoni vjetra

Korigirana osnovna brzina vjetra iznosi  $\rightarrow v_b = 1,0 \cdot 1,0 \cdot v_{b,0} = 20 \text{ m/s}$

## Seizmičko djelovanje – LC9-LC10



Kategorije tla definirane su sljedećom tablicom:

Kategorije tla	Opis profila tla	Parametri		
		$V_{s,30}$ (m/s)	$N_{SPT}$ (udaraca /30 cm)	$c_u$ (kPa)
<b>A</b>	Stijena ili njoj slične geološke formacije, uključujući najviše 5 m slabijeg materijala na površini.	> 800	-	-
<b>B</b>	Slojevi vrlo zbijenog pijeska, šljunka ili vrlo čvrste gline, debljine najmanje nekoliko desetina metara, karakterizirani stupnjevitim povećanjem mehaničkih svojstava sa dubinom.	360 - 800	> 50	> 250
<b>C</b>	Slojevi zbijenog ili srednje zbijenog pijeska, šljunka ili čvrste gline, debljine nekoliko desetina do više stotina metara.	180 - 360	15 - 50	70 - 250
<b>D</b>	Rastresiti do srednje zbijeni nevezani sedimentni (sa ili bez mekih kohezivnih slojeva) ili predominantno mekano do čvrsto kohezivno tlo.	< 180	<15	< 70
<b>E</b>	Tlo se na površini sastoji od aluvijalnih nanosa sa vrijednosti $V_{s,30}$ prema tipu C ili D i debljinom ili između 5 i 20 m, ispod kojeg je krući materijal sa $V_{s,30} > 800$ m/s			

Tip tla	$S$	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,4	0,15	0,5	2,0

Posljedice pravilnosti konstrukcije na proračun i projekt u slučaju potresa

Razred važnosti	Zgrade
I	Zgrade manje važnosti za javnu sigurnost, npr. poljoprivredne zgrade itd.
II	Obične zgrade koje ne pripadaju drugim kategorijama
III	Zgrade čija je potresna otpornost važna s obzirom na posljedice vezane s rušenjem, npr. škole, dvorane za skupove, kulturne institucije itd.
IV	Zgrade čija je cjelovitost tijekom potresa od životne važnosti za civilnu zaštitu, npr. bolnice, vatrogasne postaje, energane itd.

Osnovne vrijednosti faktora ponašanja  $q_0$  za sustave pravilne po visini

Vrijednost  $a_u/a_1$  za zgrade pravilne u tlocrtu:

→ okviri i dvojni sustavi istovrijedni okvirnim:

- jednokatne zgrade:  $\alpha_u/\alpha_1 = 1,1$

- višekatni okviri s jednim poljem:  $\alpha_u/\alpha_1 = 1,2$

- višekatni okviri s više polja ili dvojni sustavi istovrijedni okvirnim:  $\alpha_u/\alpha_1 = 1,3$

→ zidni sustavi ili dvojni sustavi istovrijedni zidnim:

- zidni sustavi su samo dva nepovezana zida u svakom horizontalnom smjeru:  $\alpha_u/\alpha_1 = 1,0$

- drugi sustavi nepovezanih zidova:  $\alpha_u/\alpha_1 = 1,1$

- dvojni sustavi istovrijedni zidnim ili sustavi povezanih zidova:  $\alpha_u/\alpha_1 = 1,2$



Osnovna vrijednost faktora ponašanja ovisna o konstrukcijskoj vrsti ( $q_0$ )

*Tip konstrukcije*

*Razred duktilnosti*

	DCM	DCH
<i>Okvirni sustav, dvojni sustav, sustav povezanih zidova</i>	$3,0 \cdot \alpha_u / \alpha_1$	$4,5 \cdot \alpha_u / \alpha_1$
<i>Sustav nepovezanih zidova</i>	3,0	$4,0 \cdot \alpha_u / \alpha_1$
<i>Torzijski savitljiv sustav</i>	2,0	3,0
<i>Sustav obrnutog njihala</i>	1,5	2,0

Vrijednost  $\alpha_u / \alpha_1$  za zgrade koje nisu pravilne u tlocrtu iznosi 1.0.

$$q_0 = 3,0 \cdot \alpha_u / \alpha_1 = 3 \cdot 1,0 = 3,0$$

Faktor ponašanja:

$$q = q_0 \cdot k_w \geq 1,5$$

Faktor koji odražava prevladavajući oblik sloma konstrukcijskog sustava sa zidovima:

$$k_w = \begin{cases} 1,0 \rightarrow \text{za okvirne sustave i dvojne sustave jednakovrijedne okvirnim} \\ (1 + \alpha_0) / 3 \leq 1,0 \rightarrow \text{za zidne sustave, za dvoje sustave istovrijedne zidnim} \end{cases}$$

gdje je:

$\alpha_0$  – prevladavajući koeficijent oblika zidova konstrukcijskog sustav

$$\alpha_0 = \frac{\sum H_{wi}}{\sum I_{wi}}$$

gdje je:

$H_{wi}$  – visina zida

$I_{wi}$  – duljina zida

Faktor ponašanja iznosi:

$$q = 3,0 \cdot k_w \geq 1,5$$

Kako navedeni sustav ne pripada niti jednoj kategoriji po svim karakteristikama uzima se faktor ponašanja na strani sigurnosti :

$$q = 2,50$$

Potresno djelovanje u obzir treba uzeti kod građevine koja je položena u seizmički aktivnom području i pri tome u obzir treba uzeti opterećenje čiji je uzrok seizmičko podrhtavanje tla. Norma definira pravila za određivanje potresnog djelovanja, a koja se temelje na geotehničkim i seizmološkim podacima.

Lokacija predmetne građevine nalazi se u seizmički aktivnom području prema seizmičkoj karti za RH što rezultira karakterističnom vrijednošću ubrzanja tla  $a = 0.247 \cdot g$ , a predmetna građevina (pretpostavka) nalazi se na tlu s karakteristikama B kategorije. Geometrijske karakteristike predmetne građevine rezultiraju vrijednostima razreda važnosti građevine II, koeficijentom prigušenja  $c = 0.05$  te koeficijentom faktora ponašanja  $q = 2,50$ .



## Proračun konstrukcije

### Proračun na djelovanje vjetra

#### Vjetar – smjer puhanja 1

##### Karakteristični pritisak vjetra

Osnovna brzina vjetra - $v_b$	20,00 m/s
Gustoća zraka - $\rho$	1,25 kg/m <sup>3</sup>
Pritisak vjetra - $q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2$	0,25 kg/m <sup>2</sup>
Koeficijent vanjskog tlaka - $c_{pe}$	0,2

##### Vanjski pritisak na vertikalne stijene

Visina konstrukcije - h	5,9 m
Referentna visina - $z_e$	6,0 m
Koeficijent izloženosti - $c_e(z)$	2,00

##### Koeficijent pritiska na vertikalne stijene

Dimenzija okomita na smjer puhanja vjetra - b	15,74 m
Dimenzija paralelna na smjer puhanja vjetra - d	7,71 m
$e = \min\{b; 2h\}$	10,15 m

##### Koeficijenti vanjskog tlaka za pripadne vertikalne površine - $c_{pe}$

h/d	A	B	C	D	E
>5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
1	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,5
<0,25	-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,3

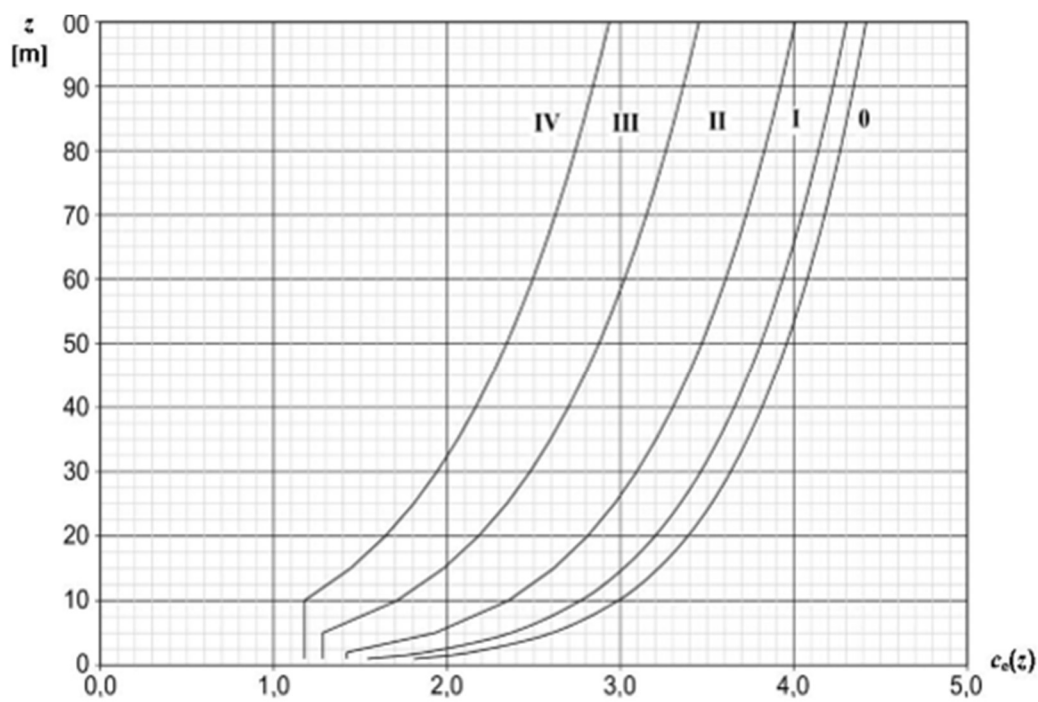
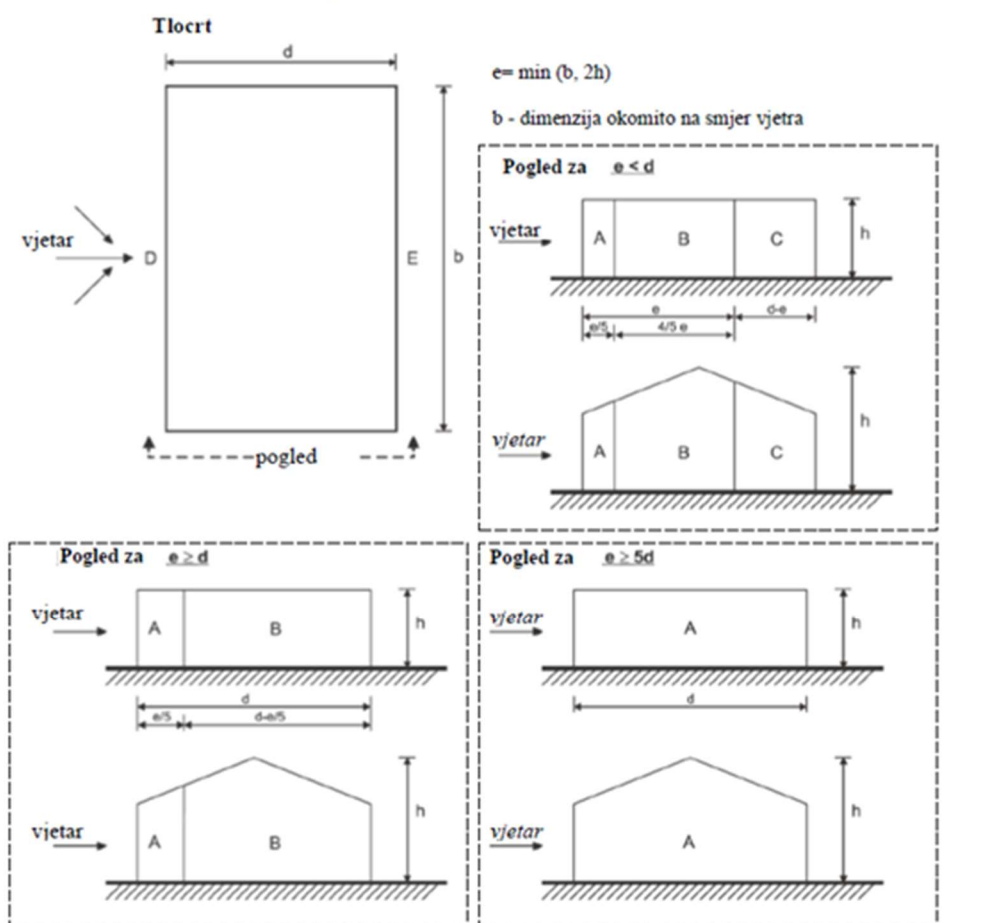
iz gornje tablice prema svom omjeru h/d

h/d	A	B	C	D	E
0,76	-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,5

##### Određivanje veličine vertikalnih površina (slika)

U vjet za mogućnost A	$e < d$	10,15	>	7,71	NE
U vjet za mogućnost B	$e > d$	10,15	>	7,71	DA
U vjet za mogućnost C	$e > 5d$	10,15	<	38,55	NE

### Vertikalni zidovi pravokutnih građevina



## Vjetar – smjer puhanja 2

### Karakteristični pritisak vjetra

Osnovna brzina vjetra - $v_b$	20,00 m/s
Gustoća zraka - $\rho$	1,25 kg/m <sup>3</sup>
Pritisak vjetra - $q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2$	0,25 kg/m <sup>2</sup>
Koeficijent vanjskog tlaka - $c_{pe}$	0,2

### Vanjski pritisak na vertikalne stijene

Visina konstrukcije - h	5,9 m
Referentna visina - $z_e$	6,0 m
Koeficijent izloženosti - $c_e(z)$	2,00

### Koeficijent pritiska na vertikalne stijene

Dimenzija okomita na smjer puhanja vjetra - b	7,71 m
Dimenzija paralelna na smjer puhanja vjetra - d	15,74 m
$e = \min\{b; 2h\}$	10,15 m

Koeficijenti vanjskog tlaka za pripadne vertikalne površine -  $c_{pe}$

h/d	A	B	C	D	E
>5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
1	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,5
<0,25	-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,3

iz gornje tablice prema svom omjeru h/d

h/d	A	B	C	D	E
0,37	-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,5

Određivanje veličine vertikalnih površina (slika)

Uvjet za mogućnost A	$e < d$	10,15	<	15,74	DA
Uvjet za mogućnost B	$e > d$	10,15	<	15,74	NE
Uvjet za mogućnost C	$e > 5d$	10,15	<	78,7	NE

Karakteristike materijala gipsvlaknastih ploča preuzete iz dokumenta  
ETA-03/0050 of 14 December 2023



Approval body for construction products  
and types of construction  
**Bautechnisches Prüfamt**  
An institution established by the Federal and  
Laender Governments



**European Technical Assessment** **ETA-03/0050**  
**of 14 December 2023**

English translation prepared by DIBt - Original version in German language

**General Part**

Technical Assessment Body issuing the European Technical Assessment:	Deutsches Institut für Bautechnik
Trade name of the construction product	fermacell Gypsum fibre boards - "fermacell Gipsfaser-Platte", "fermacell Vapor", "fermacell Gipsfaser-Platte greenline"
Product family to which the construction product belongs	Gypsum fibre boards for planking and lining of building components
Manufacturer	James Hardie Europe GmbH Bennigsen Platz 1 40474 Düsseldorf DEUTSCHLAND
Manufacturing plant	Werk 1, Werk 2, Werk 3, Werk 4, Werk 5
This European Technical Assessment contains	12 pages including 3 annexes which form an integral part of this assessment
This European Technical Assessment is issued in accordance with Regulation (EU) No 305/2011, on the basis of	070006-00-0504
This version replaces	ETA-03/0050 issued on 25 March 2022

Deutsches Institut für Bautechnik  
Kolonnenstraße 30 B | 10629 Berlin | GERMANY | Phone: +49 30 78730-0 | Fax: +49 30 78730-320 | Email: [dibt@dibt.de](mailto:dibt@dibt.de) | [www.dibt.de](http://www.dibt.de)

285147\_23

8.05.04-27/23

**3 Performance of the product and references to the methods used for its assessment**

**3.1 Mechanical resistance and stability (BWR 1)**

Essential characteristic	Performance
Bending strength	See Annex 2
Shear strength	See Annex 2
Compression strength	See Annex 2
Tension strength	See Annex 2
Mechanical characteristics at increased moisture content	No performance assessed
Racking strength and stiffness	See Annex 2
Density	See Annex 2
Creep and duration of load	See Annex 2
Dimensions	See Annex 2
Dimensional stability	See Annex 2
Surface hardness	See Annex 2
Embedment strength	See Annex 2
Head pull-through resistance	See Annex 2
Structure and cohesion of the core at high temperature	Type F in accordance with EN 520 <sup>4</sup>
Static ductility	See Annex 2

**3.2 Safety in case of fire (BWR 2)**

Essential characteristic	Performance
Reaction to fire	
"fermacell Gipsfaser-Platte" and "fermacell Gipsfaser-Platte greenline"	Class A2-s1, d0 in accordance with EN 13501-1 <sup>5</sup>
"fermacell Vapor"	No performance assessed

**3.3 Hygiene, health and the environment (BWR 3)**

Essential characteristic	Performance
Water vapour permeability – water vapour transmission	See Annex 2
Water absorption of board surface	See Annex 2
Water absorption of board	No performance assessed

**3.4 Safety and accessibility in use (BWR 4)**

Essential characteristic	Performance
Hard body impact	See Annex 2

<sup>4</sup> EN 520:2004+A1:2009

<sup>5</sup> EN 13501-1:2018

Gypsum plasterboards - Definitions, requirements and test methods  
Fire classification of construction products and building elements - Part 1: Classification using data from reaction to fire tests

**Annex 2 Specification of essential characteristics**

**A.2.1 Strength and mean stiffness values as well as the characteristic value of density of fermacell Gypsum fibre boards**

**Table 1:** Strength and mean stiffness values as well as the characteristic value of density of "fermacell Gipsfaser-Platte", "fermacell Vapor" and "fermacell Gipsfaser-Platte greenline"

		Thickness of boards [mm]							
		10	12,5	15	18	22	25	28	30
<b>Characteristic strength values</b>									
<b>Perpendicular to the plane of the board [N/mm<sup>2</sup>]</b>									
Bending	$f_{m,k}$	4,6	4,4	4,4	4,3	4,1	4,1	3,7	3,1
Shear	$f_{v,k}$	1,9	1,8	1,7	1,6	0,7	0,6	0,6	0,6
Compression $\perp$ to the plane	$f_{c,90,k}$	7,3							6,9
<b>In plane of the board [N/mm<sup>2</sup>]</b>									
Bending	$f_{m,k}$	4,3	4,2	4,1	4,0	4,0	4,0	3,7	3,7
Tension	$f_{t,k}$	2,5	2,4	2,4	2,3	2,2	2,2	1,8	1,4
Compression	$f_{c,0,k}$	8,5							7,9
Shear	$f_{v,k}$	3,7	3,6	3,5	3,4	3,1	3,1	3,1	3,1
<b>Mean stiffness values</b>									
<b>Perpendicular to the plane of the board [N/mm<sup>2</sup>]</b>									
Modulus of elasticity	$E_{m,mean}$	3800				3000			
Shear modulus	$G_{mean}$	1600				600			
Compression modulus of elasticity $\perp$ to the plane	$E_{c,perp,mean}$	800				500			
<b>In plane of the board [N/mm<sup>2</sup>]</b>									
Bending modulus	$E_{m,mean}$	3800				3000			
Tension modulus	$E_{t,mean}$	3800				3700			3400
Compression modulus	$E_{c,mean}$	3800				3500			3000
Shear modulus	$G_{mean}$	1600							
<b>Characteristic value of density [kg/m<sup>3</sup>]</b>									
Density	$\rho_k$	1150							

The mean value of bending strength perpendicular to the board plane, tested as given in EN 15283-2+A1<sup>6</sup>, clause 5.6 meets the following minimum requirements:

$$f_{m,mean} \geq 5,8 \text{ N/mm}^2 \text{ for thickness of boards } t \leq 18 \text{ mm and}$$

$$f_{m,mean} \geq 5,0 \text{ N/mm}^2 \text{ for thickness of boards } t > 18 \text{ mm}$$

<sup>6</sup> EN 15283-2:2008+A1:2009

Gypsum boards with fibrous reinforcement- Definitions, requirements and test methods - Part 2 - Gypsum fibre boards

fermacell Gypsum fibre boards - "fermacell Gipsfaser-Platte", "fermacell Vapor", "fermacell Gipsfaser-Platte greenline"

Specification of essential characteristics  
Strength and stiffness values as well as the value of density

Annex 2.1



## Proračun popustljivosti spajala

$f_{ax,k}$	$= 20 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$ $= 20 \cdot 10^{-6} \cdot 350 \text{ kg/m}^3$ $= 2.45 \text{ N/mm}^2$	EN 1995-1-1 (2010) 8.3.2 (8.25)
$F_{ax,Rk} / 4$	$= \min(0.5 \cdot F_{v,Rk}; 0.25 \cdot f_{ax,k} \cdot d_n \cdot t_{pen} \cdot \text{Factor}(7); 0.25 \cdot R_{ax,head,k})$ $= \min(0.5 \cdot 0.3 \text{ kN}; 0.25 \cdot 2.45 \text{ N/mm}^2 \cdot 1.5 \text{ mm} \cdot 48 \text{ mm} \cdot 1.000; 0.25 \cdot 0.9 \text{ kN})$ $= 0.044 \text{ kN}$	ETA-03/0050
$f_{h,1,k}$	$= 7 \cdot d_v^{-0.7} \cdot t_t^{0.9}$ $= 7 \cdot 1.5 \text{ mm}^{-0.7} \cdot 13 \text{ mm}^{0.9}$ $= 51.17 \text{ N/mm}^2$	ETA-03/0050
$F_{v,Rk} \text{ (a)}$	$= f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d_v$ $= 51.17 \text{ N/mm}^2 \cdot 13 \text{ mm} \cdot 1.5 \text{ mm}$ $= 0.96 \text{ kN}$	EN 1995-1-1 (2010) 8.2.2 (8.6) (a)
$f_{h,2,k}$	$= 0.082 \cdot \rho_k \cdot d_n^{-0.3}$ $= 0.082 \cdot 350 \text{ kg/m}^3 \cdot 1.5 \text{ mm}^{-0.3}$ $= 25.41 \text{ N/mm}^2$	EN 1995-1-1 (2010) 8.3.3.1 (8.15)
$F_{v,Rk} \text{ (b)}$	$= f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d_v$ $= 25.41 \text{ N/mm}^2 \cdot 48 \text{ mm} \cdot 1.5 \text{ mm}$ $= 1.81 \text{ kN}$	EN 1995-1-1 (2010) 8.2.2 (8.6) (b)
$M_{y,k}$	$= 0.3 \cdot f_{uk} \cdot d_v^{2.6}$ $= 0.3 \cdot 800 \text{ N/mm}^2 \cdot 1.5 \text{ mm}^{2.6}$ $= 689 \text{ Nmm}$	EN 1995-1-1 (2010) 8.3.1.1 (8.14)
$F_{v,Rk} \text{ (c)}$	$= (f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d_v) / (1 + \beta) \cdot$ $(\sqrt{\beta + 2 \cdot \beta^2 \cdot (1 + t_2 / t_1 + (t_2 / t_1)^2)} + \beta^3 \cdot (t_2 / t_1)^2) - \beta \cdot (1 + t_2 / t_1) + F_{ax,Rk} / 4$ $= (51.17 \text{ N/mm}^2 \cdot 13 \text{ mm} \cdot 1.5 \text{ mm}) / (1 + 0.497) \cdot$ $(\sqrt{0.497 + 2 \cdot 0.497^2 \cdot (1 + 48 \text{ mm} / 13 \text{ mm} + (48 \text{ mm} / 13 \text{ mm})^2)} + 0.497^3 \cdot (48$ $\text{ mm} / 13 \text{ mm})^2) - 0.497 \cdot (1 + 48 \text{ mm} / 13 \text{ mm}) + 0.04 \text{ kN} / 4$ $= 0.71 \text{ kN}$	EN 1995-1-1 (2010) 8.2.2 (8.6) (c)
$F_{v,Rk} \text{ (d)}$	$= 1.05 \cdot (f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d_v) / (2 + \beta) \cdot$ $(\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + (4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,k}) / (f_{h,1,k} \cdot d_v \cdot t_1^2)} - \beta) + F_{ax,Rk} / 4$ $= 1.05 \cdot (51.17 \text{ N/mm}^2 \cdot 13 \text{ mm} \cdot 1.5 \text{ mm}) / (2 + 0.497) \cdot$ $(\sqrt{2 \cdot 0.497 \cdot (1 + 0.497) + (4 \cdot 0.497 \cdot (2 + 0.497) \cdot 689 \text{ Nmm}) / (51.17 \text{ N/mm}^2 \cdot 1.5$ $\text{ mm} \cdot 13 \text{ mm}^2)} - 0.497) + 0.04 \text{ kN} / 4$ $= 0.38 \text{ kN}$	EN 1995-1-1 (2010) 8.2.2 (8.6) (d)
$F_{v,Rk} \text{ (e)}$	$= 1.05 \cdot (f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d_v) / (1 + 2 \cdot \beta) \cdot$ $(\sqrt{2 \cdot \beta^2 \cdot (1 + \beta) + (4 \cdot \beta \cdot (1 + 2 \cdot \beta) \cdot M_{y,k}) / (f_{h,1,k} \cdot d_v \cdot t_2^2)} + F_{ax,Rk} / 4$ $= 1.05 \cdot (51.17 \text{ N/mm}^2 \cdot 48 \text{ mm} \cdot 1.5 \text{ mm}) / (1 + 2 \cdot 0.497) \cdot$ $\sqrt{2 \cdot 0.497^2 \cdot (1 + 0.497) + (4 \cdot 0.497 \cdot (1 + 2 \cdot 0.497) \cdot 689 \text{ Nmm}) / (51.17 \text{ N/mm}^2 \cdot 1.5$ $\text{ mm} \cdot 48 \text{ mm}^2)} + 0.04 \text{ kN} / 4$ $= 1.71 \text{ kN}$	EN 1995-1-1 (2010) 8.2.2 (8.6) (e)
$F_{v,Rk} \text{ (f)}$	$= 1.15 \cdot \sqrt{((2 \cdot \beta) / (1 + \beta)) \cdot}$ $\sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d_n}$ $= 1.05 \cdot \sqrt{((2 \cdot 0.497) / (1 + 0.497)) \cdot}$ $\sqrt{2 \cdot 689 \text{ Nmm} \cdot 51.17 \text{ N/mm}^2 \cdot 1.5 \text{ mm}}$ $= 0.35 \text{ kN}$	EN 1995-1-1 (2010) 8.2.2 (8.6) (f)
$F_{v,Rk}$	$= \min(F_{v,Rk} \text{ (a)}; F_{v,Rk} \text{ (b)}; F_{v,Rk} \text{ (c)}; F_{v,Rk} \text{ (d)}; F_{v,Rk} \text{ (e)}; F_{v,Rk} \text{ (f)})$ $= \min(0.96 \text{ kN}; 1.81 \text{ kN}; 0.71 \text{ kN}; 0.38 \text{ kN}; 1.71 \text{ kN}; 0.35 \text{ kN})$ $= 0.35 \text{ kN}$	EN 1995-1-1 (2010) 8.2.2 (8.6)
$F_{v,Rk}$	$= 2 \cdot 0.7 \cdot F_{v,Rk}$ $= 2 \cdot 0.7 \cdot 348.3 \text{ N}$ $= 487.6 \text{ N}$	ETA-03/0050
$k_{mod}$	$= \sqrt{(k_{mod,timber} \cdot k_{mod,ETA})}$ $= \sqrt{(1.00 \cdot 0.95)}$ $= 0.97$	ETA-03/0050

$$\begin{aligned}
F_{vrd} &= k_{mod} \cdot F_{c,Rk} / \gamma_{M,s} \cdot t_T / (7 \cdot d_v) \\
&= 0.97 \cdot 487.6 \text{ N} / 1.30 \cdot 13 \text{ mm} / (7 \cdot 1.5 \text{ mm}) \\
&= 310.9 \text{ N} \qquad \qquad \qquad \text{ETA-03/0050} \\
k_{v1} &= 1.00 \\
k_{v2} &= 0.50 \\
f_{td} &= k_{mod,ETA} \cdot f_{tk} / \gamma_{M,t} \\
&= 0.95 \cdot 2.4 \text{ N/mm}^2 / 1.30 \\
&= 1.75 \text{ N/mm}^2 \\
f_{v0d} &= n \cdot \min(k_{v1} \cdot F_{v,Rd} / S_v \cdot c_i ; \\
&\quad k_{v1} \cdot k_{v2} \cdot f_{t,d} \cdot t_T ; \\
&\quad k_{v1} \cdot k_{v2} \cdot f_{v,d} \cdot 35 \cdot t_T^2 / b_T)
\end{aligned}$$

*Proračunom je dokazano da je granična nosivost gipsvlaknaste ploče manja od nosivosti spojnog sredstva, sukladno tome proračun na horizontalnu silu ograničit će se na provjeru posmične nosivosti fermacell ploča.*

Određivanje (proračunska otpornost na izmjenično promjenjive horizontalne sile)

Uvjeti:

da su razmaci spajala konstantni po opsegu svake ploče

da je širina svake ploče najmanje

$$\checkmark > h/4$$

$$1,25 \text{ m} > 2,97/4 = 0,74 \text{ m}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{F_{f,Rd} \cdot b_l \cdot c_i}{s}$$

$F_{f,Rd}$  proračunska bočna nosivost jednog spajala

$b_l$  širina zidnog panela

$s$  razmak spajala

$F_{f,Rd}$  proračunska bočna nosivost jednog spajala – spoj gipsvlaknaste ploče I punog drva C24

$f_{ax,k}$	$= 20 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$ $= 20 \cdot 10^{-6} \cdot 350 \text{ kg/m}^3$ $= 2.45 \text{ N/mm}^2$ (8.25)	EN 1995-1-1 (2013) 8.3.2
$F_{ax,Rk} / 4$	$= \min(0.5 \cdot F_{v,Rk}; 0.25 \cdot f_{ax,k} \cdot d_n \cdot t_{pen} \cdot \text{Factor}(7); 0.25 \cdot R_{ax,head,k})$ $= \min(0.5 \cdot 0.31 \text{ kN}; 0.25 \cdot 2.45 \text{ N/mm}^2 \cdot 1.5 \text{ mm} \cdot 42 \text{ mm} \cdot 1.000;$ $0.25 \cdot 1.1 \text{ kN})$ $= 0.038 \text{ kN}$	ETA-03/0050
$f_{h,1,k}$	$= 7 \cdot d_v^{-0.7} \cdot t_t^{0.9}$ $= 7 \cdot 1.5 \text{ mm}^{-0.7} \cdot 13 \text{ mm}^{0.9}$ $= 51.17 \text{ N/mm}^2$	ETA-03/0050
$F_{v,Rk} (a)$	$= f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d_v$ $= 51.17 \text{ N/mm}^2 \cdot 13 \text{ mm} \cdot 1.5 \text{ mm}$ $= 0.96 \text{ kN}$	EN 1995-1-1 (2013) 8.2.2 (8.6)(a)
$f_{h,2,k}$	$= 0.082 \cdot \rho_k \cdot d_n^{-0.3}$ $= 0.082 \cdot 350 \text{ kg/m}^3 \cdot 1.5 \text{ mm}^{-0.3}$ $= 25.41 \text{ N/mm}^2$	EN 1995-1-1 (2013) 8.3.3.1 (8.15)
$F_{v,Rk} (b)$	$= f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d_v$ $= 25.41 \text{ N/mm}^2 \cdot 42 \text{ mm} \cdot 1.5 \text{ mm}$ $= 1.58 \text{ kN}$	EN 1995-1-1 (2013) 8.2.2 (8.6)(b)

$$\begin{aligned}
M_{y,k} &= 0.3 \cdot f_{u,k} \cdot d_v^{2.6} \\
&= 0.3 \cdot 800 \text{ N/mm}^2 \cdot 1.5 \text{ mm}^{2.6} \\
&= 689 \text{ Nmm} \qquad \text{EN 1995-1-1 (2013) 8.3.1.1 (8.14)}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F_{v,Rk} \text{ (c)} &= (f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d_v) / (1 + \beta) \cdot \\
&\quad \left( \sqrt{(\beta + 2 \cdot \beta_2^2 \cdot (1 + t_2 / t_1 + (t / t_1)^2)) + \beta^3 \cdot (t / t_1)^2} \right) \cdot \beta \cdot (1 + t_{ax,Rk} / t_1) + F / 4 \\
&= (51.17 \text{ N/mm}^2 \cdot 13 \text{ mm} \cdot 1.5 \text{ mm}) / (1 + 0.497) \cdot \\
&\quad \left( \sqrt{(0.497 + 2 \cdot 0.497^2 \cdot (1 + 42 \text{ mm} / 13 \text{ mm} + (42 \text{ mm} / 13 \text{ mm})^2)) + 0.497^3 \cdot (42 \text{ mm} / 13 \text{ mm})^2} \right) - 0.497 \cdot (1 + 42 \text{ mm} / 13 \text{ mm}) + 0.04 \text{ kN} / 4 \\
&= 0.63 \text{ kN} \\
&\qquad \text{EN 1995-1-1 (2013) 8.2.2 (8.6) (c)}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F_{v,Rk} \text{ (d)} &= 1.05 \cdot (f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d_v) / (2 + \beta) \cdot \\
&\quad \left( \sqrt{(2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + (4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,k} / (f_{t,k} \cdot d \cdot t^2)))} \right) \cdot \beta + F / 4 \\
&= 1.05 \cdot (51.17 \text{ N/mm}^2 \cdot 13 \text{ mm} \cdot 1.5 \text{ mm}) / (2 + 0.497) \cdot \\
&\quad \left( \sqrt{(2 \cdot 0.497 \cdot (1 + 0.497) + (4 \cdot 0.497 \cdot (2 + 0.497) \cdot 689 \text{ Nmm}) / (51.17 \text{ N/mm}^2 \cdot 1.5 \text{ mm} \cdot 13 \text{ mm}^2))} \right) - 0.497 + 0.04 \text{ kN} / 4 \\
&= 0.37 \text{ kN} \qquad \text{EN 1995-1-1 (2013) 8.2.2 (8.6) (d)}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F_{v,Rk} \text{ (e)} &= 1.05 \cdot (f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d_v) / (1 + 2 \cdot \beta) \cdot \\
&\quad \left( \sqrt{(2 \cdot \beta^2 \cdot (1 + \beta) + (4 \cdot \beta \cdot (1 + 2 \cdot \beta) \cdot M_{y,k} / (f_{t,k} \cdot d \cdot t_{ax,Rk}^2)))} \right) + F / 4 \\
&= 1.05 \cdot (51.17 \text{ N/mm}^2 \cdot 42 \text{ mm} \cdot 1.5 \text{ mm}) / (1 + 2 \cdot 0.497) \cdot \\
&\quad \left( \sqrt{(2 \cdot 0.497^2 \cdot (1 + 0.497) + (4 \cdot 0.497 \cdot (1 + 2 \cdot 0.497) \cdot 689 \text{ Nmm}) / (51.17 \text{ N/mm}^2 \cdot 1.5 \text{ mm} \cdot 42 \text{ mm}^2))} \right) + 0.04 \text{ kN} / 4 \\
&= 1.5 \text{ kN} \qquad \text{EN 1995-1-1 (2013) 8.2.2 (8.6) (e)}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F_{v,Rk} \text{ (f)} &= 1.15 \cdot \sqrt{((2 \cdot \beta) / (1 + \beta)) \cdot} \\
&\quad \sqrt{(2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d_n)} \\
&= 1.05 \cdot \sqrt{((2 \cdot 0.497) / (1 + 0.497)) \cdot} \\
&\quad \sqrt{(2 \cdot 689 \text{ Nmm} \cdot 51.17 \text{ N/mm}^2 \cdot 1.5 \text{ mm})} \\
&= 0.34 \text{ kN} \qquad \text{EN 1995-1-1 (2013) 8.2.2 (8.6) (f)}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F_{v,Rk} &= \min(F_{v,Rk} \text{ (a)}; F_{v,Rk} \text{ (b)}; F_{v,Rk} \text{ (c)}; F_{v,Rk} \text{ (d)}; \\
&\quad F_{v,Rk} \text{ (e)}; F_{v,Rk} \text{ (f)}) \\
&= \min(0.94 \text{ kN}; 1.58 \text{ kN}; 0.63 \text{ kN}; 0.37 \text{ kN}; 1.5 \text{ kN}; 0.34 \text{ kN}) \\
&= 0.34 \text{ kN} \qquad \text{EN 1995-1-1 (2013) 8.2.2 (8.6)}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F_{v,Rk} &= 2 \cdot 0.7 \cdot F_{v,Rk} \\
&= 2 \cdot 0.7 \cdot 342.8 \text{ N} \\
&= 479.9 \text{ N}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F_{vrd} &= k_{mod} \cdot F_{c,Rk} / \gamma_{M,s} \\
&= 0.9 \cdot 479.9 \text{ N} / 1.30 \\
&= 332.24 \text{ N}
\end{aligned}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{F_{f,Rd} \cdot b_i \cdot c_i}{s} = \frac{332,24 \cdot 1250 \cdot 0,84}{150} = 2325,68 \text{ N}$$

$$c_i = \begin{cases} 1 & \text{za } b_i > b_o \\ \frac{b_i}{b_o} & \text{za } b_i < b_o \end{cases}$$

$$b_i = 1,25 < b_o = h/2 = 2,97/2 = 1,49$$

$$\frac{b_i}{b_o} = 0,84$$

Za zidne panele s obostranim pločama primjenjuju se sljedeća pravila:

EN 1995-1-1 (2013) 9.2.4.2. (7)

ako su ploče i spajala istog tipa i dimenzija, ukupnu nosivost zida na izmjenično promjenjive horizontalne sile treba uzeti kao zbroj nosivosti pojedinih strana na izmjenično promjenjive horizontalne sile

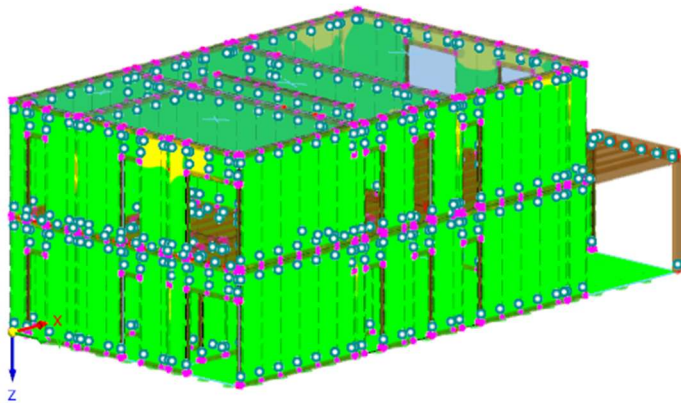
$$\begin{aligned} F_{v,Ed} &= 3545,96 \text{ N} \times 2 = 7091,91 \text{ N} \\ &= 7,09 \text{ kN}/1,25 \text{ m} \\ &= 5,67 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

*Maksimalna sila koja se javlja po m' mjerodavnog zida : 2,72 kN/m'*

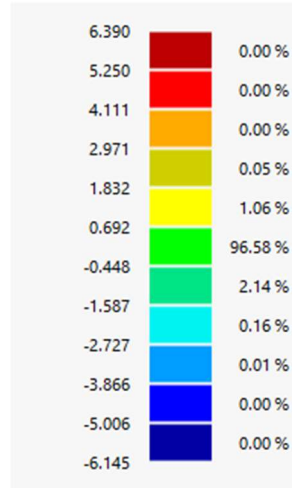
*Zidna dijafagma zadovoljava uvjete nosivosti.*

*Provjera naprezanja :*

DS1 - ULS (STR/GEO) - Permanent and transient - Eq. 6.10  
 Static Analysis  
 Axial Stresses - Top  $\sigma_x$  [N/mm<sup>2</sup>]



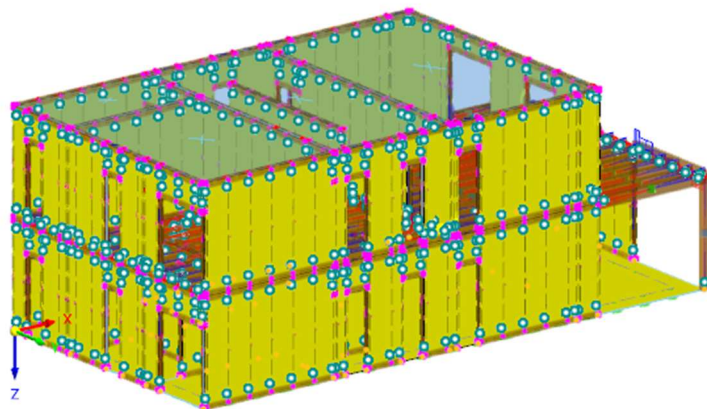
Surfaces | Stresses | Basic Stresses  
 $\sigma_x$  [N/mm<sup>2</sup>]



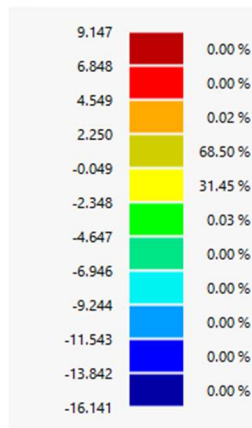
Naprezanja koja se pojavljuju na manje od 0,5% površine konstrukcije su zanemarene jer se smatra kako ti lokalni ekstremi nisu mjerodavni za proračun.

