

Projekt stambene zgrade s naglaskom na potresnu otpornost

Ricijaš, Nikolina

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:399146>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-28**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





Sveučilište Sjever

Završni rad br. 419/GR/2021

Projekt stambene zgrade s naglaskom na potresnu otpornost

Nikolina Ricijaš, 2174/336

Varaždin, rujan 2021. godine



Sveučilište Sjever

Odjel za graditeljstvo

Završni rad br. 419/GR/2021

Projekt stambene zgrade s naglaskom na potresnu otpornost

Student

Nikolina Ricijaš, 2174/336

Mentor

doc. dr. sc. Goran Puž, dipl. ing. građ.

Varaždin, rujan 2021. godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za graditeljstvo	<input type="checkbox"/>
STUPNJE	Preddiplomski stručni studij Graditeljstvo	<input type="checkbox"/>
PRESTUPNIK	Nikolina Ricijaš	JMBAG 0336021578
DATUM	14. lipnja 2021.	KOLEGIJ Protupotresno inženjerstvo
NASLOV RADA	Projekt stambene zgrade s naglaskom na potresnu otpornost	
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Residential building design with the emphasis on earthquake resistance	

MENTOR	dr.sc. Goran Puž	ZVANJE	docent
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. doc.dr.sc. Danko Markovinović		
	2. doc.dr.sc. Goran Puž		
	3. doc.dr.sc. Aleksej Aniskin		
	4. prof.dr.sc. Božo Soldo		
	5.		

Zadatak završnog rada

BROJ: 419/GR/2021

OPIS

U radu je potrebno načiniti dio projektne dokumentacije za stambenu zgradu zadanih gabarita na području Varaždina. Osnovni nosivi sustav zgrade biti će omeđeno žiće, od standardnih gradiva. Rad mora sadržavati osnovni statički proračun, za stalno i korisno opterećenje, kao i proračun seizmičkog djelovanja jednim od normiranih linearnih postupaka, metodom proračuna bočnih sila ili modalnim proračunom primjenom spektra odziva. Dimenzioniranje će biti provedeno za najopterećenije elemente. Sadržaj rada:

1. Tehnički opis građevine
2. Osnovni nacrti
3. Analiza opterećenje
4. Statički proračun
5. Proračun djelovanja od potresa
6. Dimenzioniranje
7. Literatura

ZADATAK ISTRUČEN

01.07.2021.



Goran Puž



IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, NIKOLINA RICIJAŠ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PROJEKT STAMBENE ZGRADE S NAGLASKOM NA POTRESNU OTPORNOST (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Nikolina Ricijaš
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, NIKOLINA RICIJAŠ (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/ (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PROJEKT STAMBENE ZGRADE S NAGLASKOM NA POTRESNU OTPORNOST (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Nikolina Ricijaš
(vlastoručni potpis)

Predgovor

Zahvaljujem se svom profesoru i mentoru doc. dr. sc. Goranu Pužu, dipl. ing. građ. koji mi je svojim znanjem i stručnim savjetima pomogao u realizaciji završnog rada. Također upućujem zahvalnost svim profesorima i nastavnicima odjela graditeljstva na Sveučilištu Sjever, koji su svojim radom sudjelovali u stručnom širenju mog znanja.

Od srca se zahvaljujem svim prijateljima i svojoj obitelji, a ponajviše majci Dijani i ocu Stjepanu, sestri Karolini i bratu Nikoli na pruženoj potpori tijekom samog studiranja.

Hvala svima!

Nikolina Ricijaš

Sažetak

NASLOV RADA: Projekt stambene zgrade s naglaskom na potresnu otpornost
AUTOR: Nikolina Ricijaš
MENTOR: doc. dr. sc. Goran Puž, dipl. ing. građ.

Tema mog završnog rada projekt je stambene zgrade uz provjeru zidova stambene zgrade na horizontalno seizmičko opterećenje. U radu su objašnjeni pojmovi posmičnih zidova te omeđenog zida. Podaci korišteni u izradi rada prikupljeni su iz stručne literature, bilješki s predavanja iz kolegija Protupotresno inženjerstvo te s interneta. U samom radu građevina je obrađena kroz proračun na potresno opterećenje. Proračunom je dobiveno da granično stanje nosivosti za zid od 20 cm nije zadovoljeno stoga je izrađen novi proračun za zid od 30 cm, čime je zadovoljena nosivost na poprečnu silu i moment savijanja.

Ključne riječi:

- ❖ Projekt stambene zgrade
- ❖ Potres
- ❖ Omeđeno zide
- ❖ Seizmički proračun
- ❖ Poprečna sila
- ❖ Moment savijanja

Abstract

TITLE: Project of a residential building with an emphasis on earthquake resistance
AUTHOR: Nikolina Ricijaš
MENTOR: doc. dr. sc. Goran Puž, dipl. ing. grad.

The topic of my final paper is a residential building project with horizontal seismic loading validation for its walls. The concepts of sliding walls and bounded masonry are elaborated in the paper. The data used in the preparation were compiled from the professional literature, lecture notes from the course Earthquake Engineering and from the Internet. The building was processed through the calculation of the seismic load. The calculation evinced that the load capacity limit for a massif of 20 cm is not satisfied, so new calculation was made for a massif of 30 cm. New calculation of 30 cm massif is suitable and the load capacity per average transverse force and bending moment is satisfied.

Keywords:

- ❖ Residential building project
- ❖ Earthquake
- ❖ Bounded masonry
- ❖ Seismic calculation
- ❖ Transverse force
- ❖ Bending moment

Popis korištenih kratica

m	Metar
cm	Centimetar
mm	Milimetar
m²	Metar kvadratni
m³	Metar kubni
P	Prizemlje
K.č.br.	Katastarska čestica broj
K.o.	Katastarska općina
N	Njutn
kN	Kilonjutn
kNm	Klionjutn metara
kN/m	Kilonjutn po metru
N/mm²	Njutn po milimetru kvadratnom
kN/cm²	Kilonjutn po centimetru kvadratnom
kN/m²	Klionjutno po metru kvadratnom
kom	Komad
POZ	Pozicija
s	sekunda
m/s^s	metar po sekundi na kvadrat

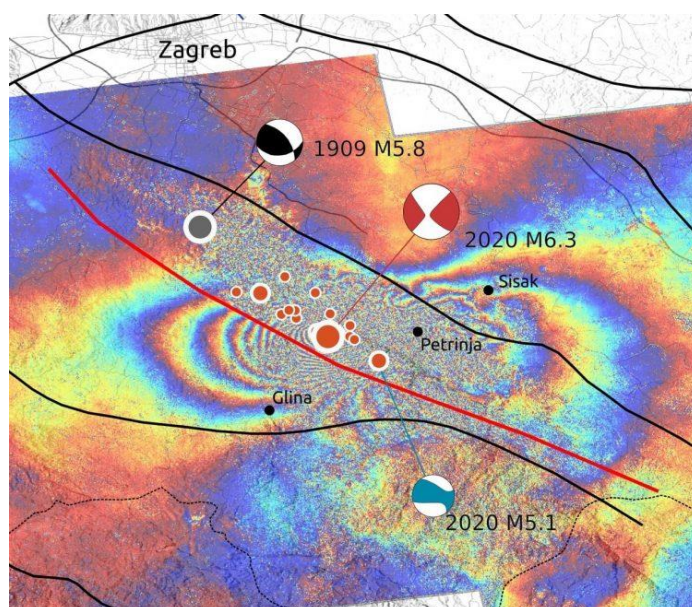
Sadržaj

1.	Uvod.....	12
2.	Tehnički opis.....	15
2.1.	Opći podaci	15
2.2.	Opis lokacije.....	15
2.3.	Tehničko obrazloženje	16
2.4.	Podaci o lokalnim prilikama i uvjetima	16
2.5.	Zaštita okoliša	17
3.	Osnovni nacrti.....	18
4.	Tlocrt prizemlja 1:100.....	19
5.	Tlocrt 1. kata 1:100.....	20
6.	Tlocrt 2. kata 1:100.....	21
7.	Tlocrt 3.kata 1:100.....	22
8.	Tlocrt krovne terase 1:100.....	23
9.	Tlocrt krova 1:100.....	24
10.	Presjek 1:100.....	25
11.	Pročelja 1:100	26
12.	Metodologija proračuna na potres	27
12.1.	Spektar odaziva	28
13.	Provjera nosivosti zida na horizontalno seizmičko opterećenje	29
13.1.	Karakteristike zida.....	29
14.	Analiza opterećenja.....	30
14.1.	Prizemlje.....	30
14.2.	1. kat	33
14.3.	2. kat	36
14.4.	3. kat	39
14.5.	Krovna terasa.....	42
14.6.	Ukupne težine etaža	44
15.	Proračun djelovanja od potresa.....	46
15.1.	Karakteristike zida.....	46
15.2.	Seizmički proračun.....	47
15.3.	Proračun zida na seizmičko opterećenje	48
15.4.	Proračun perioda prvog oblika vibracije zgrade za smjer x	49
15.5.	Proračun perioda prvog oblika vibracije zgrade za smjer y	50
15.6.	Proračun seizmičkih sila.....	52
16.	Proračun otpornosti zida na potresno djelovanje	56
16.1.	Proračun zida osi 1 – POZ Z1	56
16.1.1.	Proračunska otpornost na djelovanje momenta savijanja i uzdužne sile	59
16.2.	Proračun zida osi 1 – POZ Z1	63
16.2.1.	Proračunska otpornost na djelovanje momenta savijanja i uzdužne sile	66
17.	Zaključak.....	68
18.	Literatura.....	69
19.	Popis slika.....	70
20.	Popis tablica	71
21.	Prilozi.....	72

1. Uvod

Graditeljstvo je jedna od prvih i najstarijih ljudskih djelatnosti. Nastala je iz potrebe za sigurnim skloništem što je čini najznačajnijom granom tehnike. U granu graditeljstva pripada koncipiranje, projektiranje, građenje, uporaba i održavanje građevine te uklanjanje građevine. Pri tome ne smije se ugroziti život i zdravlje ljudi, okoliša, prirode, drugih građevina i stvari, niti sama stabilnost tla na kojem se nalazi građevina te stabilnost okolnih zemljišta. Građevina je objekt na određenoj lokaciji koji se sastoji od građevnog djela i ugrađene opreme. U granu graditeljstva pripada i protupotresno inženjerstvo koje se bavi proučavanjem nastanka potresa i njegovih posljedica.

Potres je jedina elementarna nepogoda koju čovjek usprkos suvremenoj tehnologiji ne može predvidjeti. To je gibanje tla nastalo kao posljedica iznenadnih pomaka i oslobađanja energije u Zemljinoj kori ili gornjemu dijelu Zemljinog plašta (*Slika 1*). Do potresa može doći prirodnim ili umjetni putem. Prirodan potres nastaje uslijed raznih pomicanja tektonskih ploča, a puno rjeđe zbog vulkanske aktivnosti, urušavanja krških oblika u podzemlju ili rudarskih aktivnosti. Umjetan potres može biti izazvan eksplozijom. Potres je većinom tektonskog porijekla te je danas najviše prihvaćena teorija tektonskih ploča. Prema teoriji Zemljina kora razlomljena je na ploče koje se kao kruta tijela pomiču po samom Zemljinom plaštu prilikom čega dolazi do njihova razmicanja, međusobnog tlačenja ili podvlačenja pri čemu se stvara sila. Nakon što se nosivost tih ploča iscrpi nastaju raspucavanja i nagli pomaci s oslobađanjem velike količine energije, koja se na Zemljinoj površini opaža kao potres sa mogućim katastrofalnim posljedicama (*Slika 2*).



Slika 1: Opažanje potresa na tlu [Izvor: <https://hr.n1info.com/wp-content/uploads>]



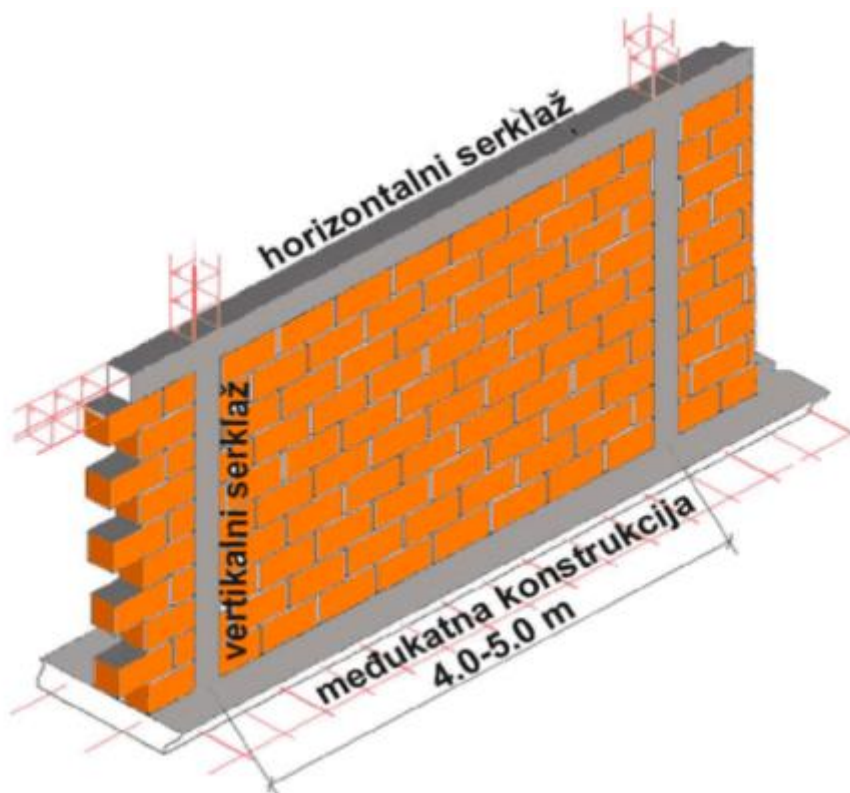
Slika 2: Posljedice potresa u Petrinji [Izvor: <https://www.rtl.hr/vijesti-hr/foto/2763090/ovo-je-petrinja-iz-zraka-dan-nakon-razornog-potresa-grad-je-unisten/?slika=4769888>]

Veliku ulogu u otpornosti zgrade na potres imaju projektiranje i dimenzioniranje te sama izgradnja građevine. Zbog same nepredvidive prirode potresa potrebno je vršiti češće i strože kontrole projektiranja i izgradnje građevina.

U završnom radu zgrada je projektirana kao omeđeno zide s vertikalnim i horizontalnim serklažima. Zidane zgrade sastoje se od stropova i zidova koji su povezani u svim smjerovima: vertikalni smjer i dva horizontalna smjera. Veze između zidova i stropova ostvaruju se preko armiranobetonskih serklaža ili čeličnih spona. Armirano betonske stropne ploče potrebno je armirati u oba smjera uz sidrenje armature u horizontalne serklaže.

Opeka je najstariji i najprimjenjiviji materijal za građenje objekata. Zidovi od opeke usprkos mnogim dobrim osobinama imaju veliku manu. Nosivost takvih zidova kod horizontalnog opterećenja mala je, a kod loma ponašaju se krto te zbog svoje težine nisu pogodni za gradnju na potresnim područjima bez poštivanja određenih pravila i normi.

Omeđeno zide (Slika 3), zide je koje se nakon svoje gradnje omeđuje vertikalnim i horizontalnim serklažima. Tim postupkom postiže se bolja povezanost između zida i betona u serklažima. Vertikalni i horizontalni serklaži moraju biti povezani i sidreni za elemente glavnog konstrukcijskog sustava. Vertikalni serklaži nisu vertikalno opterećeni elementi te sami nemaju učinak na konstrukciju, već zajedno sa zidom čine nosivu konstrukciju. Horizontalni i vertikalni serklaži u zidu najčešće su iste ili manje debljine od debljine zida. Omeđeno zide preuzima vertikalna opterećenja od gornjih katova zgrade te ih prenosi na temelje i tlo, dok sami serklaži znatno pridonose samoj duktilnosti zida pa povećavaju otpornost djelovanja poprečne sile i momenta savijanja u samoj ravnini zida. Zide kod postizanja graničnog stanja nosivosti može imati dosta visoku zaostalu čvrstoću i veliki kapacitet neelastičnih deformacija. U trenutku kada je postignuta granična nosivost zida horizontalnu silu preuzima armatura. Granična nosivost zida postignuta je dostizanjem granice razvlačenja čelika.