Maksimalno naprezanje : 1,832 N/mm<sup>2</sup>

DS1 - ULS (STR/GEO) - Permanent and transient - Eq. 6.10  
 Static Analysis  
 Members | Forces  $V_z$  [kN]  
 Surfaces | Axial Stresses - Top  $\sigma_y$  [N/mm<sup>2</sup>]



Surfaces | Stresses | Basic Stresses  
 $\sigma_y$  [N/mm<sup>2</sup>]



Naprezanja koja se pojavljuju na manje od 0,5% površine konstrukcije su zanemarene jer se smatra kako ti lokalni ekstremi nisu mjerodavni za proračun.

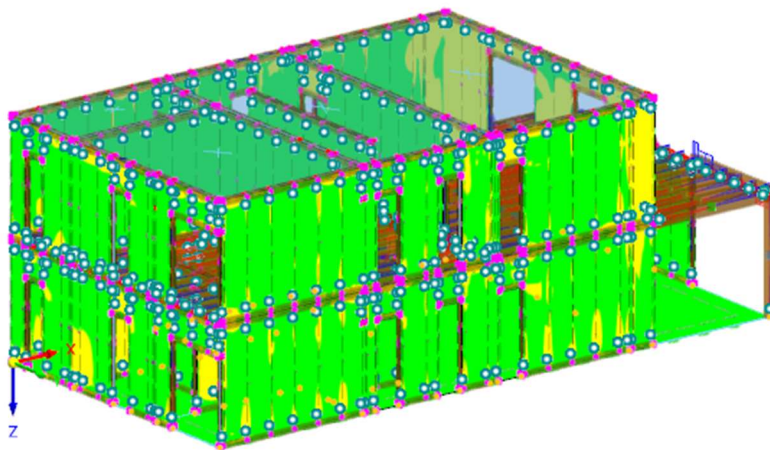
Maksimalno naprezanje : 2,250 N/mm<sup>2</sup>

DS1 - ULS (STR/GEO) - Permanent and transient - Eq. 6.10

Static Analysis

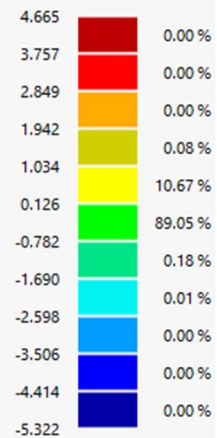
Members | Forces  $V_z$  [kN]

Surfaces | Shear Stresses - Top  $\tau_{xy}$  [N/mm<sup>2</sup>]



Surfaces | Stresses | Basic Stresses

$\tau_{xy}$  [N/mm<sup>2</sup>]



Naprezanja koja se pojavljuju na manje od 0,5% površine konstrukcije su zanemarene jer se smatra kako ti lokalni ekstremi nisu mjerodavni za proračun.

Maksimalno naprezanje : 1,034 N/mm<sup>2</sup>

**Mjerodavno naprezanje iznosi 2,250 N/mm<sup>2</sup>**

*Nosivost fermacell ploče*

Svaki zid ima dvije fermacell ploče debljine 12,5 mm.

Karakteristična posmična nosivost:

$$f_{v,k} = 3,6 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{3,6}{2} * 2 = 3,6 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet :

$$f_{v,d} = 3,6 \text{ N/mm}^2 \geq 2,25 \text{ N/mm}^2 - \text{UVJET ZADOVOLJEN}$$

*Proračun na seizmičke sile*

Stropna dijafragma smatra se krutom [ EN 1998-1 (8.4. – 3 )]

Uvjeti [ EN 1998-1 (8.5.3 )]

1.

- a. ne upotrebljava se faktor povećanja 1,2 za otpornost spajala na rubovima ploča

- NE UPOTREBLJAVA SE -

- b. ne upotrebljava se faktor povećanja 1,5 za razmak čavala uzduž prekinutih rubova panela ako su ploče izmaknute

- NE UPOTREBLJAVA SE -

- c. raspodjela poprečnih sila u dijafragmama utvrđuje se uzimanjem u obzir položaja bočnih nosivih vertikalnih elemenata u ravnini

- RASPODJELA POPREČNIH SILA PO ŠIRINI  
DIJAFRAGME U ODNOSU NA VERTIKALNE ELEMENTE-

2. Svi rubovi ploča koji se ne spajaju na nosivim elementima moraju biti oslonjeni na poprečne gredice (mijene) i s njima spojeni, a mijene postavljene između drvenih greda. Mijene se moraju predvidjeti i u horizontalnim dijafragmama iznad vertikalnih elemenata (npr. zidova) koji preuzimaju bočno opterećenje.

- SVI RUBOVI PLOČA OSLANJAJU SE NA GLAVNE GREDE ILI POPREČNE  
GREDICE, TE SE POPREČNE GREDICE NALAZE IZNAD SVIH VERTIKALNIH  
ELEMENTATA -

3. Mora biti osiguran kontinuitet greda kao i dodatnih greda (mijena) u područjima gdje je dijafragma oslabljena otvorima.

- OSIGURAN KONTINUITET -

4. Ako nema poprečnih kladica po cijeloj visini grede omjer visina - širina (h/b) drvenih greda treba biti manja od 4.

- POPREČNE KLADICE PO CIJELOJ VISINI GREDE -



5. Ako je  $a_g S > 0,2g$ , razmak spajala u područjima diskontinuiteta mora se smanjiti za 25 % ali tako da nije manji od najmanjeg razmaka navedenog u normi EN 1995-1-1:2004.

- NE POSTOJI DISKONTUINUITET -

6. Ako se stropovi u proračunu konstrukcije smatraju krutim u ravnini, ne smije postojati promjena smjera raspona greda nad osloncima gdje se horizontalne sile prenose na vertikalne elemente (npr. na nosive zidove)

- NEMA PROMIJENE SMJERA RASPONA GREDA -  
- SVAKO POLJE KONTINURIANI RASPORED -

U modelu su stropni paneli zamijenjeni krutom pločom.

Težina ploče :  $g = 1,86 \text{ kN/m}^2$  – uzeto u obzir stalno i dodatno stalno djelovanje na međukatnu konstrukciju

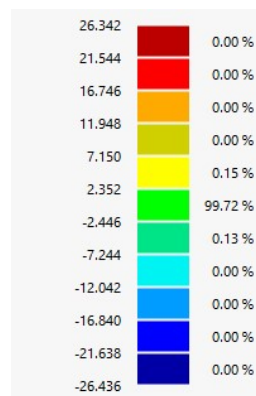
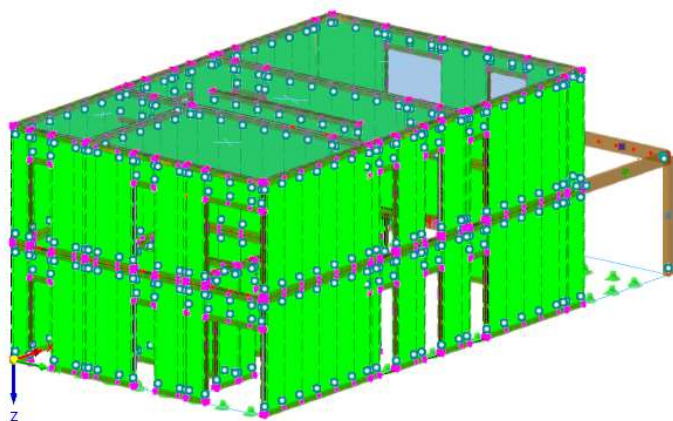
Kako bi se postigla aktivacija masa iznad 90% u x i y smjeru potrebno je zadati 20 modova.

Dokaz aktivacije masa :

Mode No.	Modal Mass M <sub>i</sub> [kg]	Transl. Eff. Modal Mass [kg]			Rotat. Eff. Modal Mass [kgm <sup>2</sup> ]			Transl. Eff. Modal Mass Factor [-]			Rotat. Eff. Modal Mass Factor [-]		
		$m_{ex}$	$m_{ey}$	$m_{ez}$	$m_{\text{rotx}}$	$m_{\text{roty}}$	$m_{\text{rotz}}$	$f_{mex}$	$f_{mey}$	$f_{mez}$	$f_{m\text{rotx}}$	$f_{m\text{roty}}$	$f_{m\text{rotz}}$
LC5 - Modalna analiza													
1	198.3	683.1	1.0	0.0	0.00	916.67	271.69	0.011	0.000	0.000	0.000	0.008	0.000
2	860.8	614.4	10.2	0.0	19.13	1701.68	195.27	0.010	0.000	0.000	0.000	0.015	0.000
3	1878.6	41.2	6271.8	0.0	13087.60	0.26	62120.30	0.001	0.102	0.000	0.115	0.000	0.042
4	1382.6	1066.2	372.0	0.0	2181.10	1447.76	66714.30	0.017	0.006	0.000	0.019	0.013	0.045
5	1260.0	657.6	314.2	0.0	1170.66	1186.09	32884.40	0.011	0.005	0.000	0.010	0.010	0.022
6	1012.6	178.1	383.0	0.0	1681.05	106.05	35012.10	0.003	0.006	0.000	0.015	0.001	0.024
7	2160.5	2947.9	19711.2	0.0	8497.28	44.69	78414.00	0.048	0.321	0.000	0.075	0.000	0.053
8	871.1	9359.1	746.3	0.0	389.24	2815.25	45132.00	0.152	0.012	0.000	0.003	0.025	0.030
9	668.5	5964.3	115.6	0.0	1836.77	1252.91	24693.20	0.097	0.002	0.000	0.016	0.011	0.017
10	88.9	320.5	0.0	0.0	958.37	42.24	39632.00	0.005	0.000	0.000	0.008	0.000	0.027
11	795.3	6828.0	138.7	0.0	7884.40	114.99	283723.00	0.111	0.002	0.000	0.069	0.001	0.191
12	309.0	832.8	1015.3	0.0	995.94	663.63	81397.10	0.014	0.017	0.000	0.009	0.006	0.055
13	2357.9	27803.5	5833.4	0.0	2167.45	835.97	219944.00	0.453	0.095	0.000	0.019	0.007	0.148
14	1118.7	1.4	2904.3	0.0	81.70	0.09	13417.40	0.000	0.047	0.000	0.001	0.000	0.009
15	846.1	0.9	237.3	0.0	72.82	0.18	1352.66	0.000	0.004	0.000	0.001	0.000	0.001
16	312.4	280.1	520.9	0.0	139.66	145.44	7686.67	0.005	0.008	0.000	0.001	0.001	0.005
17	2610.7	329.2	10862.1	0.0	94.76	65.23	244889.00	0.005	0.177	0.000	0.001	0.001	0.165
18	929.4	36.2	6143.6	0.0	202.20	104.28	113329.00	0.001	0.100	0.000	0.002	0.001	0.076
19	1297.4	88.6	502.7	0.0	11.39	10.44	17161.50	0.001	0.008	0.000	0.000	0.000	0.012
20	1345.9	71.7	30.5	0.0	0.05	120.37	1417.50	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
Σ	22304.6	58104.8	56114.1	0.0	41471.50	11574.20	1369390.00	0.946	0.914	0.000	0.364	0.102	0.922
Σ <sub>M</sub>		61396.8	61396.8	0.0	113955.00	113955.00	1485420.00						
%		94.64 %	91.40 %		36.39 %	10.16 %	92.19 %						

## Naprezanja:

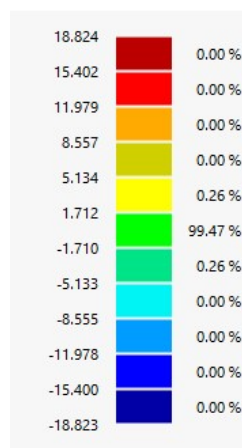
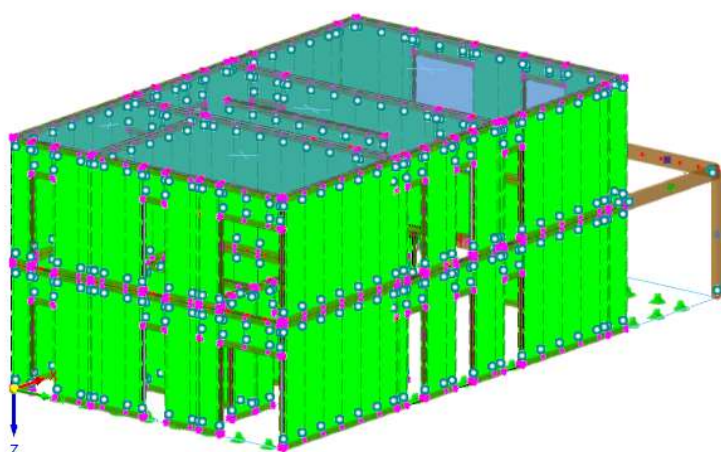
Visibility mode  
LC10  
Spectral Analysis  
Axial Stresses - Top  $\sigma_x$  [N/mm<sup>2</sup>]



Naprezanja koja se pojavljuju na manje od 0,5% površine konstrukcije su zanemarene jer se smatra kako ti lokalni ekstremi nisu mjerodavni za proračun.

Maksimalno naprezanje : 2,352 N/mm<sup>2</sup>

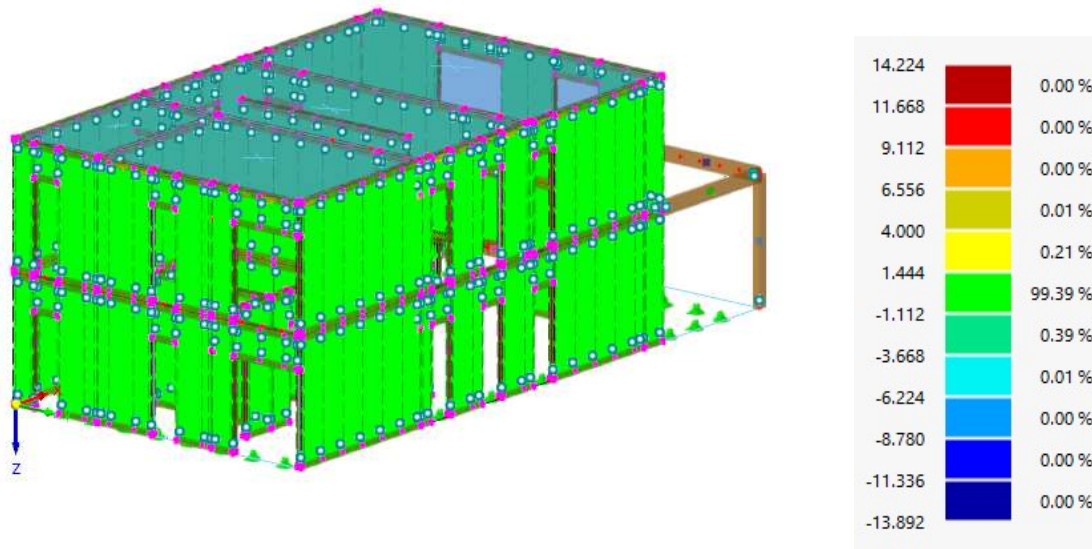
Visibility mode  
LC10  
Spectral Analysis  
Axial Stresses - Top  $\sigma_y$  [N/mm<sup>2</sup>]



Naprezanja koja se pojavljuju na manje od 0,5% površine konstrukcije su zanemarene jer se smatra kako ti lokalni ekstremi nisu mjerodavni za proračun.

Maksimalno naprezanje : 1,712 N/mm<sup>2</sup>

Visibility mode  
 LC10  
 Spectral Analysis  
 Shear Stresses - Top  $\tau_{xy}$  [N/mm<sup>2</sup>]



Naprezanja koja se pojavljuju na manje od 0,5% površine konstrukcije su zanemarene jer se smatra kako ti lokalni ekstremi nisu mjerodavni za proračun.

Maksimalno naprezanje : 1,44 N/mm<sup>2</sup>

**Mjerodavno naprezanje iznosi 2,352 N/mm<sup>2</sup>**

*Nosivost fermacell ploče*

Svaki zid ima dvije fermacell ploče debljine 12,5 mm.

Karakteristična posmična nosivost:

$$f_{v,k} = 3,6 \text{ N/mm}^2$$

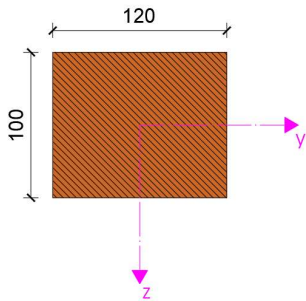
$$f_{v,d} = \frac{3,6}{2} * 2 = 3,6 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet :

$$f_{v,d} = 3,6 \text{ N/mm}^2 \geq 2,352 \text{ N/mm}^2 - \text{UVJET ZADOVOLJEN}$$

## Proračun nadvoja kata

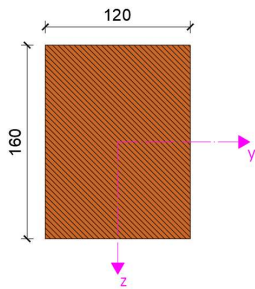
Poprečni presjek  $b/h = 120/100$  [mm], klasa drva – C24



Karakteristike poprečnog presjek:

Torzija	$J = 1983,59$	[cm <sup>4</sup> ]
Savijanje	$I_y = 1000,00$	[cm <sup>4</sup> ]
	$I_z = 1440,00$	[cm <sup>4</sup> ]
Površina popr. presjeka	$A = 120,00$	[cm <sup>2</sup> ]

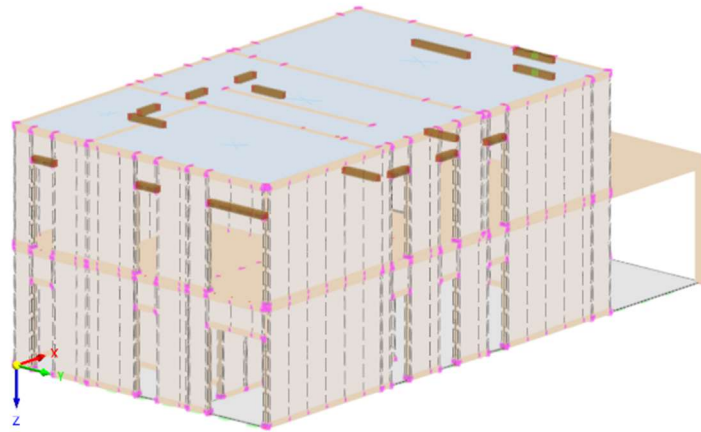
Poprečni presjek  $b/h = 120/160$  [mm], klasa drva – C24



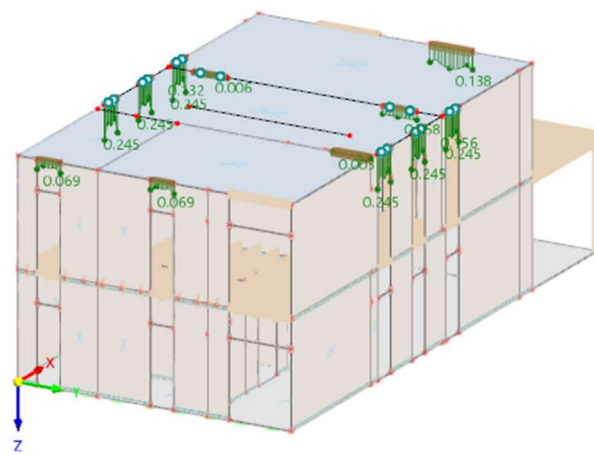
Karakteristike poprečnog presjek:

Torzija	$J = 4975,16$	[cm <sup>4</sup> ]
Savijanje	$I_y = 4096,00$	[cm <sup>4</sup> ]
	$I_z = 2304,00$	[cm <sup>4</sup> ]
Površina popr. presjeka	$A = 192,00$	[cm <sup>2</sup> ]

*Nadvoj dimenzija 12/10 cm*

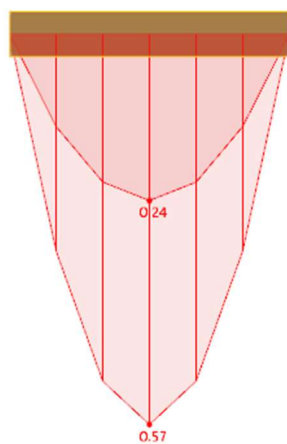


Provjera graničnih stanja

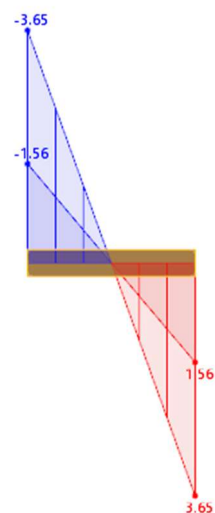


Unutarnje sile mjerodavnog nadvoja :

**Moment savijanja [kNm]**



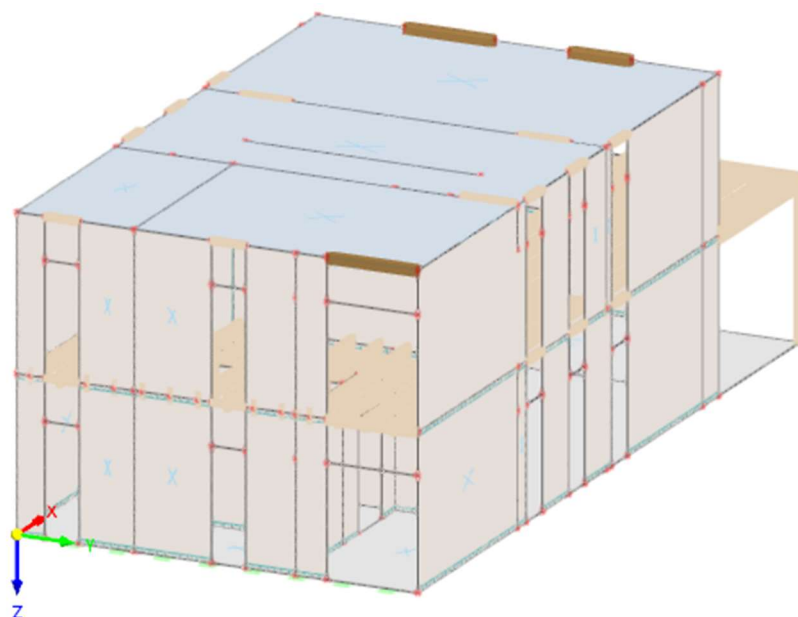
**Poprečna sila [kN]**



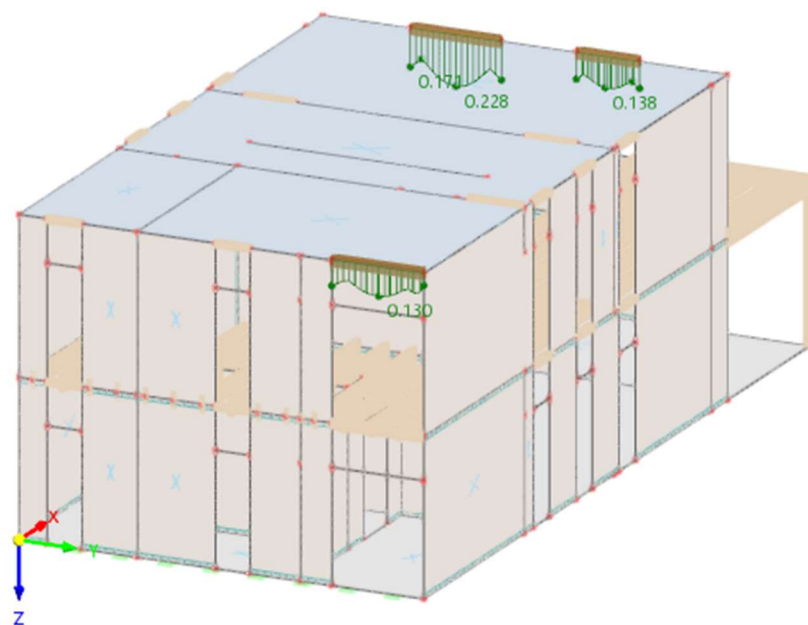
Provjera graničnih stanja mjerodavnog nadvoja :

Beam   2 - R_M1 120/100   L : 0.620 m									
580	0.000	∞	1	DS1	CO4	0.033	✓	SP1100.00	Section Proof   Tension along grain acc. to 6.1.2
			4	DS1	CO3	0.245	✓	SP3100.00	Section Proof   Shear in z-axis acc. to 6.1.7   Rectangular section
	0.310	½	7	DS1	CO3	0.197	✓	SP5100.00	Section Proof   Bending about y-axis and tensile axial force acc. to 6.2.3
	0.000	∞		DS2	CO8	0.000	✓	SE0100.01	Serviceability   Negligible deflection   Combination of actions 'Characteristic'
				DS3	CO11	0.000	✓	SE0100.02	Serviceability   Negligible deflection   Combination of actions 'Quasi-permanent 1'
				DS4	CO16	0.000	✓	SE0100.10	Serviceability   Negligible deflection of vibration
	0.310	½		DS2	CO8	0.097	✓	SE1200.01	Serviceability   Combination of actions 'Characteristic'   z-direction acc. to 7.2
				DS3	CO13	0.108	✓	SE1200.02	Serviceability   Combination of actions 'Quasi-permanent 1'   z-direction acc. to 7.2
				DS4	CO18	0.015	✓	SE2200.00	Serviceability   Vibration in z-direction

*Nadvoj dimenzija 12/16 cm*

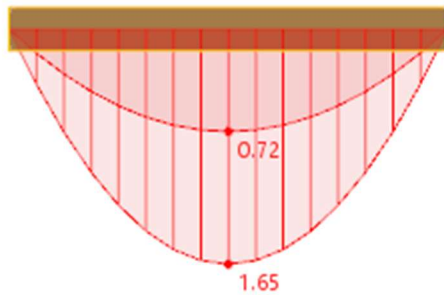


Provjera graničnih stanja

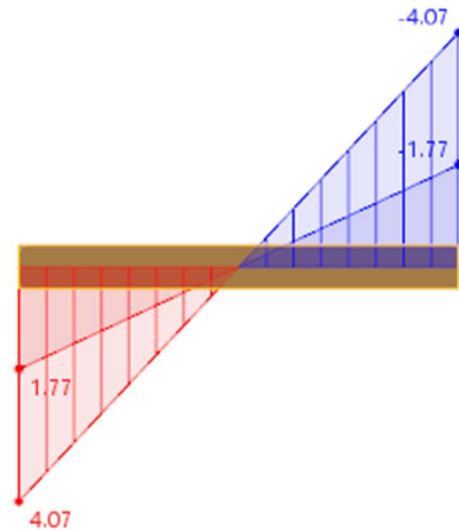


Unutarnje sile mjerodavnog nadvoja :

**Moment savijanja [kNm]**



**Poprečna sila [kN]**



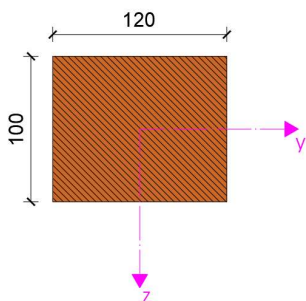
Provjera graničnih stanja mjerodavnog nadvoja :

Beam   5 - R_M1 120/160   L : 1.620 m									
575	0.000	≠	1	DS1	CO4	0.037	✓	SP1200.00	Section Proof   Compression along grain acc. to 6.1.4
			5	DS1	CO3	0.171	✓	SP3100.00	Section Proof   Shear in z-axis acc. to 6.1.7   Rectangular section
	0.810	½	1	DS1	CO3	0.195	✓	SP6100.00	Section Proof   Bending about y-axis and compressive axial force acc. to 6.2.4
	0.000	≠	1	DS1	CO4	0.045	✓	ST1300.00	Stability   Axial compression with buckling about both axes acc. to 6.3.2
	0.810	½	1	DS1	CO3	0.228	✓	ST1600.01	Stability   Bending about y-axis and compression with buckling about both axes acc. to 6.3.2
			1	DS1	CO3	0.075	✓	ST3100.00	Stability   Bending about y-axis and compression acc. to 6.3.3
	0.000	≠		DS2	CO6	0.000	✓	SE0100.01	Serviceability   Negligible deflection   Combination of actions 'Characteristic'
				DS3	CO11	0.000	✓	SE0100.02	Serviceability   Negligible deflection   Combination of actions 'Quasi-permanent 1'
				DS4	CO16	0.000	✓	SE0100.10	Serviceability   Negligible deflection of vibration
	0.810	½		DS2	CO8	0.149	✓	SE1200.01	Serviceability   Combination of actions 'Characteristic'   z-direction acc. to 7.2
				DS3	CO13	0.165	✓	SE1200.02	Serviceability   Combination of actions 'Quasi-permanent 1'   z-direction acc. to 7.2
				DS4	CO18	0.062	✓	SE2200.00	Serviceability   Vibration in z-direction



## Proračun nadvoja prizemlja

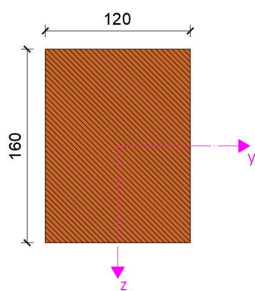
Poprečni presjek  $b/h = 120/100$  [mm], klasa drva – C24



Karakteristike poprečnog presjek:

Torzija	$J = 1983,59$	[cm <sup>4</sup> ]
Savijanje	$I_y = 1000,00$	[cm <sup>4</sup> ]
	$I_z = 1440,00$	[cm <sup>4</sup> ]
Površina popr. presjeka	$A = 120,00$	[cm <sup>2</sup> ]

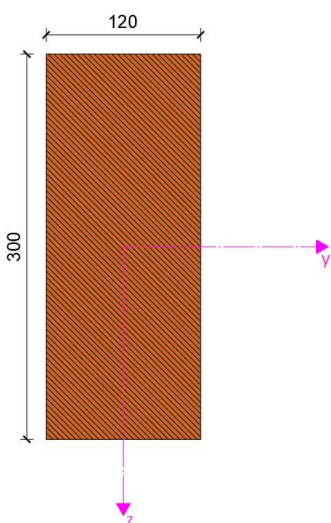
Poprečni presjek  $b/h = 120/160$  [mm], klasa drva – C24



Karakteristike poprečnog presjek:

Torzija	$J = 4975,16$	[cm <sup>4</sup> ]
Savijanje	$I_y = 4096,00$	[cm <sup>4</sup> ]
	$I_z = 2304,00$	[cm <sup>4</sup> ]
Površina popr. presjeka	$A = 192,00$	[cm <sup>2</sup> ]

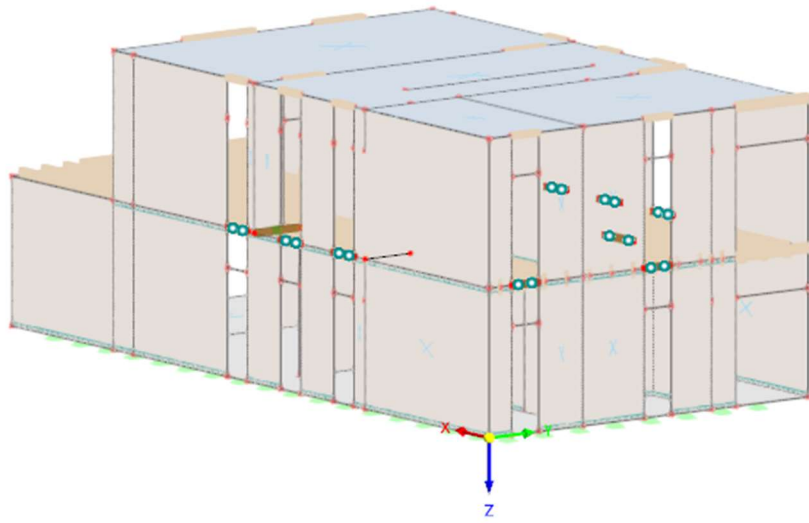
Poprečni presjek  $b/h = 120/300$  [mm], klasa drva – C24



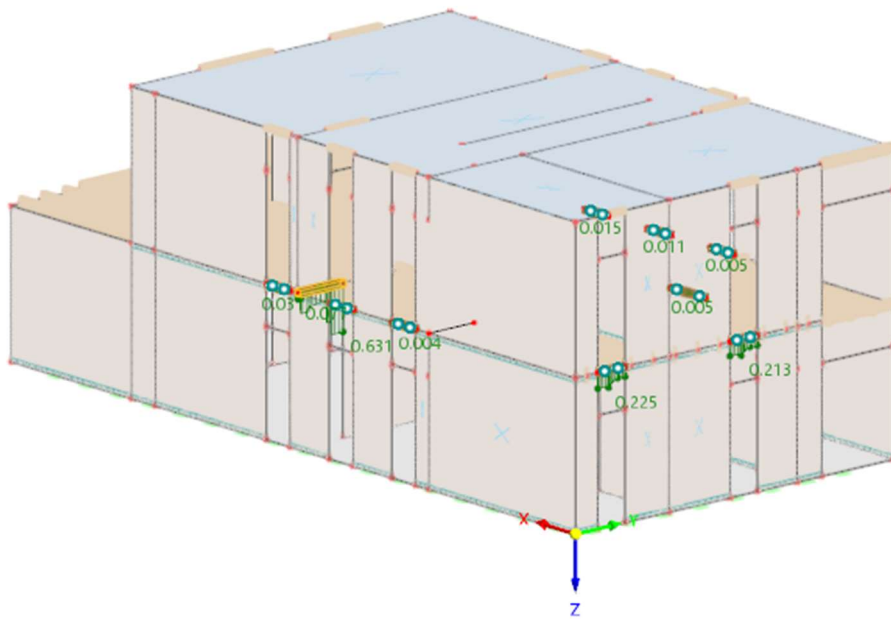
Karakteristike poprečnog presjek:

Torzija	$J = 12934,64$	[cm <sup>4</sup> ]
Savijanje	$I_y = 27000,00$	[cm <sup>4</sup> ]
	$I_z = 4320,00$	[cm <sup>4</sup> ]
Površina popr. presjeka	$A = 360,00$	[cm <sup>2</sup> ]

*Nadvoj dimenzija 12/10 cm*

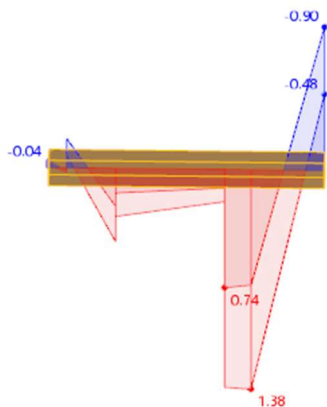


Provjera graničnih stanja

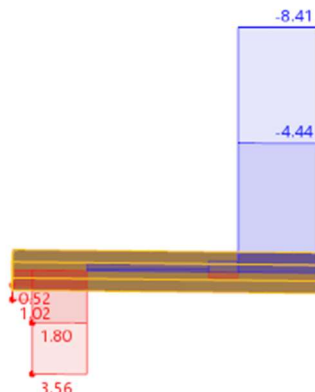


Unutarnje sile mjerodavnog nadvoja :

**Moment savijanja [kNm]**



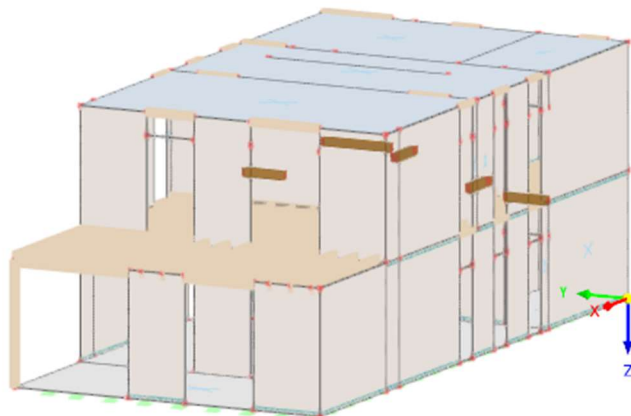
**Poprečna sila [kN]**



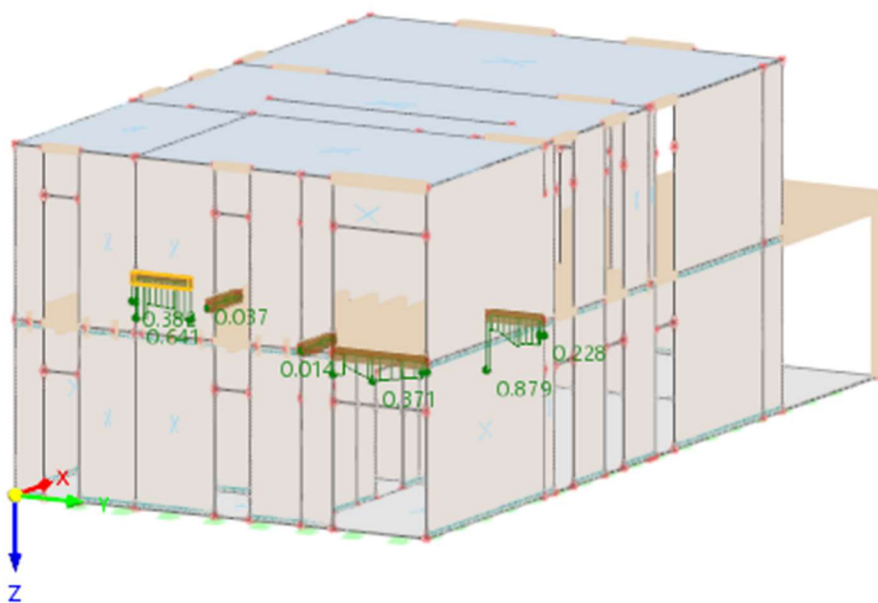
Provjera graničnih stanja mjerodavnog nadvoja :

Beam   2 - R_M1 120/100   L : 1.020 m									
595	0.248	1	DS1	CO4	0.104	✓	SP1100.00	Section Proof   Tension along grain acc. to 6.1.2	
	0.000	1	DS1	CO4	0.002	✓	SP1200.00	Section Proof   Compression along grain acc. to 6.1.4	
	1.020	4	DS1	CO4	0.631	✓	SP3100.00	Section Proof   Shear in z-axis acc. to 6.1.7   Rectangular section	
	0.000	2	DS1	CO4	0.006	✓	SP3200.00	Section Proof   Shear in y-axis acc. to 6.1.7   Rectangular section	
		1	DS1	CO5	0.011	✓	SP4100.00	Section Proof   Bending about y-axis acc. to 6.1.6	
	0.748	7	DS1	CO4	0.470	✓	SP5100.00	Section Proof   Bending about y-axis and tensile axial force acc. to 6.2.3	
	0.650	7	DS1	CO4	0.464	✓	SP5300.00	Section Proof   Biaxial bending and tensile axial force acc. to 6.2.3	
	0.000	7	DS1	CO4	0.013	✓	SP6100.00	Section Proof   Bending about y-axis and compressive axial force acc. to 6.2.4	
			DS2	CO6	0.000	✓	SE0100.01	Serviceability   Negligible deflection   Combination of actions 'Characteristic'	
			DS3	CO11	0.000	✓	SE0100.02	Serviceability   Negligible deflection   Combination of actions 'Quasi-permanent 1'	
			DS4	CO16	0.000	✓	SE0100.10	Serviceability   Negligible deflection of vibration	
	0.650		DS2	CO10	0.165	✓	SE1200.01	Serviceability   Combination of actions 'Characteristic'   z-direction acc. to 7.2	
			DS3	CO15	0.194	✓	SE1200.02	Serviceability   Combination of actions 'Quasi-permanent 1'   z-direction acc. to 7.2	
			DS4	CO19	0.054	✓	SE2200.00	Serviceability   Vibration in z-direction	

*Nadvoj dimenzija 12/16 cm*

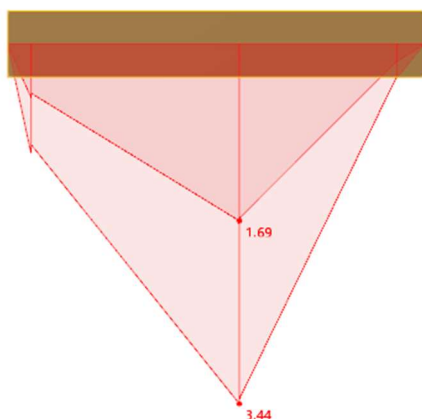


Provjera graničnih stanja

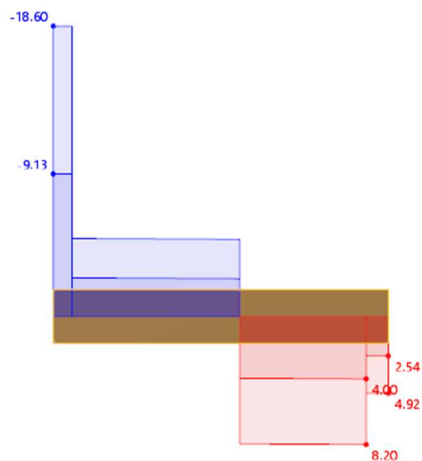


Unutarnje sile mjerodavnog nadvoja :

**Moment savijanja [kNm]**



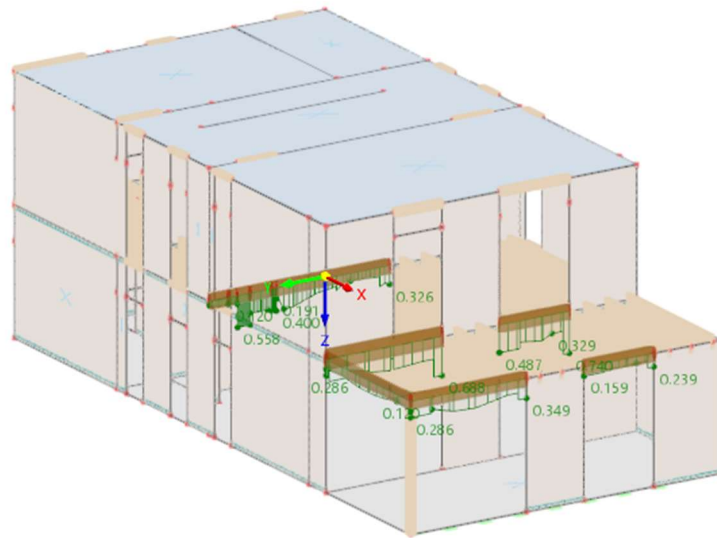
**Poprečna sila [kN]**



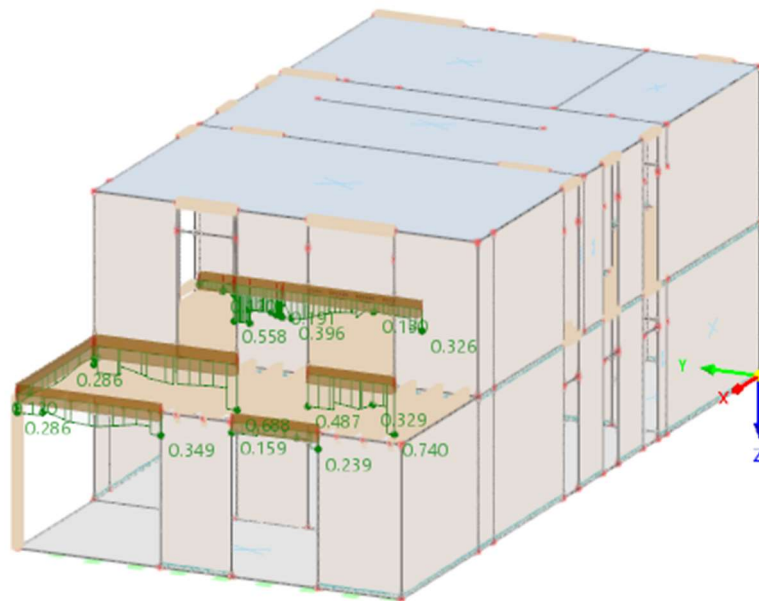
Provjera graničnih stanja mjerodavnog nadvoja :

Beam   5 - R_M1 120/160   L : 1.000 m									
592	0.066	4	DS1	CO4	0.018	✓	SP2100.00	Section Proof   Shear due to torsion acc. to 6.1.8	
	1.000	5	DS1	CO4	0.879	✓	SP3100.00	Section Proof   Shear in z-axis acc. to 6.1.7   Rectangular section	
	0.444	2	DS1	CO4	0.010	✓	SP3200.00	Section Proof   Shear in y-axis acc. to 6.1.7   Rectangular section	
	0.600	1	DS1	CO5	0.314	✓	SP4100.00	Section Proof   Bending about y-axis acc. to 6.1.6	
592	0.444	1	DS1	CO4	0.460	✓	SP4300.00	Section Proof   Biaxial bending acc. to 6.1.6	
	0.444	1	DS1	CO4	0.455	✓	ST2100.00	Stability   Flexural member without compression force   Bending about y-axis acc. to 6.3.3	
	0.000	5	DS2	CO6	0.000	✓	SE0100.01	Serviceability   Negligible deflection   Combination of actions 'Characteristic'	
			DS3	CO11	0.000	✓	SE0100.02	Serviceability   Negligible deflection   Combination of actions 'Quasi-permanent 1'	
			DS4	CO16	0.000	✓	SE0100.10	Serviceability   Negligible deflection of vibration	
	0.444	1	DS2	CO10	0.203	✓	SE1200.01	Serviceability   Combination of actions 'Characteristic'   z-direction acc. to 7.2	
			DS3	CO15	0.237	✓	SE1200.02	Serviceability   Combination of actions 'Quasi-permanent 1'   z-direction acc. to 7.2	
			DS4	CO19	0.064	✓	SE2200.00	Serviceability   Vibration in z-direction	

*Nadvoj dimenzija 12/30 cm*

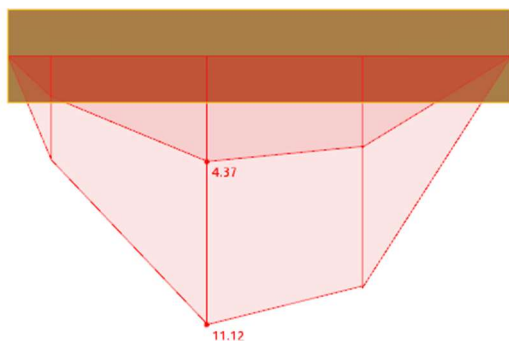


Provjera graničnih stanja

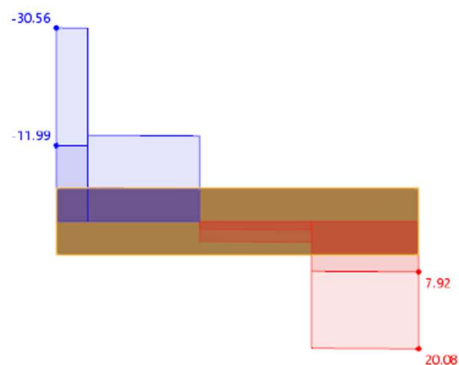


Unutarnje sile mjerodavnog nadvoja :

**Moment savijanja [kNm]**



**Poprečna sila [kN]**

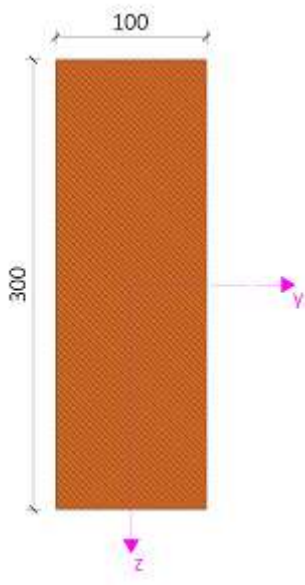


Provjera graničnih stanja mjerodavnog nadvoja :

Beam   3 - R_M1 120/300   L: 1.620 m									
566	1.480	1	DS1	CO4	0.024	✓	SP1100.00	Section Proof   Tension along grain acc. to 6.1.2	
	1.620	4	DS1	CO4	0.740	✓	SP3100.00	Section Proof   Shear in z-axis acc. to 6.1.7   Rectangular section	
	0.480	2	DS1	CO4	0.002	✓	SP3200.00	Section Proof   Shear in y-axis acc. to 6.1.7   Rectangular section	
	0.810	7	DS1	CO4	0.406	✓	SP5100.00	Section Proof   Bending about y-axis and tensile axial force acc. to 6.2.3	
	0.980	9	DS1	CO4	0.427	✓	SP5300.00	Section Proof   Biaxial bending and tensile axial force acc. to 6.2.3	
		1	DS1	CO4	0.402	✓	ST2100.00	Stability   Flexural member without compression force   Bending about y-axis acc. to 6.3.3	
	0.000		DS2	CO6	0.000	✓	SE0100.01	Serviceability   Negligible deflection   Combination of actions 'Characteristic'	
			DS3	CO11	0.000	✓	SE0100.02	Serviceability   Negligible deflection   Combination of actions 'Quasi-permanent 1'	
			DS4	CO16	0.000	✓	SE0100.10	Serviceability   Negligible deflection of vibration	
	0.810	7	DS2	CO10	0.194	✓	SE1200.01	Serviceability   Combination of actions 'Characteristic'   z-direction acc. to 7.2	
		DS3	CO15	0.218	✓	SE1200.02	Serviceability   Combination of actions 'Quasi-permanent 1'   z-direction acc. to 7.2		
		DS4	CO19	0.090	✓	SE2200.00	Serviceability   Vibration in z-direction		

## Proračun međukatne konstrukcije

Poprečni presjek  $b/h = 100/300$  [mm], klasa drva – C24



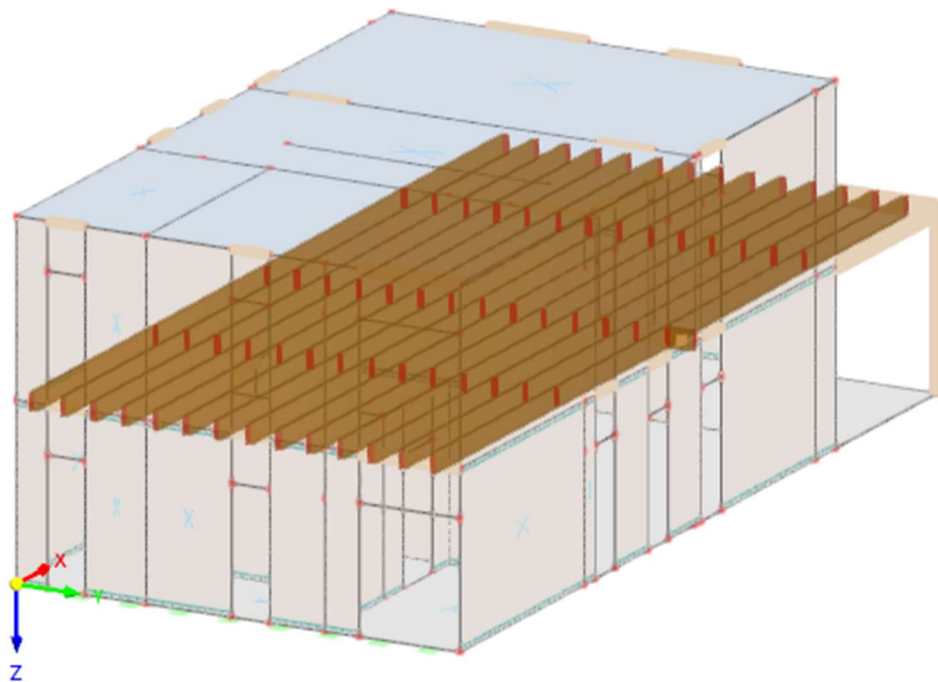
Karakteristike poprečnog presjeka:

Torzija	$J = 7902,14$	[cm <sup>4</sup> ]
Savijanje	$I_y = 22500,00$	[cm <sup>4</sup> ]
	$I_z = 2500,00$	[cm <sup>4</sup> ]
Površina popr. presjeka	$A = 300,00$	[cm <sup>2</sup> ]

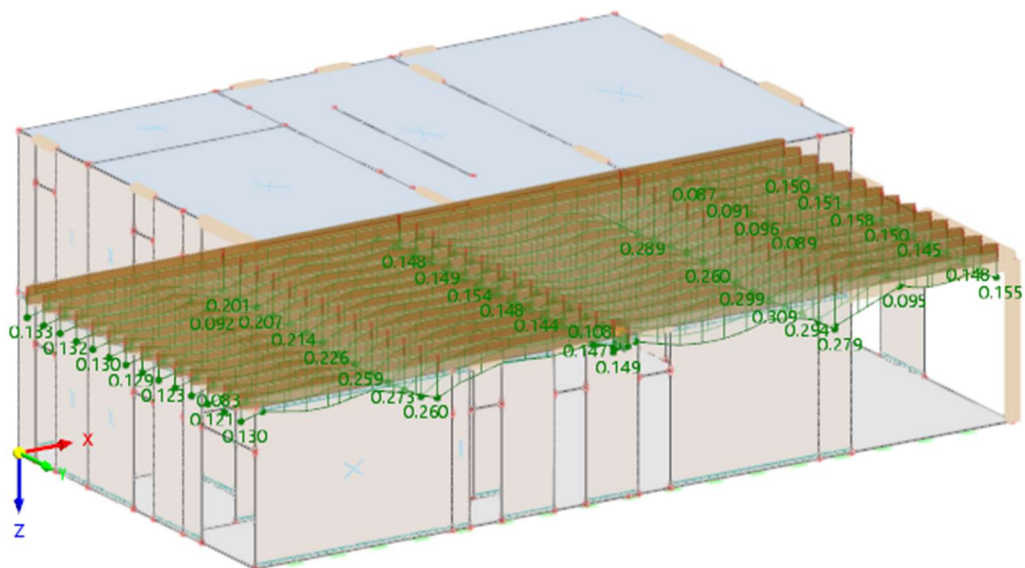


# PRORAČUN POZICIJA

Poprečni presjek 10/30 cm

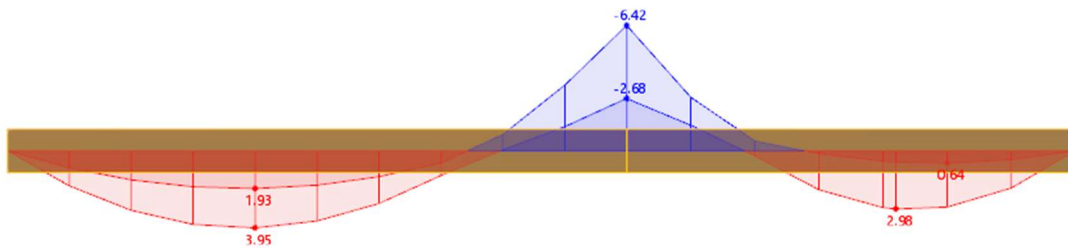


Provjera graničnih stanja :

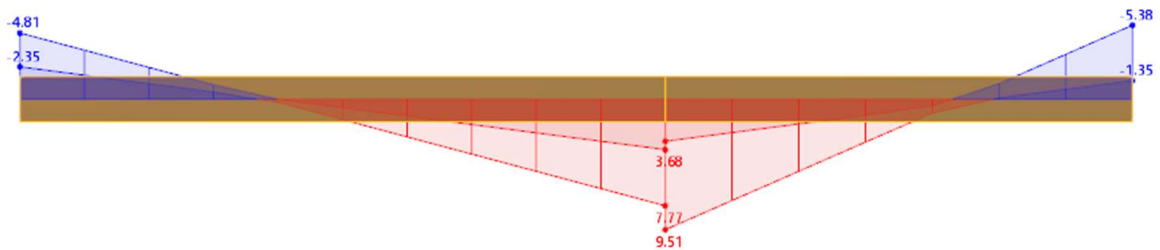


Unutarnje sile mjerodavnog panela :

Moment savijanja [kNm]



Poprečna sila [kN]



Provjera graničnih stanja mjerodavnog nadvoja :

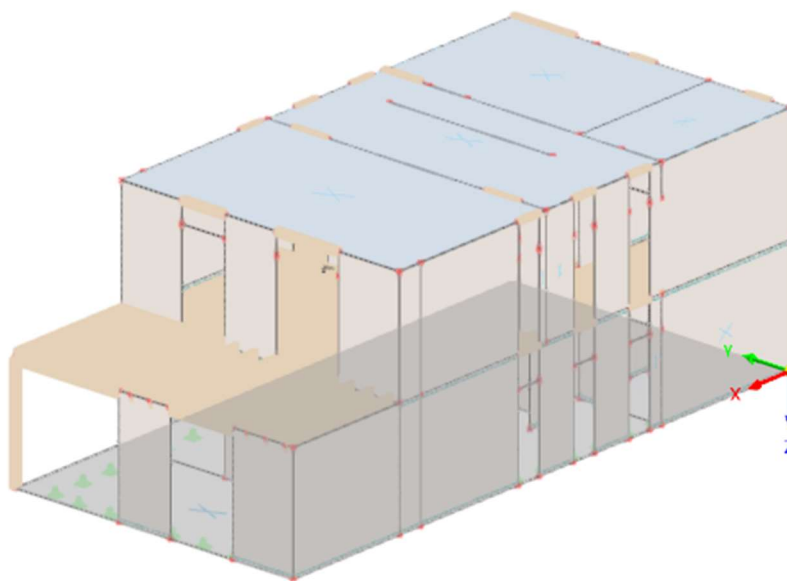
Id	Beam	Position	Design	Code	Value	Status	Check	Code	Description
281	Beam   6 - R_M1 100/300   L : 3.103 m	0.000	4	DS1	CO4	0.269	✓	SP3100.00	Section Proof   Shear in z-axis acc. to 6.1.7   Rectangular section
		2.216	1	DS1	CO3	0.105	✓	SP4100.00	Section Proof   Bending about y-axis acc. to 6.1.6
		0.886	1	DS1	CO2	0.001	✓	SP4200.00	Section Proof   Bending about z-axis acc. to 6.1.6
		0.000	1	DS1	CO4	0.284	✓	SP4300.00	Section Proof   Biaxial bending acc. to 6.1.6
			7	DS1	CO4	0.282	✓	ST2100.00	Stability   Flexural member without compression force   Bending about y-axis acc. to 6.3.3
				DS2	CO6	0.000	✓	SE0100.01	Serviceability   Negligible deflection   Combination of actions 'Characteristic'
				DS3	CO11	0.000	✓	SE0100.02	Serviceability   Negligible deflection   Combination of actions 'Quasi-permanent 1'
				DS4	CO16	0.000	✓	SE0100.10	Serviceability   Negligible deflection of vibration
		1.330		DS2	CO10	0.005	✓	SE1100.01	Serviceability   Combination of actions 'Characteristic'   y-direction acc. to 7.2
				DS3	CO15	0.005	✓	SE1100.02	Serviceability   Combination of actions 'Quasi-permanent 1'   y-direction acc. to 7.2
		1.773		DS2	CO10	0.076	✓	SE1200.01	Serviceability   Combination of actions 'Characteristic'   z-direction acc. to 7.2
		1.862		DS3	CO15	0.077	✓	SE1200.02	Serviceability   Combination of actions 'Quasi-permanent 1'   z-direction acc. to 7.2
		1.330		DS4	CO19	0.004	✓	SE2100.00	Serviceability   Vibration in y-direction
		1.862		DS4	CO19	0.050	✓	SE2200.00	Serviceability   Vibration in z-direction
282	Beam   6 - R_M1 100/300   L : 4.286 m	0.000	1	DS1	CO4	0.000	✓	SP2100.00	Section Proof   Shear due to torsion acc. to 6.1.8
			4	DS1	CO4	0.234	✓	SP3100.00	Section Proof   Shear in z-axis acc. to 6.1.7   Rectangular section
		3.429	1	DS1	CO1	0.094	✓	SP4100.00	Section Proof   Bending about y-axis acc. to 6.1.6
		0.000	3	DS1	CO4	0.287	✓	SP4300.00	Section Proof   Biaxial bending acc. to 6.1.6
			7	DS1	CO4	0.300	✓	ST2100.00	Stability   Flexural member without compression force   Bending about y-axis acc. to 6.3.3
				DS2	CO6	0.000	✓	SE0100.01	Serviceability   Negligible deflection   Combination of actions 'Characteristic'
				DS3	CO11	0.000	✓	SE0100.02	Serviceability   Negligible deflection   Combination of actions 'Quasi-permanent 1'
				DS4	CO16	0.000	✓	SE0100.10	Serviceability   Negligible deflection of vibration
		1.715		DS2	CO9	0.010	✓	SE1100.01	Serviceability   Combination of actions 'Characteristic'   y-direction acc. to 7.2
				DS3	CO14	0.012	✓	SE1100.02	Serviceability   Combination of actions 'Quasi-permanent 1'   y-direction acc. to 7.2
		2.572		DS2	CO9	0.135	✓	SE1200.01	Serviceability   Combination of actions 'Characteristic'   z-direction acc. to 7.2
				DS3	CO14	0.159	✓	SE1200.02	Serviceability   Combination of actions 'Quasi-permanent 1'   z-direction acc. to 7.2
		1.715		DS4	CO19	0.015	✓	SE2100.00	Serviceability   Vibration in y-direction
		2.572		DS4	CO19	0.189	✓	SE2200.00	Serviceability   Vibration in z-direction

## Proračun temeljne ploče

Ulazni parametri:

- beton temeljne ploče i zidova C30/37, zaštitni sloj 35 mm
- rebrasta armatura B500B i mrežasta armatura B500B
- temeljna ploča prizemlja debljine 25 cm
- sloj drobljenog kamena ispod podložnog betona zbijenosti  $M_s = 60$  MPa
- dopuštena nosivost tla  $\sigma_{dop} = 180$  kN/m<sup>2</sup>
- koef.reakcije temeljnog tla  $k = 5000$  kN/m<sup>3</sup>
- kut unutarnjeg trenja tla  $\varphi = 25^\circ$

Prije početka izvođenja temeljne konstrukcije potrebno je ukloniti površinski sloj tla (zemljani materijal tj. humus tj. sve do pojave sraslog tla i/ili matične stijenske mase). Nakon toga pristupiti iskopu za temeljnu ploču. Temeljenje objekta izvesti na sraslom tlu i/ili matičnoj stijenskoj masi. Temeljenje izvesti na dubini minimalno 70 cm od gornje kote uređenog terena (u tlu pogodnom za temeljenje) radi zaštite temeljnog tla od smrzavanja. Ukoliko se uoči tlo lošije kvalitete od navedenog potrebno je produbiti iskop sve do pojave nosivog tla odgovarajućih svojstava ili osigurati navedene parametre.



## Karakteristike materijala

### Beton C30/37

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20,00 \text{ N/mm}^2$$

### Armatura B500B

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ N/mm}^2$$

### **Temeljna ploča h = 25 cm**

-minimalna armatura:

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 100 \cdot 21,5 = 2,80 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 0,26 \cdot 100 \cdot 21,5 \cdot \frac{2,9}{500} = 3,24 \text{ cm}^2/m \quad \text{-mjerodavno}$$

-maksimalna armatura:

$$A_{s1,max} = 0,040 \cdot A_c = 0,040 \cdot 100 \cdot 25 = 100,00 \text{ cm}^2/m$$

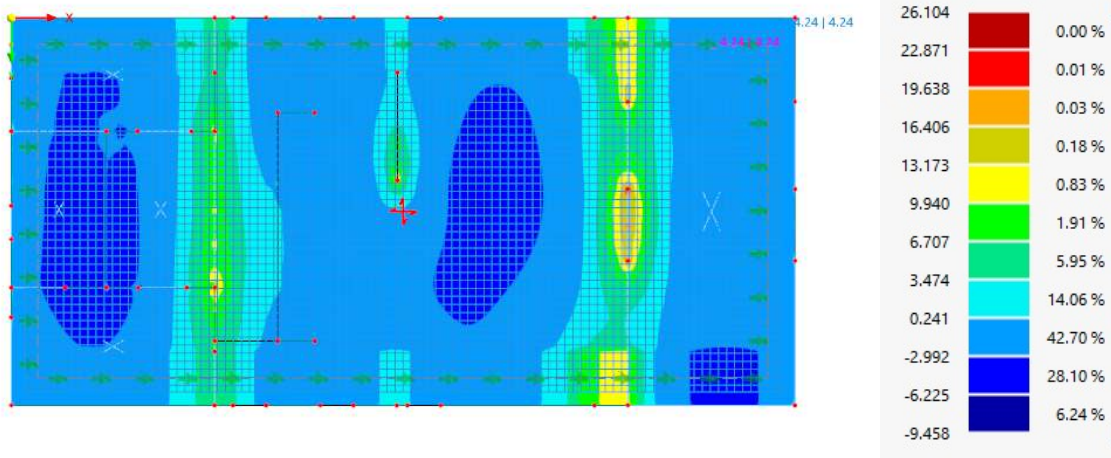
$$A_{s1,max} = 0,022 \cdot A_c = 0,022 \cdot 100 \cdot 25 = 55,00 \text{ cm}^2/m \quad \text{-mjerodavno}$$

Odabrana armatura mora biti veća od potrebne i mora se nalaziti u području između minimalne i maksimalne armature:

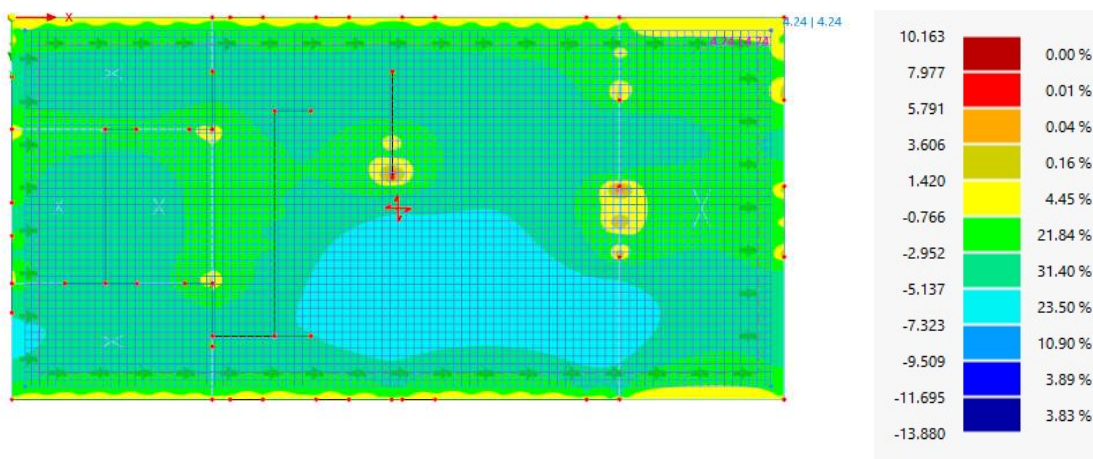
$$A_{s1,min} < A_{s1,prov} < A_{s1,max}$$

Dijagram momenta savijanja (kNm/m')

u X smjeru -  $m_x$

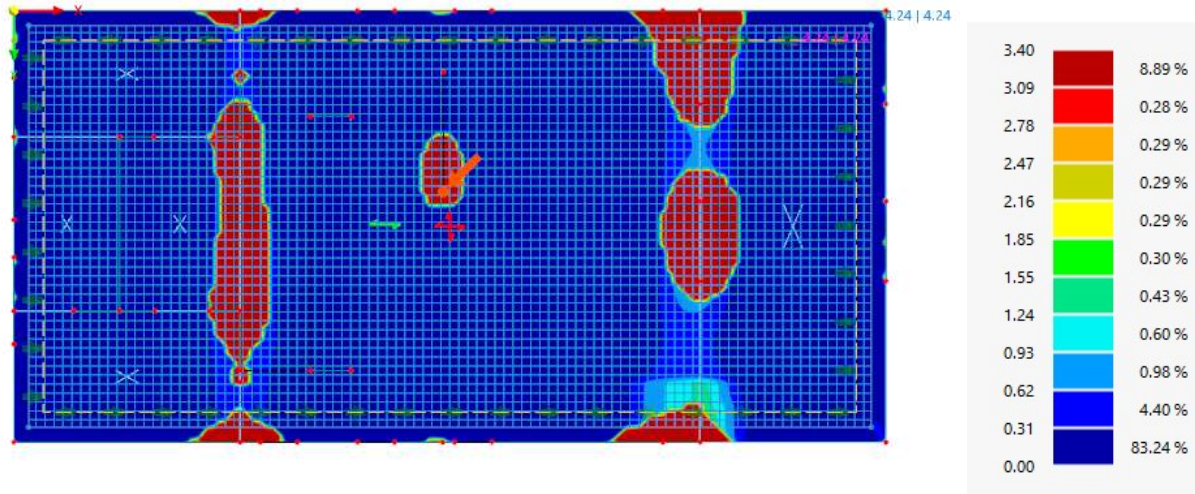


u Y smjeru -  $m_y$

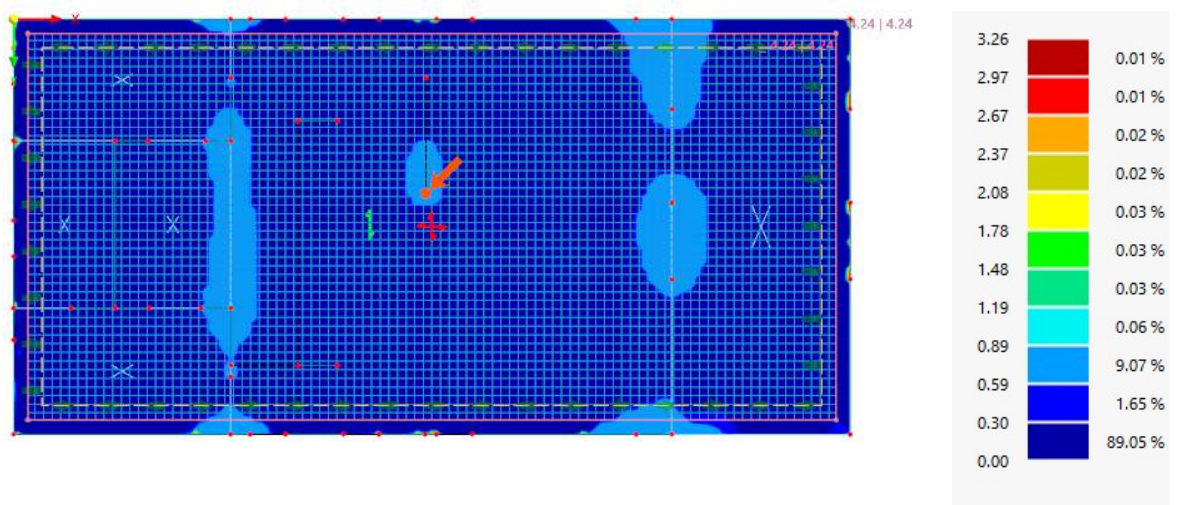


## Armatura temeljne ploče

Dijagram armature donje zone u X smjeru ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )

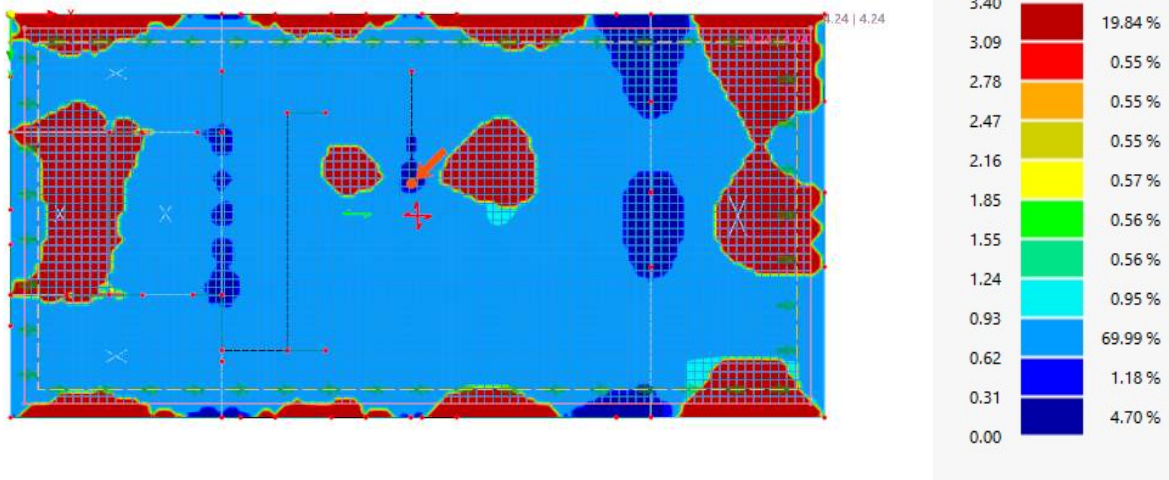


Dijagram armature donje zone u Y smjeru ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )

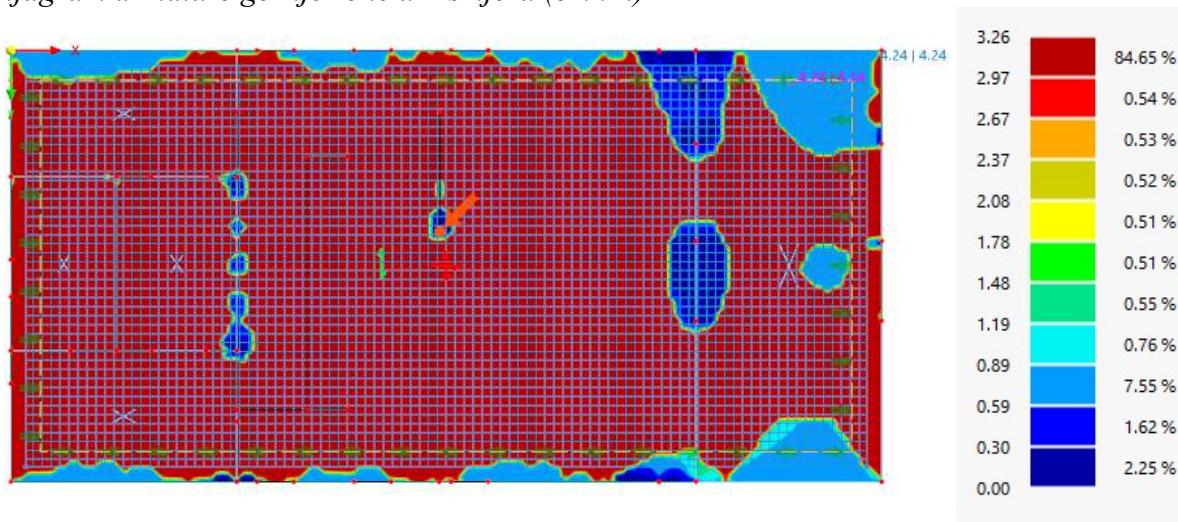


- minimalna armatura za ploču debljine  $d=25$  cm,  $A_{s,\min} = 3,24 \text{ cm}^2/\text{m}'$
- donju zonu ploče armirati mrežama Q-424 (B 500B)
- rubove ploče povezati sa temeljnim trakama U vilicama  $\Phi 10/15$  cm

Dijagram armature gornje zone u X smjeru ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



Dijagram armature gornje zone u Y smjeru ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )



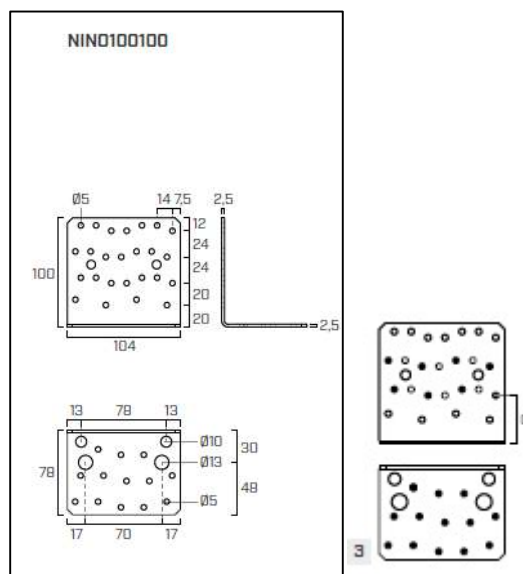
minimalna armatura za ploču debljine  $d=25\text{ cm}$ ,  $A_{s,\text{min}} = 3,24\text{cm}^2/\text{m}'$

- gornju zonu ploče armirati mrežama Q-424 (B 500B)
- rubove ploče povezati sa temeljnim trakama U vilicama  $\Phi 10/15\text{ cm}$

## Proračun spojnih sredstava

### Spoj zid – panel

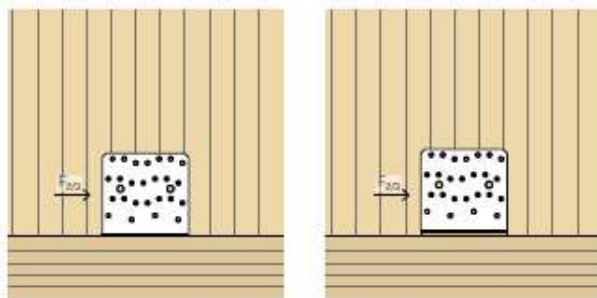
Spoj zid panel biti će izveden uz pomoć NINO spojnih sredstava.



NINO100100

configuration	n <sub>y</sub> holes Ø5	H <sub>B max</sub> [mm]				H <sub>SP min</sub> (mm)
		CLT		C/GL		
		nails LBA Ø4	screws LBS Ø5	nails LBA Ø4	screws LBS Ø5	
pattern 1	14	0	10	-	-	-
pattern 2	14	0	10	-	-	-
pattern 3	8	-	-	27	27	60
pattern 4	8	-	-	7	7	60
pattern 5	4	-	-	7	7	38
pattern 6	14	24	34	-	-	-
pattern 7	14	0	10	-	-	-
pattern 8	8	-	-	51	51	120
pattern 10	8	-	-	7	7	60
pattern 11	4	-	-	27	27	60
pattern 12	4	-	-	7	7	38





configuration	type	holes fastening Ø5			R <sub>2/3,k</sub> timber		R <sub>2/3,ser</sub> [kN/mm]
		Ø x L [mm]	n <sub>v</sub> pcs	n <sub>h</sub> pcs	no XYLOFON [kN]	XYLOFON [kN]	
pattern 1	LBA nails	Ø4,0 x 60	14	13 + 2 VGS Ø9 x 140	38,1	34,6	R <sub>2/3,k</sub> timber/5
	LBS screws	Ø5,0 x 50			18,5	16,9	
pattern 2	LBA nails	Ø4,0 x 60	14	13	17,2	9,4	
	LBS screws	Ø5,0 x 50			9,5	7,4	
pattern 3	LBA nails	Ø4,0 x 60	8	13	9,8	8,9	
	LBS screws	Ø5,0 x 50			9,1	7,4	
pattern 4	LBA nails	Ø4,0 x 60	8	13	11,3	9,4	
	LBS screws	Ø5,0 x 50			9,5	7,4	
pattern 5	LBA nails	Ø4,0 x 60	4	13	9,8	8,9	
	LBS screws	Ø5,0 x 50			9,0	7,4	

Otpornost spojnog sredstva na posmik:

$$R_d = \frac{k_{mod} \cdot R_k}{\gamma_M} = \frac{0,8 \cdot 9,8}{1,3} = 6,03 \text{ kN}$$

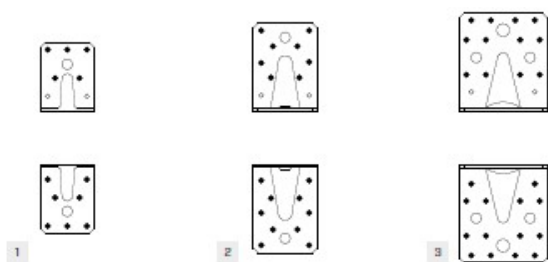
Maksimalna sila koja se javlja na spoju zida kata I panela iznosi 2,72 kN/m'

Na vanjske zidove prizemlja biti će postavljeni

Nosivost spojnog sredstva – razmak 150 cm

$$\frac{R_d}{m'} = 6,03 \times 1,50 \text{ kom} = 4,02 \text{ kN} > F = 2,72 \text{ kN/m}$$

## Proračun spoja rešetka - zid



KOD	BROJ PRIČVRŠNIKA			KARAKTERISTIČNE VRIJEDNOSTI		
	pričvršćenje rupa Ø5			$R_{2/3,k}$ [kN]	$R_{1,k}$ [kN]	$R_{4/5,k}^*$ [kN]
	tip	Ø x d (mm)	$n_v$ kom.			
1 WBR070	čavli LBA	Ø4,0 x 60	12	3,9	1,7	2,0
2 WBR090	čavli LBA	Ø4,0 x 60	18	5,6	3,1	3,7
3 WBR100	čavli LBA	Ø4,0 x 60	26	8,9	3,8	4,6

Otpornost spojnog sredstva na odizanje rešetke:

$$R_d = \frac{R_k \times k_{mod}}{\gamma_m}$$

$$R_d = \frac{1,7 \times 0,8}{1,3} = 1,04 \text{ kN}$$

U mjerodavnim kombinacijama ne javlja se sila odizanja.