Slika 3: Omeđeno zide vertikalnim i horizontalnim serklažima

[Izvor: <https://www.slideserve.com/kaori/sveu-ili-te-u-splitu-fakultet-gra-evinarstva-arhitekture-i-geodezije>]

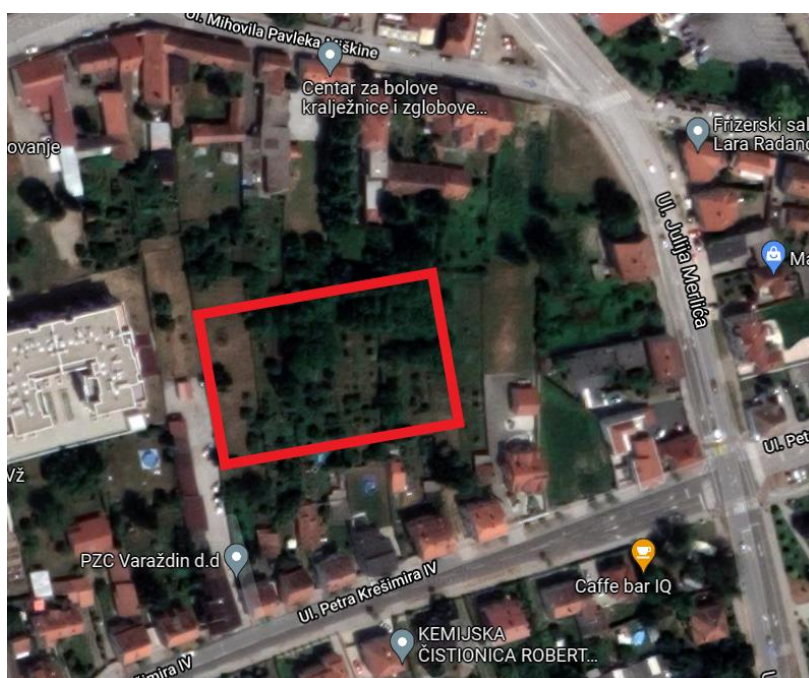
2. Tehnički opis

2.1. Opći podaci

Građevina je planirana kao stambeno-poslovni objekt na P + 4 kata. Sastoji se od prizemlja, 1., 2. i 3. kata, te krovne terase. Građevina je nepravilnog oblika ukupne površine 1751,00 m². Poštivana je građevinska linija i minimalna udaljenost građevine od susjednih međa. Kolni prilaz planiran je s pristupne ulice kao i pješački prilaz.

2.2. Opis lokacije

Stambeno-poslovna zgrada nalaziti će se u ulici Petra Krešimira IV. u gradu Varaždinu. Pristup gradilištu moguć je sa sjevero-zapadne strane iz ulice Petra Krešimira IV. Površina parcele namijenjene za gradnju iznosi oko 1800 m². Nalazi se na katastarskoj čestici k.č.br. 5784/1 (5784/1) k.o. Varaždin (Slika 4).



Slika 4: Katastarska čestica [Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/>]

2.3. Tehničko obrazloženje

Gradilište se nalazi na parceli na kojoj je provedena cijela infrastruktura čime je osigurana pitka voda, električna energija i plinske instalacije. Građevina je namijenjena kao poslovni i stambeni prostor. Poslovni prostori nalaze se u prizemlju zgrade, dok je ostatak zgrade stambeni dio. Po visini, zgrada se sastoji od 5 etaža (prizemlje, 1. kat, 2. kat, 3. kat te krovna terasa) ukupne visine 14,75 m. Temelji su izvedeni kao trakasti debljine 100 cm od armiranog betona. Osnovni nosivi sustav stambeno-poslovne zgrade omeđeno je zide izvedeno od standardnih gradiva debljine 20 cm, dok su pregradni zidovi izvedeni od gips kartonskih ploča debljine 10 cm. Podne obloge u kupaonicama, hodnicima, stubištu, poslovnim prostorima, terasama i balkonima izvedene su od keramičkih pločica debljine 2 cm, a spavaće sobe i dnevni boravci od laminata debljine 7 mm. Unutarnja stolarija izvedena je od drva. Zidovi kupaonica sanitarnih prostora i kuhinja obloženi su keramičkim pločicama. Ploče svake etaže izvedene su kao armirano betonske, debljine 20 cm. Krov zgrade izveden je kao ravan s betonom u padu 4-14 cm, toplinskom izolacijom 7 cm, hidroizolacijom 1 cm te armiranom betonskom pločom 20 cm. Krov je planiran kao neprohodan. Fasada je izvedena kao toplinska, debljine 15 cm. Vertikalna povezanost unutar zgrade omogućena je stubištem koje se proteže od prizemlja do zadnjeg kata. Krovna terasa obogaćena je sadržajima za odmor i relaksaciju te dječju igru koju koriste svi stanari zgrade. Visina prizemlja iznosi 3,00 m, dok je visina ostalih stambenih katova 2,80 m. Mjereno je od vrha ploče jednog kata do vrha ploče drugog kata.

Materijal potreban za izgradnju doprema se kamionima i odlaže na gradilišni deponij. Beton se miješa u betonari i mikserima doprema na gradilište. Sva potrebna mehanizacija smještena je u kontejnerima dopremljenim na gradilište. Tesarski i armirački radovi odvijaju se na gradilištu.

2.4. Podaci o lokalnim prilikama i uvjetima

Teren spada u treću kategoriju po svojim geološkim i mehaničkim svojstvima. Klima u kojoj se nalazi stambeno-poslovna zgrada kontinentalna je, a meteorološki podaci za grad Varaždin su:

- Sjeverna geografska širina: 46°18'29"
- Istočna geografska dužina: 16°20'33"
- Nadmorska visina: između 169 i 173 metara

2.5. Zaštita okoliša

Okolni teren zgrade prikladno će se hortikulturno urediti po svim pravilima struke. Odvodnja smeća i odvodnja otpadnih voda bit će regulirana u skladu s lokacijom i pravilima mjesne zajednice. Buduća stambeno-poslovna zgrada prilikom izgradnje i korištenja neće zagaditi okoliš oko samog objekta.

3. Osnovni nacrti

Projekat se sastoji od:

- tlocrta prizemlja 1:100
- tlocrta 1. kata 1:100
- tlocrta 2. kata 1:100
- tlocrta 3. kata 1:100
- tlocrta krovne terase 1:100
- tlocrta krova 1:100
- presjeka 1:100
- pročelja 1:200

4. Tlocrt prizemlja 1:100

5. Tlocrt 1. kata 1:100

6. Tlocrt 2. kata 1:100

7. Tlocrt 3.kata 1:100

8. Tlocrt krovne terase 1:100

9. Tlocrt krova 1:100

10. Presjek 1:100

11. Pročelja 1:100

12. Metodologija proračuna na potres

U završnom radu izvršen je proračun zidanih konstrukcija na horizontalno potresno djelovanje. Proračun se sastoji od analize opterećenja zidova u smjeru osi x i osi y, nadvoja i greda, horizontalnih i vertikalnih serklaža te opterećenja od pregradnih zidova. Kroz analizu zidova bilo je potrebno izračunati površinu i volumen ziđa, težinu ziđa i žbuke te krutost zidova sa i bez otvora, za nadvoje, grede, serklaže te pregradne zidove računala se težina.

Za daljnji proračun bilo je potrebno napraviti seizmički model po kojem se računalo vertikalno opterećenje. Seizmički model sastoji se od 5 stupnjeva slobode sa 5 štapova. Masa svakog stupnja slobode pretpostavljanja je kao masa konstrukcije koncentrirana u visini stropnih ploča, a kruti štapovi ispod zapravo su suma krutosti ziđa u smjeru osi x i osi y. Za svaki zid radio se dokaz nosivosti $N_{Ed} \leq N_{Rd}$. Proračunska otpornost zida N_{Rd} treba biti veća ili jednaka proračunskoj tlačnoj sili N_{Ed} .

Za proračun seizmičkih sila bilo je potrebo izračunati ukupnu težinu objekta po etažama prema načinjenom seizmičkom modelu da bi pomoću spektra odaziva mogli izračunati ukupnu potresnu silu u smjeru x i y te iznos poprečne sile i momenta savijanja.

Proračunom otpornosti ziđa na vertikalno djelovanje poprečna sila V_{Ed} i moment savijanja M_{Ed} dobiveni su kao omjer krutosti određenog zida i ukupne krutosti svih zidova. Kao dokaz nosivosti na poprečnu silu ispunjen je uvjet $V_{Ed} \leq V_{Rd}$. Dok je za proračunsku otpornost na djelovanje momenta savijanja i uzdužne sile trebalo biti zadovoljen uvjet nosivosti $M_{Ed} \leq M_{Rd}$. Prilikom prvog proračuna otpornosti na djelovanje momenta savijanja i uzdužne sile dobiveno je da je djelovanje na zid veće od same otpornosti zida te je usvojeno da se nosivi zidovi povećaju na 30 cm, a unutarne sile proračunate su alternativnim proračunom koji pokazuje da je moment savijanja duplo manji.

Provodi se novi proračun za omeđeni zid te se dokazuje da je debljina od 30 cm dovoljna i da zid ima dostatnu otpornost na moment savijanja i poprečnu silu.

12.1. Spektar odaziva

Spektar odaziva naziva se još i spektar odgovora, povezuje realne potrese na nekoj određenoj lokaciji sa propisima koje koristimo u praksi kod modalnog proračuna. Koristi se kod proračuna konstrukcija na dinamička opterećenja tj. opterećenja nastala od potresa. Sastavni su dio svih suvremenih normi za projektiranje u seizmički aktivnim područjima. Spektri odaziva dobivaju se analizom odgovora sustava s jednim stupnjem slobodne na pobudu iz akcelelograma. To je graf koji povezuje vlastiti period sustava s jednim stupnjem slobode i akceleraciju, a služi kao pomagalo kod zadavanja proračunskih potresnih sila na konstrukciju. Predstavlja maksimalan odziv sustava s jednim stupnjem slobode gibanja u ovisnosti o periodu i prigušenju sustava za određeno dinamičko opterećenje u obliku akcelelograma potresa. Ako bismo poznavali pomake konstrukcije u svakom trenutku, mogli bismo odrediti pripadajuće sile i naprezanja za svaki trenutak, no to nam kod proračuna nije potrebno, trebaju nam maksimalne sile. Spektar odaziva koristi se kod metode proračuna bočnih sila kako bi se došlo do akceleracije.

Za dimenzioniranje konstrukcija na potres potrebne su nam samo maksimalne veličine unutarnjih sila. U praksi se koriste dijagrami pomoću kojih dobivamo maksimalne veličine odaziva za različite konstrukcije. Odziv spektra može biti u dimenziji pomaka, brzine ili ubrzanja (pseudo-akceleracija). Te su 3 veličine odgovor na dinamičku odnosno potresnu pobudu sustava. Za različite veličine prigušenja dobivaju se različite linije spektra. Svaka krivulja u spektru odnosi se na određeno prigušenje u sustavu. Pseudo-akceleracija je fiktivna akceleracija koja izaziva onaj pomak mase kojeg smo izračunali dinamičkom analizom, računa se iz pomaka konstrukcije.

Spektar odaziva konstruira se promatranjem jednog akcelelograma – zapisa realnog potresa. Tim akcelelogramo opteretimo konstrukciju s jednim stupnjem slobodne koja ima određene karakteristike: kružnu frekvenciju i prigušenje

$$\omega = \sqrt{k/m} \qquad \xi = c/c_{kritično}$$

Maksimalna veličina pomaka predstavlja jednu točku spektra odaziva – relativnih pomaka. Postupak se ponavlja za različite veličine kružnih frekvencija i prigušenja. Dobivenim rezultatima konstruira se kompletan spektar odgovora.

Za potrebe projektiranja, karakteristike projektnog opterećenja najčešće se zadaju projektnim spektrima. Oni obično sadržavaju prosječne vrijednosti više spektra odziva, a ponekad i anvelope spektra različitih tipova oscilacija tla. Anvelope su krivulje na istom dijagramu za isto prigušenje sa nekoliko različitih akcelelograma. Spektri se obično daju u obliku spektra pseudoubrzanja jer se iz njih može direktno dobiti projektno seizmičko opterećenje u vidu seizmičkih sila.

13. Provjera nosivosti zida na horizontalno seizmičko opterećenje

U projektu obrađen je proračun zidanih konstrukcija prema normi HRN EN 1998-1:2011. Horizontalno potresno djelovanje opisano je dvjema komponentama za koje se pretpostavlja da su neovisne i prikazane istim spektrom odaziva.

Zgrada ima 5 katova (P + 4), ukupne visine 14,75 m. Omeđeno zide izvedeno je od zidnih elementa skupine 2 i morta opće namjene. Horizontalni serklaži izvedeni su u razini stropa, a vertikalni serklaži bit će izgrađeni na svim križanjima zidova te otvorima većim od 1,5 m². Vanjski zidovi su debljine 20 cm, a unutarnji pregradni 10 cm. Sve su sljubnice ispunjene mortom, pri čemu zide nema kontinuirane vertikalni sljubnice. Stropna konstrukcija izvedena je kao armirano betonska.

13.1. Karakteristike zida

→ Normalizirana srednja tlačna čvrstoća zidnog elementa

$K = 0,45$	- za opečni zidni element skupine 2 i mort opće namjene
Faktor 1,2	- njega uranjanjem u vodu
$f = 15,0 \text{ N/mm}^2$	- srednja tlačna čvrstoća zidnih elemenata
$f_m = 7,5 \text{ N/mm}^2$	- tlačna čvrstoća morta
$\delta = 1,15$	- faktor oblika

$$f_b = 1,2 \cdot f \cdot \delta = 1,2 \cdot 15,0 \cdot 1,15 = 20,7 \text{ N/mm}^2$$

→ Karakteristična tlačna čvrstoća zida (za zide izvedeno s mortom opće namjene)

$$F_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3} = 0,45 \cdot 20,7^{0,7} \cdot 7,5^{0,3} = 6,87 \text{ N/mm}^2$$