Otpornost spojnog sredstva na poprečno djelovanje:

$$R_d = \frac{R_k \times k_{mod}}{\gamma_m}$$

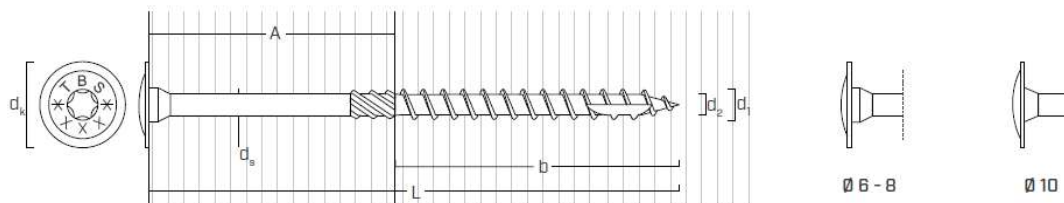
$$R_d = \frac{3,9 \times 0,8}{1,3} = 2,4 \text{ kN}$$

Mjerodavna sila poprečnu silu na spojno sredstvo iznosi  $R_d = 1,27 \text{ kN}$ .

Postavljaju se po jedno spojno sredstvo sa svake strane rešetke.

# Proračun spoja panel - zid

## Spoj vijkom TBS



geometrija				SMIK		VLAK		
				drvo - drvo	panel - ploča-drvo <sup>(1)</sup>	izvlačenje navoja <sup>(2)</sup>	penetracija glave	
<b>d<sub>1</sub></b> [mm]	<b>L</b> [mm]	<b>b</b> [mm]	<b>A</b> [mm]	<b>R<sub>v,k</sub></b> [kN]	<b>R<sub>v,k</sub></b> [kN]	<b>R<sub>ak,k</sub></b> [kN]	<b>R<sub>haad,k</sub></b> [kN]	
<b>6</b>	60	40	20	1,89	S <sub>PKN</sub> = 50 mm	1,11	3,03	2,72
	70	40	30	2,15		1,68	3,03	2,72
	80	50	30	2,15		2,14	3,79	2,72
	90	50	40	2,35		2,50	3,79	2,72
	100	60	40	2,35		2,50	4,55	2,72
	120	75	45	2,35		2,50	5,68	2,72
	140	75	65	2,35		2,50	5,68	2,72
	160	75	85	2,35		2,50	5,68	2,72
	180	75	105	2,35		2,50	5,68	2,72
	200	75	125	2,35		2,50	5,68	2,72
	220	100	120	2,35		2,50	7,58	2,72
	240	100	140	2,35		2,50	7,58	2,72
	260	100	160	2,35		2,50	7,58	2,72
	280	100	180	2,35		2,50	7,58	2,72
300	100	200	2,35	2,50	7,58	2,72		
<b>8</b>	40	32	8	1,08	S <sub>PKN</sub> = 65 mm	-	3,23	4,09
	60	52	8	1,08		-	5,25	4,09
	80	52	28	3,02		2,03	5,25	4,09
	100	80	20	2,71		3,22	8,08	4,09
	120	80	40	3,41		3,89	8,08	4,09
	140	80	60	3,70		3,89	8,08	4,09
	160	100	60	3,70		3,89	10,10	4,09
	180	100	80	3,70		3,89	10,10	4,09
	200	100	100	3,70		3,89	10,10	4,09
	220	100	120	3,70		3,89	10,10	4,09
	240	100	140	3,70		3,89	10,10	4,09
	260	100	160	3,70		3,89	10,10	4,09
	280	100	180	3,70		3,89	10,10	4,09
	300	100	200	3,70		3,89	10,10	4,09
	320	100	220	3,70		3,89	10,10	4,09
	340	100	240	3,70		3,89	10,10	4,09
360	100	260	3,70	3,89	10,10	4,09		
380	100	280	3,70	3,89	10,10	4,09		
400	100	300	3,70	3,89	10,10	4,09		
440	100	340	3,70	3,89	10,10	4,09		
480	100	380	3,70	3,89	10,10	4,09		
520	100	420	3,70	3,89	10,10	4,09		

Otpornost spojnog sredstva na posmik:

$$R_d = \frac{R_k \times k_{\text{mod}}}{\gamma_m}$$

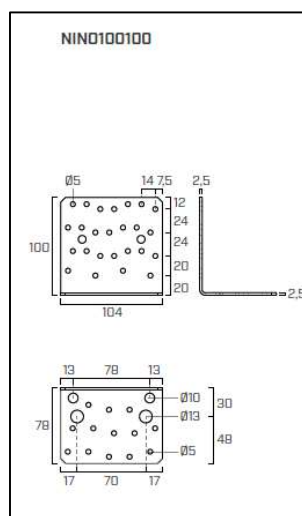
$$R_d = \frac{3,7 \times 0,8}{1,3} = 2,27 \text{ kN}$$

2,27 kN -Nosivost spojnog sredstva u spoju

Maksimalna sila koja se javlja na spoju zida kata I panela iznosi 2,72 kN/m'.

TBS vijci postavljaju se na spoj međukatne konstrukcije i zida na razmaku od 50 cm.

## Spoj zida prizemlja s temeljem



NINO100100

TIMBER STRENGTH

configuration	TIMBER				CONCRETE			
	holes fastening Ø5 type	Ø x L [mm]	n <sub>v</sub> pcs	R <sub>2/3,k,timber</sub> [kN]	K <sub>2/3,ser</sub> [kN/mm]	holes fastening Ø13 Ø [mm]	n <sub>H</sub> pcs	e <sub>y</sub> [mm]
pattern 6	LBA nails	Ø4,0 x 60	14	18,1	R <sub>2/3,k,timber</sub> /5	M12	2	30
	LBS screws	Ø5,0 x 50		7,2				
pattern 7	LBA nails	Ø4,0 x 60	14	18,1				
	LBS screws	Ø5,0 x 50	9,8					
pattern 8	LBA nails	Ø4,0 x 60	8	5,8				
	LBS screws	Ø5,0 x 50	4,9					
pattern 10	LBA nails	Ø4,0 x 60	8	11,2				
	LBS screws	Ø5,0 x 50	9,4					
pattern 11	LBA nails	Ø4,0 x 60	4	9,3		R <sub>2/3,k,timber</sub> /2		
	LBS screws	Ø5,0 x 50	4,2					
pattern 12	LBA nails	Ø4,0 x 60	4	9,3				
	LBS screws	Ø5,0 x 50	6,3					

Otpornost spojnog sredstva na posmik:

$$R_d = \frac{R_k \times k_{mod}}{\gamma_m}$$

$$R_d = \frac{9,3 \times 0,8}{1,3} = 5,72 \text{ kN}$$

## *Literatura*

- (1) UNEP. 2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-Emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector; UNEP: Nairobi, Kenya, 2022.
- (2) Akhtar, A.; Sarmah, A.K. Construction and demolition waste generation and properties of recycled aggregate concrete: A global perspective. *J. Clean. Prod.* 2018, 186, 262–281.
- (3) Tavares, V.; Lacerda, N.; Freire, F. Embodied energy and greenhouse gas emissions analysis of a prefabricated modular house: The “Moby” case study. *J. Clean. Prod.* 2019, 212, 1044–1053.
- (4) Smith, R. *Prefab Architecture: A Guide to Modular Design and Construction*; John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, NJ, USA, 2010
- (5) Carvalho, L.F.; Jorge, L.F.C.; Jerónimo, R. Plug-and-Play Multistory Mass Timber Buildings: Achievements and Potentials. *J. Archit. Eng.* **2020**, 26, 04020011
- (6) Schuster, S.; Geier, S. CircularWOOD—Towards Circularity in Timber Construction in the German Context. *IOP Conf. Ser. Earth Env. Sci. Inst. Phys.* **2022**, 1078, 012030
- (7) Premrov, M.; Dobrila, P.; Bedenik, B.S. Approximate analytical solutions for diagonal reinforced timber-framed walls with fibre-plaster coating material. *Constr. Build Mater.* **2004**, 18, 727–735

*Prilozi*

- |   |            |
|---|------------|
| 1. Proračun krovnih rešetki                       | (str. 1-4) |
| 2. Izvedbena dokumentacija prizemlja              | M 1:50     |
| 3. Izvedbena dokumentacija međukatne konstrukcije | M 1:50     |
| 4. Izvedbena dokumentacija kata                   | M 1:50     |

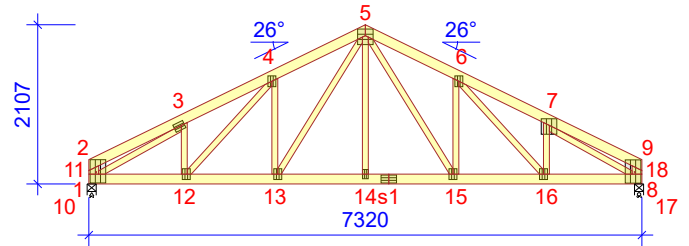
**Truss calculation performed with computer program MiTek Pamir**

Version: 2023.3d (144855)

Program developed by: MiTek Europe

**Project ID**

Project code : S1  
 Job number : DIPLOMSKI - ALBA  
 Code type number : S1  
 Drawing number :

**Standard loads****Dead load**Roof 0,65 kN/m<sup>2</sup>Ceiling 0,26 kN/m<sup>2</sup>

Self-weight has been added

**Blanket load**Category H imposed load added for roof maintenance 0,75 kN/m<sup>2</sup>**Snow load**

Snow zone: User defined

Sk 1,25 kN/m<sup>2</sup>

Thermal coefficient (Ct) 1

Exposure coefficient (Ce) 1

Altitude above sea level 200 m

Overhanging snow load - Left No

Overhanging snow load - Right No

Snow fence - Left No

Snow fence - Right No

**Wind load**

Terrain category Cat 3. Terrain with regular cover of vegetation or buildings

qp(z) 0,43 kN/m<sup>2</sup>

Building width 7700 mm

Building height 10107 mm

Building length 15800 mm

Automatic internal wind No

Building side openings: Closed

**Man load**

Nominal top chord man load 1,00 kN

Nominal bottom chord man load 1,00 kN

**Timber parameters**

Timber group	Joints	Cross section mm	Grade	Bracing mm/no.	SSI %	LC No	CSI %	LC No	CSI Type
End vertical Left	1-11	48x130	C24	111	0	1	0	1	Max. combined CSI
End vertical Right	8-18	48x130	C24	111	0	1	0	1	Max. combined CSI
Top chord Left	1-5	48x130	C24	600	33	58	46	58	Max. combined CSI
Top chord Right	5-8	48x130	C24	600	32	58	44	58	Max. combined CSI
Bottom chord	10-17	48x130	C24	3000	16	59:1	43	58	Max. combined CSI
Web	4-13	48x78	C24	None	3	58	24	58	Max. combined CSI
Web	3-12	48x78	C24	None	2	58	7	58	Max. combined CSI
Web	5-13	48x78	C24	None	1	1	13	58	Max. combined CSI
Web	6-15	48x78	C24	None	3	58	24	58	Max. combined CSI
Web	7-16	48x78	C24	None	3	58	9	58	Max. combined CSI
Web	5-15	48x78	C24	None	1	1	13	58	Max. combined CSI
Web	7-18	48x78	C24	None	4	58	45	58	Max. combined CSI
Web	3-11	48x78	C24	None	5	58	44	58	Max. combined CSI
Web	5-14	48x78	C24	None	1	24:0:1	5	59:1	Max. combined CSI
Web	4-12	48x78	C24	None	1	1	6	670:3	Max. combined CSI
Web	6-16	48x78	C24	None	1	1	6	671:3	Max. combined CSI

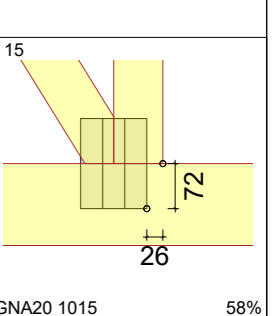
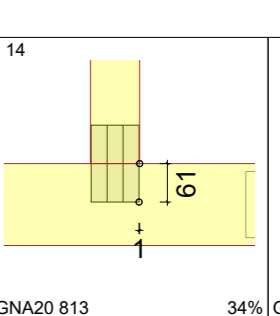
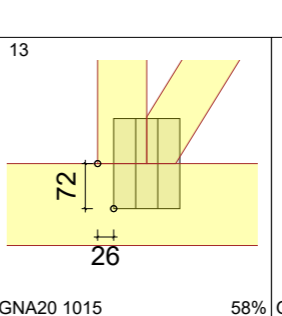
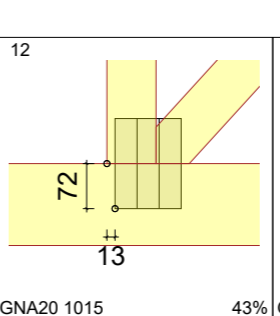
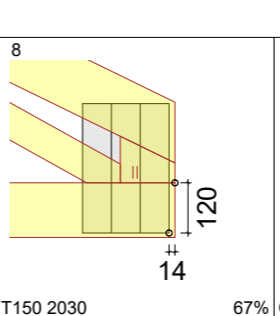
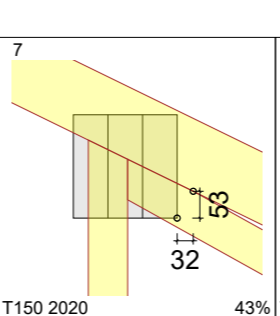
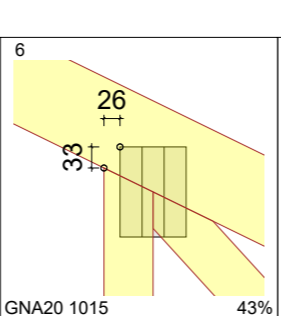
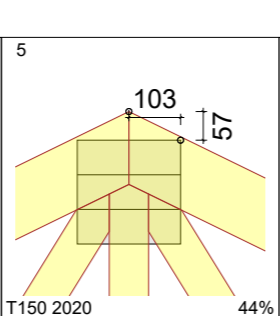
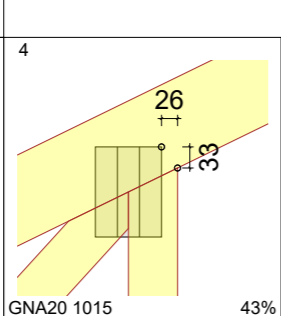
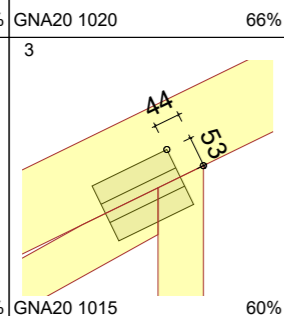
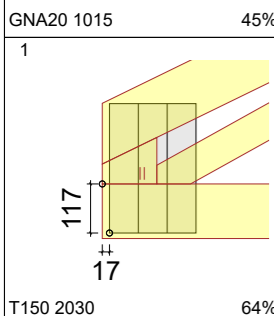
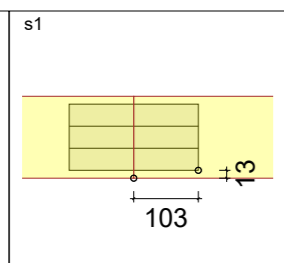
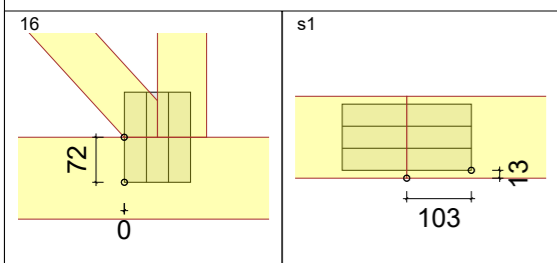
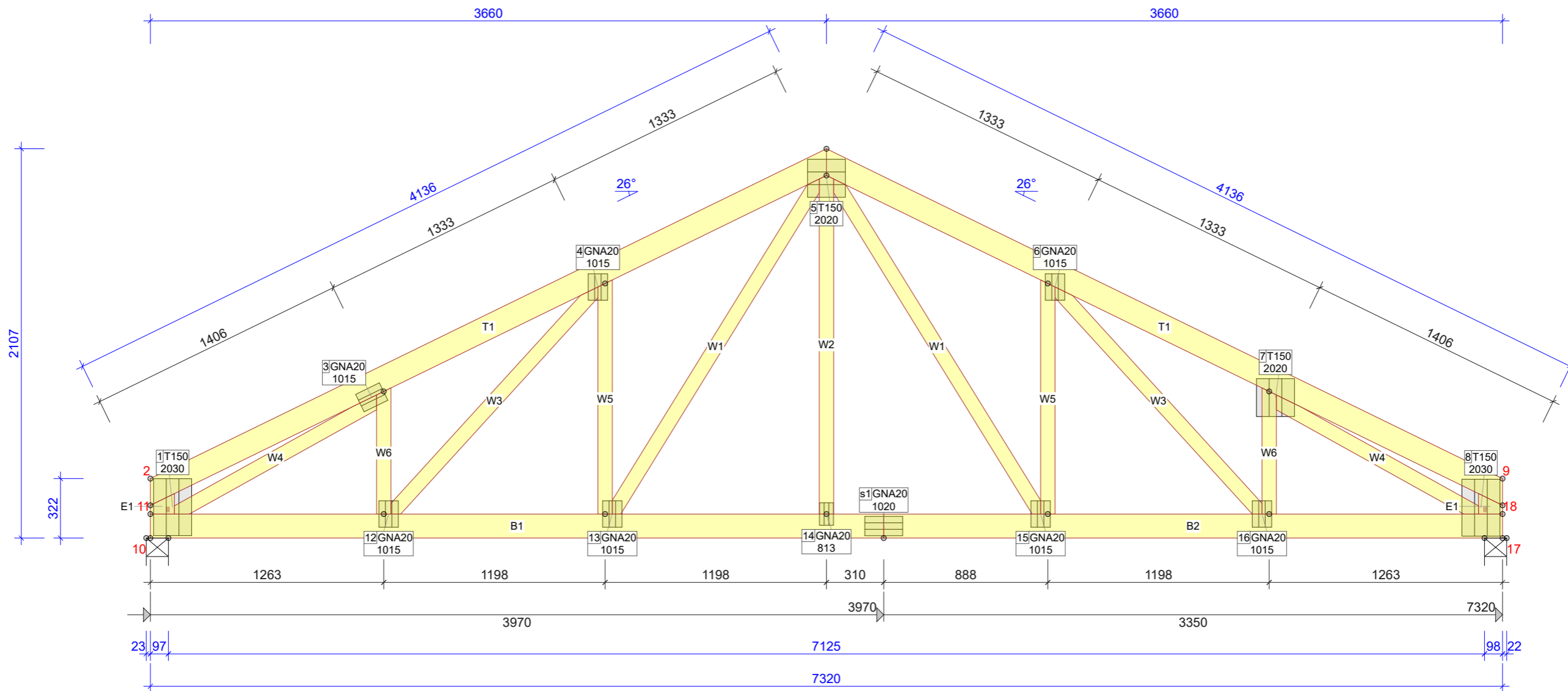
**Support reactions by load case - Vertical**

Load case	10 kN	17 kN
Dead	3,90	3,90
Uniform snow	2,93	2,93



**Support reactions by load case - Vertical**

<b>Load case</b>	<b>10 kN</b>	<b>17 kN</b>
Snow left 0.5 permutations	2,57	1,83
Snow right 0.5 permutations	1,83	2,57
Wind gable all permutations	-1,17	-1,17
Wind left (pressure) all permutations	0,49	0,20
	-0,73	-0,65
Wind left (suction) all permutations	0,49	0,20
	-0,73	-0,65
Wind right (pressure) all permutations	0,20	0,49
	-0,65	-0,73
Wind right (suction) all permutations	0,20	0,49
	-0,65	-0,73
Man on bottom chord	0,46	0,75
Man on top chord left	0,76	0,24
Man on top chord right	0,24	0,76
Blanket	2,75	2,75



16 GNA20 1015 45% s1 GNA20 1020 66%

1 T150 2030 64%

3 GNA20 1015 60%

4 GNA20 1015 43%

5 T150 2020 44%

6 GNA20 1015 43%

7 T150 2020 43%

8 T150 2030 67%

12 GNA20 1015 43%

13 GNA20 1015 58%

14 GNA20 813 34%

15 GNA20 1015 58%

FASTENER LOCATION TOLERANCE: 5 mm

JOB NO.  
**DIPLOMSKI - ALBA**

DRAWN/CONSTR. BY:

PRODUCTION DRAWING

Page 1/1

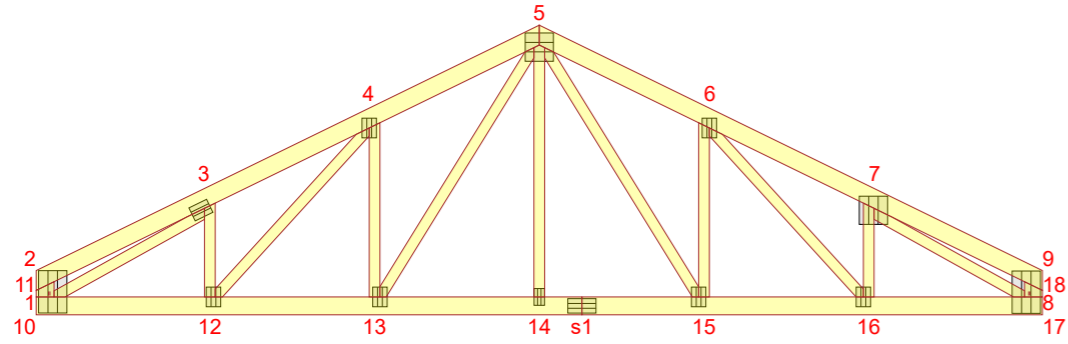
CODE TYPE NO. DRAWING NUMBER

**S1**

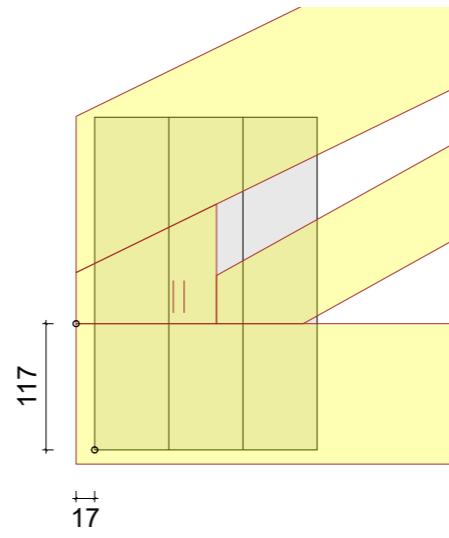
REV.

2023.3d (4365748)

S1

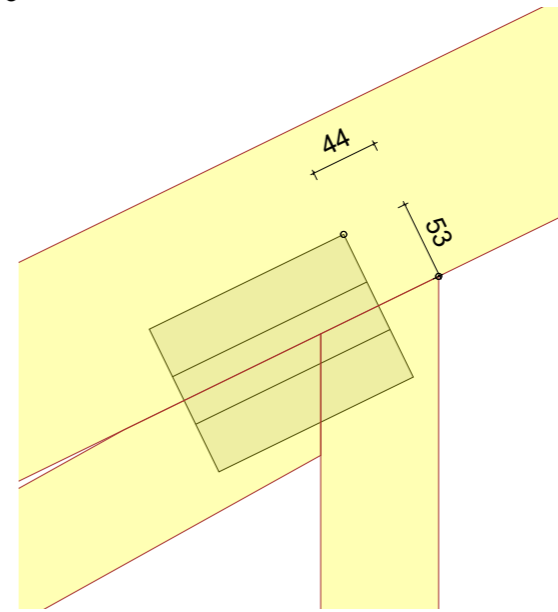


1



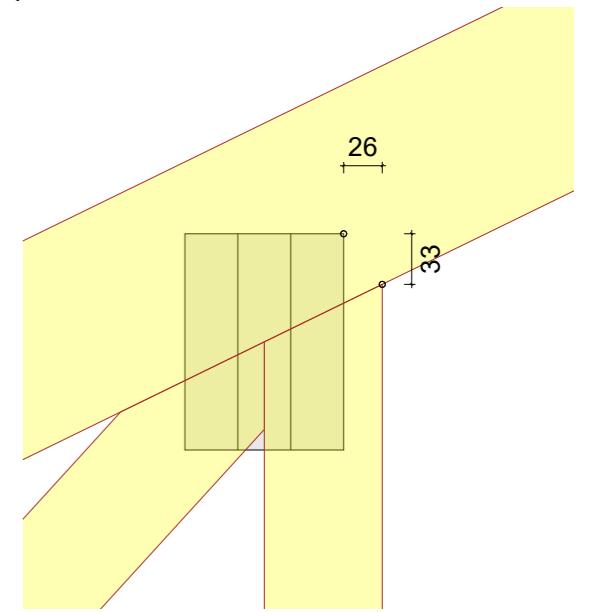
T150 2030

3



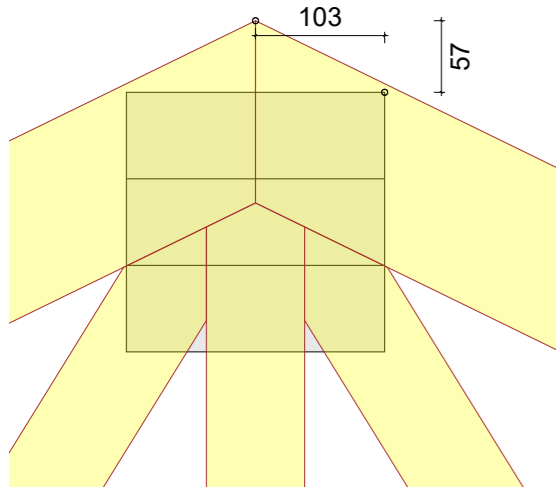
64% GNA20 1015

4



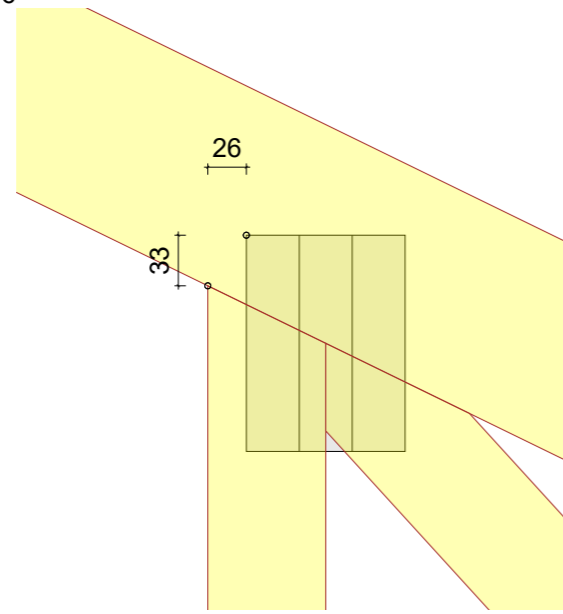
60% GNA20 1015 43%

5



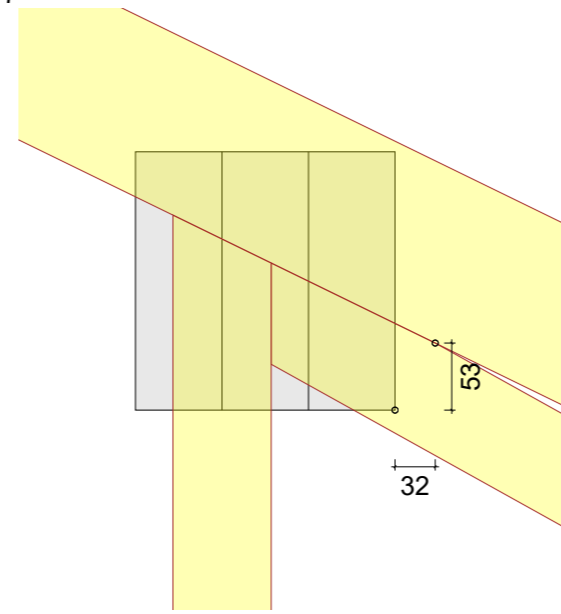
T150 2020 44% GNA20 1015

6



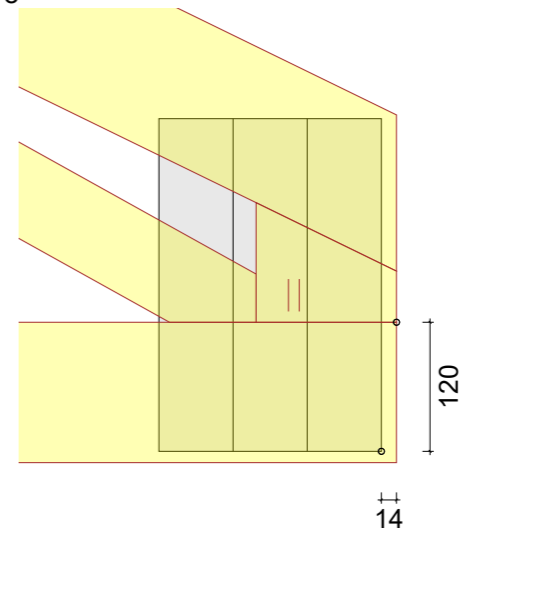
43% T150 2020

7



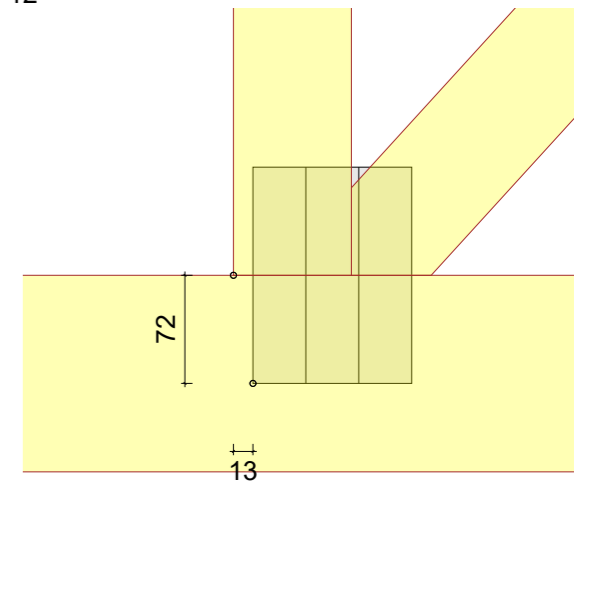
43% T150 2030

8

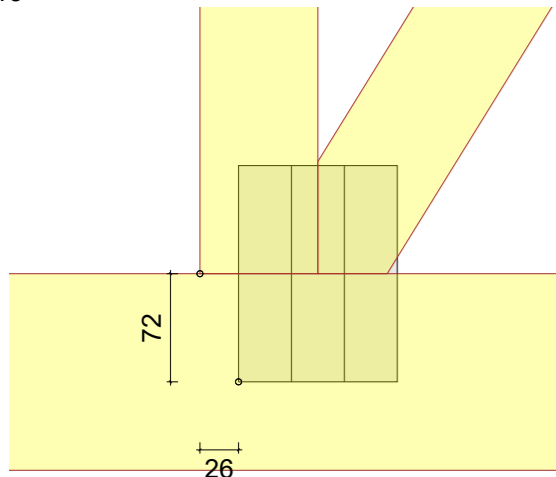


67% GNA20 1015 43%

12

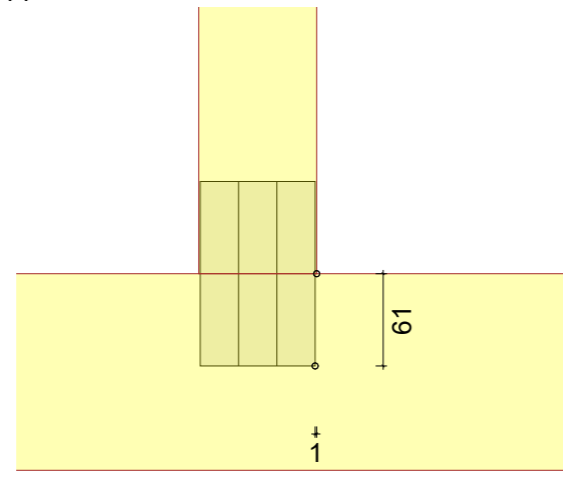


13



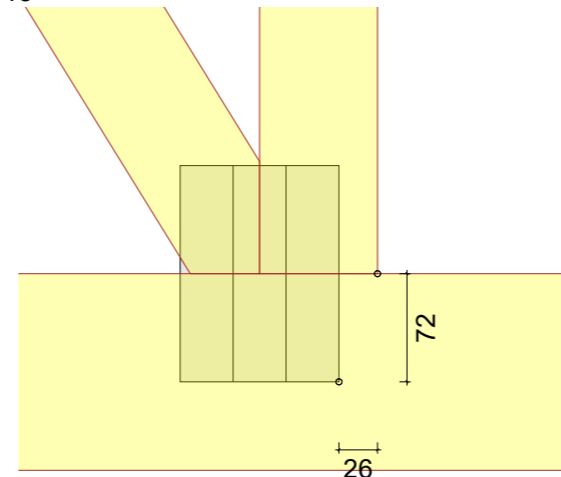
GNA20 1015 58%

14



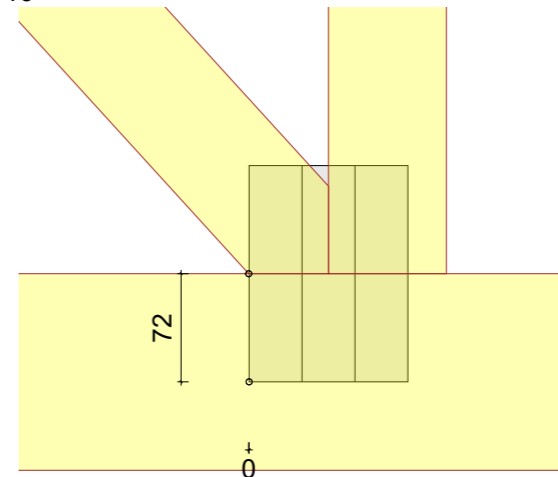
GNA20 813 34%

15



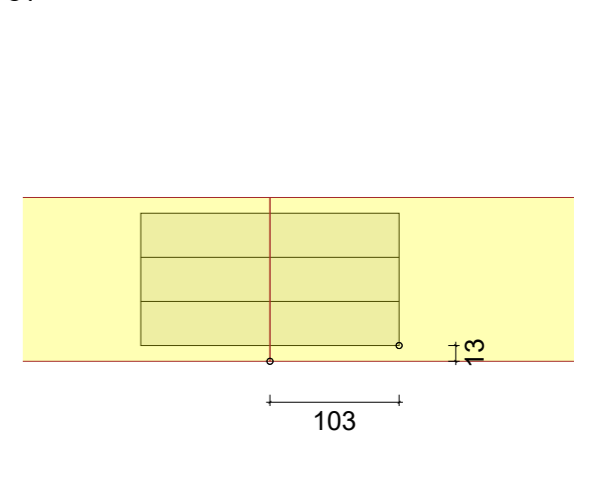
GNA20 1015 58%

16



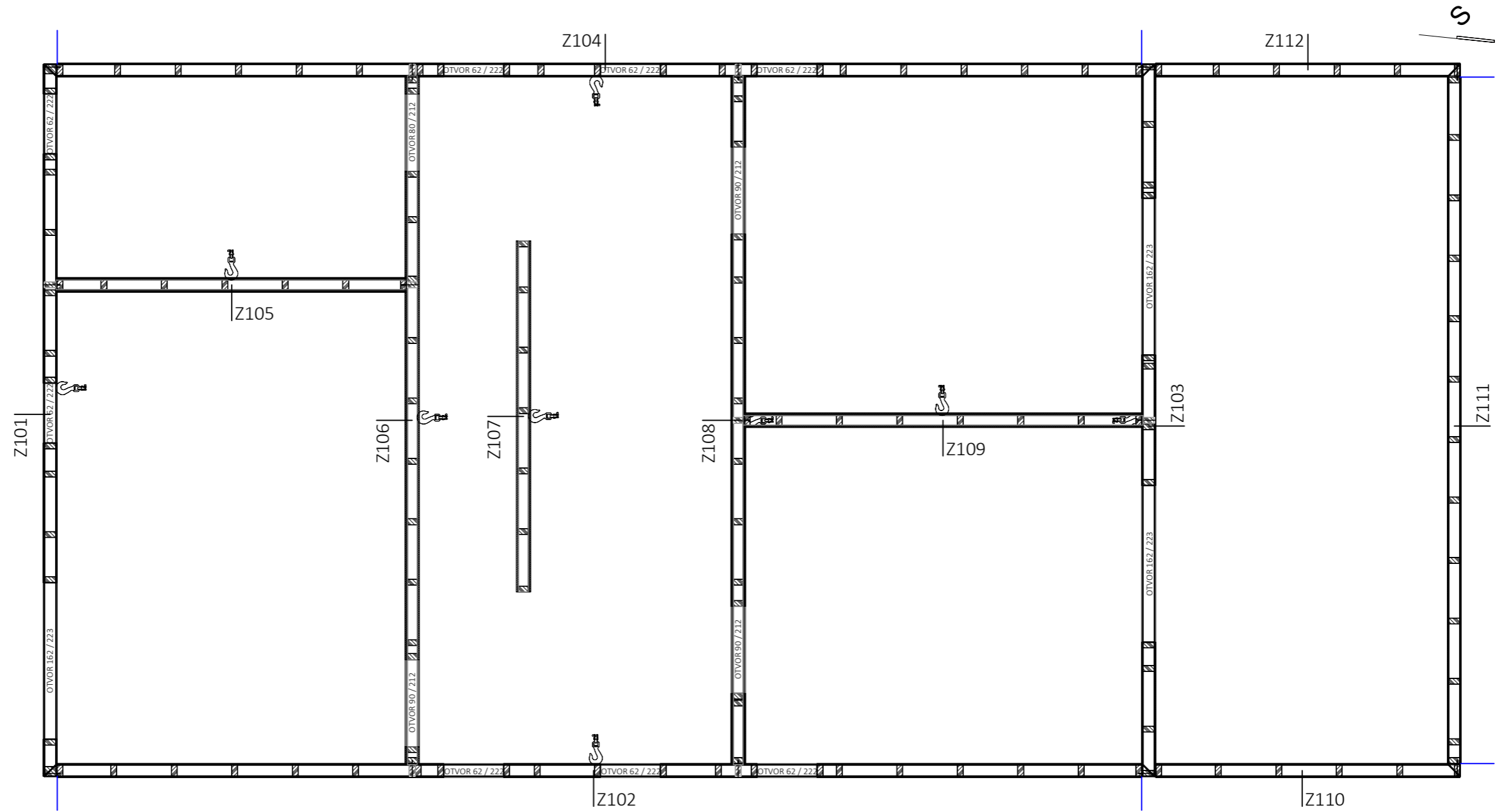
GNA20 1015 45%

s1



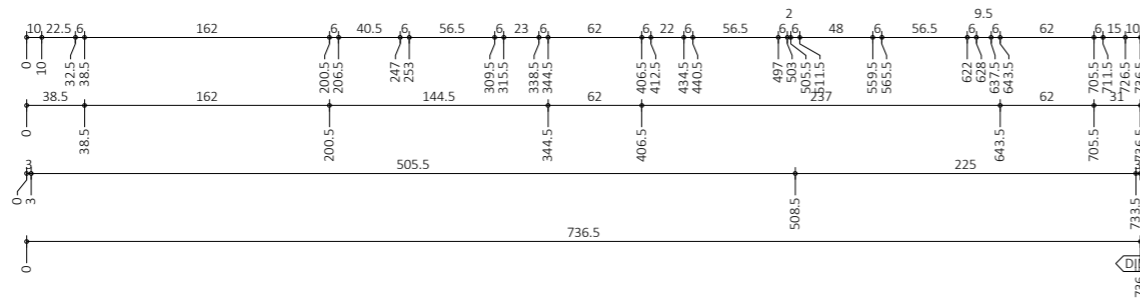
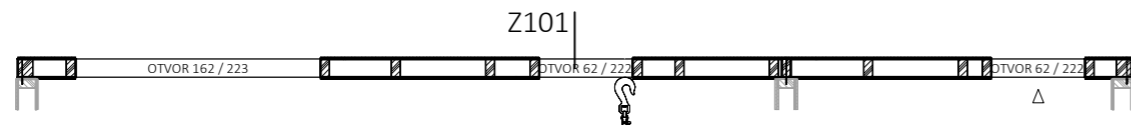
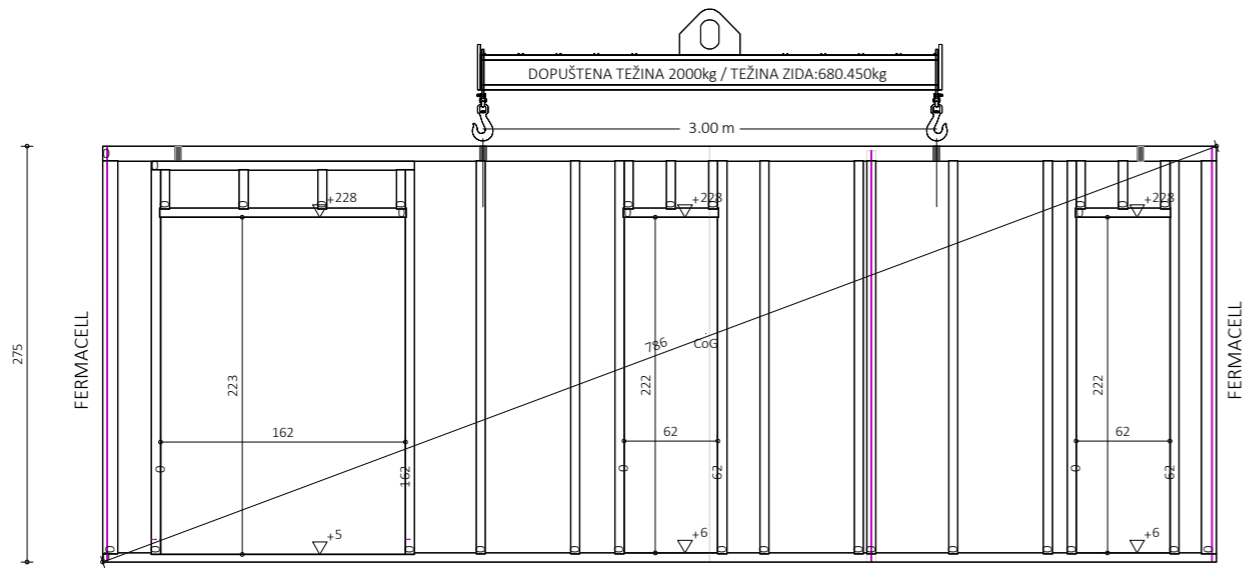
GNA20 1020 66%

PLAN POZICIJA KATA  
M 1:50

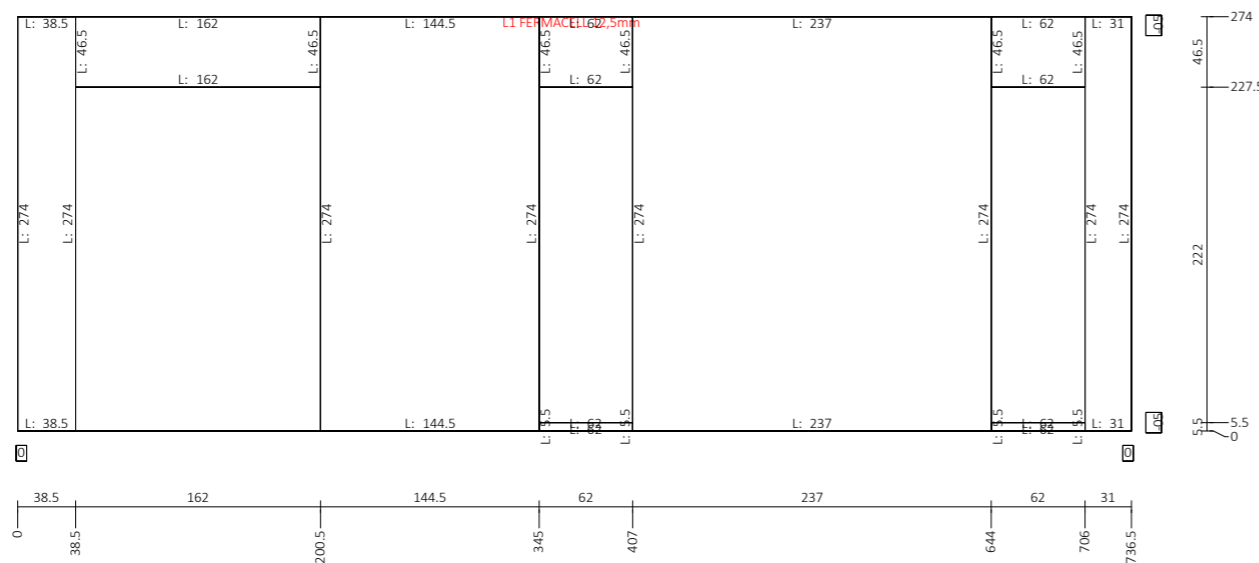


Gradevina:	Stambena gradevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Plan pozicija kata		
Student:	Bruno Zadravec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

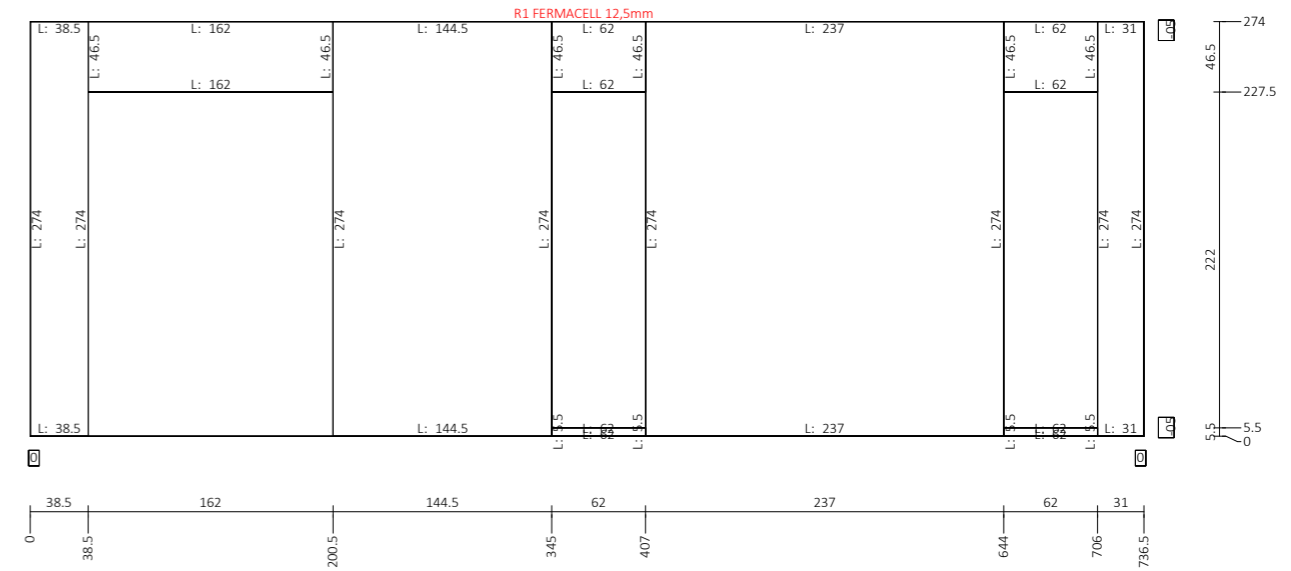
PRESJEK ZIDA  
M 1:50



FERMACELL PLOČA 1  
M 1:50

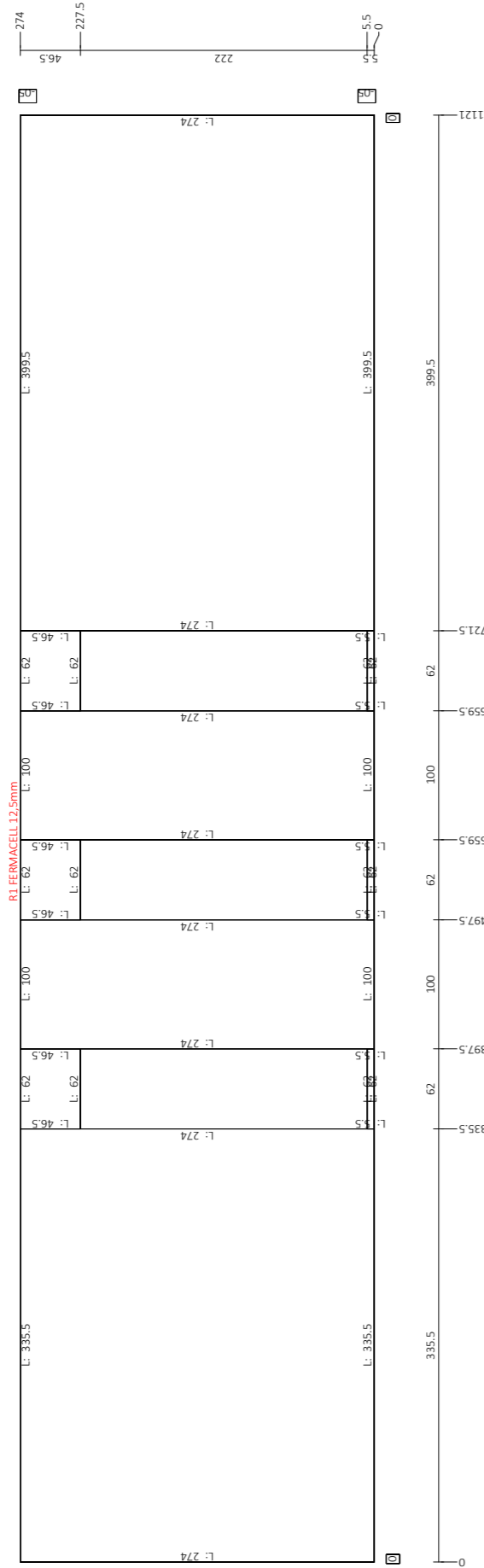


FERMACELL PLOČA 2  
M 1:50

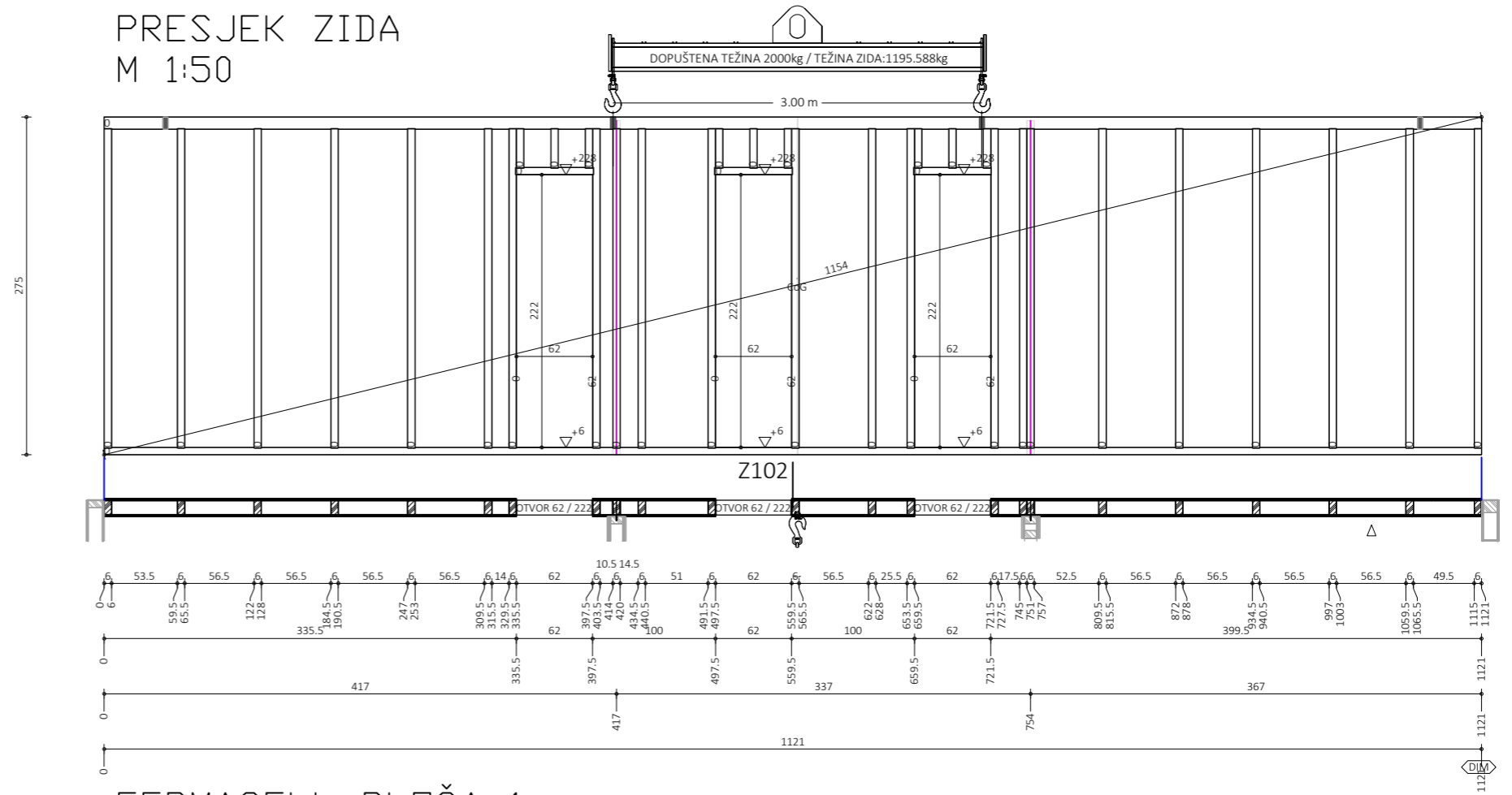


Gradevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z101		
Student:	Bruno Zadravec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

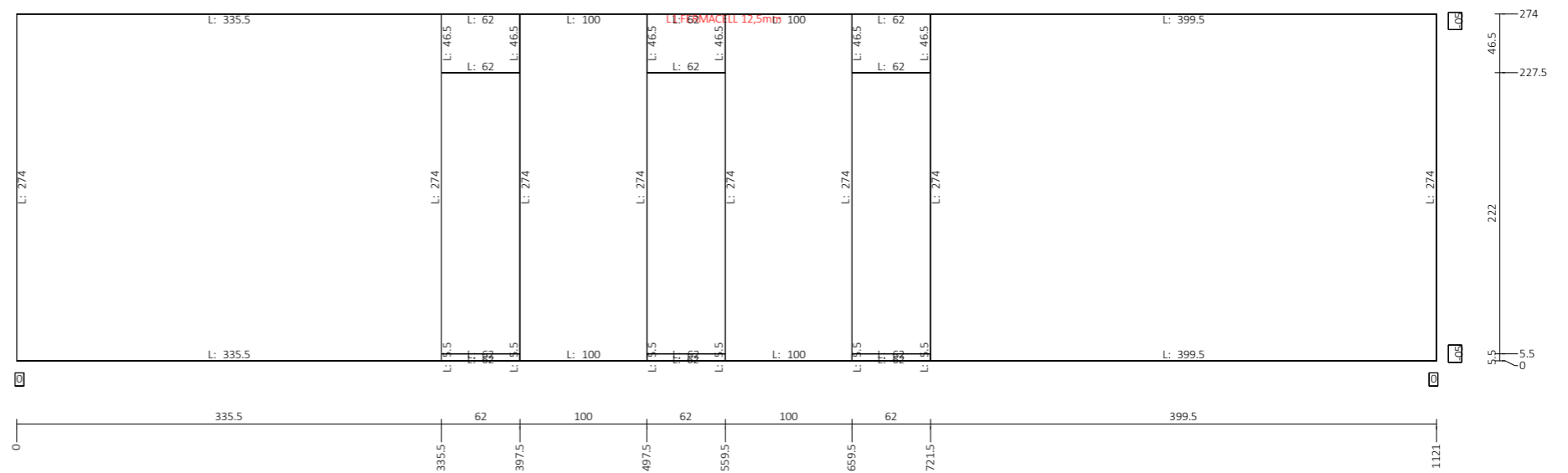
# FERMACELL PLOČA 2 M 1:50



# PRESJEK ZIDA M 1:50

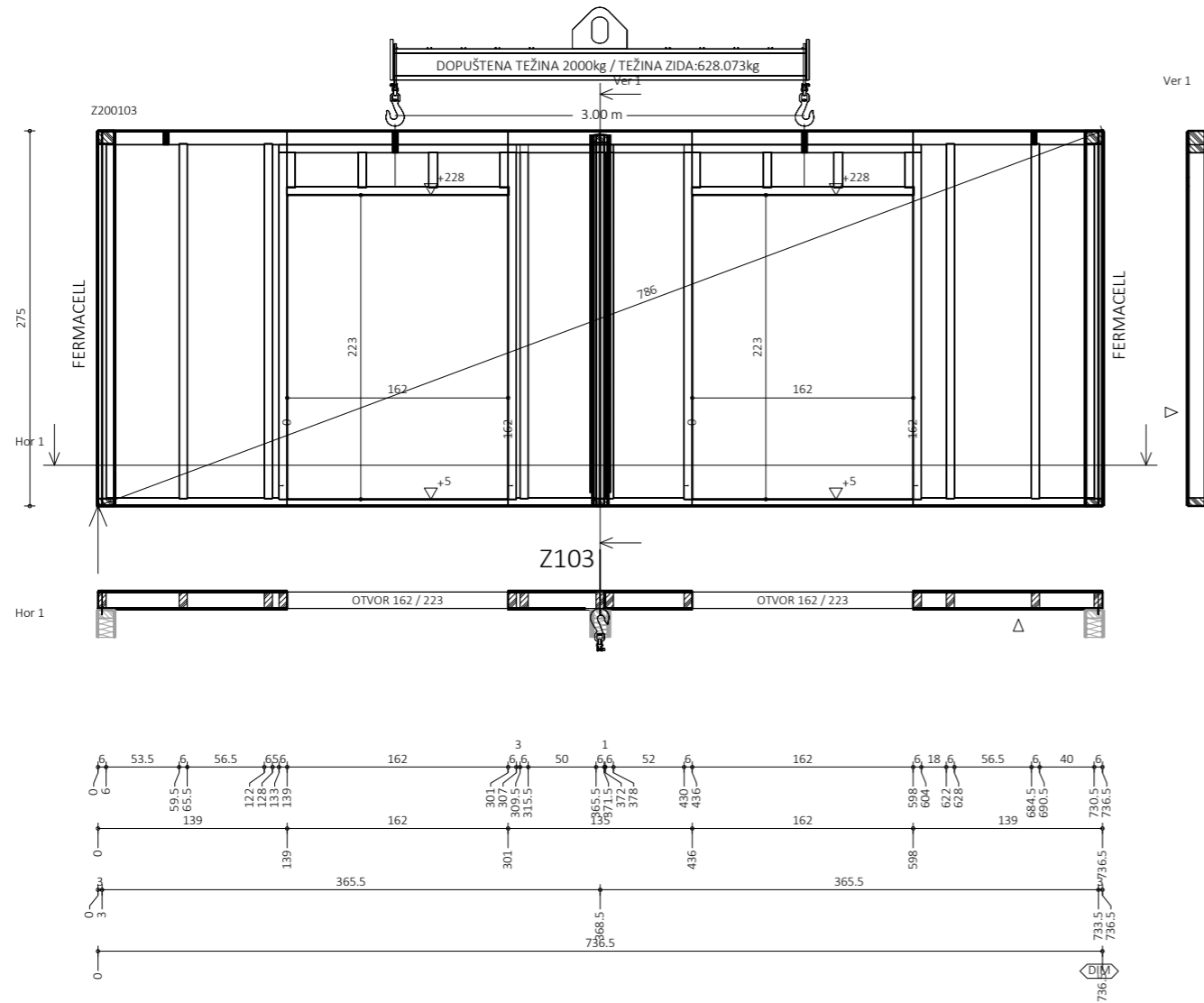


# FERMACELL PLOČA 1 M 1:50

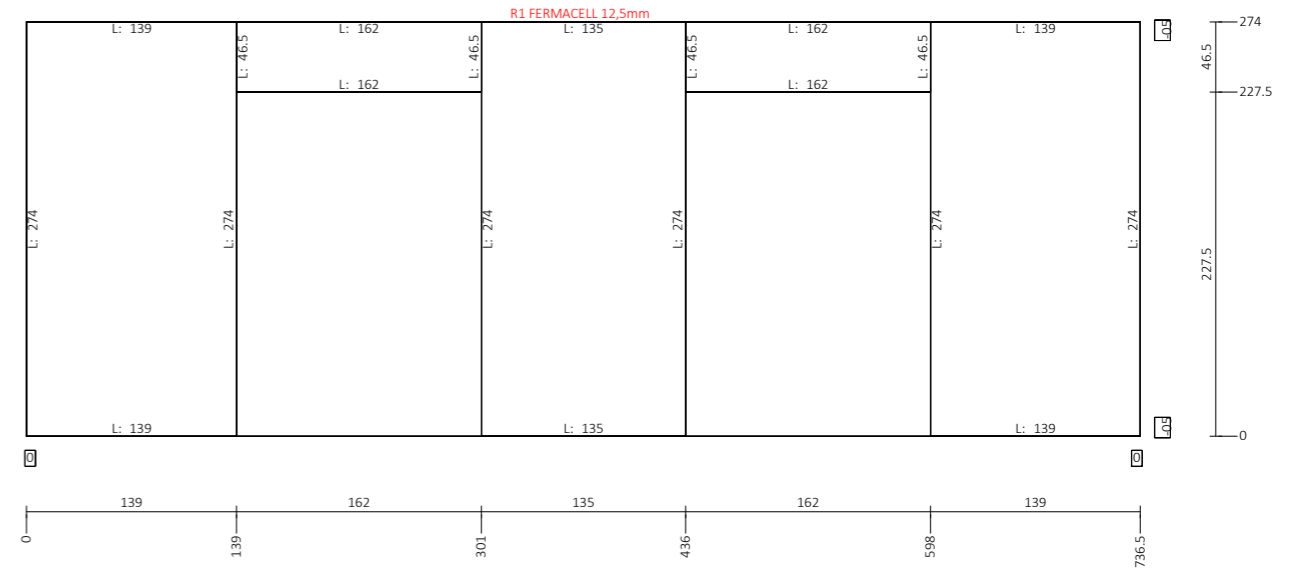


Gradjevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z102		
Student:	Bruno Zadravec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

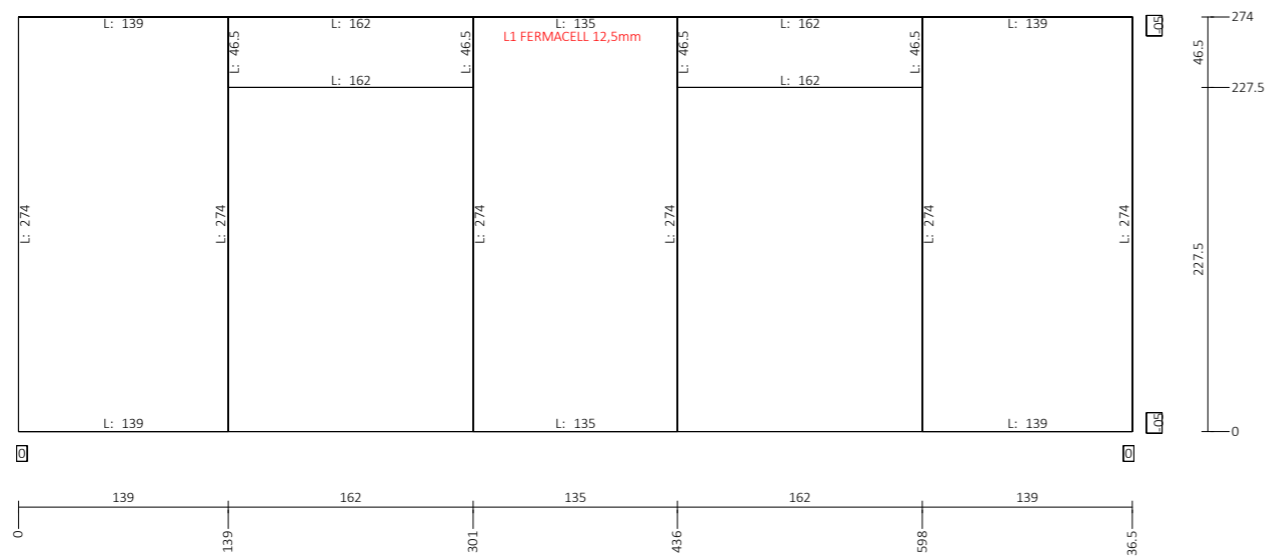
PRESJEK ZID 101  
M 1:50



FERMACELL PLOČA 2  
M 1:50

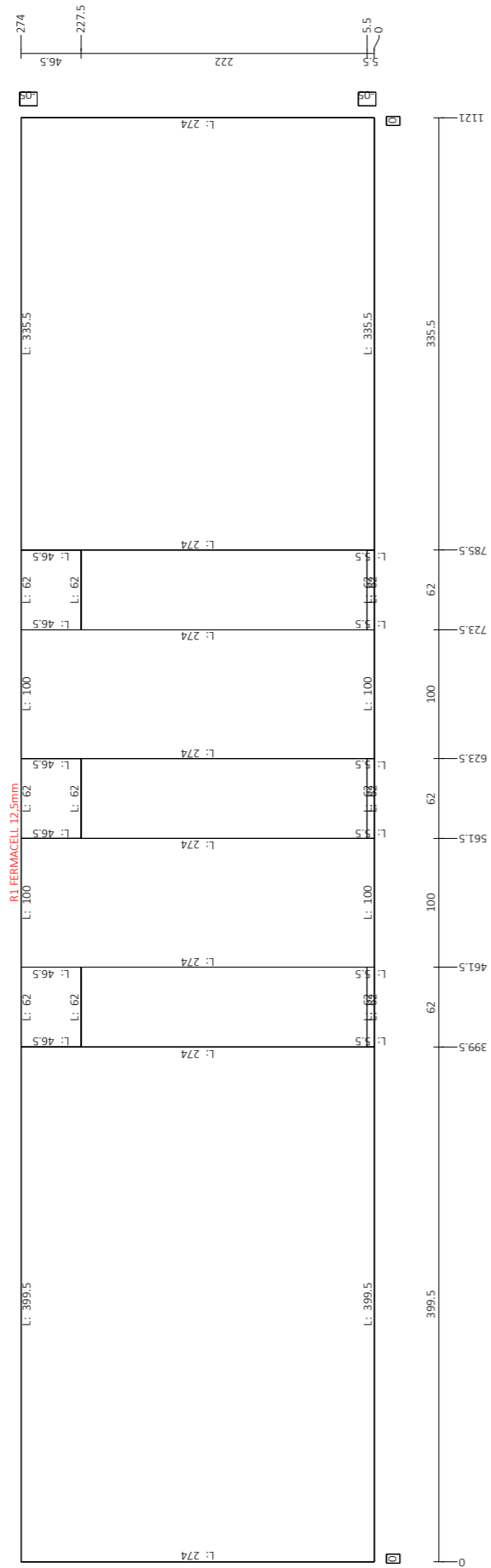


FERMACELL PLOČA 1  
M 1:50

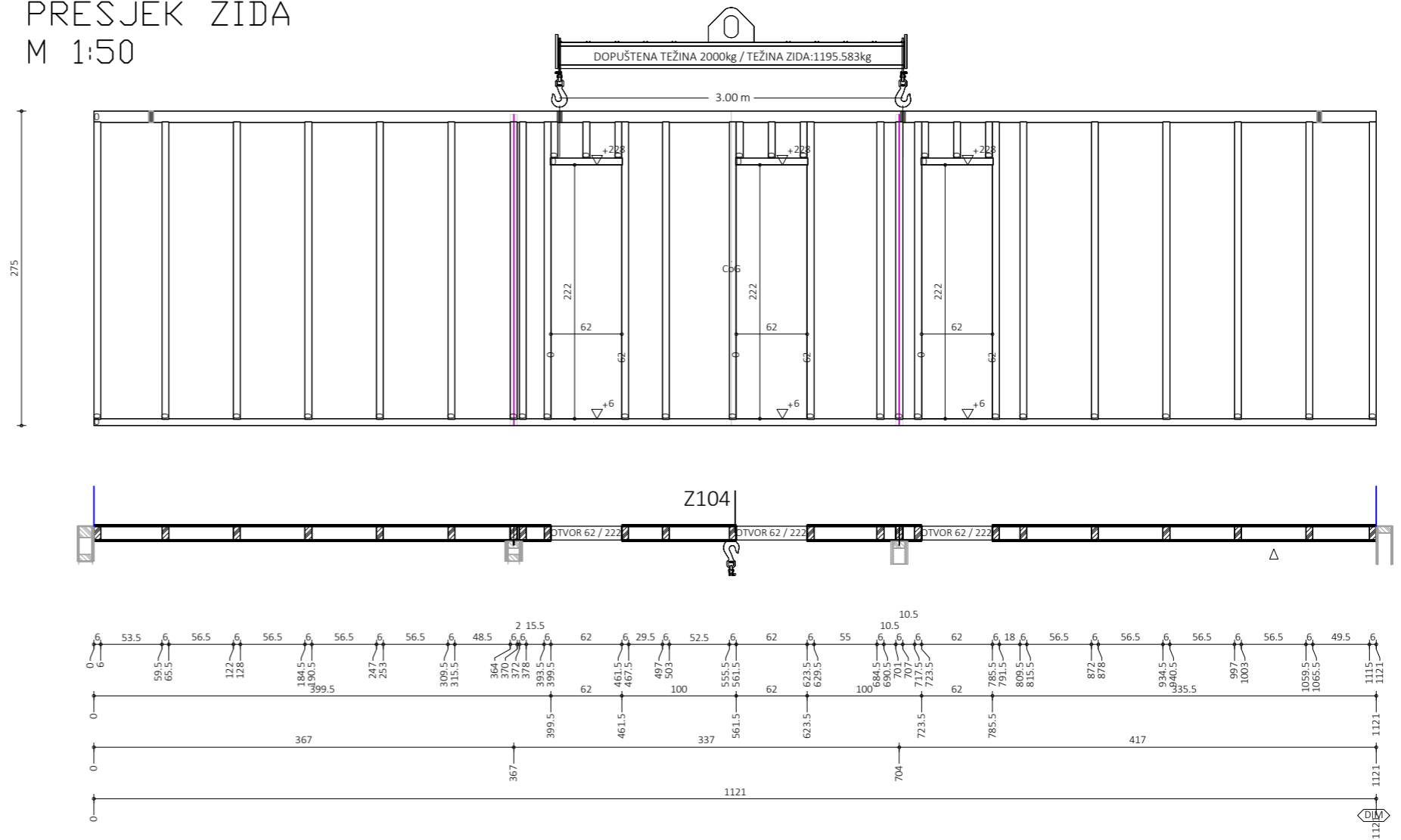


Građevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z103		
Student:	Bruno Zadavec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

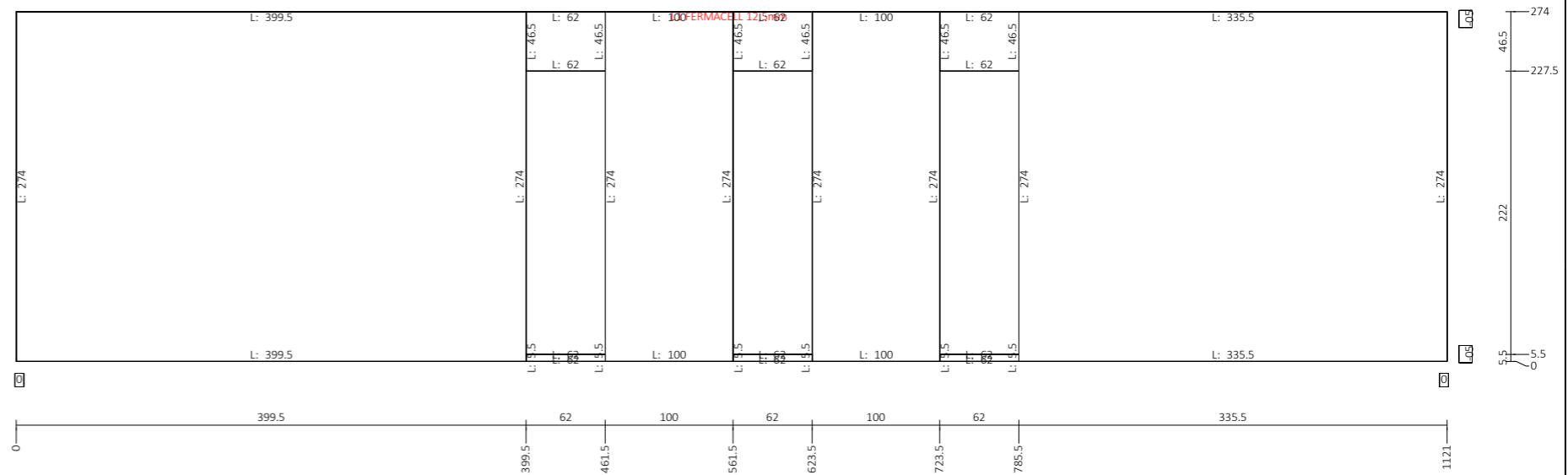
# FERMACELL PLOČA 2 M 1:50



# PRESJEK ZIDA M 1:50



# FERMACELL PLOČA 1 M 1:50

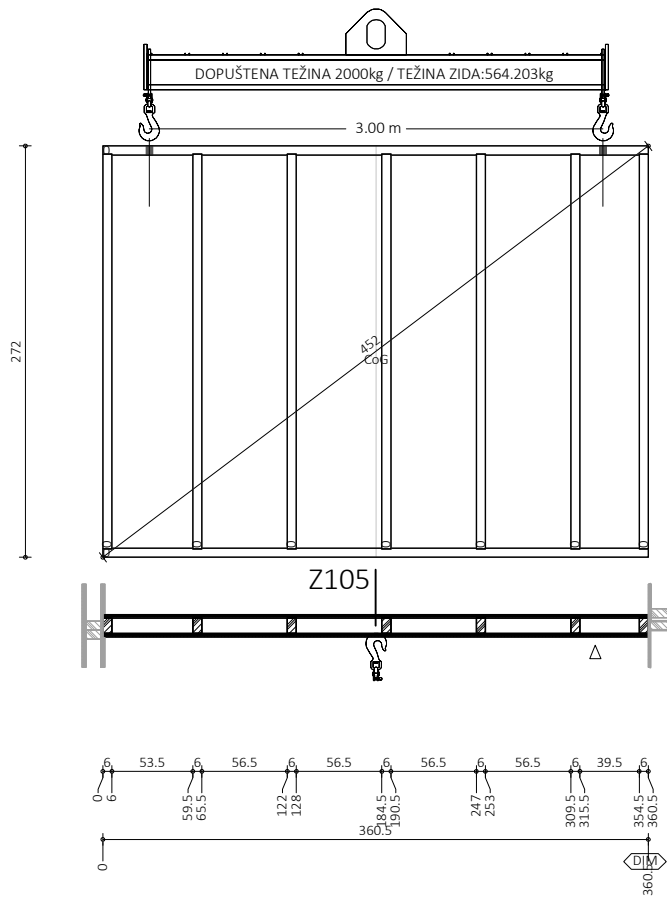


Gradovina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z104		
Student:	Bruno Zadravec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			



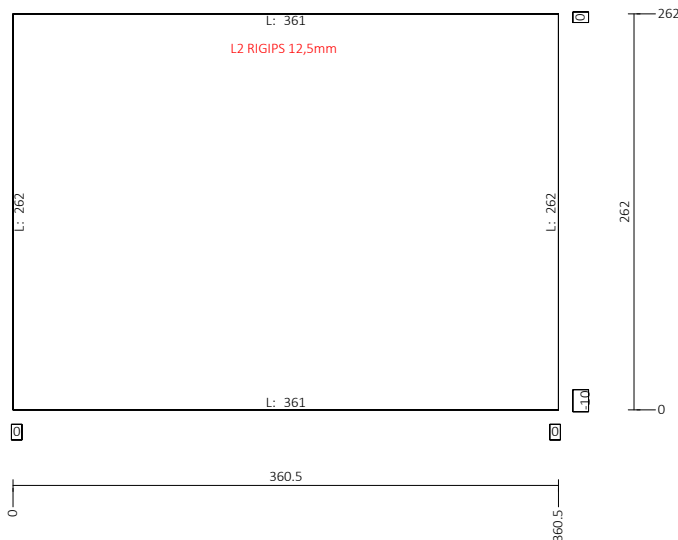
# PRESJEK ZIDA

## M 1:50



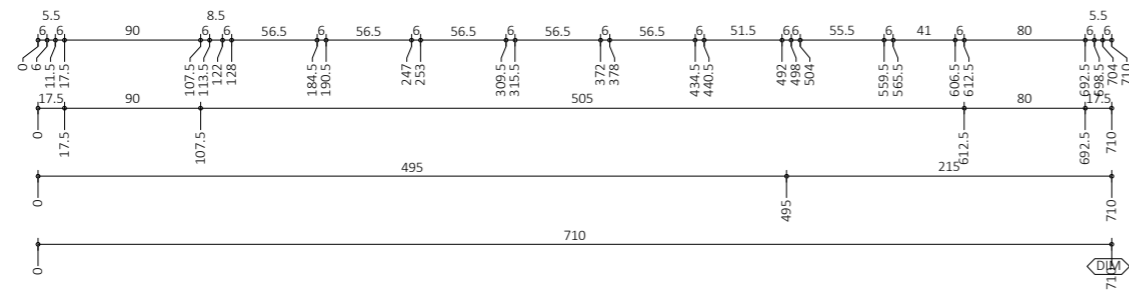
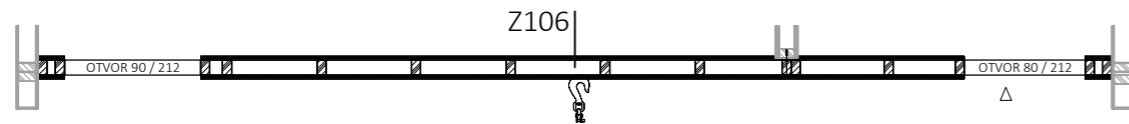
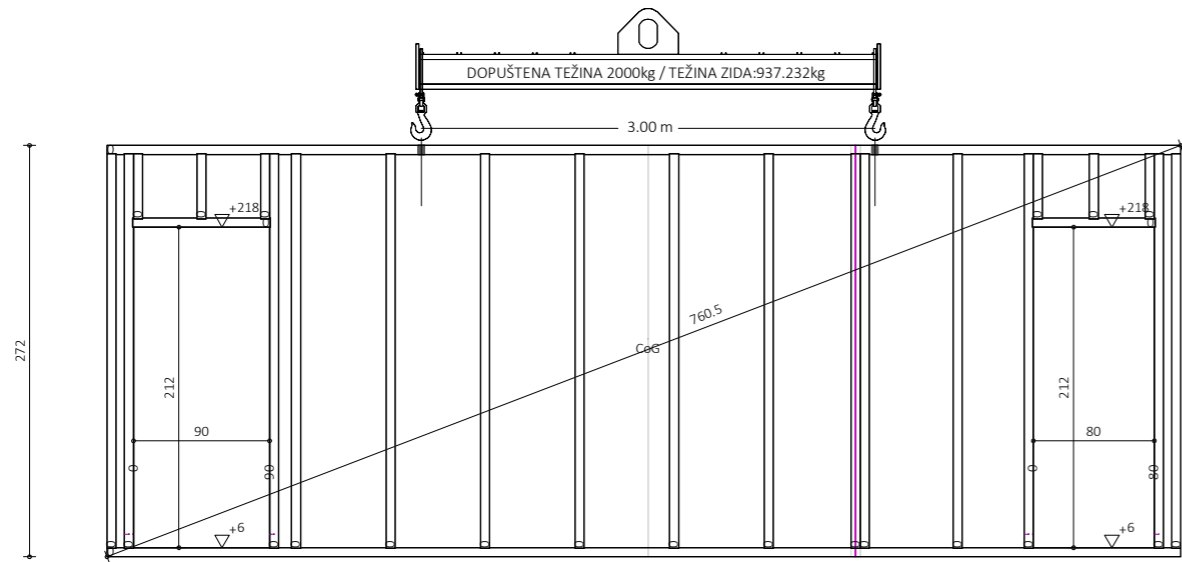
# FERMACELL PLOČA 1 i 2