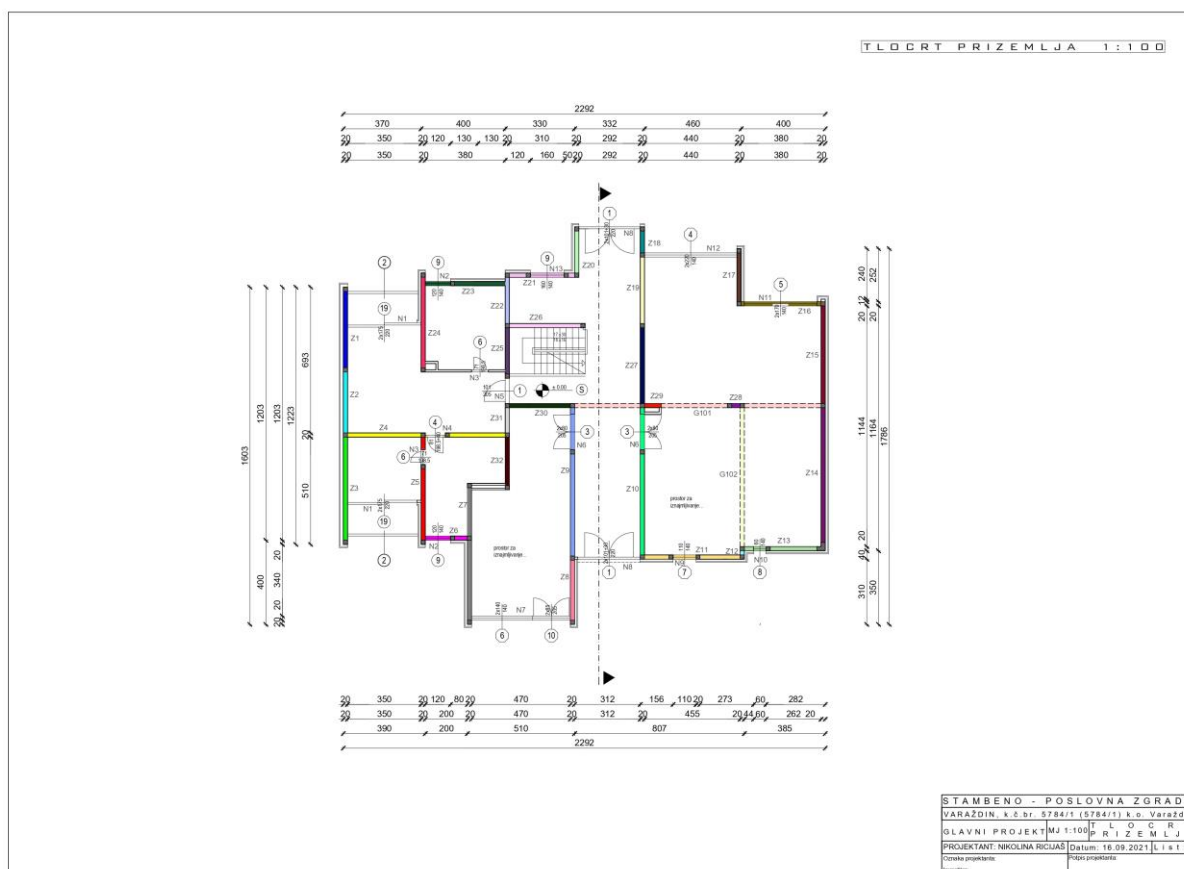
→ Modul elastičnosti i modul posmika zida

$$E = 1000 \cdot f_k = 1000 \cdot 6,87 = 6870 \text{ N/mm}^2$$

$$G = 0,4 \cdot E = 0,4 \cdot 6870 = 2748 \text{ N/mm}^2 = 274,8 \text{ kN/cm}^2$$

14. Analiza opterećenja

14.1. Prizemlje



Slika 5: Tlocrt prizemlja [Izvor: Autocad]

SMJER X

ZID	POZ	l [m]	L [m]	h [m]	A [m ²]	V [m ³]	G _{zida} [kN]	G _{zbuke} [kN]	k _i	K [kN/m]	K ₀ [kN/m]
bez otvora	Z26	3,40	3,60	3,00	0,72	2,04	15,71	9,50		549600,00	
	Z28	0,40	0,80	3,00	0,16	0,24	1,85	2,11		122133,33	
	Z29	0,80	1,00	3,00	0,20	0,48	3,70	2,64		152666,67	
	Z30	2,90	3,10	3,00	0,62	1,74	13,40	8,18		473266,67	
s otvorom	Z4	7,10	7,50	3,00	1,50	4,26	32,80	19,80	0,87	1145000,00	996150,00
	Z6	1,80	2,00	3,00	0,40	1,08	8,32	9,24	0,29	305333,33	88546,67
	Z11	4,20	4,60	3,00	0,92	2,52	19,40	21,25	0,72	702266,67	505632,00
	Z13	3,30	3,50	3,00	0,70	1,98	15,25	16,17	0,80	534333,33	427466,67
	Z16	3,65	4,00	3,00	0,80	2,19	16,86	18,48	0,00	610666,67	0,00
	Z21	2,70	3,10	3,00	0,62	1,62	12,47	14,32	0,39	473266,67	184574,00
	Z23	3,60	3,80	3,00	0,76	2,16	16,63	17,56	0,63	580133,33	365484,00
UKUPNO:							139,26	139,26	3,7	5648666,67	2567853,33

Tablica 1- Zidovi prizemlja u smjeru x-osi

SMJER Y

ZID	POZ	l [m]	L [m]	h [m]	A [m ²]	V [m ³]	G _{zida} [kN]	G _{zbuke} [kN]	k ₁	K [kN/m]	K ₀ [kN/m]	
bez otvora	Z1	3,60	3,80	3,00	0,76	2,16	16,63	17,56		580133,33		
	Z2	2,90	3,10	3,00	0,62	1,74	13,40	14,32		473266,67		
	Z3	5,10	5,30	3,00	1,06	3,06	23,56	24,49		809133,33		
	Z7	6,10	6,70	3,00	1,34	3,66	28,18	30,95		1022866,67		
	Z8	2,85	3,25	3,00	0,65	1,71	13,17	15,02		496166,67		
	Z12	0,20	0,60	3,00	0,12	0,12	0,92	2,77		91600,00		
	Z14	6,40	7,40	3,00	1,48	3,84	29,57	34,19		1129733,33		
	Z15	4,76	4,96	3,00	0,99	2,86	21,99	22,92		757226,67		
	Z17	2,32	2,52	3,00	0,50	1,39	10,72	11,64		384720,00		
	Z18	1,04	1,24	3,00	0,25	0,62	4,80	5,73		189306,67		
	Z19	3,16	3,36	3,00	0,67	1,90	14,60	8,87		512960,00		
	Z20	2,00	2,40	3,00	0,48	1,20	9,24	11,09		366400,00		
	Z22	2,20	2,60	3,00	0,52	1,32	10,16	12,01		396933,33		
	Z24	4,30	4,70	3,00	0,94	2,58	19,87	21,71		717533,33		
	Z27	3,60	3,80	3,00	0,76	2,16	16,63	10,03		580133,33		
	Z31	1,20	1,60	3,00	0,32	0,72	5,54	4,22		244266,67		
	Z32	2,30	2,50	3,00	0,50	1,38	10,63	6,60		381666,67		
	s otvorom	Z5	4,68	5,10	3,00	1,02	2,81	21,62	23,56	0,84	778600,00	654024,00
		Z9	6,85	7,05	3,00	1,41	4,11	31,65	18,61	0,73	1076300,00	785699,00
		Z10	6,80	7,05	3,00	1,41	4,08	31,42	18,61	0,73	1076300,00	785699,00
Z25		3,40	3,60	3,00	0,72	2,04	15,71	9,50	0,67	549600,00	368232,00	
UKUPNO:							350,0112	324,4098	2,97	12614846,67	2593654	

Tablica 2 - Zidovi prizemlja u smjeru y-osi

Nadvoji i grede	POZ	L [m]	V [m ³]	G [kN]
	G101	11,70	0,47	11,70
	G102	6,60	0,26	6,60
2X	N1	7,60	0,30	7,60
2X	N2	3,00	0,12	3,00
2X	N3	2,02	0,08	2,02
	N4	1,11	0,04	1,11
	N5	1,31	0,05	1,31
2X	N6	3,80	0,15	3,80
	N7	4,80	0,19	4,80
2X	N8	5,84	0,23	5,84
	N9	1,40	0,06	1,40
	N10	0,90	0,04	0,90
	N11	3,70	0,15	3,70
	N12	4,70	0,19	4,70
	N13	1,90	0,08	1,90
UKUPNO:				60,38

Tablica 3 - Nadvoji i grede u prizemlju

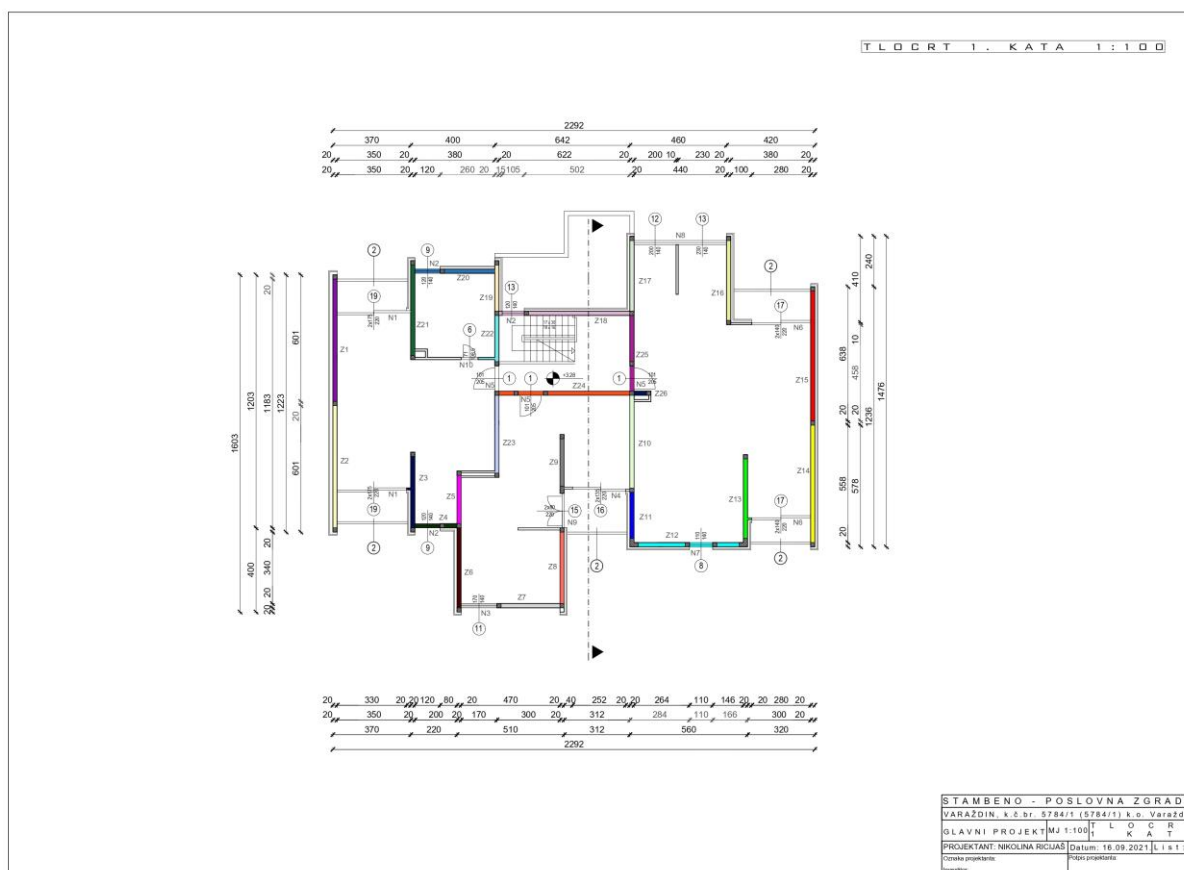
Serklaži	L [m]		V [m ³]	G [kN]
horizontalni	148,2		5,93	148,2
vertikalni	kom	h [m]		
kvadratni	47	3,0	5,64	141,0
oblik L	1	3,0	0,36	9,0
UKUPNO:				298,2

Tablica 4 - Vertikalni i horizontalni serklaži prizemlja

Pregradni zidovi	L [m]	A [m ²]	V [m ³]	G [kN]
P _{z1}	3,2	0,32	3,32	43,16
UKUPNO:				43,16

Tablica 5 - Pregradni zidovi u prizemlju

14.2. 1. kat



Slika 6: Tlocrt 1. kata [Izvor: Autocad]

SMJER X

ZID	POZ	l [m]	L [m]	h [m]	A [m ²]	V [m ³]	G _{zida} [kN]	G _{zbuke} [kN]	k ₁	K [kN/m]	K ₀ [kN/m]
bez otvora	Z26	0,60	0,80	2,60	0,16	0,31	2,40	1,83		140923,08	
s otvorom	Z4	1,80	2,00	2,60	0,40	0,94	7,21	8,01	0,29	352307,69	102169,23
	Z7	4,50	4,70	2,60	0,94	2,34	18,02	18,82	0,57	827923,08	471916,15
	Z12	4,40	4,80	2,60	0,96	2,29	17,62	19,22	0,73	845538,46	617243,08
	Z18	6,00	6,20	2,60	1,24	3,12	24,02	24,82	0,77	1092153,85	840958,46
	Z20	3,60	3,80	2,60	0,76	1,87	14,41	15,22	0,63	669384,62	421712,31
	Z24	5,80	6,20	2,60	1,24	3,02	23,22	14,19	0,81	1092153,85	884644,62
UKUPNO:							106,91	102,10	3,80	5020384,62	3338643,85

Tablica 6 - Zidovi 1. kata u smjeru x-osi

SMJER Y

ZID	POZ	l [m]	L [m]	h [m]	A [m ²]	V [m ³]	G _{zida} [kN]	G _{zbuke} [kN]	k _i	K [kN/m]	K _o [kN/m]
bez otvora	Z1	5,80	6,00	2,60	1,20	3,02	23,22	24,02		1056923,08	
	Z2	5,80	6,20	2,60	1,24	3,02	23,22	24,82		1092153,85	
	Z3	3,40	3,80	2,60	0,76	1,77	13,61	15,22		669384,62	
	Z5	2,30	2,50	2,60	0,50	1,20	9,21	5,72		440384,62	
	Z6	4,00	4,20	2,60	0,84	2,08	16,02	16,82		739846,15	
	Z8	3,80	4,00	2,60	0,80	1,98	15,22	16,02		704615,38	
	Z10	4,40	4,60	2,60	0,92	2,29	17,62	10,52		810307,69	
	Z11	2,20	3,20	2,60	0,64	1,14	8,81	12,81		563692,31	
	Z13	3,80	4,80	2,60	0,96	1,98	15,22	19,22		845538,46	
	Z14	5,60	5,80	2,60	1,16	2,91	22,42	23,22		1021692,31	
	Z15	6,20	6,60	2,60	1,32	3,22	24,82	26,43		1162615,38	
	Z16	3,80	4,20	2,60	0,84	1,98	15,22	16,82		739846,15	
	Z17	3,40	3,60	2,60	0,72	1,77	13,61	14,41		634153,85	
	Z19	2,20	2,40	2,60	0,48	1,14	8,81	9,61		422769,23	
	Z21	4,30	4,70	2,60	0,94	2,24	17,22	18,82		827923,08	
	Z23	3,90	4,10	2,60	0,82	2,03	15,62	9,38		722230,77	
s otvorom	Z9	3,90	4,40	2,60	0,88	2,03	15,62	10,07	0,57	775076,92	441793,85
	Z22	3,20	3,60	2,60	0,72	1,66	12,81	8,24	0,67	634153,85	424883,08
	Z25	3,20	3,60	2,60	0,72	1,66	12,81	8,24	0,67	634153,85	424883,08
UKUPNO:							301,10	290,40	1,91	14497461,54	1291560,00

Tablica 7 - Zidovi 1. kata u smjeru y-osi

Nadvoji	POZ	L [m]	V [m ³]	G [kN]
2X	N1	7,60	0,30	7,60
3X	N2	4,50	0,18	4,50
	N3	2,00	0,08	2,00
	N4	3,00	0,12	3,00
3X	N5	3,93	0,16	3,93
2X	N6	6,20	0,25	6,20
	N7	1,40	0,06	1,40
	N8	4,60	0,18	4,60
	N9	1,90	0,08	1,90
	N10	1,01	0,04	1,01
UKUPNO:				36,14