## M 1:50

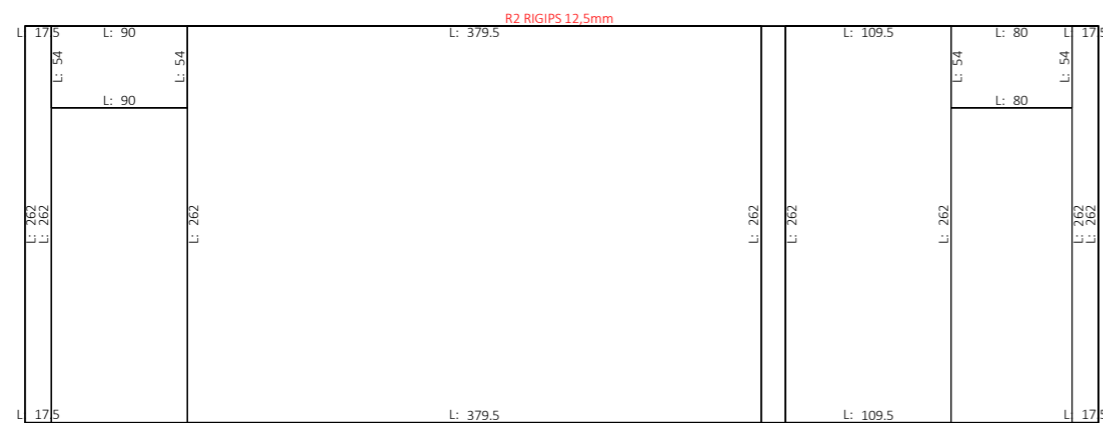


Građevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z105		
Student:	Bruno Zadravec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

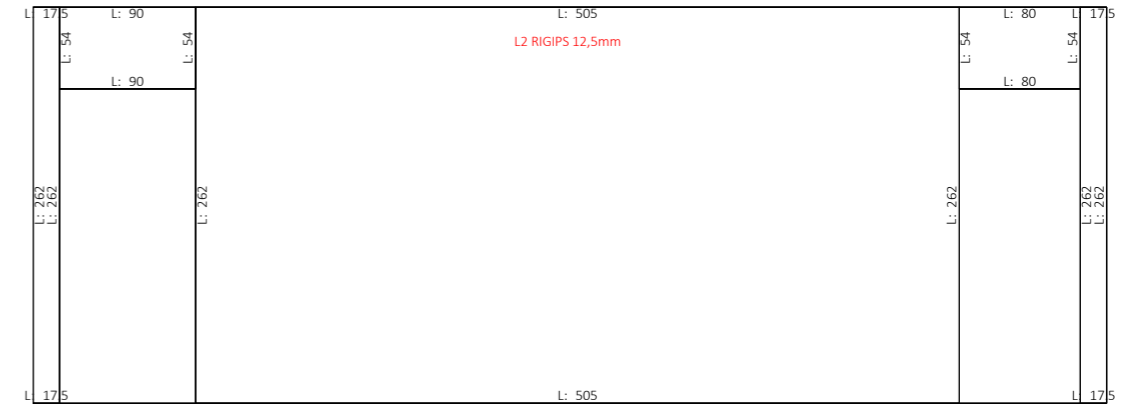
PRESJEK ZIDA  
M 1:50



FERMACELL PLOČA 1  
M 1:50



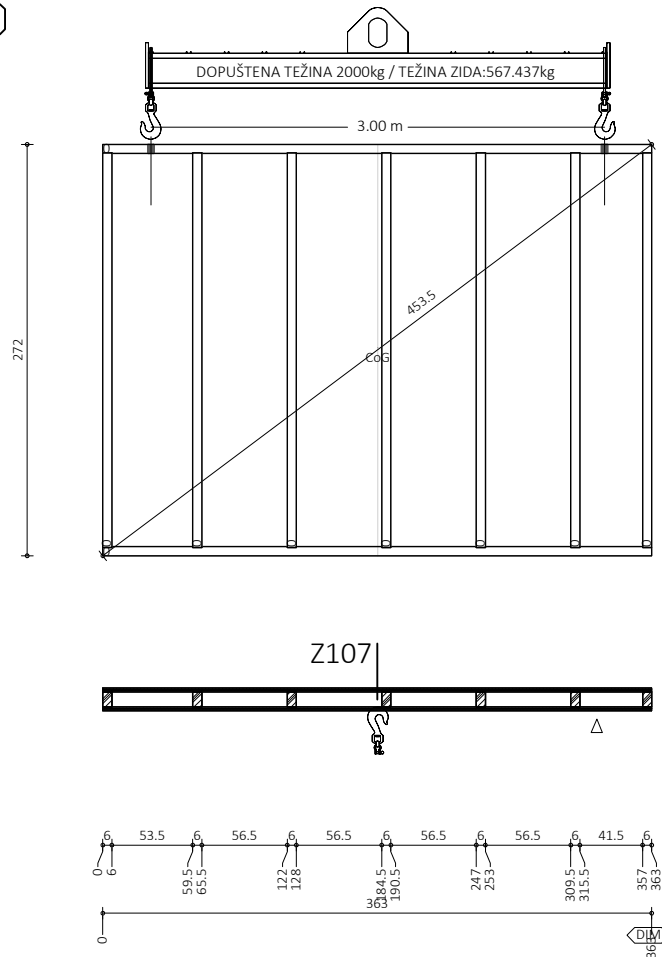
FERMACELL PLOČA 2  
M 1:50



Gradevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z106		
Student:	Bruno Zadavec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

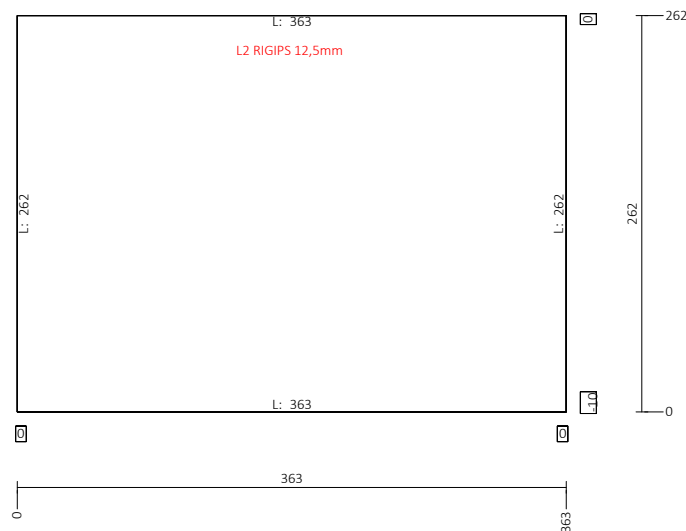
# PRESJEK ZIDA

## M 1:50



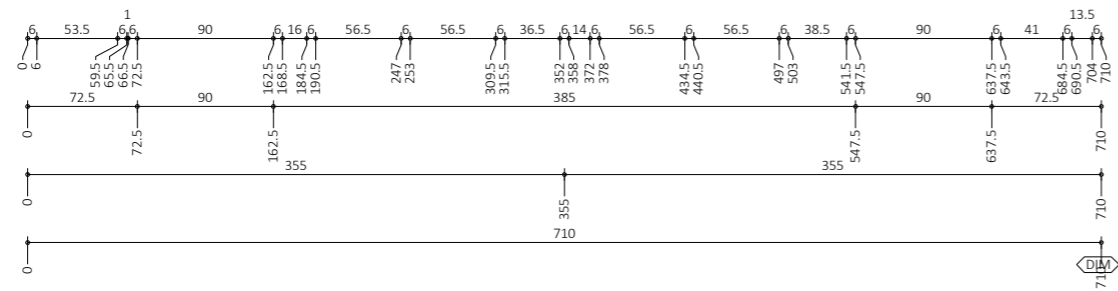
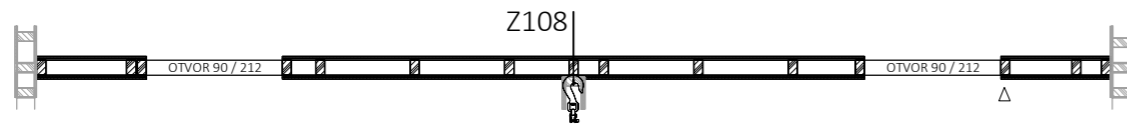
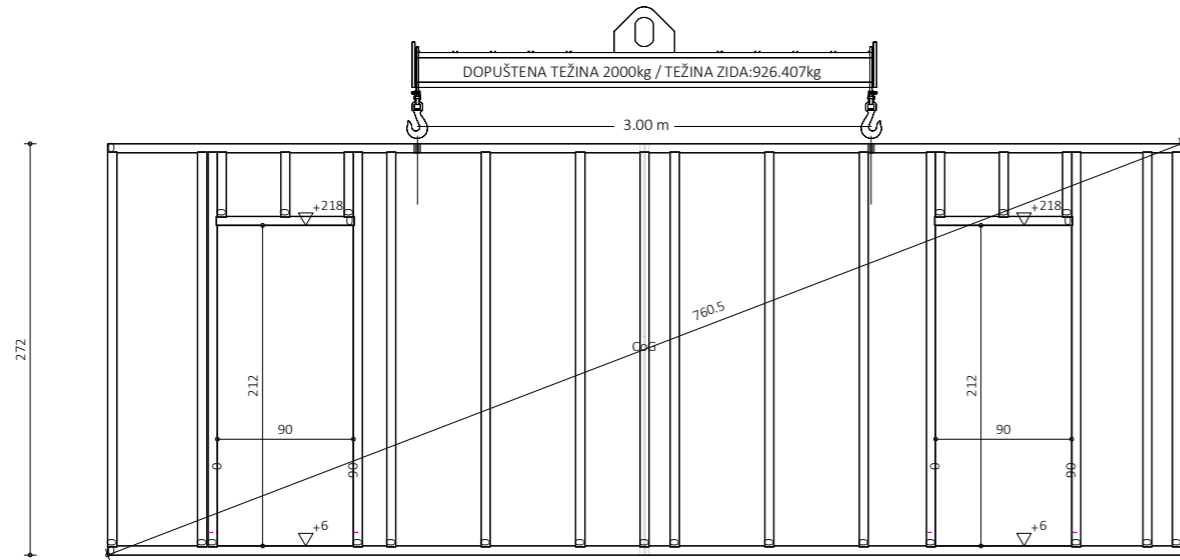
# FERMACELL PLOČA 1 i 2

## M 1:50

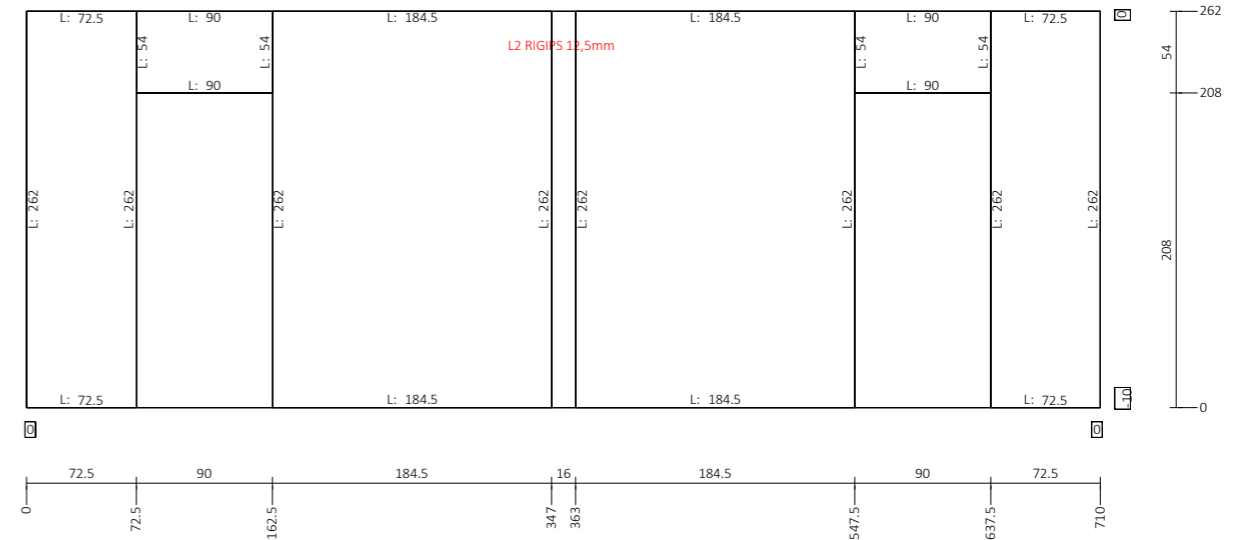


Građevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z107		
Student:	Bruno Zadravec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

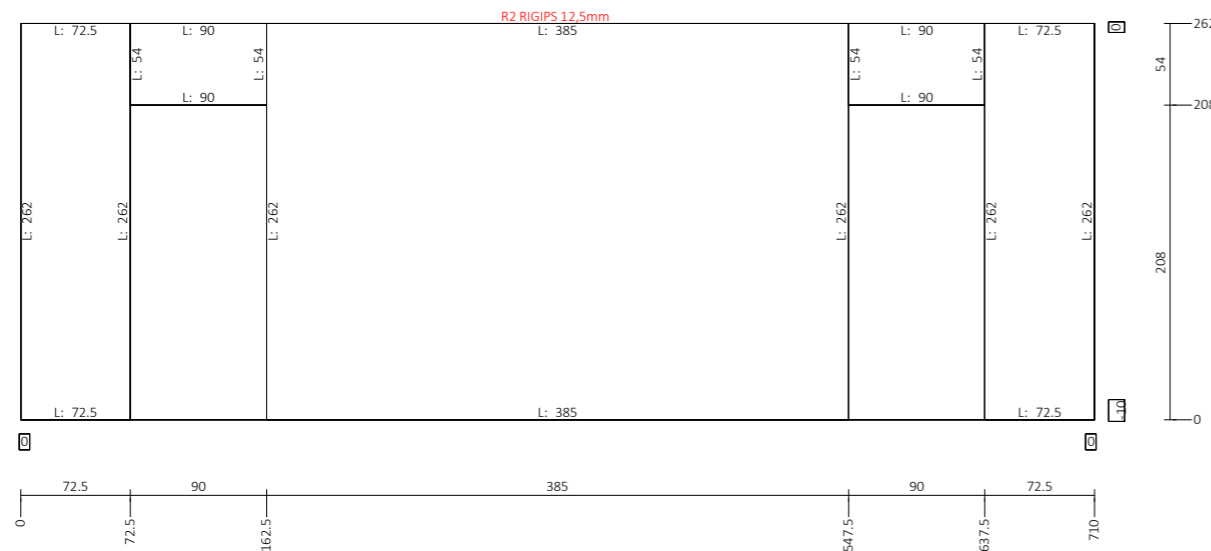
PRESJEK ZIDA  
M 1:50



FERMACELL PLOČA 2  
M 1:50



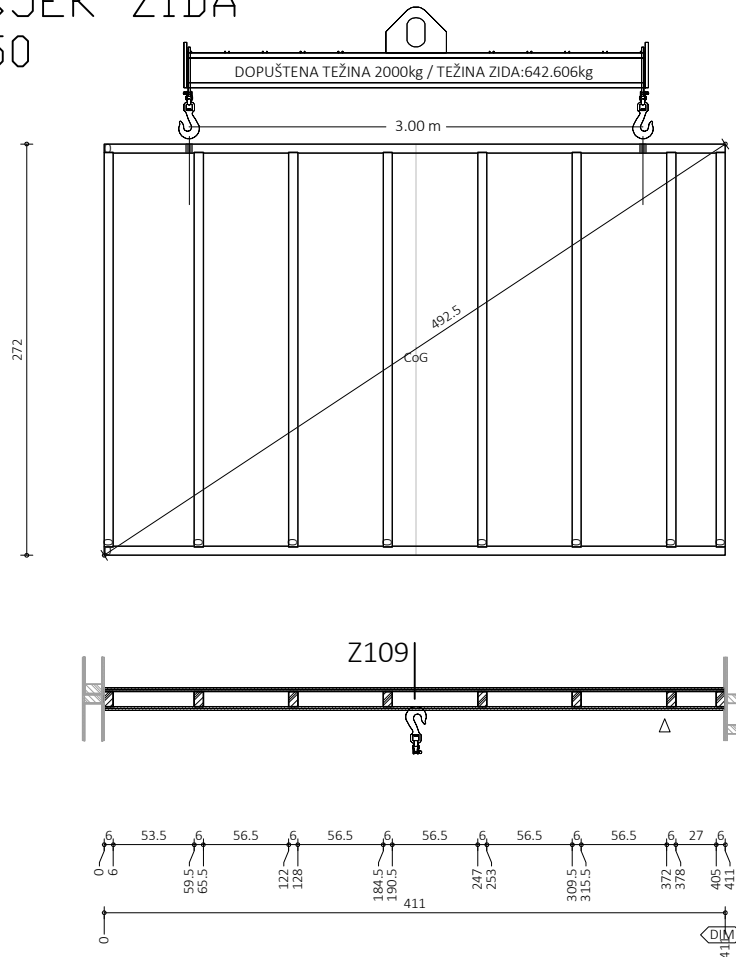
FERMACELL PLOČA 1  
M 1:50



Gradevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z108		
Student:	Bruno Zadravec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

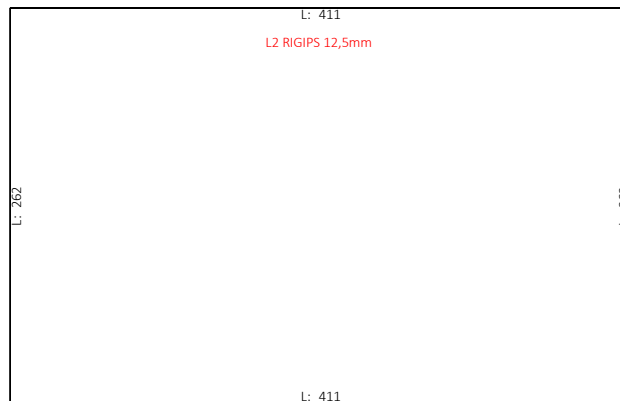
# PRESJEK ZIDA

## M 1:50



# FERMACELL PLOČA 1 i 2

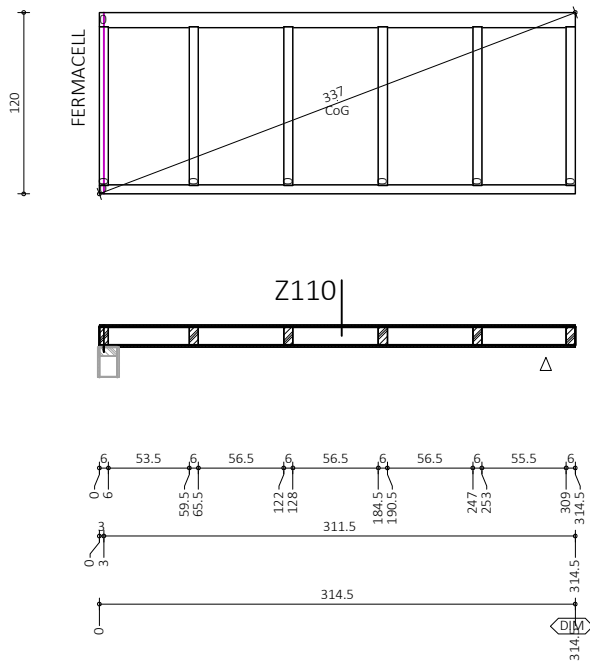
## M 1:50



Građevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z109		
Student:	Bruno Zadavec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

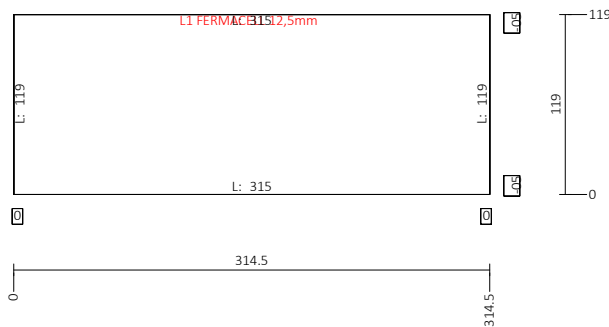
# PRESJEK ZIDA

## M 1:50



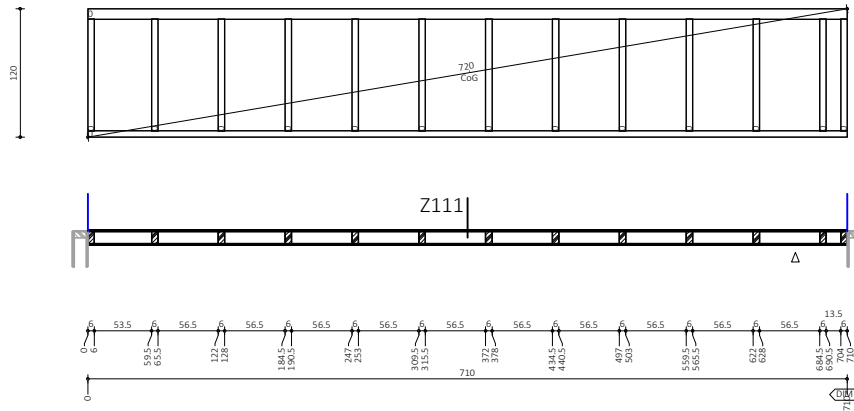
# FERMACELL PLOČA 1 i 2

## M 1:50

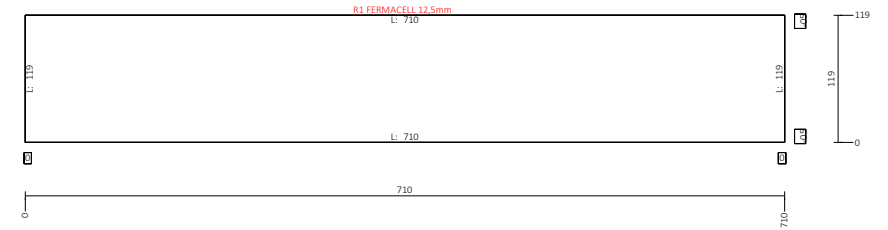


Gradevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z110		
Student:	Bruno Zadavec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

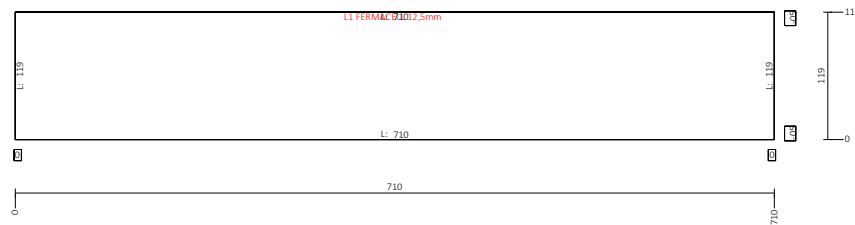
PRESJEK ZIDA  
M 1:50



FERMACELL PLOČA 2  
M 1:50



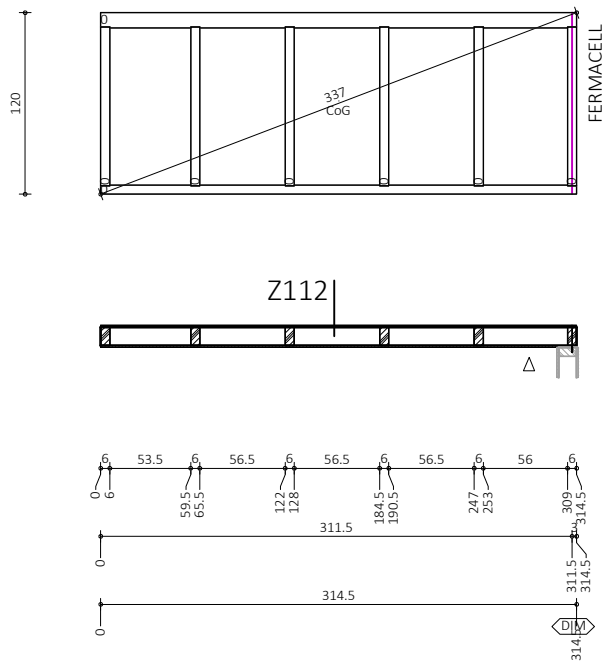
FERMACELL PLOČA 1  
M 1:50



Gradevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z111		
Student:	Bruno Zadavec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

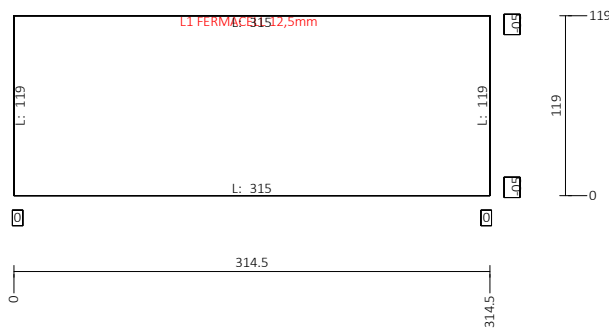
# PRESJEK ZID 101

## M 1:50



# FERMACELL PLOČA 1 i 2

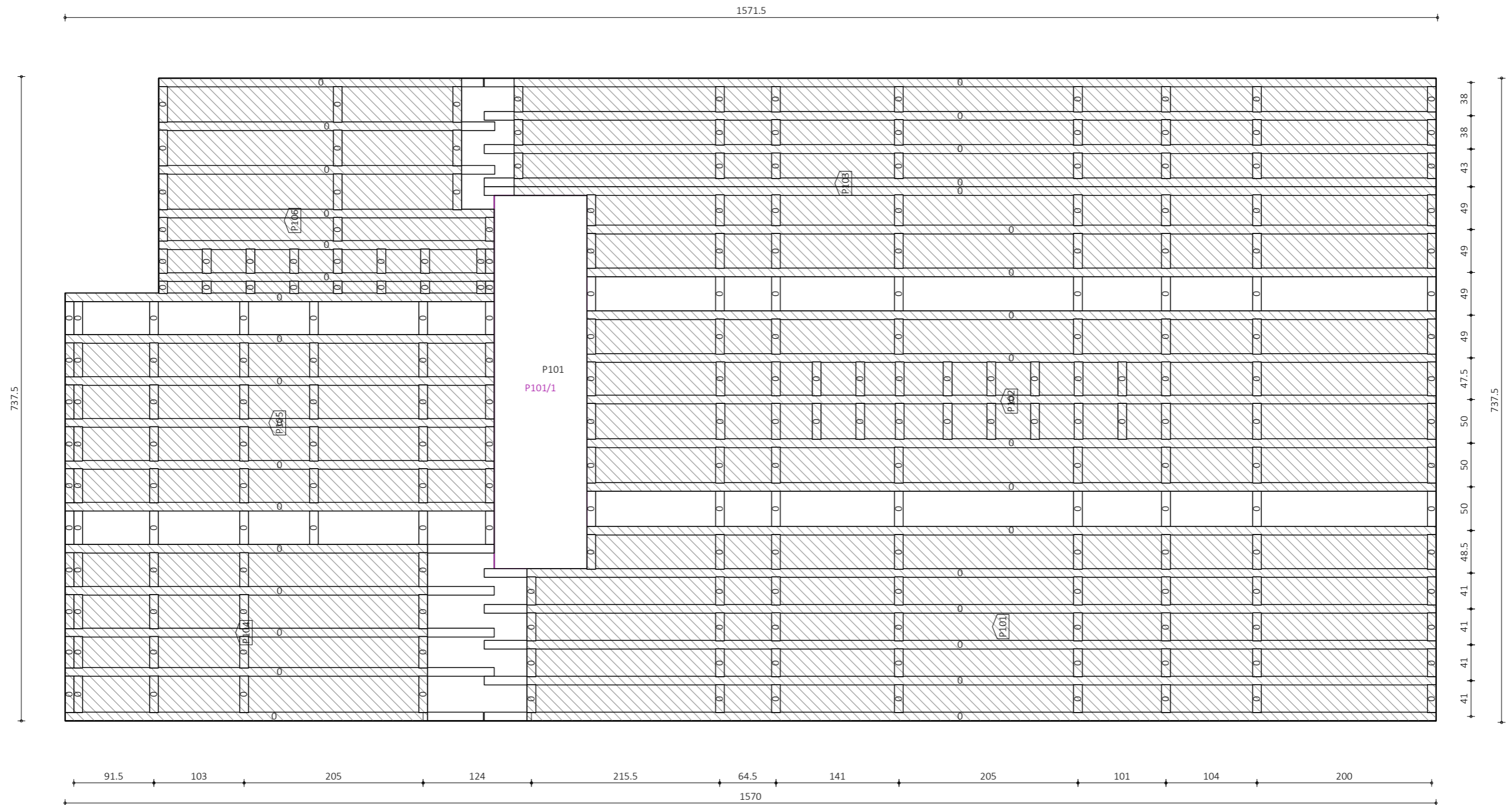
## M 1:50



Građevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z12		
Student:	Bruno Zadravec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

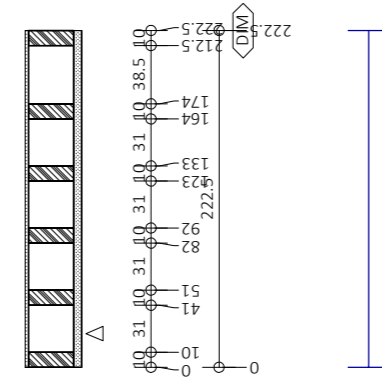
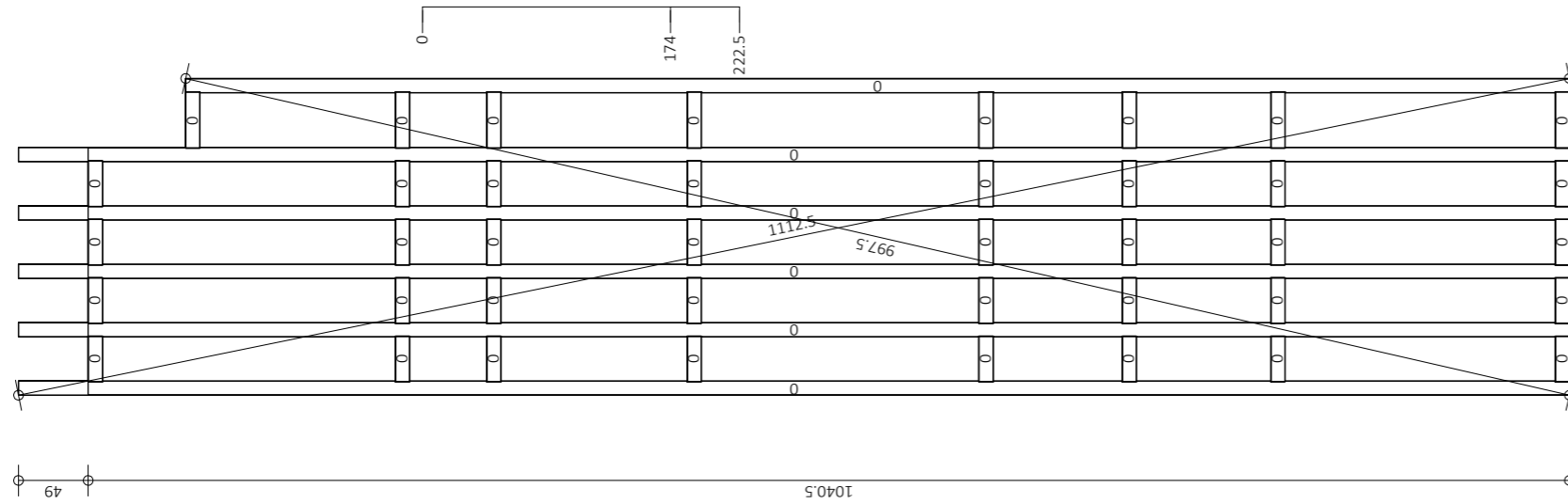


PLAN POZICIJA PANELI  
PRIZEMLJA  
M 1:50

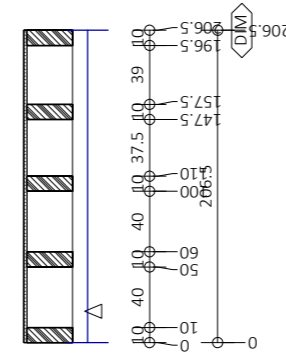
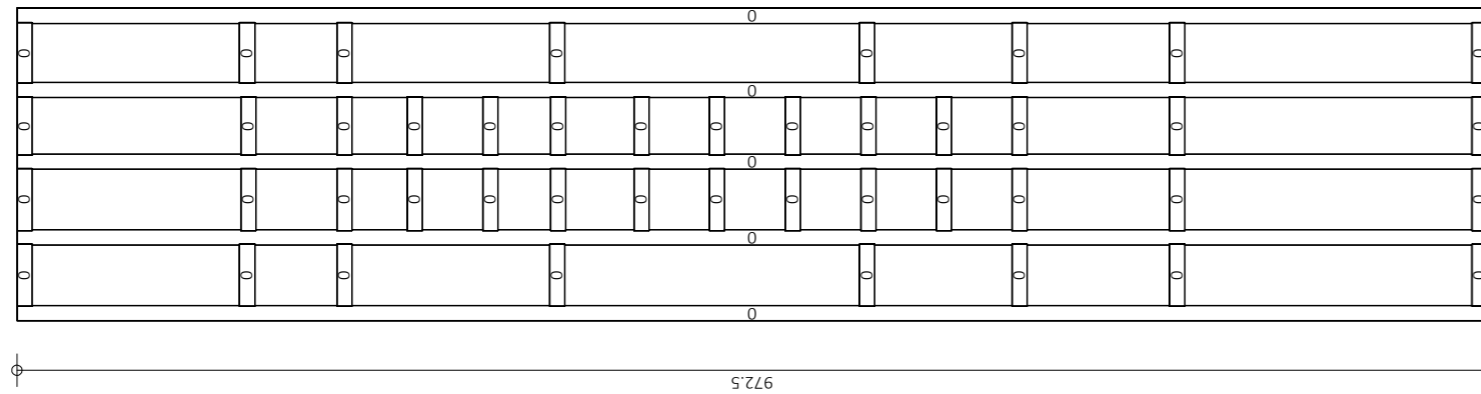


Gradevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Plan pozicije panela prizemlja		
Student:	Bruno Zdravec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

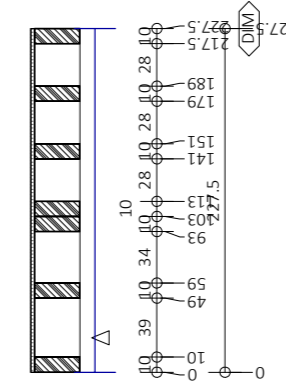
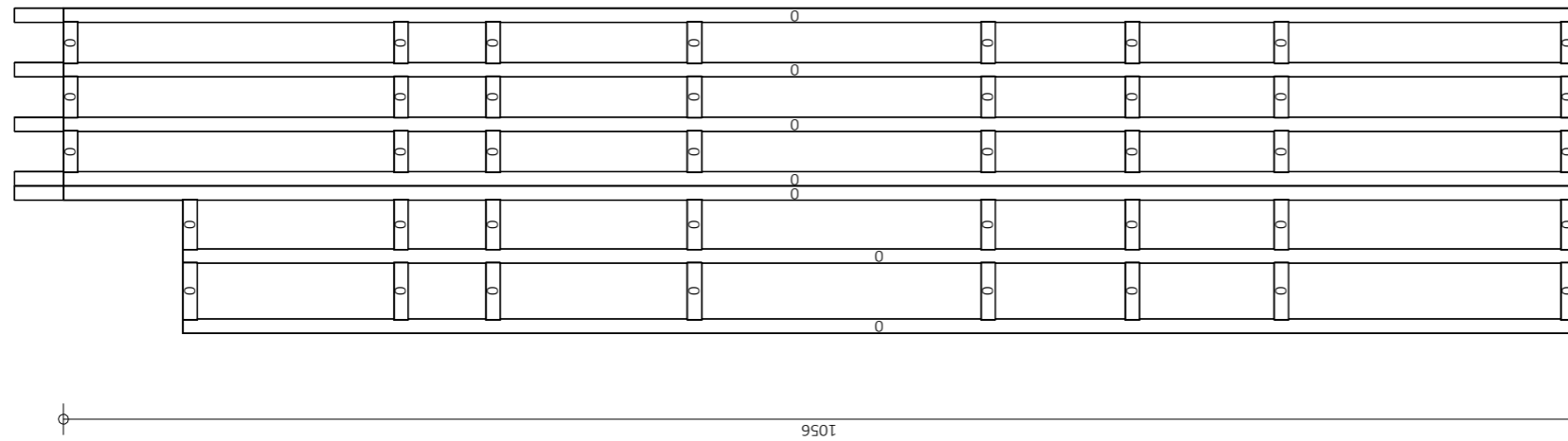
PLAN POZICIJA P101  
M 1:50



PLAN POZICIJA P102  
M 1:50

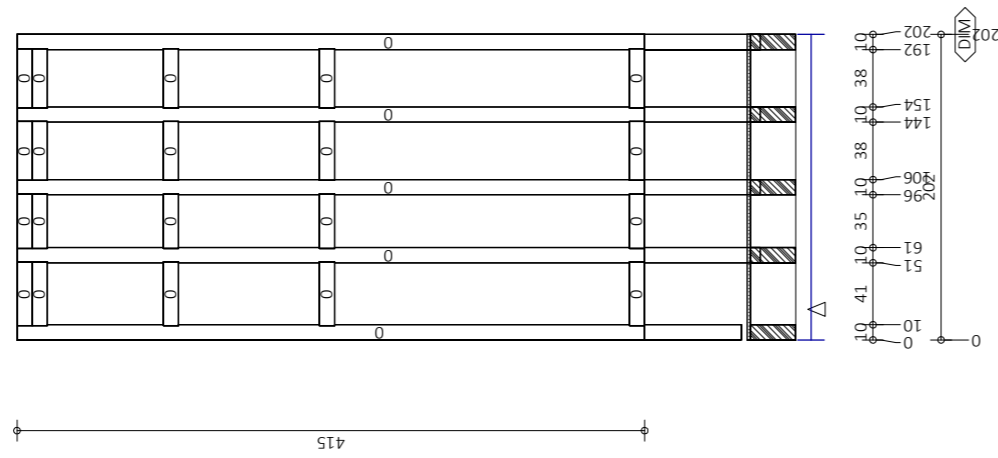


PLAN POZICIJA P103  
M 1:50

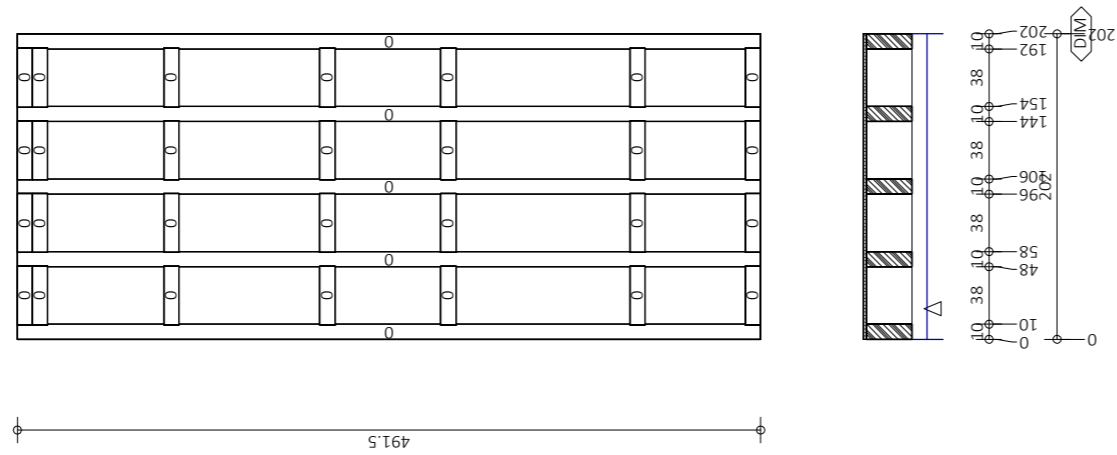


Gradevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	P101, P102, P103		
Student:	Bruno Zadavec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