Tablica 8 - Nadvoji na 1. katu

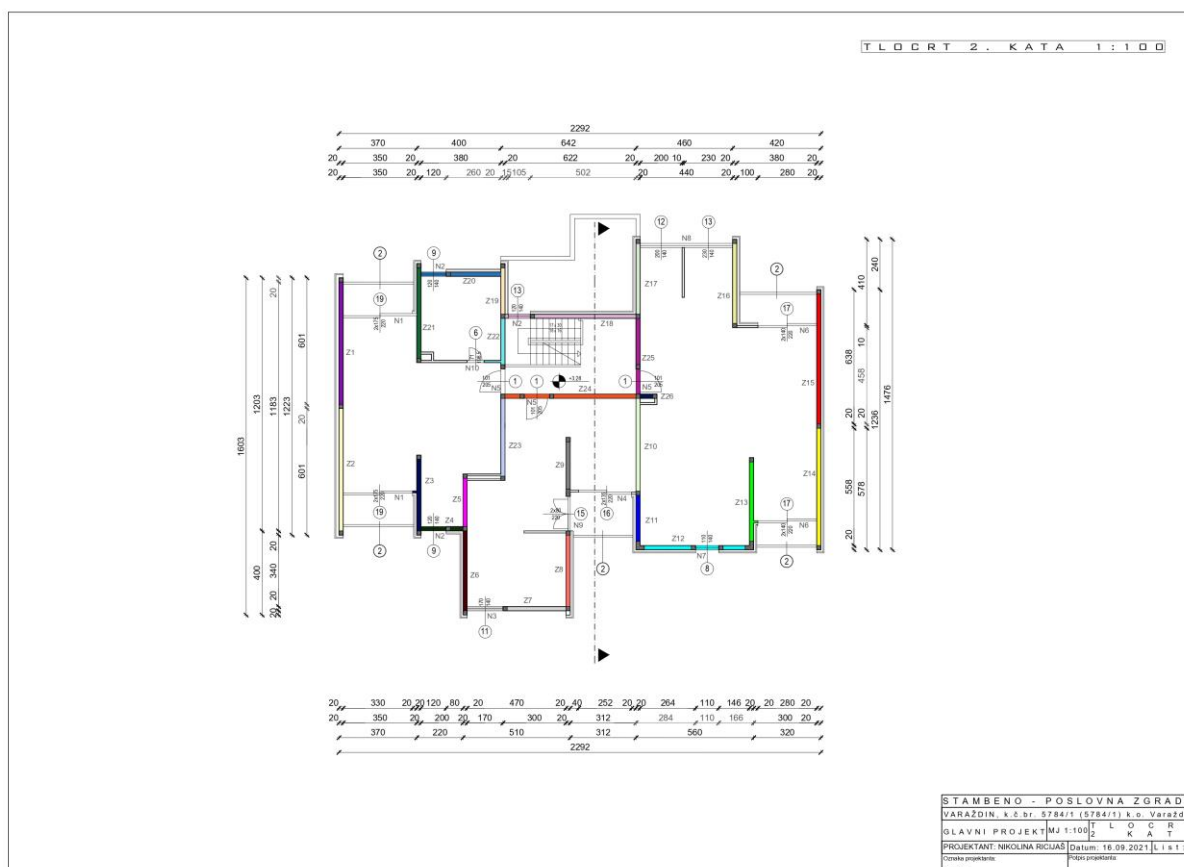
Serklaži	L [m]		V [m ³]	G [kN]
horizontalni	134,02		5,36	134,02
vertikalni	kom	h [m]		
kvadratni	38,00	2,60	3,95	98,80
pravokutni	1,00	2,60	1,82	45,50
oblik L	2,00	2,60	0,62	15,60
UKUPNO:				293,92

Tablica 9 - Vertikalni i horizontalni serklaži na 1. katu

Pregradni zidovi	L [m]	A [m ²]	V [m ³]	G [kN]
P _{z1}	3,20	0,32	0,83	10,82
P _{z2}	2,00	0,20	0,52	6,76
P _{z3}	2,40	0,24	0,62	8,11
P _{z4}	0,60	0,06	0,16	2,03
UKUPNO:				27,72

Tablica 10 - Pregradni zidovi na 1. katu

14.3. 2. kat



Slika 7: Tlocrt 2. kata [Izvor: Autocad]

SMJER X

ZID	POZ	l [m]	L [m]	h [m]	A [m ²]	V [m ³]	G _{zida} [kN]	G _{zbuke} [kN]	k ₁	K [kN/m]	K ₀ [kN/m]
bez otvora	Z26	0,60	0,80	2,60	0,16	0,31	2,40	1,83		140923,08	
s otvorom	Z4	1,80	2,00	2,60	0,40	0,94	7,21	8,01	0,29	352307,69	102169,23
	Z7	4,50	4,70	2,60	0,94	2,34	18,02	18,82	0,57	827923,08	471916,15
	Z12	4,40	4,80	2,60	0,96	2,29	17,62	19,22	0,73	845538,46	617243,08
	Z18	6,00	6,20	2,60	1,24	3,12	24,02	24,82	0,77	1092153,85	840958,46
	Z20	3,60	3,80	2,60	0,76	1,87	14,41	15,22	0,63	669384,62	421712,31
	Z24	5,80	6,20	2,60	1,24	3,02	23,22	14,19	0,81	1092153,85	884644,62
UKUPNO:							106,91	102,10	3,80	5020384,62	3338643,85

Tablica 11 - Zidovi 2. kata u smjeru x-osi

SMJER Y

ZID	POZ	l [m]	L [m]	h [m]	A [m ²]	V [m ³]	G _{zida} [kN]	G _{zbuke} [kN]	k _i	K [kN/m]	K ₀ [kN/m]	
bez otvora	Z1	5,80	6,00	2,60	1,20	3,02	23,22	24,02		1056923,08		
	Z2	5,80	6,20	2,60	1,24	3,02	23,22	24,82		1092153,85		
	Z3	3,40	3,80	2,60	0,76	1,77	13,61	15,22		669384,62		
	Z5	2,30	2,50	2,60	0,50	1,20	9,21	5,72		440384,62		
	Z6	4,00	4,20	2,60	0,84	2,08	16,02	16,82		739846,15		
	Z8	3,80	4,00	2,60	0,80	1,98	15,22	16,02		704615,38		
	Z10	4,40	4,60	2,60	0,92	2,29	17,62	10,52		810307,69		
	Z11	2,20	3,20	2,60	0,64	1,14	8,81	12,81		563692,31		
	Z13	3,80	4,80	2,60	0,96	1,98	15,22	19,22		845538,46		
	Z14	5,60	5,80	2,60	1,16	2,91	22,42	23,22		1021692,31		
	Z15	6,20	6,60	2,60	1,32	3,22	24,82	26,43		1162615,38		
	Z16	3,80	4,20	2,60	0,84	1,98	15,22	16,82		739846,15		
	Z17	3,40	3,60	2,60	0,72	1,77	13,61	14,41		634153,85		
	Z19	2,20	2,40	2,60	0,48	1,14	8,81	9,61		422769,23		
	Z21	4,30	4,70	2,60	0,94	2,24	17,22	18,82		827923,08		
	Z23	3,90	4,10	2,60	0,82	2,03	15,62	9,38		722230,77		
	s otvorom	Z9	3,90	4,40	2,60	0,88	2,03	15,62	10,07	0,57	775076,92	441793,85
		Z22	3,20	3,60	2,60	0,72	1,66	12,81	8,24	0,67	634153,85	424883,08
		Z25	3,20	3,60	2,60	0,72	1,66	12,81	8,24	0,67	634153,85	424883,08
	UKUPNO:							301,10	290,40	1,91	14497461,54	1291560,00

Tablica 12 - Zidovi 2. kata u smjeru y-osi

Nadvoji	POZ	L [m]	V [m ³]	G [kN]
2X	N1	7,60	0,30	7,60
3X	N2	4,50	0,18	4,50
	N3	2,00	0,08	2,00
	N4	3,00	0,12	3,00
3X	N5	3,93	0,16	3,93
2X	N6	6,20	0,25	6,20
	N7	1,40	0,06	1,40
	N8	4,60	0,18	4,60
	N9	1,90	0,08	1,90
	N10	1,01	0,04	1,01
UKUPNO:				36,14

Tablica 13 - Nadvoji na 2. katu

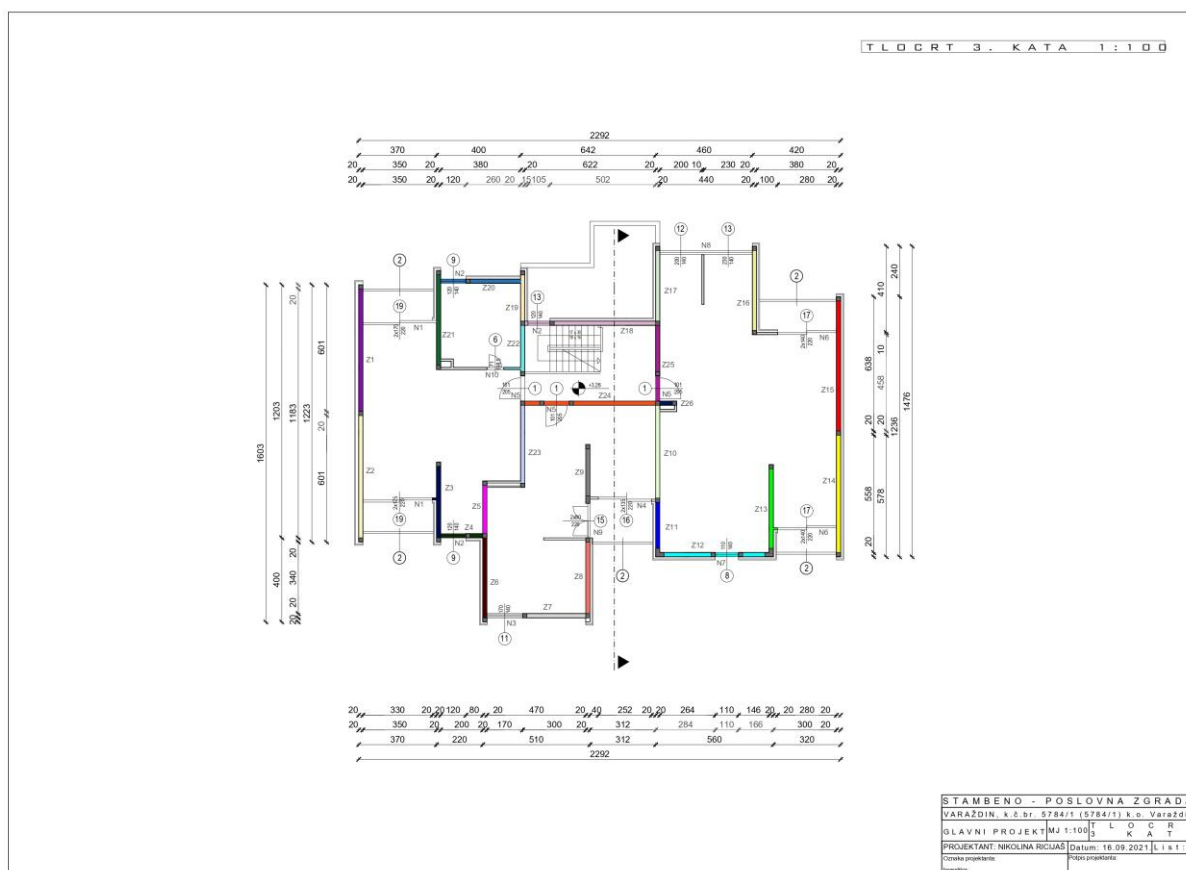
Serklaži	L [m]		V [m ³]	G [kN]
horizontalni	134,02		5,36	134,02
vertikalni	kom	h [m]		
kvadratni	38,00	2,60	3,95	98,80
pravokutni	1,00	2,60	1,82	45,50
oblik L	2,00	2,60	0,62	15,60
UKUPNO:				293,92

Tablica 14 - Vertikalni i horizontalni serklaži na 2. katu

Pregradni zidovi	L [m]	A [m ²]	V [m ³]	G [kN]
P _{z1}	3,20	0,32	0,83	10,82
P _{z2}	2,00	0,20	0,52	6,76
P _{z3}	2,40	0,24	0,62	8,11
P _{z4}	0,60	0,06	0,16	2,03
UKUPNO:				27,72

Tablica 15 - Pregradni zidovi na 2. katu

14.4. 3. kat



Slika 8: Tlocrt 3. kata [Izvor: Autocad]

SMJER X

ZID	POZ	l [m]	L [m]	h [m]	A [m ²]	V [m ³]	G _{zida} [kN]	G _{zbuke} [kN]	k ₁	K [kN/m]	K ₀ [kN/m]
bez otvora	Z26	0,60	0,80	2,60	0,16	0,31	2,40	1,83		140923,08	
s otvorom	Z4	1,80	2,00	2,60	0,40	0,94	7,21	8,01	0,29	352307,69	102169,23
	Z7	4,50	4,70	2,60	0,94	2,34	18,02	18,82	0,57	827923,08	471916,15
	Z12	4,40	4,80	2,60	0,96	2,29	17,62	19,22	0,73	845538,46	617243,08
	Z18	6,00	6,20	2,60	1,24	3,12	24,02	24,82	0,77	1092153,85	840958,46
	Z20	3,60	3,80	2,60	0,76	1,87	14,41	15,22	0,63	669384,62	421712,31
	Z24	5,80	6,20	2,60	1,24	3,02	23,22	14,19	0,81	1092153,85	884644,62
UKUPNO:							106,91	102,10	3,80	5020384,62	3338643,85

Tablica 16 - Zidovi 3. kata u smjeru x-osi

SMJER Y

ZID	POZ	l [m]	L [m]	h [m]	A [m ²]	V [m ³]	G _{zida} [kN]	G _{zbuke} [kN]	k _i	K [kN/m]	K ₀ [kN/m]
bez otvora	Z1	5,80	6,00	2,60	1,20	3,02	23,22	24,02		1056923,08	
	Z2	5,80	6,20	2,60	1,24	3,02	23,22	24,82		1092153,85	
	Z3	3,40	3,80	2,60	0,76	1,77	13,61	15,22		669384,62	
	Z5	2,30	2,50	2,60	0,50	1,20	9,21	5,72		440384,62	
	Z6	4,00	4,20	2,60	0,84	2,08	16,02	16,82		739846,15	
	Z8	3,80	4,00	2,60	0,80	1,98	15,22	16,02		704615,38	
	Z10	4,40	4,60	2,60	0,92	2,29	17,62	10,52		810307,69	
	Z11	2,20	3,20	2,60	0,64	1,14	8,81	12,81		563692,31	
	Z13	3,80	4,80	2,60	0,96	1,98	15,22	19,22		845538,46	
	Z14	5,60	5,80	2,60	1,16	2,91	22,42	23,22		1021692,31	
	Z15	6,20	6,60	2,60	1,32	3,22	24,82	26,43		1162615,38	
	Z16	3,80	4,20	2,60	0,84	1,98	15,22	16,82		739846,15	
	Z17	3,40	3,60	2,60	0,72	1,77	13,61	14,41		634153,85	
	Z19	2,20	2,40	2,60	0,48	1,14	8,81	9,61		422769,23	
	Z21	4,30	4,70	2,60	0,94	2,24	17,22	18,82		827923,08	
	Z23	3,90	4,10	2,60	0,82	2,03	15,62	9,38		722230,77	
s otvorom	Z9	3,90	4,40	2,60	0,88	2,03	15,62	10,07	0,57	775076,92	441793,85
	Z22	3,20	3,60	2,60	0,72	1,66	12,81	8,24	0,67	634153,85	424883,08
	Z25	3,20	3,60	2,60	0,72	1,66	12,81	8,24	0,67	634153,85	424883,08
UKUPNO:							301,10	290,40	1,91	14497461,54	1291560,00

Tablica 17 - Zidovi 3. kata u smjeru y-osi

Nadvoji	POZ	L [m]	V [m ³]	G [kN]
2X	N1	7,60	0,30	7,60
3X	N2	4,50	0,18	4,50
	N3	2,00	0,08	2,00
	N4	3,00	0,12	3,00
3X	N5	3,93	0,16	3,93
2X	N6	6,20	0,25	6,20
	N7	1,40	0,06	1,40
	N8	4,60	0,18	4,60
	N9	1,90	0,08	1,90
	N10	1,01	0,04	1,01
UKUPNO:				36,14

Tablica 18 - Nadvoji na 3. katu

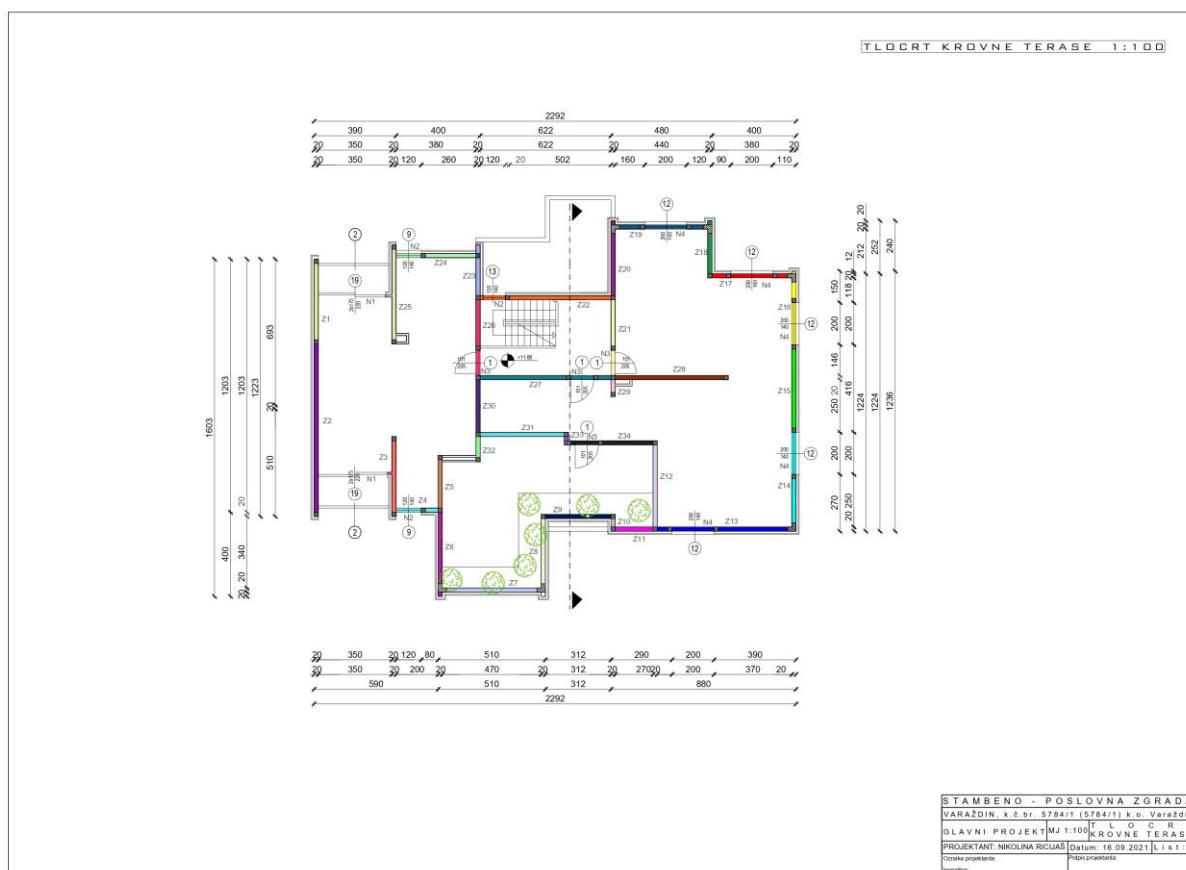
Serklaži	L [m]		V [m ³]	G [kN]
horizontalni	134,02		5,36	134,02
vertikalni	kom	h [m]		
kvadratni	38,00	2,60	3,95	98,80
pravokutni	1,00	2,60	1,82	45,50
oblik L	2,00	2,60	0,62	15,60
UKUPNO:				293,92

Tablica 19 - Vertikalni i horizontalni serklaži na 3. kat

Pregradni zidovi	L [m]	A [m ²]	V [m ³]	G [kN]
P _{z1}	3,20	0,32	0,83	10,82
P _{z2}	2,00	0,20	0,52	6,76
P _{z3}	2,40	0,24	0,62	8,11
P _{z4}	0,60	0,06	0,16	2,03
UKUPNO:				27,72

Tablica 20 - Pregradni zidovi na 3. kat

14.5. Krovna terasa



Slika 9: Tlocrt krovne terase [Izvor: Autocad]

SMJER X

ZID	POZ	l [m]	L [m]	h [m]	A [m ²]	V [m ³]	G _{zida} [kN]	G _{zbuke} [kN]	k ₁	K [kN/m]	K ₀ [kN/m]
bez otvora	Z7	4,30	4,30	2,60	0,86	2,24	17,22	17,22		757461,54	
	Z9	3,10	3,30	2,60	0,66	1,61	12,41	13,21		581307,69	
	Z11	1,80	2,00	2,60	0,40	0,94	7,21	8,01		352307,69	
	Z28	5,20	5,40	2,60	1,08	2,70	20,82	12,36		951230,77	
	Z31	4,00	4,20	2,60	0,84	2,08	16,02	9,61		739846,15	
s otvorom	Z4	1,80	2,00	2,60	0,40	0,94	7,21	8,01	0,29	352307,69	102169,23
	Z13	5,80	6,20	2,60	1,24	3,02	23,22	24,82	0,62	1092153,85	677135,38
	Z17	3,20	3,60	2,60	0,72	1,66	12,81	14,41	0,35	634153,85	221953,85
	Z19	3,60	4,00	2,60	0,80	1,87	14,41	16,02	0,41	704615,38	288892,31
	Z22	6,00	6,20	2,60	1,24	3,12	24,02	24,82	0,77	1092153,85	840958,46
	Z24	3,60	3,80	2,60	0,76	1,87	14,41	15,22	0,63	669384,62	421712,31
	Z27	5,80	6,20	2,60	1,24	3,02	23,22	14,19	0,81	1092153,85	884644,62
	Z34	3,80	4,00	2,60	0,80	1,98	15,22	9,15	0,70	704615,38	493230,77
UKUPNO:							208,208	187,044	4,58	9723692,308	3930696,923

Tablica 21 - Zidovi krovne terase u smjeru x-osi

SMJER Y

ZID	POZ	l [m]	L [m]	h [m]	A [m ²]	V [m ³]	G _{zida} [kN]	G _{zbuke} [kN]	k _l	K [kN/m]	K ₀ [kN/m]
bez otvora	Z1	3,60	3,80	2,60	0,76	1,87	14,41	15,22		669384,62	
	Z2	8,00	8,40	2,60	1,68	4,16	32,03	33,63		1479692,31	
	Z3	3,40	3,80	2,60	0,76	1,77	13,61	15,22		669384,62	
	Z5	2,30	2,50	2,60	0,50	1,20	9,21	5,72		440384,62	
	Z6	3,40	4,40	2,60	0,88	1,77	13,61	17,62		775076,92	
	Z8	3,10	3,90	2,60	0,78	1,61	12,41	15,62		687000,00	
	Z10	0,40	0,60	2,60	0,12	0,21	1,60	2,40		105692,31	
	Z12	3,90	4,10	2,60	0,82	2,03	15,62	9,38		722230,77	
	Z15	3,80	4,20	2,60	0,84	1,98	15,22	16,82		739846,15	
	Z18	1,90	2,90	2,60	0,58	0,99	7,61	11,61		510846,15	
	Z20	3,00	3,80	2,60	0,76	1,56	12,01	15,22		669384,62	
	Z23	2,20	2,40	2,60	0,48	1,14	8,81	9,61		422769,23	
	Z25	4,30	4,70	2,60	0,94	2,24	17,22	18,82		827923,08	
	Z29	0,60	1,00	2,60	0,20	0,31	2,40	2,29		176153,85	
	Z30	2,50	2,70	2,60	0,54	1,30	10,01	6,18		475615,38	
	Z32	1,00	1,40	2,60	0,28	0,52	4,00	3,20		246615,38	
	Z33	0,20	0,40	2,60	0,08	0,10	0,80	0,92		70461,54	
	s otvorom	Z14	3,90	4,90	2,60	0,98	2,03	15,62	19,62	0,52	863153,85
Z16		2,70	3,70	2,60	0,74	1,40	10,81	14,81	0,36	651769,23	234636,92
Z21		3,40	3,60	2,60	0,72	1,77	13,61	8,24	0,67	634153,85	424883,08
Z26		3,40	3,60	2,60	0,72	1,77	13,61	8,24	0,67	634153,85	424883,08
UKUPNO:							244,24	250,36	2,22	12471692,31	1533243,08

Tablica 22 - Zidovi krovne terase u smjeru y-osi

Nadvoji	POZ	L [m]	V [m ³]	G [kN]
2X	N1	7,60	0,30	7,60
3X	N2	4,50	0,18	4,50
4X	N3	5,24	0,21	5,24
5X	N4	11,50	0,46	11,50
UKUPNO:				28,84

Tablica 23 - Nadvoji krovne terase

Serklaži	L [m]		V [m ³]	G [kN]
horizontalni	111,42		4,46	111,42
vertikalni	kom	h [m]		
kvadrat	44,00	2,60	4,58	114,40
oblik L	6,00	2,60	1,87	46,80
UKUPNO:				272,62

Tablica 24 - Vertikalni i horizontalni serklaži krovne terase

14.6. Ukupne težine etaža

Krovna tersa	G [kN]
Krovište	1232,30
Grede, nadvoji, horizontalni serklaži	140,26
Zidovi, vertikalni serklaži	1051,06
UKUPNO:	2423,62

Tablica 25 - Ukupna težina etaže krovne terase

3. kat	G [kN]
Opterećenje od ploče	1490,59
Težina stubišta	373,75
Težina podesta	132,00
Grede, nadvoji, horizontalni serklaži	170,16
Zidovi, vertikalni serklaži	988,13
UKUPNO:	3154,63

Tablica 26 - Ukupna težina etaže 3. kata

2. kat	G [kN]
Opterećenje od ploče	1490,59
Težina stubišta	373,75
Težina podesta	132,00
Grede, nadvoji, horizontalni serklaži	170,16
Zidovi, vertikalni serklaži	988,13
UKUPNO:	3154,63

Tablica 27 - Ukupna težina etaže 2. kata

1. kat	G [kN]
Opterećenje od ploče	1490,59
Težina stubišta	373,75
Težina podesta	132,00
Grede, nadvoji, horizontalni serklaži	170,16
Zidovi, vertikalni serklaži	988,13
UKUPNO:	3154,63

Tablica 28 - Ukupna težina etaže 1. kata

Prizemlje	G [kN]
Opterećenje od ploče	1548,11
Težina stubišta	373,75
Težina podesta	132,00
Grede, nadvoji, horizontalni serklaži	208,58
Zidovi, vertikalni serklaži	1146,10
UKUPNO:	3408,54

Tablica 29 - Ukupna težina etaže prizemlja

15. Proračun djelovanja od potresa

15.1. Karakteristike zida

→ Normalizirana srednja tlačna čvrstoća zidnog elementa

$K = 0,45$	- za opečni zidni element skupine 2 i mort opće namjene
Faktor 1,2	- njega uranjanjem u vodu
$f = 15,0 \text{ N/mm}^2$	- srednja tlačna čvrstoća zidnih elemenata
$f_m = 7,5 \text{ N/mm}^2$	- tlačna čvrstoća morta
$\delta = 1,15$	- faktor oblika

$$f_b = 1,2 \cdot f \cdot \delta = 1,2 \cdot 15,0 \cdot 1,15 = 20,7 \text{ N/mm}^2$$

→ Karakteristična tlačna čvrstoća žida (za žide izvedeno s mortom opće namjene)

$$F_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3} = 0,45 \cdot 20,7^{0,7} \cdot 7,5^{0,3} = 6,87 \text{ N/mm}^2$$

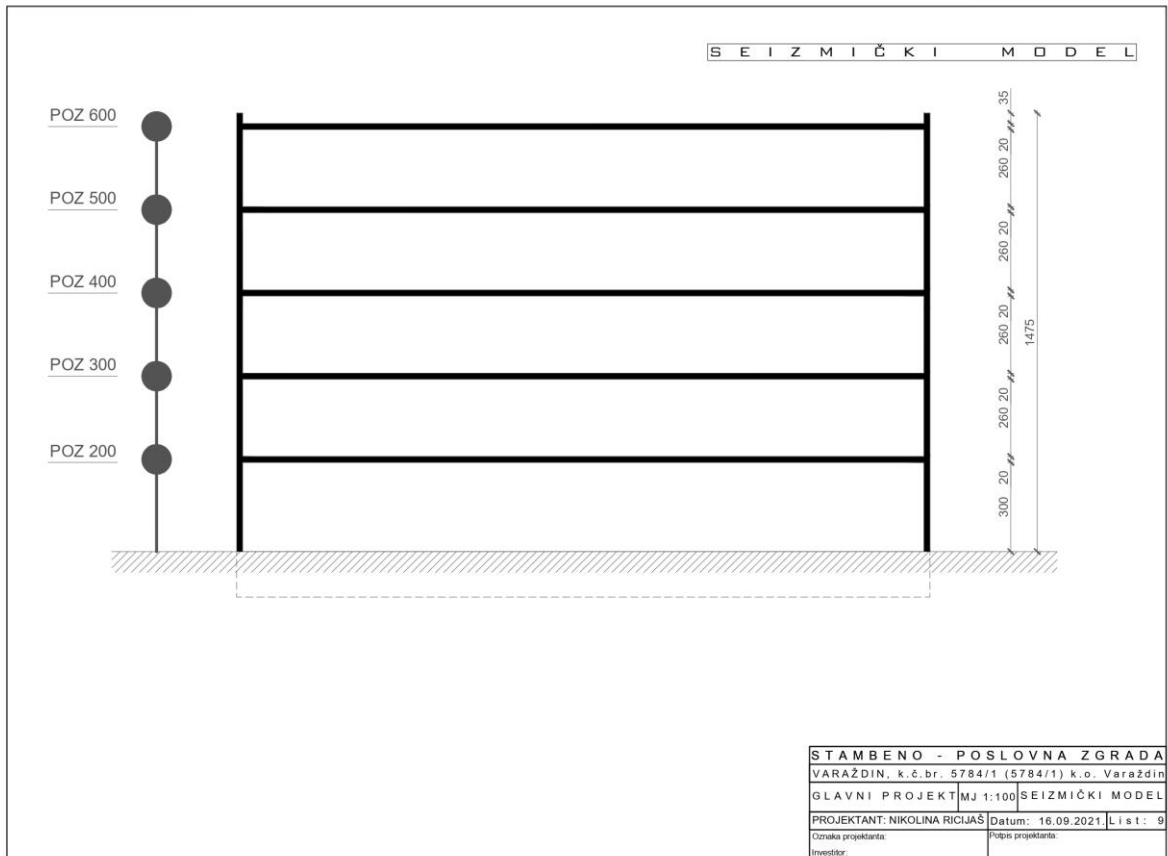
→ Modul elastičnosti i modul posmika zida

$$E = 1000 \cdot f_k = 1000 \cdot 6,87 = 6870 \text{ N/mm}^2$$

$$G = 0,4 \cdot E = 0,4 \cdot 6870 = 2748 \text{ N/mm}^2 = 274,8 \text{ kN/cm}^2$$

15.2. Seizmički proračun

→ Seizmički proračun provodi se po modelu:



Slika 10: Seizmički model zgrade [Izvor: Autocad]

15.3. Proračun zida na seizmičko opterećenje

U tablicama je dan pregled iskorištenosti svih zidova prizemlja zgrade za vertikalno opterećenje [Prilog 1]. Vidimo da svi zidovi imaju dostatnu vertikalnu nosivost. Uočavamo da je veća iskorištenost nosivosti zidova u smjeru osi y zbog oslanjanja stropne konstrukcije na njih. Ti su zidovi zbog toga više tlačno naprezani od zidova u smjeru osi x , zbog čega imaju i veću posmičnu otpornost. Što se mora uzeti u obzir kod dimenzioniranja na potresno djelovanje.