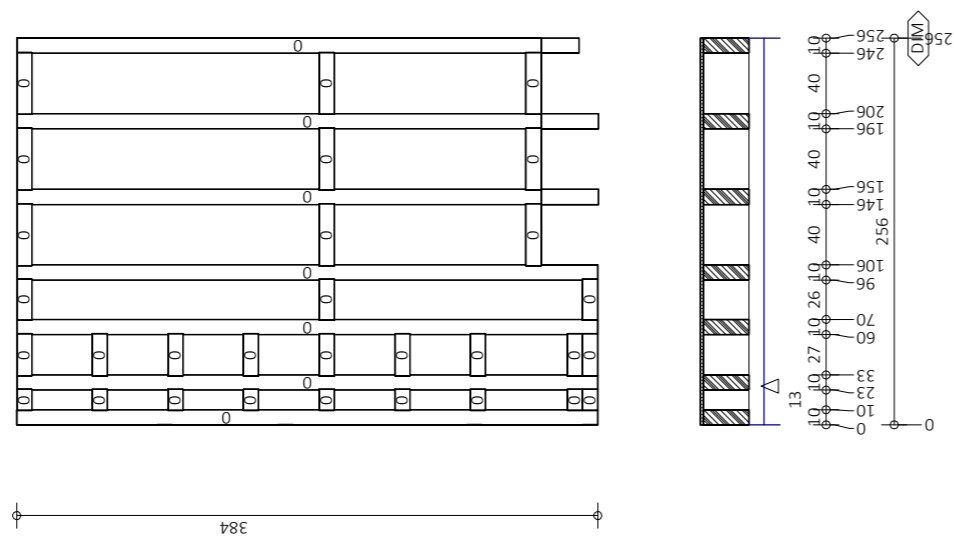
PLAN POZICIJA P101  
M 1:50



PLAN POZICIJA P102  
M 1:50

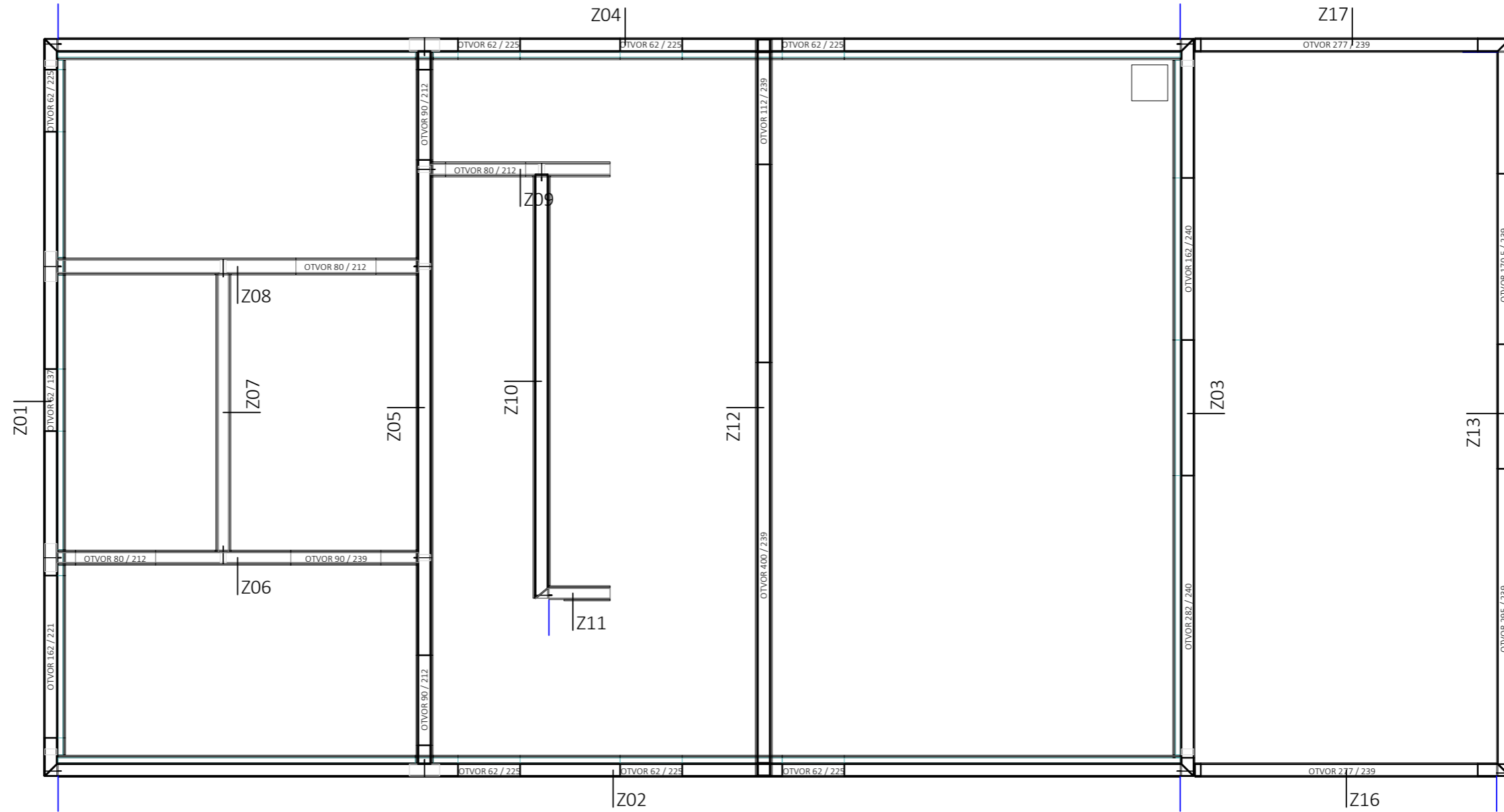


PLAN POZICIJA P103  
M 1:50



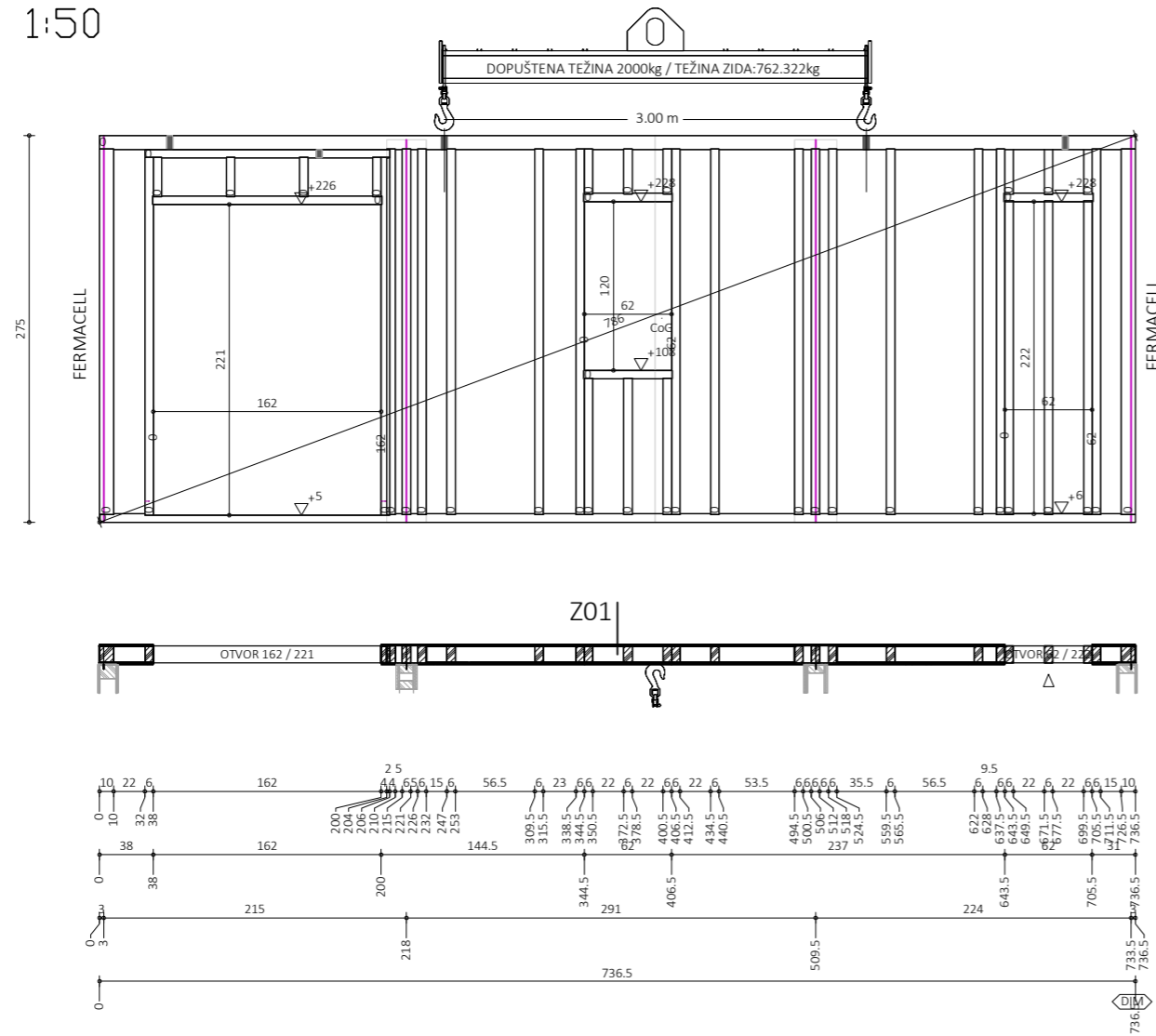
Gradevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	P104, P105, P106		
Student:	Bruno Zdravec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

PLAN POZICIJA PRIZEMLJA  
M 1:50

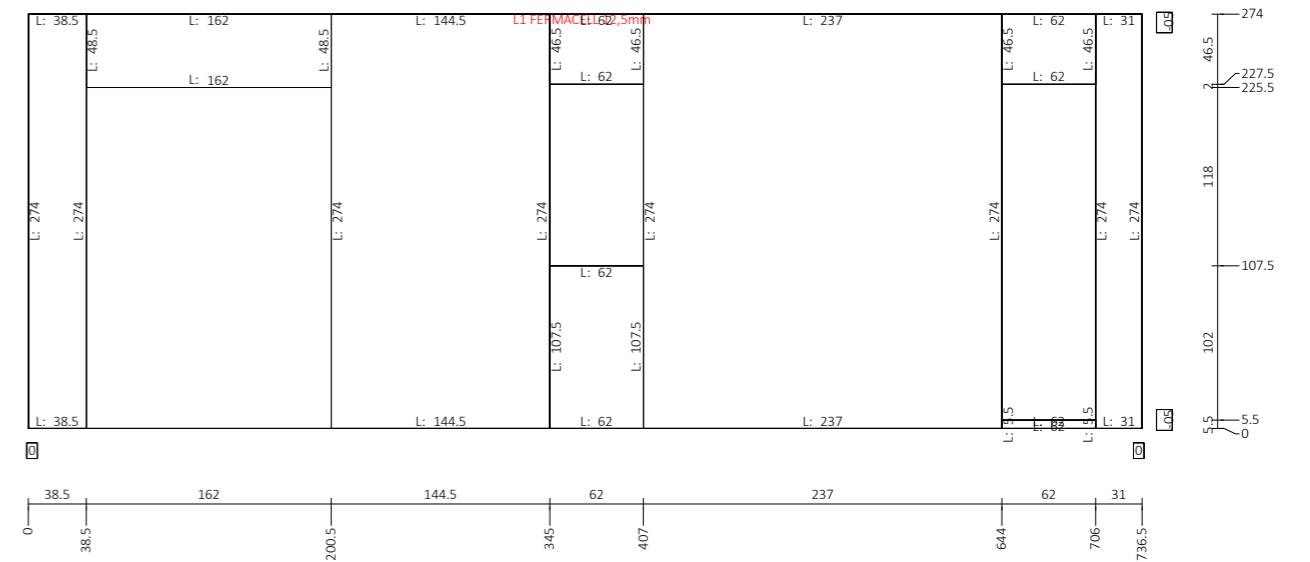


Gradevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Plan pozicije prizemlja		
Student:	Bruno Zadravec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

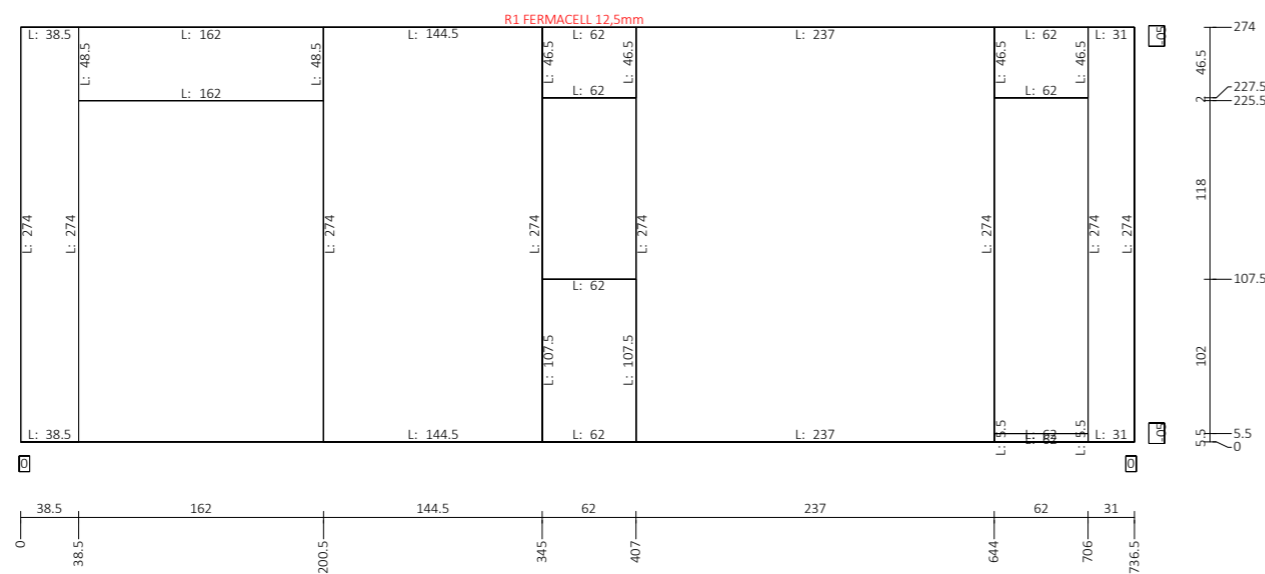
PRESJEK ZIDA  
M 1:50



FERMACELL PLOČA 2  
M 1:50

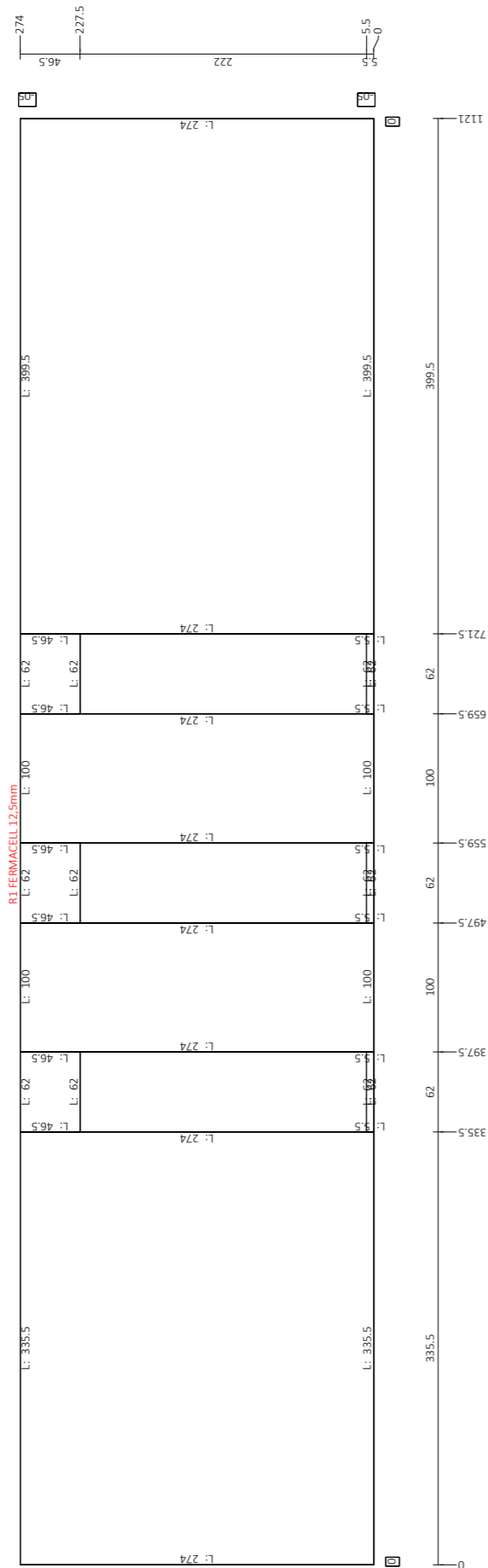


FERMACELL PLOČA 1  
M 1:50

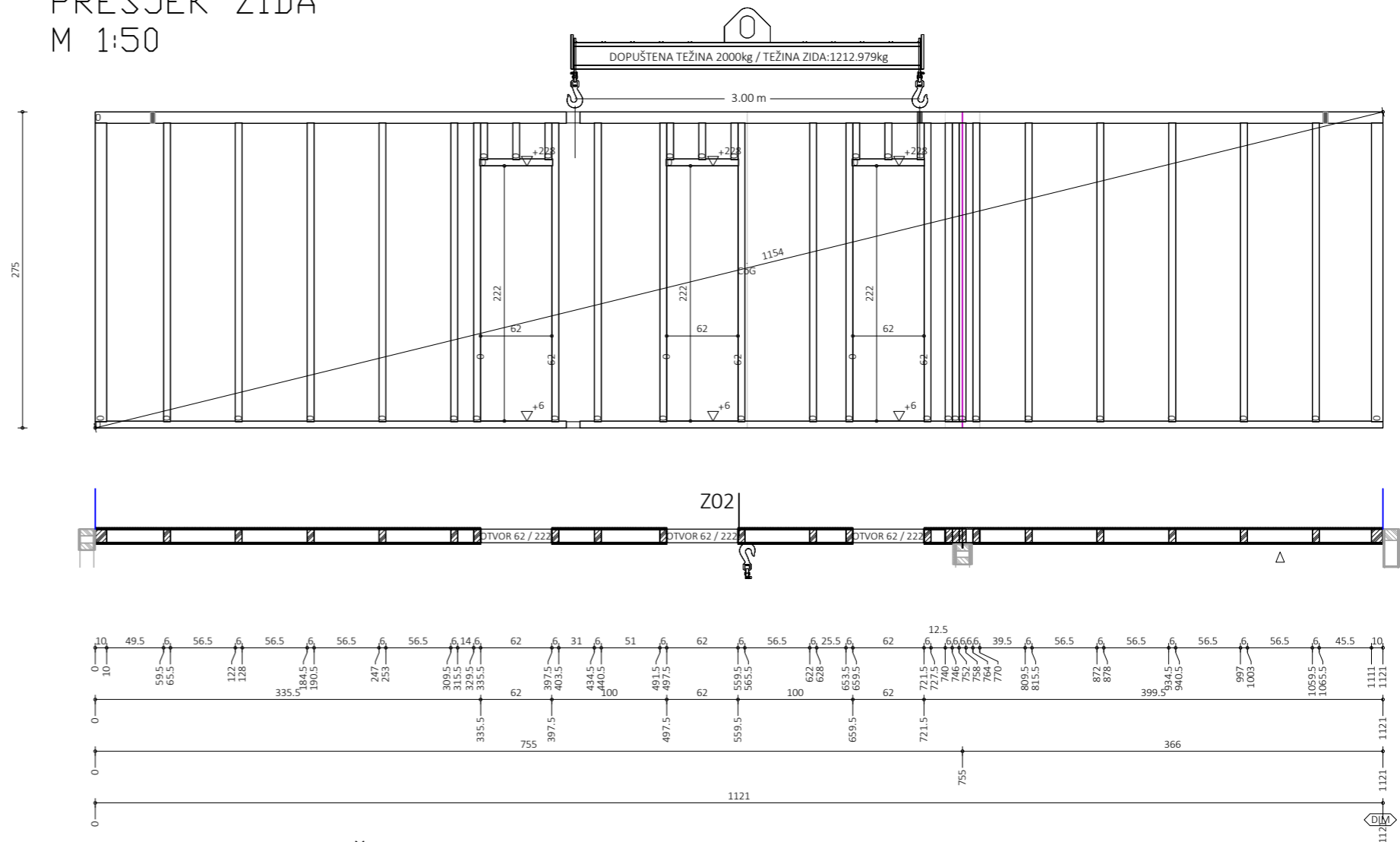


Građevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z01		
Student:	Bruno Zadavec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

FERMACELL PLOČA 2  
M 1:50



PRESJEK ZIDA  
M 1:50

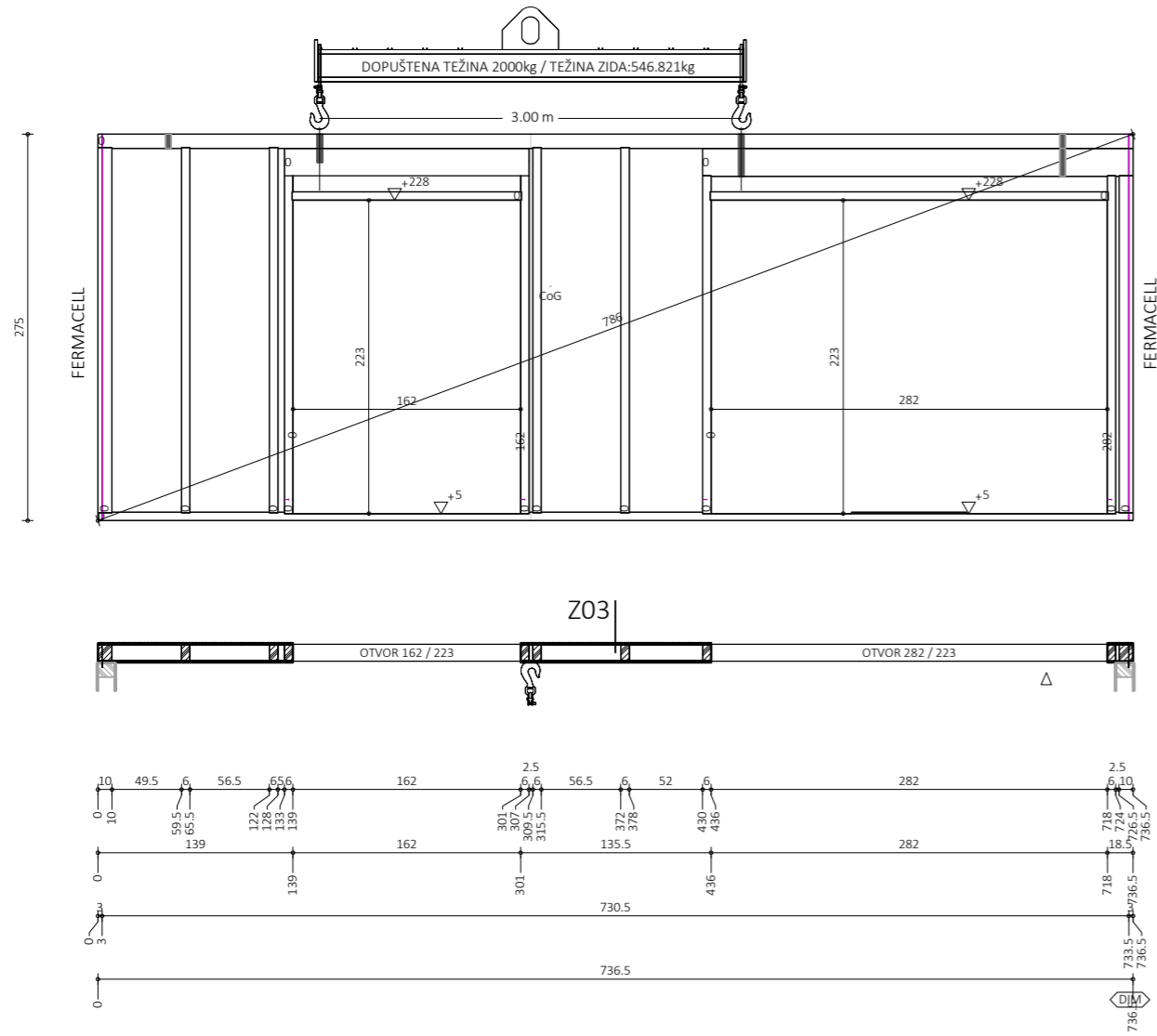


FERMACELL PLOČA 1  
M 1:50

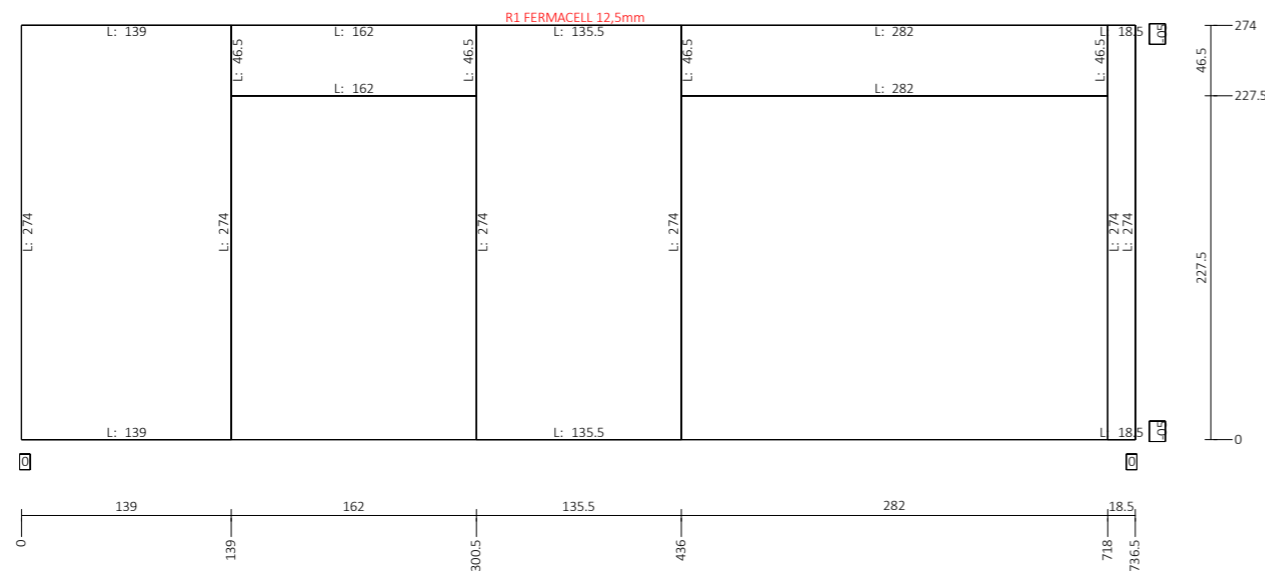


Gradjevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z02		
Student:	Bruno Zadravec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

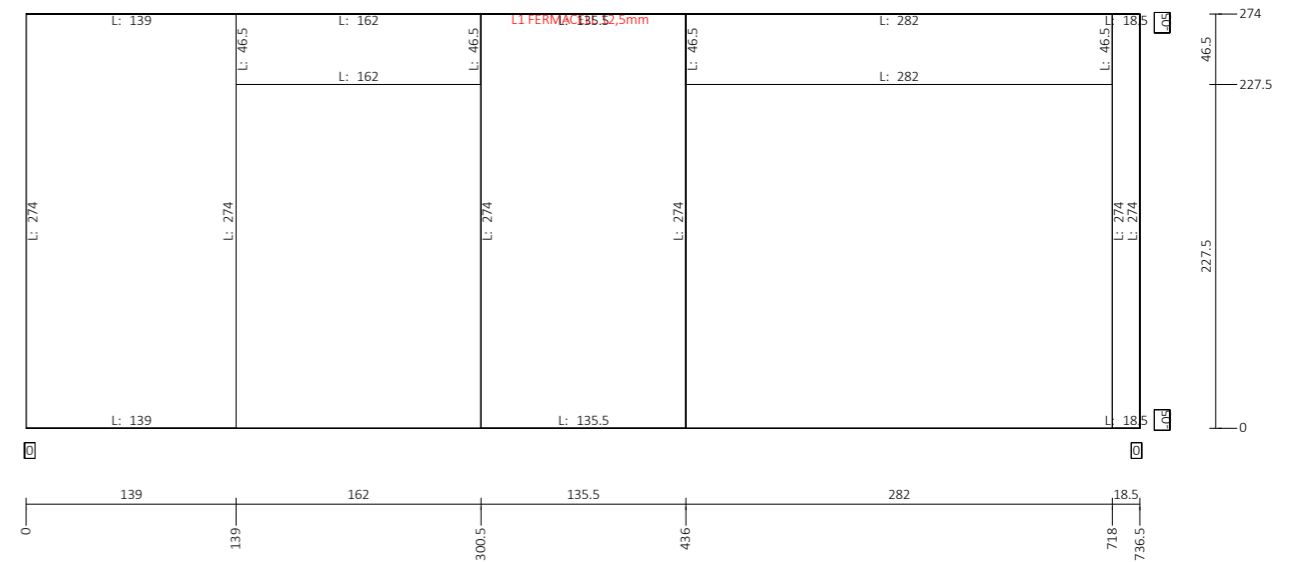
PRESJEK ZIDA  
M 1:50



FERMACELL PLOČA 1  
M 1:50

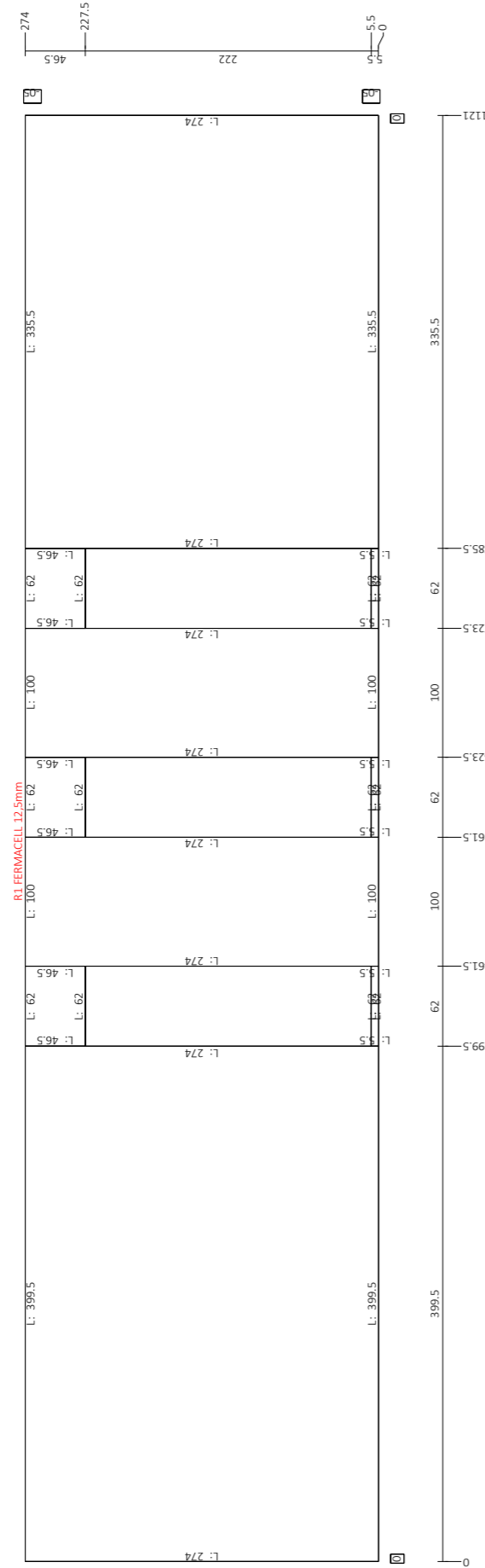


FERMACELL PLOČA 2  
M 1:50

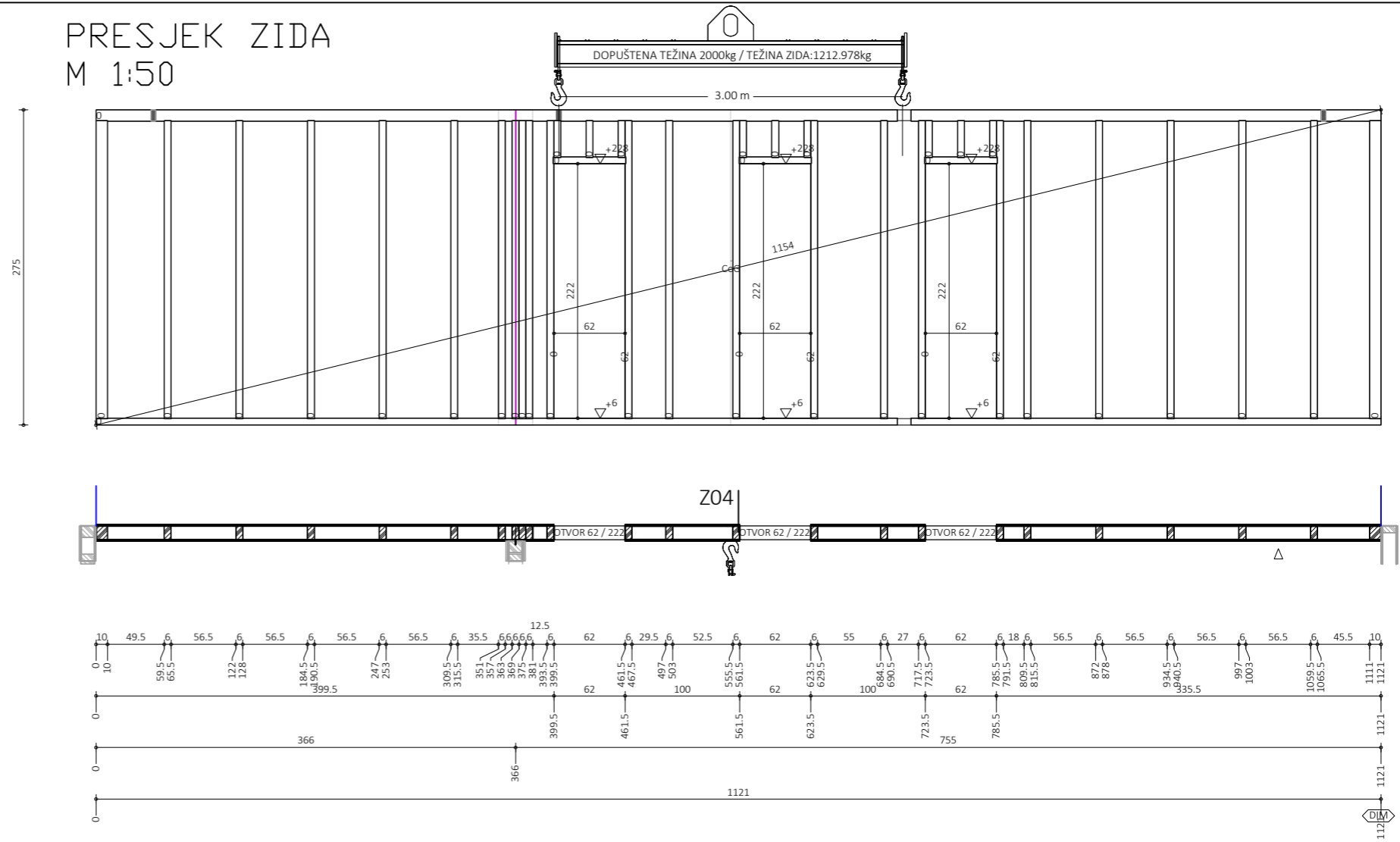


Gradevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z03		
Student:	Bruno Zadavec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

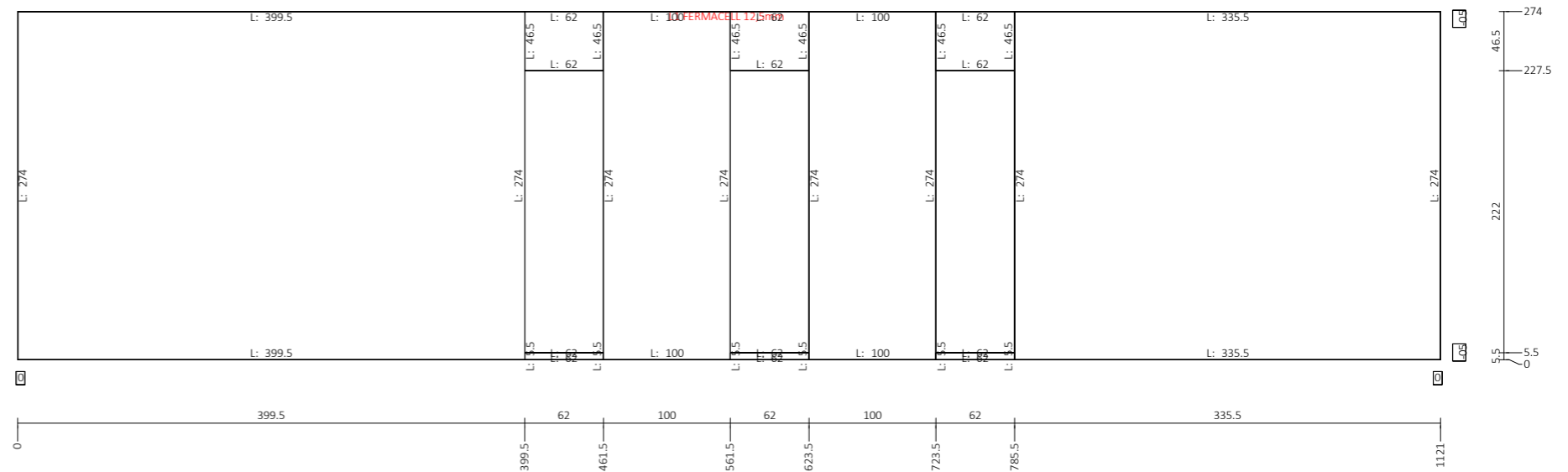
FERMACELL PLOČA 2  
M 1:50



PRESJEK ZIDA  
M 1:50



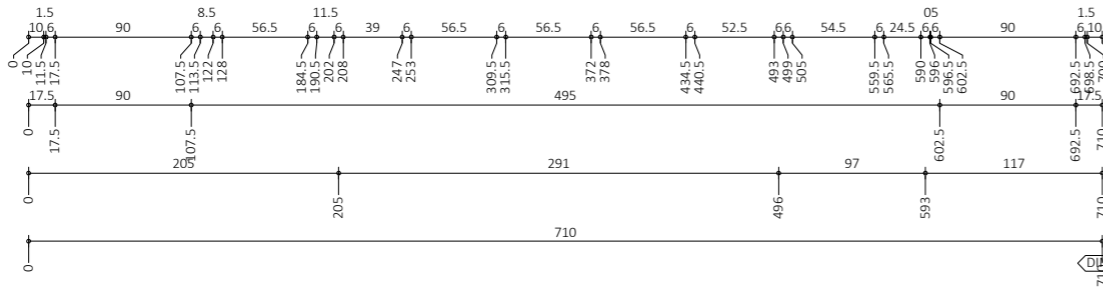
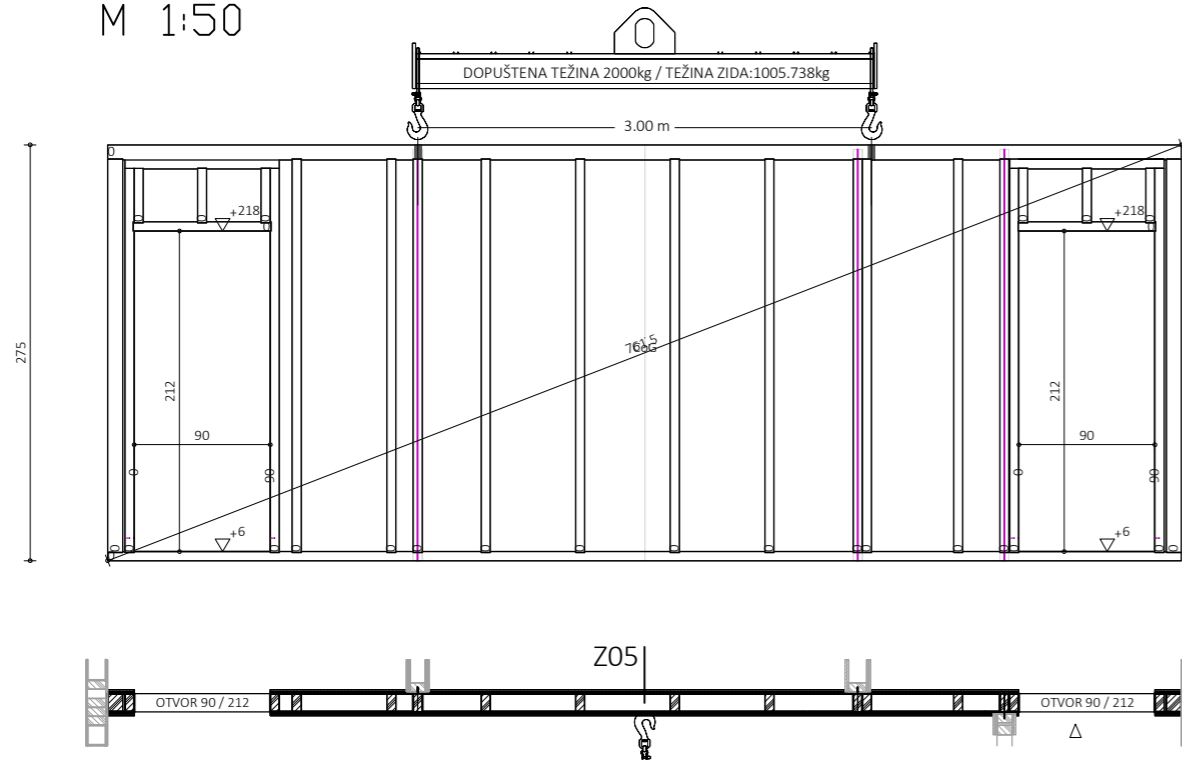
FERMACELL PLOČA 1  
M 1:50