Smjer X	N_{ed}/N_{Rd} [%]	Smjer y	N_{ed}/N_{Rd} [%]
Z4	96	Z1	50
Z6	14	Z2	41
Z11	41	Z3	56
Z13	28	Z5	66
Z16	18	Z7	81
Z21	42	Z8	39
Z23	39	Z9	93
Z26	40	Z10	73
Z28	6	Z12	13
Z29	11	Z14	78
Z30	41	Z15	52
P_{z1}	64	Z17	31
		Z18	18
		Z19	42
		Z20	33
		Z22	34
		Z24	61
		Z25	47
		Z27	40
		Z31	45
		Z32	30

Tablica 30 - Iskorištenost nosivih zidova na vertikalno djelovanje

15.4. Proračun perioda prvog oblika vibracije zgrade za smjer x

→ Kombinirana proračunska ploština nosivih zidova u prizemlju:

$$A_c = \sum_{i=1}^n A_i \cdot \left[0,2 + \left(\frac{L_{wi}}{H} \right)^2 \right]$$

ZID	POZ	L_w [m]	H [m]	A [m ²]	L_w/H	A_c [m ²]
bez otvora	Z26	3,60	14,75	0,72	0,24	0,19
	Z28	0,80	14,75	0,16	0,05	0,03
	Z29	1,00	14,75	0,20	0,07	0,04
	Z30	3,10	14,75	0,62	0,21	0,15
s otvorom	Z4	7,50	14,75	1,50	0,51	0,69
	Z6	2,00	14,75	0,40	0,14	0,09
	Z11	4,60	14,75	0,92	0,31	0,27
	Z13	3,50	14,75	0,70	0,24	0,18
	Z16	4,00	14,75	0,80	0,27	0,22
	Z21	3,10	14,75	0,62	0,21	0,15
	Z23	3,80	14,75	0,76	0,26	0,20
UKUPNO:						2,21

Tablica 31 - Zidovi u prizemlju

→ Koeficijent za zgrade s betonskim ili zidanim nosivim zidovima:

$$C_t = \frac{0,075}{\sqrt{A_c}}$$

$$C_t = \frac{0,075}{\sqrt{A_c}} = \frac{0,075}{\sqrt{2,21}} = 0,050$$

→ Period prvog oblika vibracija:

$$T_1 = C_t \cdot H^{0,75}$$

$$T_1 = C_t \cdot H^{0,75} = 0,050 \cdot 14,75^{0,75} = 0,38 \text{ s}$$

15.5. Proračun perioda prvog oblika vibracije zgrade za smjer y

→ Kombinirana proračunska ploština nosivih zidova u prizemlju:

$$A_c = \sum_{i=1}^n A_i \cdot \left[0,2 + \left(\frac{L_{wi}}{H} \right)^2 \right]$$

ZID	POZ	L_w [m]	H [m]	A [m ²]	L_w/H	A_c [m ²]
bez otvora	Z1	3,8	14,75	0,76	0,26	0,20
	Z2	3,1	14,75	0,62	0,21	0,15
	Z3	5,3	14,75	1,06	0,36	0,35
	Z7	6,7	14,75	1,34	0,45	0,54
	Z8	3,25	14,75	0,65	0,22	0,16
	Z12	0,6	14,75	0,12	0,04	0,02
	Z14	7,4	14,75	1,48	0,50	0,67
	Z15	4,96	14,75	0,992	0,34	0,31
	Z17	2,52	14,75	0,504	0,17	0,12
	Z18	1,24	14,75	0,248	0,08	0,05
	Z19	3,36	14,75	0,672	0,23	0,17
	Z20	2,4	14,75	0,48	0,16	0,11
	Z22	2,6	14,75	0,52	0,18	0,12
	Z24	4,7	14,75	0,94	0,32	0,28
	Z27	3,8	14,75	0,76	0,26	0,20
	Z31	1,6	14,75	0,32	0,11	0,07
	Z32	2,5	14,75	0,5	0,17	0,11
s otvorom	Z5	5,1	14,75	1,02	0,35	0,33
	Z9	7,05	14,75	1,41	0,48	0,60
	Z10	7,05	14,75	1,41	0,48	0,60
	Z25	3,6	14,75	0,72	0,24	0,19
UKUPNO:						5,37

Tablica 32 - Zidovi u prizemlju

→ Koeficijent za zgrade s betonskim ili zidanim nosivim zidovima:

$$C_t = \frac{0,075}{\sqrt{A_c}}$$

$$C_t = \frac{0,075}{\sqrt{A_c}} = \frac{0,075}{\sqrt{5,37}} = 0,032$$

→ Period prvog oblika vibracija:

$$T_1 = C_t \cdot H^{0,75}$$

$$T_1 = C_t \cdot H^{0,75} = 0,032 \cdot 14,75^{0,75} = 0,24 \text{ s}$$

15.6. Proračun seizmičkih sila

- Ukupno uporabno opterećenje za etaže određuje se na uporabnoj površini etaže. Pri tome vrijedi da je uporabno opterećenje za stambeni prostor $2,0 \text{ kN/m}^2$, a za stubišni prostor $3,0 \text{ kN/m}^2$. Na poziciji 600 uporabno opterećenje je snijeg: $s = 0,36 \text{ kN/m}^2$.

φ – koeficijent uporabnog opterećenja koji ovisi o vrsti građevine, zauzetosti kata i poziciji kata u građevini (1,0 – za najviši kat, 0,5 – za ostale katove)

$\Psi_{2,i}$ – koeficijent kombinacije za nazovistalnu vrijednost uporabnog opterećenja

- Raspodjela težine [kN]:

Opis težina	Pozicije				
	POZ 600	POZ 500	POZ 400	POZ 300	POZ 200
Krovište	1232,30				
AB elementi krovne terase	140,26				
Zidovi i vertikalni serklaži krovne terase	525,53	525,53			
AB elementi 3. kata		2166,50			
Zidovi i vertikalni serklaži 3. kata		494,065	494,07		
AB elementi 2. kata			2166,50		
Zidovi i vertikalni serklaži 2. kata			494,065	494,07	
AB elementi 1. kata				2166,50	
Zidovi i vertikalni serklaži 1. kata				494,065	494,07
AB elementi prizemlja					2262,44
Zidovi i vertikalni serklaži prizemlja					573,05
Ukupna stalna težina:	1898,09	3186,10	3154,63	3154,63	3329,56
Uporabno opterećenje	246,34	561,00	561,00	561,00	600,70
φ	1,0	0,50	0,5	0,5	0,5
$\Psi_{2,i}$	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Faktorirano uporabno opterećenje:	49,27	84,15	84,15	84,15	90,11
UKUPNA TEŽINA:	1947,36	3270,25	3238,78	3238,78	3419,66

Tablica 33 - Ukupna težina po etažama prema seizmičkom modelu

→ Ukupna težina objekta:

$$W = \sum G_{k,j} + \sum \varphi \cdot \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$W = \sum G_{k,j} + \sum \varphi \cdot \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} = 14723,01 + 391,83 = 15114,84 \text{ kN}$$

→ Seizmički parametri:

$S = 1,0$ - faktor tla

$T_c = 0,40 \text{ s}$ - parametar koji opisuje Spektar 1

$a_g = 0,3 \cdot g$ - proračunsko ubrzanje tla [m/s^2] za seizmičko područje 9

$\lambda = 0,85$ - popravni (korelacijski) faktor za $T_1 = 0,38 \text{ s} < 2 \cdot T_c = 2 \cdot 0,40 = 0,80 \text{ s}$

$q = 2,5$ - faktor ponašanja za omeđeno ziđe

→ Horizontalna komponenta proračunskog spektra odaziva:

$$S_d(T_1) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q}$$

$$S_d(T_1) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} = 0,3 \cdot g \cdot 1,0 \cdot \frac{2,5}{2,5} = 0,3 \cdot g$$

→ Ukupna proračunska potresna sila u smjeru x i y:

$$F_{bx,d} = S_d(T_1) \cdot \frac{W}{g} \cdot \lambda$$

$$F_{bx,d} = S_d(T_1) \cdot \frac{W}{g} \cdot \lambda = 0,3 \cdot g \cdot \frac{15114,84}{g} \cdot 0,85 = 3854,28 \text{ kN}$$

→ Raspodjela proračunske seizmičke sile po etažama:

$$F_{jxd} = F_{bxd} \cdot \frac{z_j \cdot W_j}{\sum_{i=1}^z (z_i \cdot W_i)}$$

$$\sum_{i=1}^z (z_i \cdot W_i) = 3,20 \cdot 3419,66 + 2,80 \cdot 3238,78 + 2,80 \cdot 3238,78 + 2,80 \cdot 3270,25 + 3,15 \cdot 1947,36 = 44370,96 \text{ kNm}$$

$$F_{6xd} = 3854,28 \cdot \frac{14,75 \cdot 1947,36}{44370,96} = 2495,07 \text{ kN}$$

$$F_{5xd} = 3854,28 \cdot \frac{11,60 \cdot 3270,25}{44370,96} = 3295,21 \text{ kN}$$

$$F_{4xd} = 3854,28 \cdot \frac{8,80 \cdot 3238,78}{44370,96} = 2475,76 \text{ kN}$$

$$F_{3xd} = 3854,28 \cdot \frac{6,00 \cdot 3238,78}{44370,96} = 1688,02 \text{ kN}$$

$$F_{2xd} = 3854,28 \cdot \frac{3,20 \cdot 3419,66}{44370,96} = 950,56 \text{ kN}$$

→ Iznos poprečnih sila na pojedinim etažama:

$$V_6 = 2495,07 \text{ kN}$$

$$V_5 = 2495,07 + 3295,21 = 5790,28 \text{ kN}$$

$$V_4 = 2495,07 + 3295,21 + 2475,76 = 8266,04 \text{ kN}$$

$$V_3 = 2495,07 + 3295,21 + 2475,76 + 1688,02 = 9954,06 \text{ kN}$$

$$V_2 = 2495,07 + 3295,21 + 2475,76 + 1688,02 + 950,56 = 10904,62 \text{ kN}$$

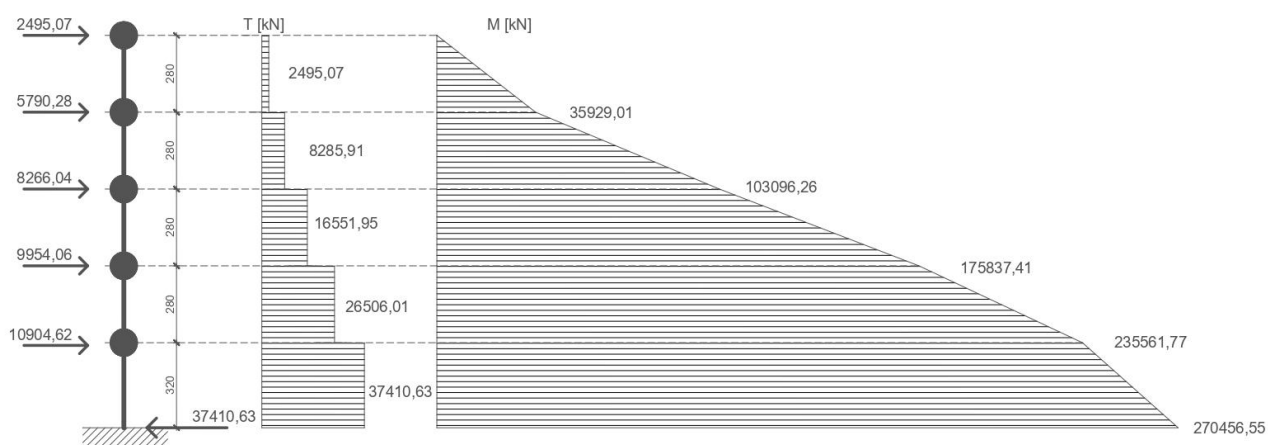
$$V_{uk} = 37410,63 \text{ kN}$$

➔ Proračun ukupnog momenta savijanja:

$$M_{uk} = V_2 \cdot h_2 + V_3 \cdot h_3 + V_4 \cdot h_4 + V_5 \cdot h_5 + V_6 \cdot h_6$$

$$M_{uk} = (10904,62 \cdot 3,20) + (9954,06 \cdot (2,80 + 3,20)) + (8266,04 \cdot ((2,80 \cdot 2) + 3,20)) + (5790,28 \cdot ((2,80 \cdot 3) + 3,20)) + (2495,07 \cdot ((2,80 \cdot 4) + 3,20))$$

$$M_{uk} = 270456,55 \text{ kNm}$$



Slika 11: Raspodjela ukupne potresne sile po visini zgrade [Izvor: Autocad]

16. Proračun otpornosti zida na potresno djelovanje

16.1. Proračun zida osi 1 – POZ Z1

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 3,80$ m
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 3,70$ m
- Debljina zida: $t = 20$ cm
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 3,80$ m
- Utjecajna širina zida: $b_u = 1,85$ m

→ Proračunska poprečna sila V_{Ed} i moment savijanja M_{Ed} dobiju se kao omjer krutosti pripadnog zida i ukupne krutosti svih zidova. Takva raspodjela je posljedica apsolutno krute stropne konstrukcije.

$$\begin{aligned} \rightarrow V_{\text{Ed}} &= V_{uk} \cdot \frac{k_i}{\sum k_i} & M_{\text{Ed}} &= M_{uk} \cdot \frac{k_i}{\sum k_i} \\ V_{\text{Ed}} &= 37410,63 \cdot \frac{580133,33}{12614846,67} & M_{\text{Ed}} &= 135228,28 \cdot \frac{580133,33}{12614846,67} \\ V_{\text{Ed}} &= 172,04 \text{ kN} & M_{\text{Ed}} &= 6218,90 \text{ kNm} \end{aligned}$$

→ Prethodno utvrđene vrijednosti $N_{g,k}$ i $N_{q,k}$ jesu:

$$\begin{aligned} N_{g,k} &= 357,28 \text{ kN} \\ N_{q,k} &= 86,89 \text{ kN} \\ N_{\text{Ed}} &= 612,66 \text{ kN} \end{aligned}$$

→ Vertikalno opterećenje za potresnu proračunsku kombinaciju djelovanja:

$$N_{\text{Ed}} = \sum N_{g,k} + \sum \Psi_{E,i} \cdot N_{q,k}$$

$$\Psi_{E,i} = \varphi \cdot \Psi_{2i}$$

$$\Psi_{2i} = 0,3$$

$$\varphi = 1,0 \text{ (najviši kat)}$$

$$\varphi = 0,5 \text{ (ostali katovi)}$$

$$N_{Ed} = 357,28 + (0,5 \cdot 0,3 \cdot 86,89)$$

$$N_{Ed} = 370,31 \text{ kN}$$

→ Proračunska posmična otpornost:

$$V_{Rd} = V_{Rd,1} + V_{Rd,2}$$

gdje je: $V_{Rd,1}$ = posmična otpornost omeđenog zida

$V_{Rd,2}$ = doprinos posmičnoj otpornosti zbog vertikalnog serklaža

Ako se doprinos uzrokovan vertikalni serklažem zanemari, čime je proračun na strani sigurnosti, proračunska posmična otpornost omeđenog zida proračuna se iz izraza:

$$V_{Rd} = V_{Rd,1} = \frac{L_c \cdot t \cdot f_{vk}}{\gamma_M}$$

→ Provjera ekscentričnosti opterećenja:

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}}$$

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{12437,80}{370,31} = 33,59 \text{ m} > \frac{L}{6} = \frac{3,80}{6} = 0,63 \text{ m}$$

→ Duljina tlačno naprežanog dijela omeđenog zida proračunava se iz izraza:

$$L_c = \left(\frac{L}{2}\right) \cdot \left[1 + \frac{L \cdot N_{Ed}}{6 \cdot M_{Ed}}\right] \leq L$$

$$L_c = \left(\frac{3,80}{2}\right) \cdot \left[1 + \frac{3,80 \cdot 370,31}{6 \cdot 12437,80}\right] \leq 3,80 \text{ m}$$

$$L_c = 2,50 \text{ m} < 3,80 \text{ m}$$

- Karakteristična posmična čvrstoća zida s potpuno ispunjenim sljubnicama morta proračuna se kao manja vrijednost od: $f_{vk} = f_{vk0} + 0,4 \cdot \sigma_d$

$$f_{vk} = f_{vk0} + 0,4 \cdot \sigma_d$$

$$f_{vk} = 0,065 \cdot f_b$$

gdje je: σ_d – proračunsko tlačno naprezanje na tlačno opterećenom dijelu zida

$$\sigma_d = \frac{N_{Ed}}{t \cdot L_c}$$

$$\sigma_d = \frac{370,31 \cdot 10^3}{200 \cdot 3800} = 0,81 \text{ N/mm}^2$$

Za opečne zidne elemente i mort opće namjene M10, karakteristična posmična čvrstoća bez tlačnog naprezanja $f_{vk0} = 0,3 \text{ N/mm}^2$

$$f_{vk} = 0,30 + 0,4 \cdot 0,81 = 0,63 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vk} = 0,065 \cdot 10,0 = 0,65 \text{ N/mm}^2$$

Mjerodavna je manja vrijednost $f_{vk} = 0,63 \text{ N/mm}^2$

- Parcijalni koeficijent sigurnosti za materijal $\gamma_M(1:1) = 1,7$. Za potresnu proračunsku kombinaciju potrebno je koeficijent sigurnosti pomnožiti s (2/3), s tim da je minimalna vrijednost 1.5

$$\gamma_M = \frac{2}{3} \cdot 1,70 = 1,13 < 1,50$$

$$\gamma_M = 1,50$$

- Proračunska posmična otpornost:

$$V_{Rd} = \frac{L_c \cdot t \cdot f_{vk}}{\gamma_M}$$

$$V_{Rd} = \frac{2500 \cdot 200 \cdot 0,63}{1,50} = 210000 \text{ N} = 210 \text{ kN}$$

- Dokaz nosivosti:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

$$172,04 \text{ kN} \leq 210,00 \text{ kN}$$

16.1.1. Proračunska otpornost na djelovanje momenta savijanja i uzdužne sile

- Karakteristična tlačna čvrstoća zida bez kontinuirane vertikalne sljubnice morta proračunava se iz izraza:

$$f_k = K \cdot f_{0,3}^{0,7} \cdot f_m^{0,3}$$

$K = 0.45$ - koeficijent za opečne zidne elemente skupine 2 u mortu opće namjene M10

$$f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3} = 0,45 \cdot 10^{0,7} \cdot 10^{0,3} = 4,50 \text{ N/mm}^2 = 0,45 \text{ kN/cm}^2$$

- Proračunska tlačna čvrstoća zida:

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M}$$

$\gamma_M(1; 1) = 1,50$ -koeficijent sigurnosti za materijal

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{4,50}{1,50} = 3,00 \text{ N/mm}^2$$

- Provjera tlačnih naprezanja:

$$\frac{N_{Ed}}{t \cdot L} < 0,3 \cdot f_d$$

$$\frac{370,31 \cdot 10^3}{200 \cdot 3800} < 0,3 \cdot 3,0$$

$0,81 \text{ N/mm}^2 < 0,90 \text{ N/mm}^2 \rightarrow$ savijanje bez uzdužne sile

- Proračunska granica popuštanja čelika:

$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$ gdje je: $\gamma_s = 1,0$ koeficijent sigurnosti za čelik u potresnoj situaciji

$$f_{yd} = \frac{500}{1,0} = 500 \text{ N/mm}^2 = 50 \text{ kN/cm}^2$$

- Krak unutarnjih sila:

$$z = d \cdot \left(1 - 0,5 \cdot \frac{A_s \cdot f_{yd}}{f_d \cdot t \cdot d} \right) \leq 0,95 \cdot d$$

gdje je: ugrađena armatura u vertikalni serklaž $A_s = 12,32 \text{ cm}^2$ ($8\phi 14$)

$$z = (380 - 20/2) \cdot \left(1 - 0,5 \cdot \frac{12,32 \cdot 50}{0,30 \cdot 20 \cdot (380 - 20/2)} \right) \leq 0,95 \cdot (380 - 20/2)$$

$$z = 318,67 \text{ cm} \leq 351,50 \text{ cm}$$

→ Proračunski moment otpornosti omeđenog zida:

$$M_{rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} A_s \cdot f_{yd} \cdot z \\ \alpha \cdot f_d \cdot t \cdot d^2 \end{array} \right.$$

gdje je: $\alpha = 0,3$ za skupinu zidnog elementa 2.

$$M_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 12,32 \cdot 50 \cdot 318,67 = 196300,72 \text{ kNcm} = 1963,01 \text{ kNm}$$

$$M_{rd} = \alpha \cdot f_d \cdot t \cdot d^2 = 0,3 \cdot 3000 \cdot 20 \cdot (3,80 - 0,20/2)^2 = 2464,20 \text{ kNm}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$M_{Ed} \leq M_{rd}$$

$$**6218,90 \text{ kNm} \geq 1963,01 \text{ kNm}**$$

→ Dokazom nosivosti dobili smo rezultat koji prikazuje da je djelovanje na zid Z1 veće od same otpornosti zida. Proračunom je dokazano da pretpostavljena debljina nosivog zida 20 cm ne odgovara te je premala.

Usvojeno je da se nosivi zidovi povećaju na 30 cm, a unutarnje sile bit će proračunate alternativnim proračunom koji pokazuje da je tim postupkom moment savijanja duplo manji. Provest će se novi proračun za zid Z1.

➔ Alternativni proračun unutarnjih sila:

❖ Proračunane vrijednosti koncentriranog momenta M:

$$M_{6,1} = F_6 \cdot h/2 = 2495,07 \cdot 2,80/2 = 3493,10 \text{ kNm}$$

$$M_{5,1} = (2F_6 + F_5) \cdot h/2 = 8285,35 \cdot 2,80/2 = 11599,49 \text{ kNm}$$

$$M_{4,1} = (3F_6 + 2F_5 + F_4) \cdot h/2 = 16551,39 \cdot 2,80/2 = 23171,95 \text{ kNm}$$

$$M_{3,1} = (4F_6 + 3F_5 + 2F_4 + F_3) \cdot h/2 = 26505,45 \cdot 2,80/2 = 37107,63 \text{ kNm}$$

$$M_{2,1} = (5F_6 + 4F_5 + 3F_4 + 2F_3 + F_2) \cdot h/2 = 37410,07 \cdot 3,20/2 = 59856,11 \text{ kNm}$$

$$M'_6 = F_6 \cdot h/2 = 2495,07 \cdot 2,80/2 = 3493,10 \text{ kNm}$$

$$M'_5 = (F_6 + F_5) \cdot h/2 = 5790,28 \cdot 2,80/2 = 8106,39 \text{ kNm}$$

$$M'_4 = (F_6 + F_5 + F_4) \cdot h/2 = 8266,04 \cdot 2,80/2 = 11572,46 \text{ kNm}$$

$$M'_3 = (F_6 + F_5 + F_4 + F_3) \cdot h/2 = 9954,06 \cdot 2,80/2 = 13935,69 \text{ kNm}$$

$$M'_2 = (F_6 + F_5 + F_4 + F_3 + F_2) \cdot h/2 = 10904,62 \cdot 3,20/2 = 17447,39 \text{ kNm}$$

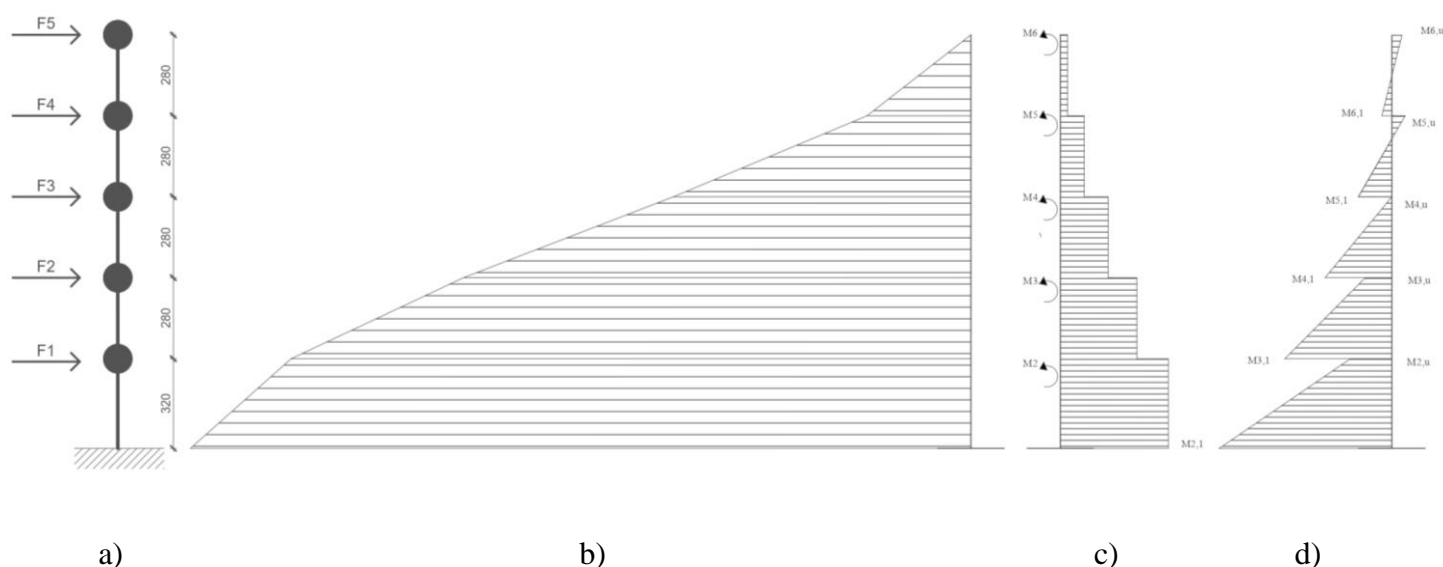
$$M_{6,u} = - F_6 \cdot h/2 = - 2495,07 \cdot 2,80/2 = - 3493,10 \text{ kNm}$$

$$M_{5,u} = - F_5 \cdot h/2 = - 3295,21 \cdot 2,80/2 = - 4613,29 \text{ kNm}$$

$$M_{4,u} = (- F_4 + F_6) \cdot h/2 = 19,31 \cdot 2,80/2 = 27,04 \text{ kNm}$$

$$M_{3,u} = (-F_3 + F_5 + 2F_6) \cdot h/2 = 6597,33 \cdot 2,80/2 = 9236,26 \text{ kNm}$$

$$M_{2,u} = (- F_2 + F_4 + 3F_6) \cdot h/2 = 9010,41 \cdot 3,20/2 = 14416,66 \text{ kNm}$$



Slika 12: Raspodjela momenta savijanja po visini 5-etažne zgrade

- ➔ Usporedbom momenta savijanja za konzolno djelovanje prema slici 12 b) i vrijednosti za djelovanje prema slici 12 d) vidljivo je da je moment savijanja za konzolno djelovanje veći od momenta za tzv. katni pomak. (270456, 55 kNm prema 59856,11 kNm)
- ➔ Proračun zidova u nastavku rađen je na iznos momenta savijanja 59856,11 kNm obzirom da se pretpostavlja da se fasadni i unutarnji zidovi ponašaju jednako, odnosno kao posmični sustav u kojem kod zidanih zgrada vrijedi tzv. „katni mehanizam“. Sustav kod kojeg su zidovi na svakom katu upeti na gornjem i donjem kraju. Takvo ponašanje općenito vrijedi za fasadne zidove, a da bi vrijedilo da unutarnje zidove potrebno je iznad otvora za vrata i prozora imati nadvoje povezane s horizontalnim serklažima i stropnom konstrukcijom.

16.2. Proračun zida osi 1 – POZ Z1

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 3,80$ m
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 3,70$ m
- Debljina zida: $t = 30$ cm
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 3,80$ m
- Utjecajna širina zida: $b_u = 1,85$ m

→ Proračunska poprečna sila V_{Ed} i moment savijanja M_{Ed} dobiju se kao omjer krutosti pripadnog zida i ukupne krutosti svih zidova. Takva raspodjela je posljedica apsolutno krute stropne konstrukcije.

$$\begin{aligned} \rightarrow V_{\text{Ed}} &= V_{uk} \cdot \frac{k_i}{\sum k_i} & M_{\text{Ed}} &= M_{uk} \cdot \frac{k_i}{\sum k_i} \\ V_{\text{Ed}} &= 37410,63 \cdot \frac{815812,50}{17739628,10} & M_{\text{Ed}} &= 59856,11 \cdot \frac{815812,50}{17739628,10} \\ V_{\text{Ed}} &= 1720,45 \text{ kN} & M_{\text{Ed}} &= 2752,67 \text{ kNm} \end{aligned}$$

→ Prethodno utvrđene vrijednosti $N_{g,k}$ i $N_{q,k}$ jesu:

$$N_{g,k} = 357,28 \text{ kN}$$

$$N_{q,k} = 86,89 \text{ kN}$$

→ Vertikalno opterećenje za potresnu proračunsku kombinaciju djelovanja:

$$N_{\text{Ed}} = \sum N_{g,k} + \sum \Psi_{E,i} \cdot N_{q,k}$$

$$\Psi_{E,i} = \varphi \cdot \Psi_{2i}$$

$$\Psi_{2i} = 0,3$$

$$\varphi = 1,0 \text{ (najviši kat)}$$

$$\varphi = 0,5 \text{ (ostali katovi)}$$

$$N_{\text{Ed}} = 357,28 + (0,5 \cdot 0,3) \cdot 86,89$$

$$N_{\text{Ed}} = 370,31 \text{ kN}$$

→ Proračunska posmična otpornost:

$$V_{Rd} = V_{Rd,1} + V_{Rd,2}$$

gdje je: $V_{Rd,1}$ = posmična otpornost omeđenog zida

$V_{Rd,2}$ = doprinos posmičnoj otpornosti zbog vertikalnog serklaža

Ako se doprinos uzrokovan vertikalni serklažem zanemari, čime je proračun na strani sigurnosti, proračunska posmična otpornost omeđenog zida proračuna se iz izraza:

$$V_{Rd} = V_{Rd,1} = \frac{L_c \cdot t \cdot f_{vk}}{\gamma_M}$$

→ Provjera ekscentričnosti opterećenja:

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}}$$

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{5505,34}{370,31} = 14,87 \text{ m} > \frac{L}{6} = \frac{3,80}{6} = 0,63 \text{ m}$$

→ Duljina tlačno naprežanog dijela omeđenog zida proračunava se iz izraza:

$$L_c = \left(\frac{L}{2}\right) \cdot \left[1 + \frac{L \cdot N_{Ed}}{6 \cdot M_{Ed}}\right] \leq L$$

$$L_c = \left(\frac{3,80}{2}\right) \cdot \left[1 + \frac{3,80 \cdot 370,31}{6 \cdot 5505,34}\right] \leq 3,80 \text{ m}$$

$$L_c = 1,98 \text{ m} < 3,80 \text{ m}$$

→ Karakteristična posmična čvrstoća zida s potpuno ispunjenim sljubnicama morta proračuna se kao manja vrijednost od: $f_{vk} = f_{vk0} + 0,4 \cdot \sigma_d$

$$f_{vk} = f_{vk0} + 0,4 \cdot \sigma_d$$

$$f_{vk} = 0,065 \cdot f_b$$

gdje je: σ_d – proračunsko tlačno naprezanje na tlačno opterećenom dijelu zida

$$\sigma_d = \frac{N_{Ed}}{t \cdot L_c}$$

$$\sigma_d = \frac{370,31 \cdot 10^3}{300 \cdot 3800} = 0,34 \text{ N/mm}^2$$

Za opečne zidne elemente i mort opće namjene M10, karakteristična posmična čvrstoća bez tlačnog naprezanja $f_{vk0} = 0,3 \text{ N/mm}^2$

$$f_{vk} = 0,30 + 0,4 \cdot 0,34 = 0,44 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vk} = 0,065 \cdot 10,0 = 0,65 \text{ N/mm}^2$$