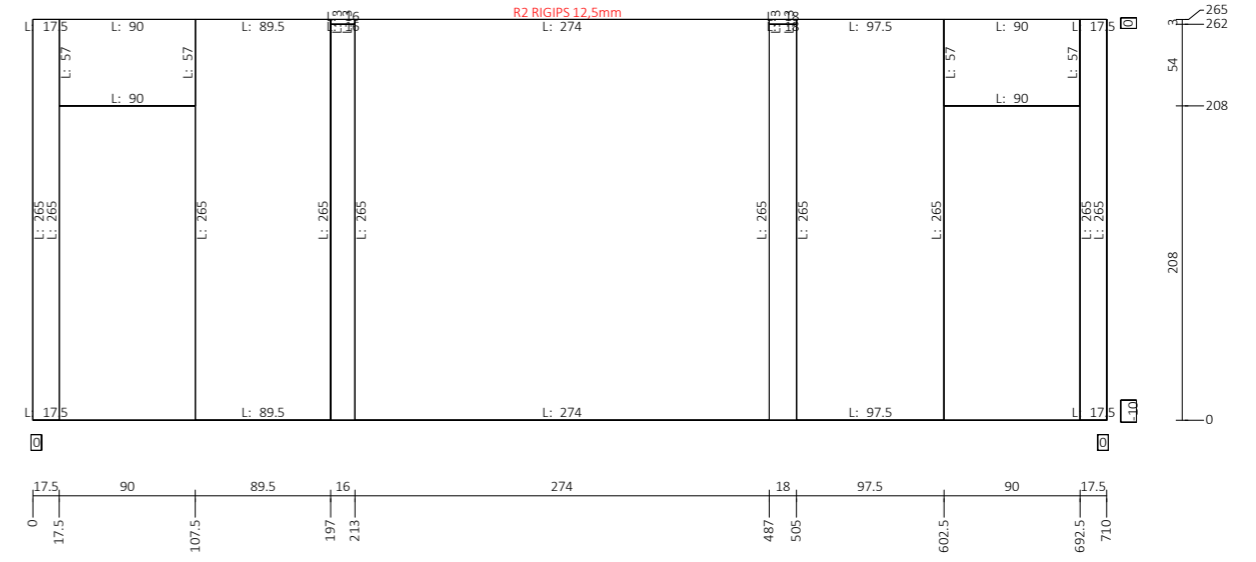
Gradevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z04		
Student:	Bruno Zdravec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			



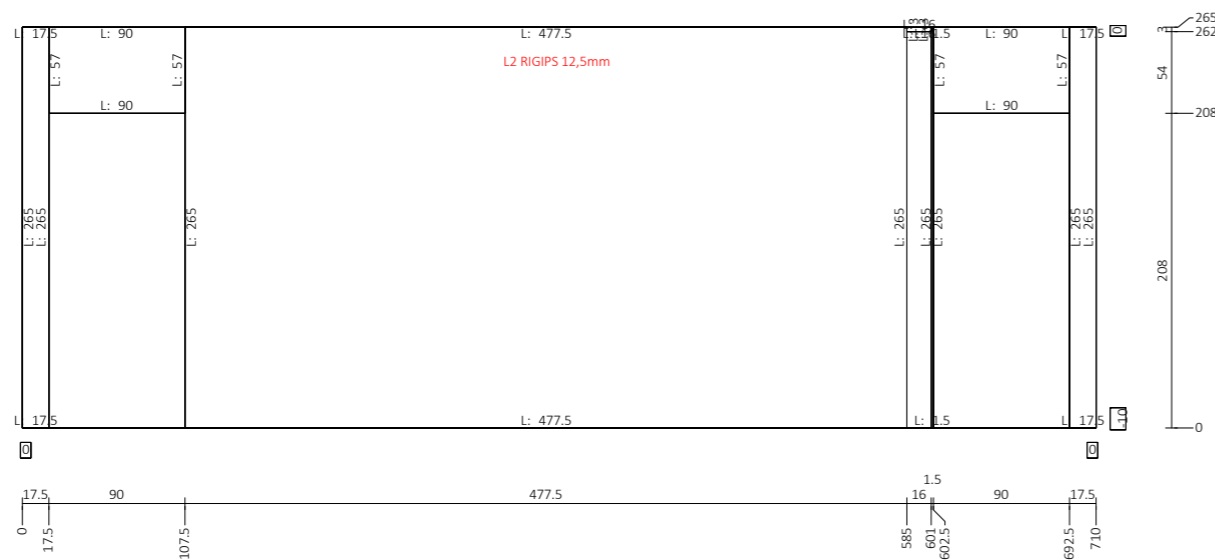
PRESJEK ZIDA  
M 1:50



FERMACELL PLOČA 2  
M 1:50



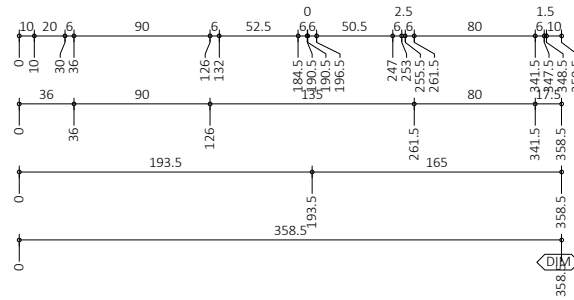
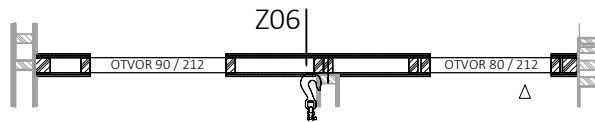
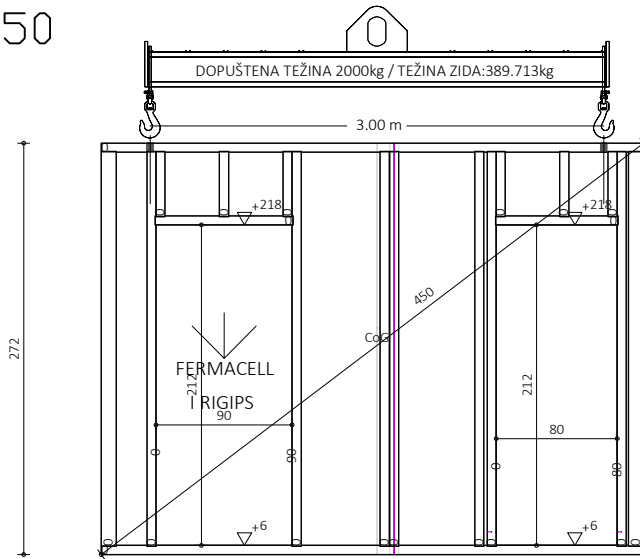
FERMACELL PLOČA 1  
M 1:50



Građevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z05		
Student:	Bruno Zadavec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

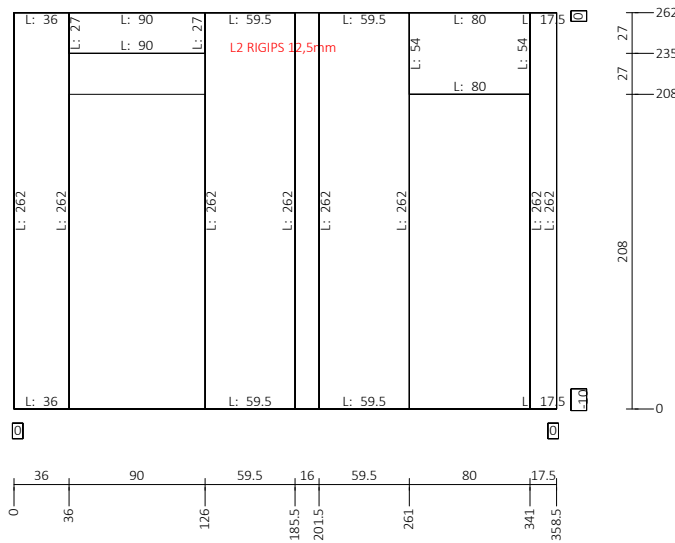
# PRESJEK ZIDA

## M 1:50



# FERMACELL PLOČA 1 i 2

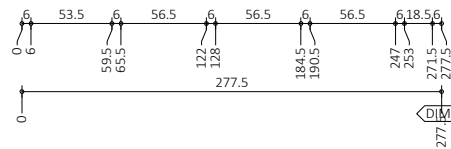
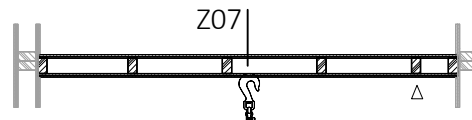
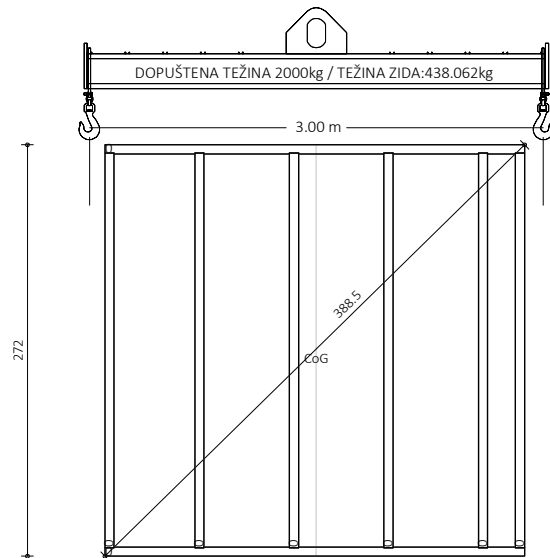
## M 1:50



Građevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z06		
Student:	Bruno Zadavec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

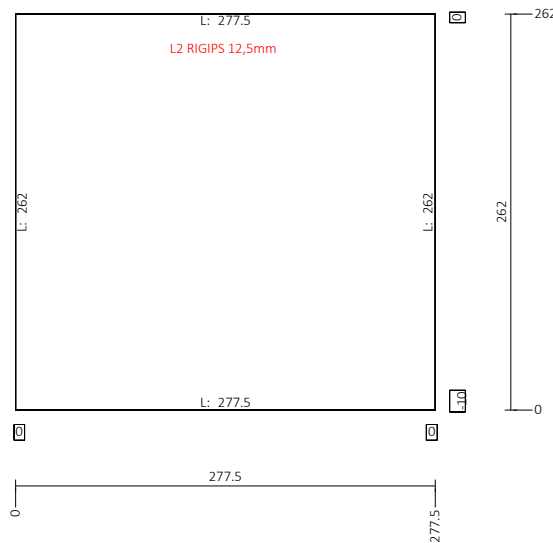
# PRESJEK ZIDA

## M 1:50



# FERMACELL PLOČA 1 i 2

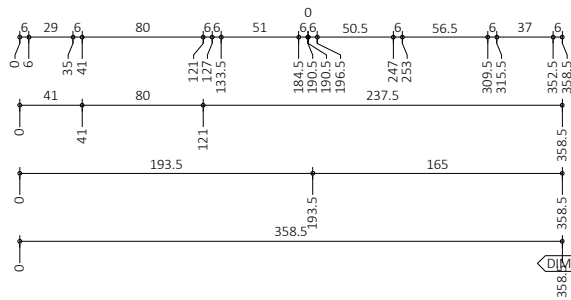
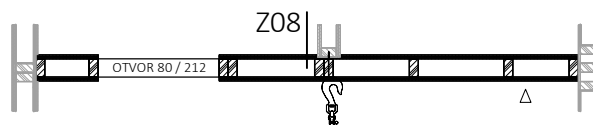
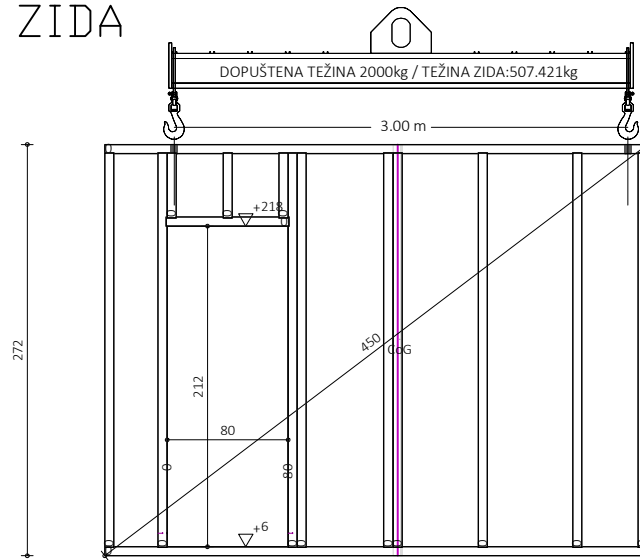
## M 1:50



Gradovina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z07		
Student:	Bruno Zadavec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

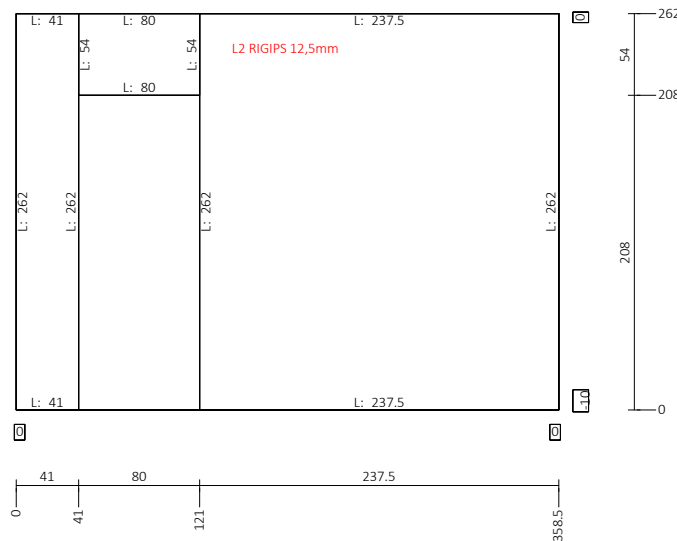
# PRESJEK ZIDA

## M 1:50



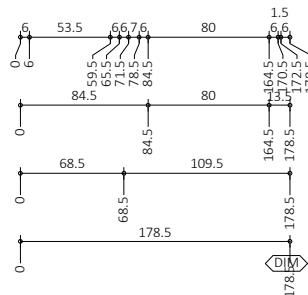
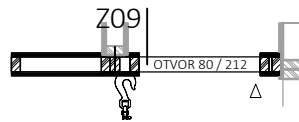
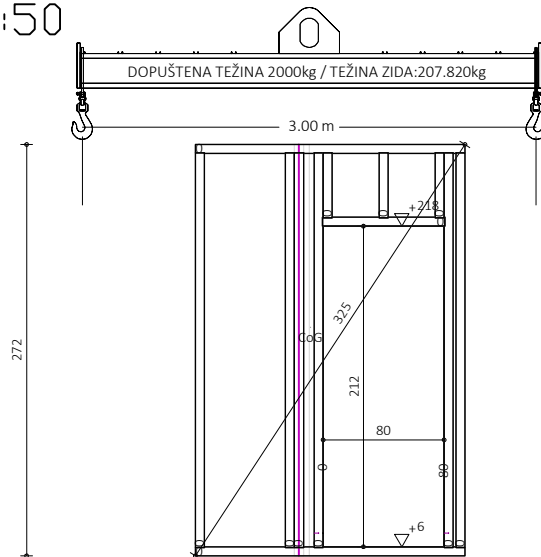
# FERMACELL PLOČA 1 i 2

## M 1:50

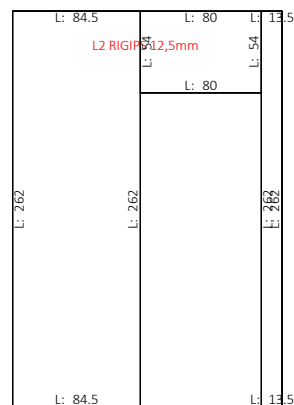


Građevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z08		
Student:	Bruno Zadravec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

# PRESJEK ZIDA M 1:50



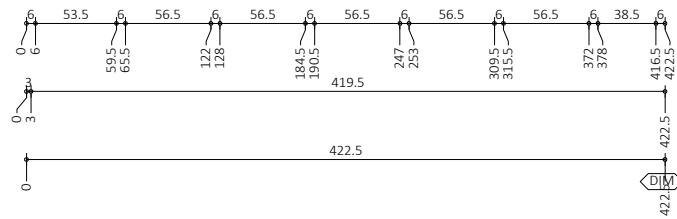
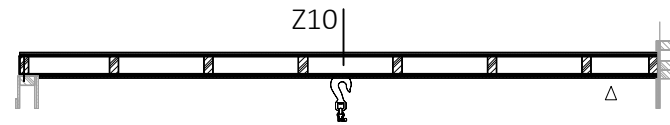
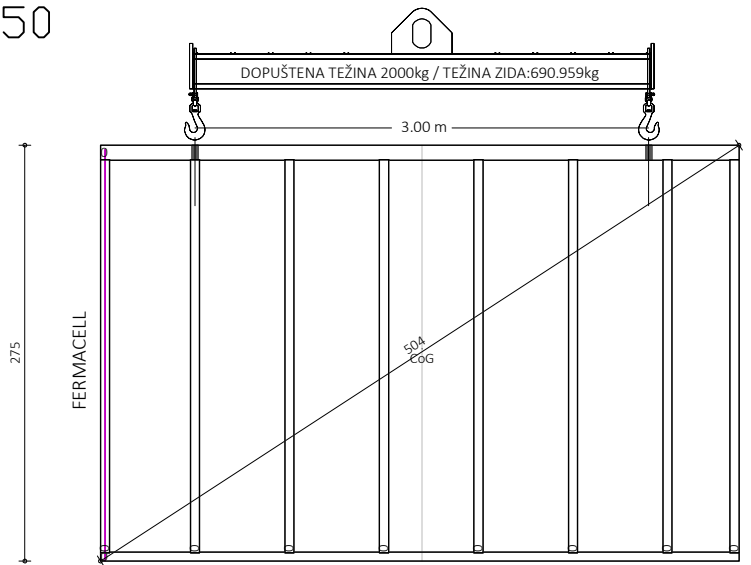
# FERMACELL PLOČA 1 i 2 M 1:50



Građevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z09		
Student:	Bruno Zadravec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

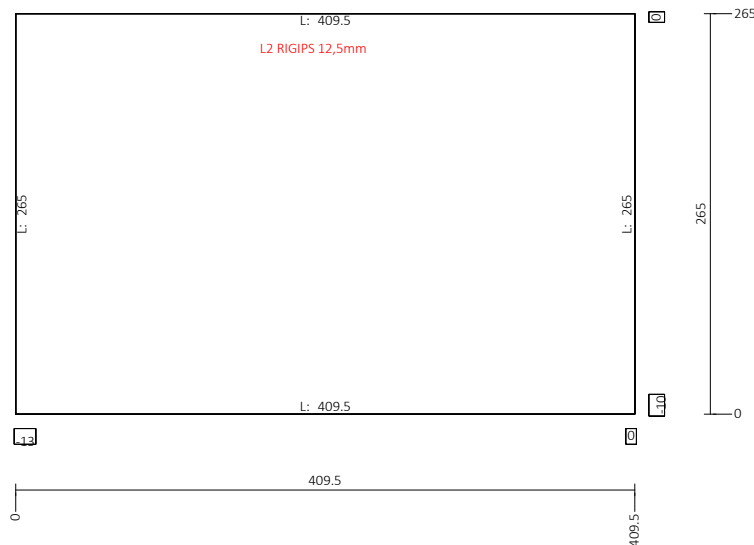
# PRESJEK ZIDA

## M 1:50



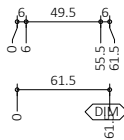
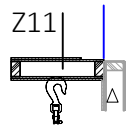
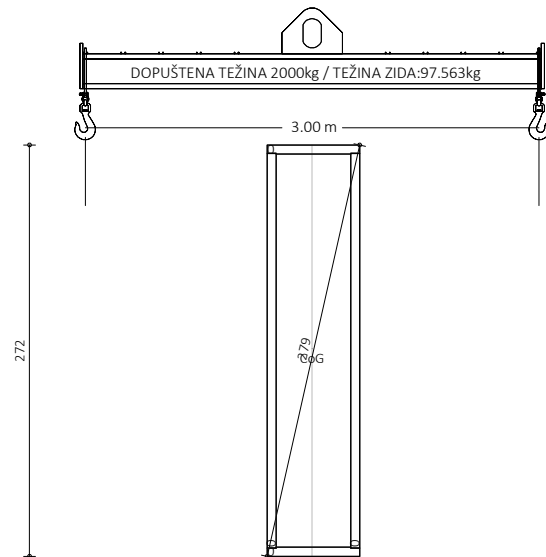
# FERMACELL PLOČA 1 i 2

## M 1:50

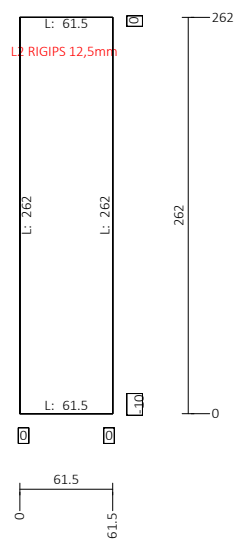


Građevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z10		
Student:	Bruno Zadavec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

# PRESJEK ZIDA M 1:50

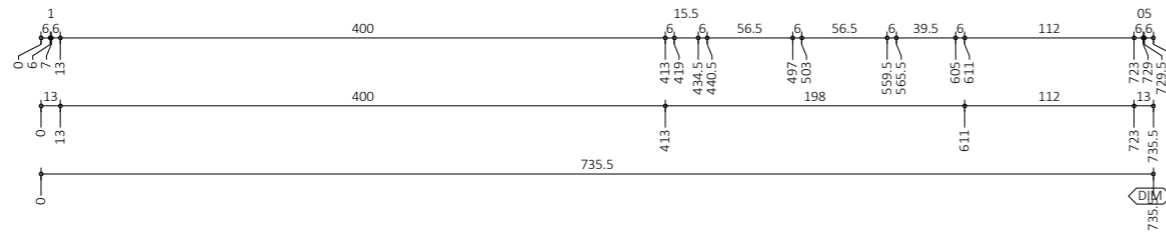
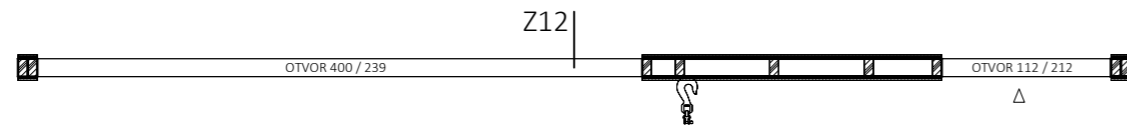
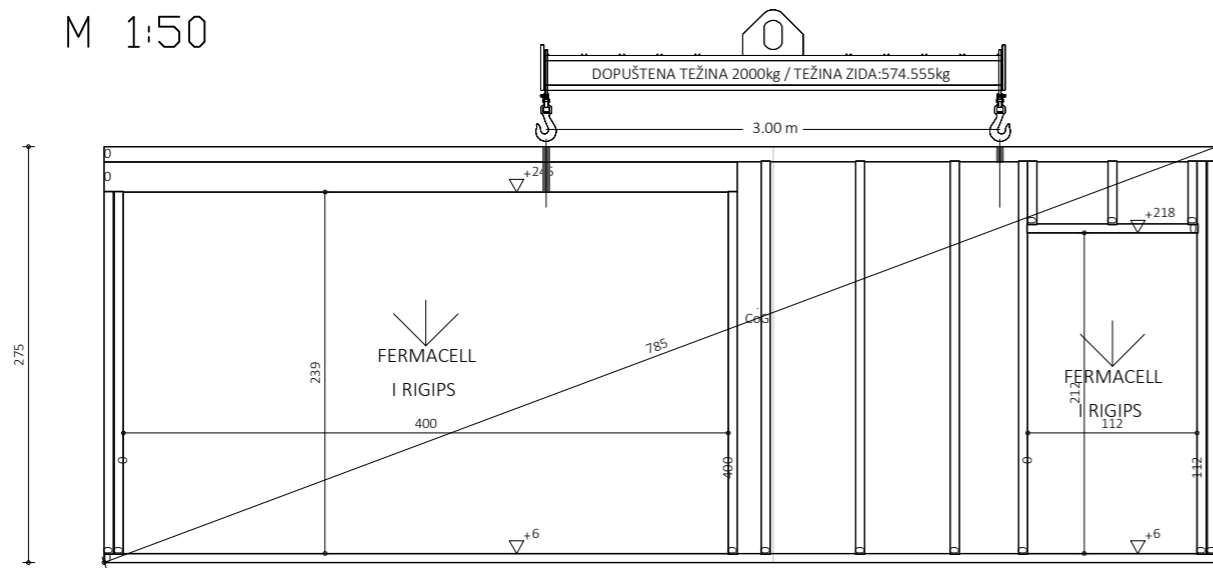


# FERMACELL PLOČA 1 i 2 M 1:50

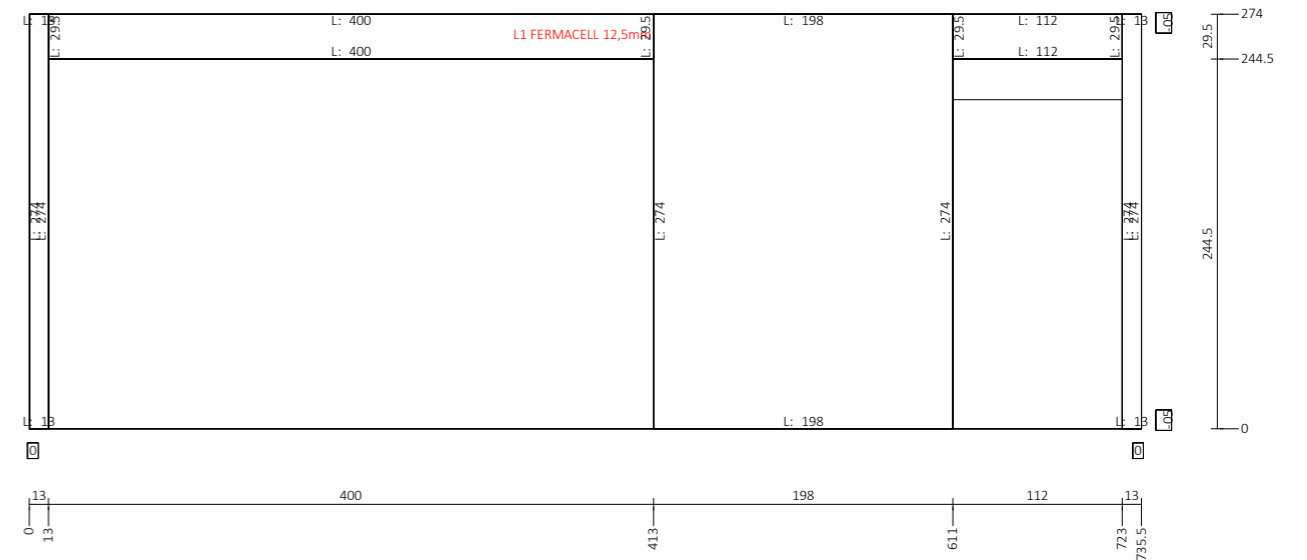


Građevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z11		
Student:	Bruno Zadavec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

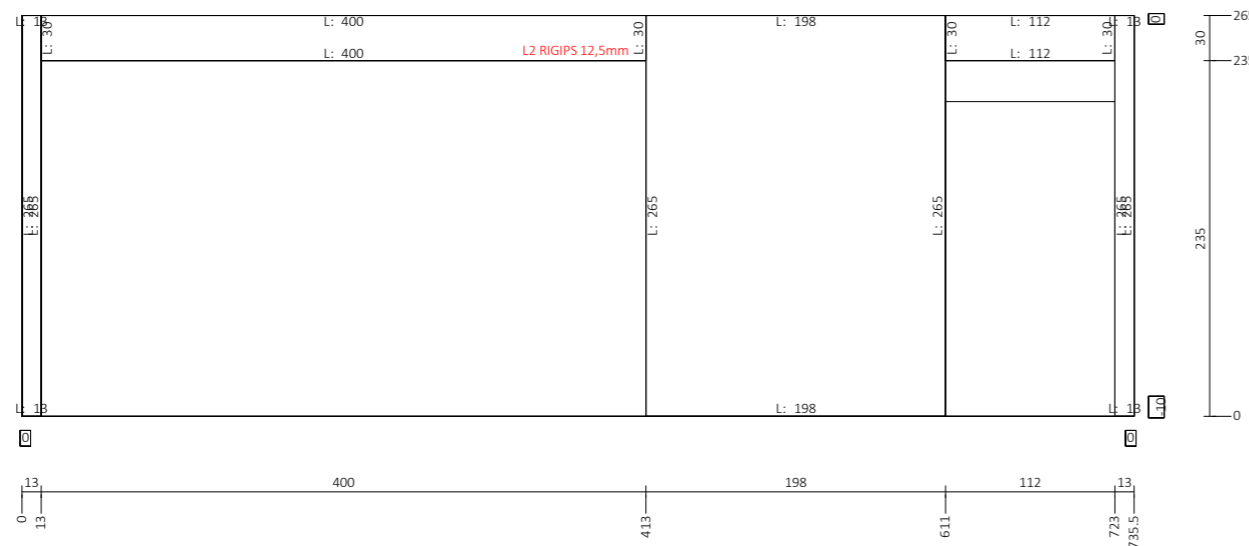
PRESJEK ZIDA  
M 1:50



FERMACELL PLOČA 2  
M 1:50



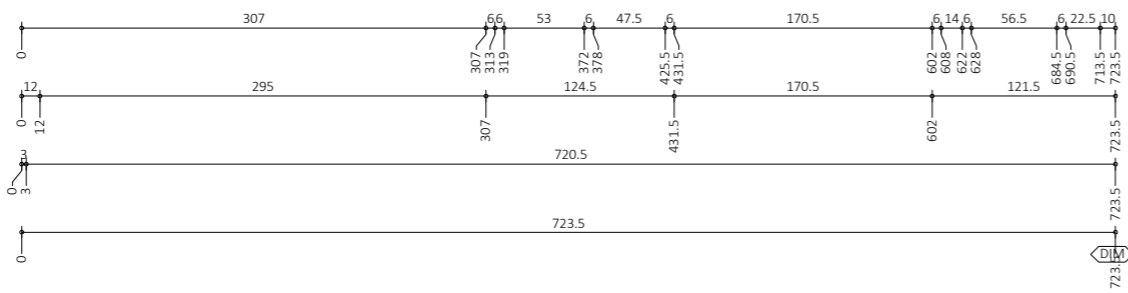
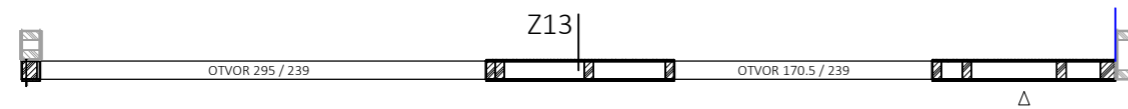
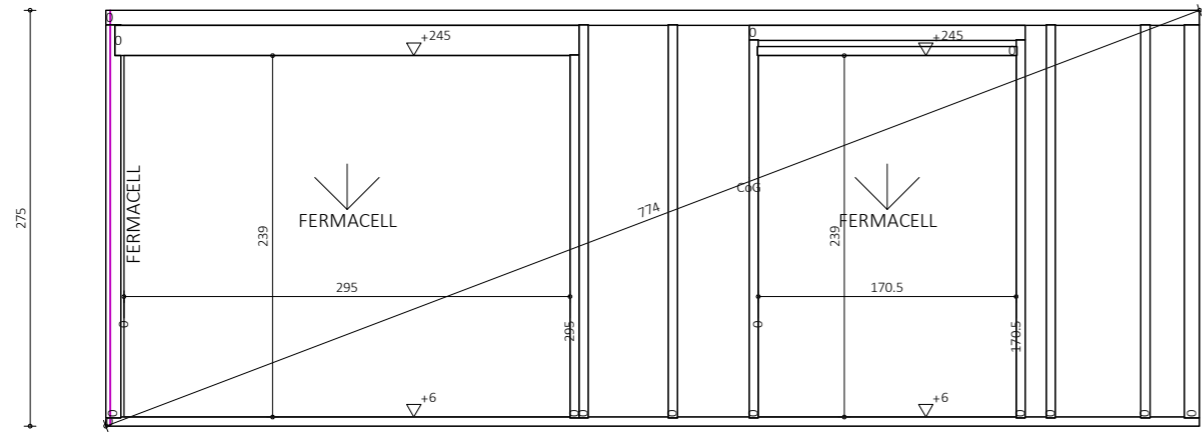
FERMACELL PLOČA 1  
M 1:50



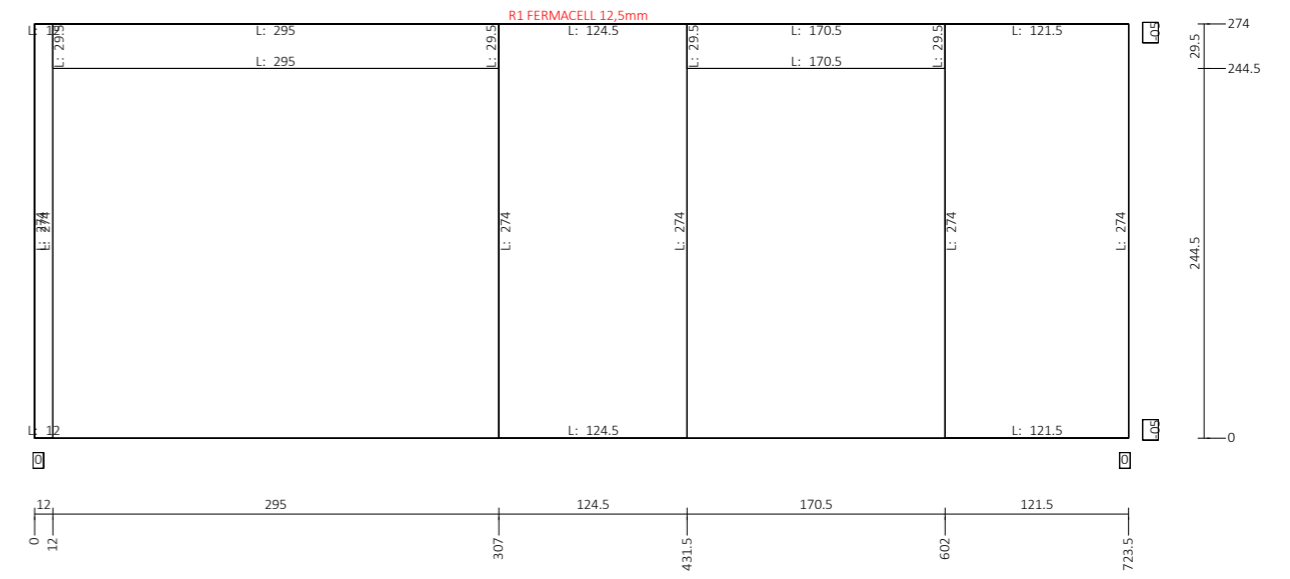
Gradevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z12		
Student:	Bruno Zadavec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			



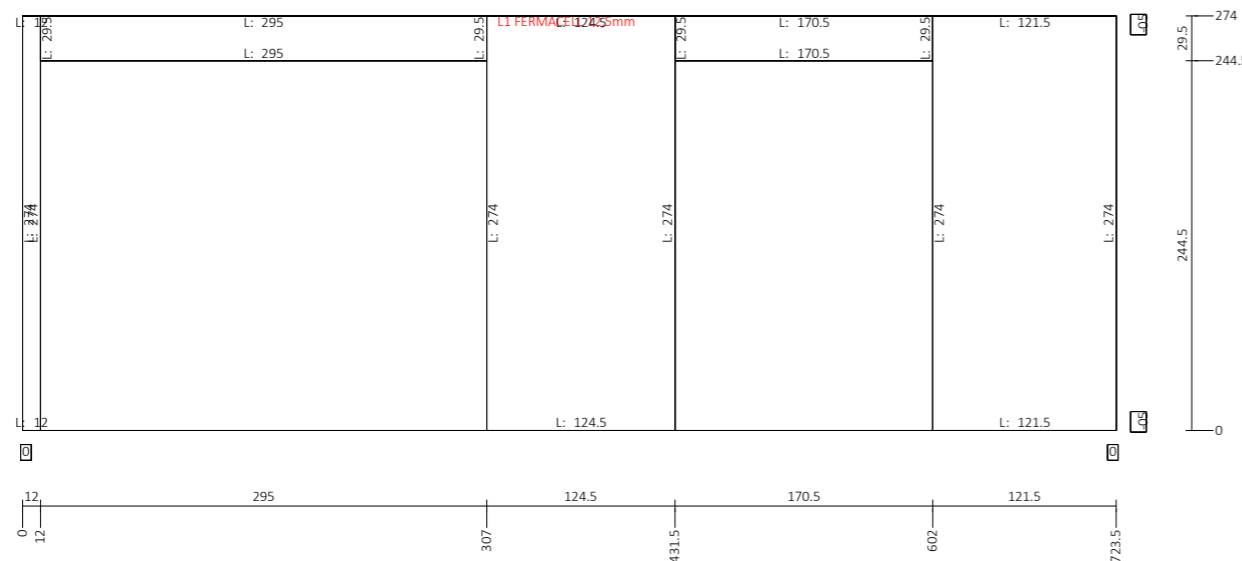
# PRESJEK ZIDA M 1:50



# FERMACELL PLOČA 2 M 1:50

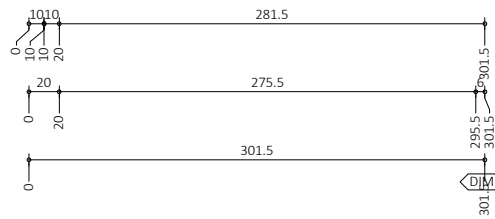
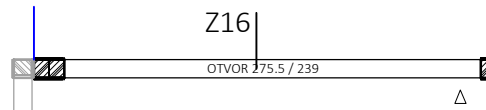
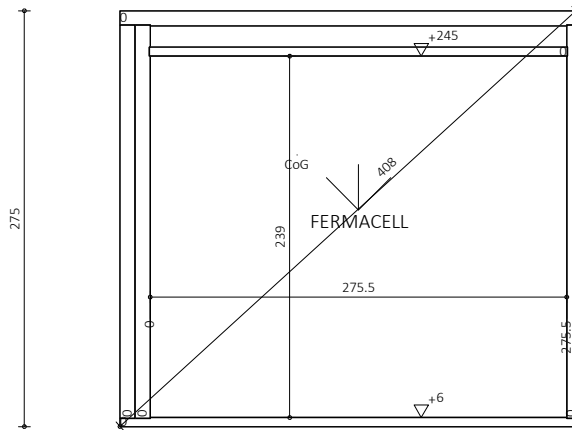


# FERMACELL PLOČA 1 M 1:50

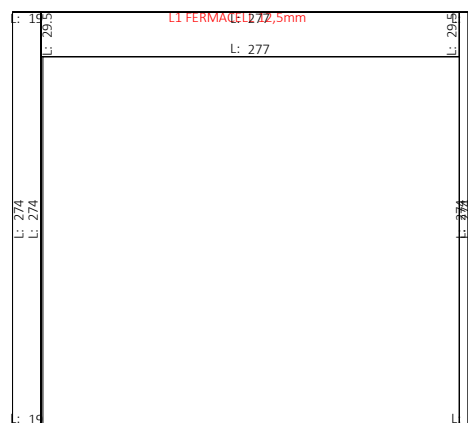


Grādevina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z13		
Student:	Bruno Zadavec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			

# PRESJEK ZIDA M 1:50



# FERMACELL PLOČA 1 i 2 M 1:50



Gradovina:	Stambena građevina		
Faza projekta :	Izvedbeni projekt		
Sadržaj:	Zid oznake Z16		
Student:	Bruno Zadravec, univ. bacc. ing. aedif.		
Mjerilo:	M 1:50	Datum:	kolovoz 2024.
Pregledao :			