Mjerodavna je manja vrijednost $f_{vk} = 0,43 \text{ N/mm}^2$

→ Parcijalni koeficijent sigurnosti za materijal $\gamma_M(1:1) = 1,7$. Za potresnu proračunsku kombinaciju potrebno je koeficijent sigurnosti pomnožiti s (2/3), s tim da je minimalna vrijednost 1.5

$$\gamma_M = \frac{2}{3} \cdot 1,70 = 1,13 < 1,50$$

$$\gamma_M = 1,50$$

→ Proračunska posmična otpornost:

$$V_{Rd} = \frac{L_c \cdot t \cdot f_{vk}}{\gamma_M}$$

$$V_{Rd} = \frac{1980 \cdot 300 \cdot 0,44}{1,50} = 174240 \text{ N} = 174,24 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

$$172,04 \text{ kN} \leq 174,24 \text{ kN}$$

16.2.1. Proračunska otpornost na djelovanje momenta savijanja i uzdužne sile

- Karakteristična tlačna čvrstoća zida bez kontinuirane vertikalne sljubnice morta proračunava se iz izraza:

$$f_k = K \cdot f_{0,3}^{0,7} \cdot f_m^{0,3}$$

$K = 0.45$ - koeficijent za opečne zidne elemente skupine 2 u mortu opće namjene M10

$$f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3} = 0,45 \cdot 10^{0,7} \cdot 10^{0,3} = 4,50 \text{ N/mm}^2 = 0,45 \text{ kN/cm}^2$$

- Proračunska tlačna čvrstoća zida:

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M}$$

$\gamma_M(1; 1) = 1,50$ -koeficijent sigurnosti za materijal

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{4,50}{1,50} = 3,00 \text{ N/mm}^2$$

- Provjera tlačnih naprezanja:

$$\frac{N_{Ed}}{t \cdot L} < 0,3 \cdot f_d$$

$$\frac{370,31 \cdot 10^3}{300 \cdot 3800} < 0,3 \cdot 3,0$$

$0,32 \text{ N/mm}^2 < 0,90 \text{ N/mm}^2 \rightarrow$ savijanje bez uzdužne sile

- Proračunska granica popuštanja čelika:

$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$ gdje je: $\gamma_s = 1,0$ koeficijent sigurnosti za čelik u potresnoj situaciji

$$f_{yd} = \frac{500}{1,0} = 500 \text{ N/mm}^2 = 50 \text{ kN/cm}^2$$

- Krak unutarnjih sila:

$$z = d \cdot \left(1 - 0,5 \cdot \frac{A_s \cdot f_{yd}}{f_d \cdot t \cdot d} \right) \leq 0,95 \cdot d$$

gdje je: ugrađena armatura u vertikalni serklaž $A_s = 20,36 \text{ cm}^2$ ($8\phi 18$)

$$z = (380 - 30/2) \cdot \left(1 - 0,5 \cdot \frac{20,36 \cdot 50}{0,30 \cdot 30 \cdot (380 - 30/2)} \right) \leq 0,95 \cdot (380 - 30/2)$$

$$z = 308,44 \text{ cm} \leq 346,75 \text{ cm}$$

→ Proračunski moment otpornosti omeđenog zida:

$$M_{rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} A_s \cdot f_{yd} \cdot z \\ \alpha \cdot f_d \cdot t \cdot d^2 \end{array} \right.$$

gdje je: $\alpha = 0,3$ za skupinu zidnog elementa 2.

$$M_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 20,36 \cdot 50 \cdot 308,44 = 313991,92 \text{ kNcm} = 3139,92 \text{ kNm}$$

$$M_{rd} = \alpha \cdot f_d \cdot t \cdot d^2 = 0,3 \cdot 3000 \cdot 30 \cdot (3,80 - 0,30/2)^2 = 3597,08 \text{ kNm}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$M_{Ed} \leq M_{rd}$$

$$2752,67 \text{ kNm} \leq 3139,92 \text{ kNm}$$

→ Potrebna količina armature u vertikalnom serklažu:

$$A_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot f_{yd}}$$

$$A_s = \frac{2752,67 \cdot 100}{308,44 \cdot 50}$$

$$A_s = 17,85 \text{ cm}^2$$

→ Prikazanim proračunom dokazano je da analizirani zid Z1 u osi 1 debljine 30 cm ima dostatnu otpornost na moment savijanja i poprečnu silu. Predviđena količina armature u vertikalnom serklažu je $20,36 \text{ cm}^2$, a stvarno potrebna je $17,85 \text{ cm}^2$.

17. Zaključak

Hrvatska je smještena u seizmički aktivnoj zoni gdje je moguća prisutnost umjerenih potresa. U današnje vrijeme učestalost potresa na području Republike Hrvatske povećana je. Za svaki projekat koji se radi važno je posebnu pozornost posvetiti proračunu na potresno djelovanje. Proračunom su dobivene sve potrebne karakteristike zida koje tijekom izgradnje moraju biti zadovoljene kako bi građevina bila osigurana na potres.

U završnom radu zadatak je bio na primjeru stambeno-poslovne zgrade izraditi dio tehničke dokumentacije i proračun djelovanja od potresa. Na primjeru zgrade koja se nalazi u gradu Varaždinu prikazan je proračun nosivosti omeđenog zida na horizontalno seizmičko opterećenje. Proračunata je otpornost omeđenog zida zgrade gledajući granično stanje nosivosti prema načinjenom seizmičkom modelu.

U radu je prikazano da uvjet nosivosti na poprečnu silu i moment savijanja nije zadovoljen kod debljine zida 20 cm ($6218,90 \text{ kNm} \leq 2464,20 \text{ kNm}$), stoga se zid projektira na debljinu od 30 cm. Kod debljine zida od 30 cm uvjet nosivosti na poprečnu silu i moment savijanja je zadovoljen ($2752,67 \text{ kNm} \leq 3139,92 \text{ kNm}$). Zidovi će sukladno tome, izvoditi se u debljini od 30 cm kako bi cijela stambeno-poslovna zgrada bila ojačana te time zadovoljila uvjet nosivosti.

Tijekom izrade samog proračuna izveden je zaključak, da je za projektiranje zgrada, posebice onih od velike važnosti npr. škole, stambene zgrade, bolnice, hoteli, neizbježno provesti projektiranje na potres. Iako je na početku pretpostavljeno da je debljina zida 20 cm dovoljna, proračunom je dokazano kako je to premalo zbog čega je debljina zida povećana. Kada se kod projektiranja građevina zanemari projektiranje na potres, gotovo uvijek dolazi do katastrofalnih posljedica za stanovništvo, ali i cijelu zemlju, čemu je svjedočeno pri potresu u Zagrebu i Sisku 2020.godine.

U Varaždinu,
29.09.2021.

18. Literatura

- [1] B. Petrović: Odabrana poglavlja iz zemljotresnog građevinarstva, IRO Građevinska knjiga, Beograd 1985.
- [2] Newmark/Rosenblueth: Osnovi zemljotresnog inženjerstva, IRO Građevinska knjiga, Beograd 1987.
- [3] J. Radić i suradnici: Betonske konstrukcije priručnik, Hrvatska sveučilišna naklada, Sveučilište u Zgarebu – Građevinski fakultet, Andris, Zagreb, 2006.
- [4] Ž. Koški, N. Bošnjak, I. Brkanić: Elementi visokogradnje 1, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Građevinski fakultet, Osijek, 2012.
- [5] G. Puž: Predavanja i vježbe iz kolegija Protupotresno inženjerstvo, Sveučilište Sjever – Odjel Graditeljstvo, Varaždin, 2020.
- [6] M. Orešković: Predavanja i vježbe iz kolegija Betonske konstrukcije, Sveučilište Sjever – Odjel Graditeljstvo, Varaždin, 2020.
- [7] A. Vlašić, G. Puž, D. Skokandić,: Skripta iz kolegija visoke građevine, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb, 2018.
- [8] B. Pavić: Proračun nosive konstrukcije zidane građevine, Završni rad, Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split, 2017.

Internet izvori:

- [9] <http://casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE-54-2002-06-05.pdf>, dostupno 20.9.2021.
- [10] <http://itineris-buzet.hr/skripte/ARHITEKTONSKE%20KONSTRUKCIJE.pdf>, dostupno 20.9.2021.
- [11] https://www.wienerberger.ba/content/dam/wienerberger/bosnia/marketing/documents-magazines/technical/zid/BA_MKT_TEC_WAL_POR_Zidane_zgrade_projektiranje_i_pro_racun.pdf , dostupno 20.9.2021.

19. Popis slika

Slika 1: Opažanje potresa na tlu [Izvor: https://hr.n1info.com/wp-content/uploads].....	12
Slika 2: Posljedice potresa u Petrinji [Izvor: https://www.rtl.hr/vijesti-hr/foto/2763090/ovo-je-petrinja-iz-zraka-dan-nakon-razornog-potresa-grad-je-unisten/?slika=4769888].....	13
Slika 3: Omeđeno zide vertikalnim i horizontalnim serklažima [Izvor: https://www.slideserve.com/kaori/sveu-ili-te-u-splitu-fakultet-gra-evinarstva-arhitekture-i-geodezije]	14
Slika 4: Katastarska čestica [Izvor: https://geoportal.dgu.hr/]	15
Slika 5: Tlocrt prizemlja [Izvor: Autocad]	30
Slika 6: Tlocrt 1. kata [Izvor: Autocad].....	33
Slika 7: Tlocrt 2. kata [Izvor: Autocad].....	36
Slika 8: Tlocrt 3. kata [Izvor: Autocad].....	39
Slika 9: Tlocrt krovne terase [Izvor: Autocad].....	42
Slika 10: Seizmički model zgrade [Izvor: Autocad]	47
Slika 11: Raspodjela ukupne potresne sile po visini zgrade [Izvor: Autocad].....	55
Slika 12: Raspodjela momenta savijanja po visini 5-etažne zgrade	61

20. Popis tablica

Tablica 1- Zidovi prizemlja u smjeru x-osi	30
Tablica 2 -Zidovi prizemlja u smjeru y-osi	31
Tablica 3 - Nadvoji i grede u prizemlju.....	31
Tablica 4 - Vertikalni i horizontalni serklaži prizemlja.....	32
Tablica 5 - Pregradni zidovi u prizemlju	32
Tablica 6 - Zidovi 1. kata u smjeru x-osi.....	33
Tablica 7 - Zidovi 1. kata u smjeru y-osi.....	34
Tablica 8 - Nadvoji na 1. katu	34
Tablica 9 - Vertikalni i horizontalni serklaži na 1. katu	35
Tablica 10 - Pregradni zidovi na 1. katu.....	35
Tablica 11 - Zidovi 2. kata u smjeru x-osi.....	36
Tablica 12 - Zidovi 2. kata u smjeru y-osi.....	37
Tablica 13 - Nadvoji na 2. katu	37
Tablica 14 - Vertikalni i horizontalni serklaži na 2. katu	38
Tablica 15 - Pregradni zidovi na 2. katu.....	38
Tablica 16 - Zidovi 3. kata u smjeru x-osi.....	39
Tablica 17 - Zidovi 3. kata u smjeru y-osi.....	40
Tablica 18 - Nadvoji na 3. katu	40
Tablica 19 - Vertikalni i horizontalni serklaži na 3. katu	41
Tablica 20 - Pregradni zidovi na 3. katu.....	41
Tablica 21 - Zidovi krovne terase u smjeru x-osi	42
Tablica 22 - Zidovi krovne terase u smjeru y-osi	43
Tablica 23 - Nadvoji krovne terase.....	43
Tablica 24 - Vertikalni i horizontalni serklaži krovne terase	43
Tablica 25 - Ukupna težina etaže krovne terase	44
Tablica 26 - Ukupna težina etaže 3. kata.....	44
Tablica 27 - Ukupna težina etaže 2. kata.....	44
Tablica 28 - Ukupna težina etaže 1. kata.....	45
Tablica 29 - Ukupna težina etaže prizemlja	45
Tablica 30 - Iskorištenost nosivih zidova na vertikalno djelovanje	48
Tablica 31 - Zidovi u prizemlju.....	49
Tablica 32 - Zidovi u prizemlju.....	50
Tablica 33 - Ukupna težina po etažama prema seizmičkom modelu	52

21. Prilozi

Prilog 1 - Proračun zida na seizmičko opterećenje

Prilog 2 - Tlocrt prizemlja – obojani zidovi

Prilog 3 - Tlocrt 1. kata – obojani zidovi

Prilog 4 - Tlocrt 2. kata – obojani zidovi

Prilog 5 - Tlocrt 3. kata – obojani zidovi

Prilog 6 - Tlocrt krovne terase – obojani zidovi

Prilog 7 - Seizmički model

Pprilog 1

Proračun ziđa na seizmičko opterećenje

Proračun otpornosti ziđa na vertikalno opterećenje

→ Karakteristična tlačna čvrstoća ziđa bez kontinuirane vertikalne sljubnice morta proračunava se iz izraza:

$$f_k = K \cdot f_{0,3}^{0,7} \cdot f_m^{0,3}$$

$K = 0.45$ - koeficijent za opečne zidne elemente skupine 2 u mortu opće namjene M10

$$f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3} = 0,45 \cdot 10^{0,7} \cdot 10^{0,3} = 4,50 \text{ N/mm}^2 = 0,45 \text{ kN/cm}^2$$

→ Proračunska tlačna čvrstoća ziđa:

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M}$$

$\gamma_M(1; 1) = 1,50$ -koeficijent sigurnosti za materijal

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{4,50}{1,50} = 3,00 \text{ N/mm}^2$$

→ Proračunska visina vanjskog zida:

- Pretpostavka na strani sigurnosti je da su vanjski zidovi pridržani samo na gornjem i donjem rubu armiranobetonskom stropnom konstrukcijom pa se usvaja $\rho_2 = 1,0$

$$h_{ef} = \rho_2 \cdot h$$

$$h_{ef} = \rho_2 \cdot h = 1,0 \cdot 280 = 280 \text{ cm}$$

$t_{ef} = 20 \text{ cm}$ - debljina vanjskog zida

→ Koeficijent smanjenja vertikalne nosivosti vanjskog zida:

$$\phi = 0,85 - 0,0011 \cdot \left(\frac{h_{ef}}{t_{ef}}\right)^2$$

$$\phi = 0,85 - 0,0011 \cdot \left(\frac{h_{ef}}{t_{ef}}\right)^2 = 0,85 - 0,0011 \cdot \left(\frac{280}{20}\right)^2 = 0,634$$

→ Proračunska visina unutarnjeg pregradnog zida:

- Pretpostavka na strani sigurnosti je da su unutarnji zidovi pridržani samo na gornjem i donjem rubu armiranobetonskom stropnom konstrukcijom pa se usvaja $\rho_2 = 0,75$

$$h_{ef} = \rho_2 \cdot h$$

$$h_{ef} = \rho_2 \cdot h = 0,75 \cdot 280 = 210 \text{ cm}$$

$t_{ef} = 10 \text{ cm}$ - debljina unutarnjeg pregradnog zida

→ Koeficijent smanjenja vertikalne nosivosti unutarnjeg pregradnog zida:

$$\phi = 0,85 - 0,0011 \cdot \left(\frac{h_{ef}}{t_{ef}} \right)^2$$

$$\phi = 0,85 - 0,0011 \cdot \left(\frac{h_{ef}}{t_{ef}} \right)^2 = 0,85 - 0,0011 \cdot \left(\frac{210}{10} \right)^2 = 0,365$$

Zid u osi 1 – POZ Z1

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 3,80$ m
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 3,70$ m
- Debljina zida: $t = 20$ cm
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 3,80$ m
- Utjecajna širina zida: $b_u = 1,85$ m

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ 600} - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ 600} - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

$$N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,600} = 3,80 \cdot 1,85 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 3,80 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 85,59 \text{ kN}$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 3,80 \cdot 1,85 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 3,80 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 271,69 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

$$N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$$

$$N_{g,k} = 85,59 + 271,69$$

$$N_{g,k} = 357,28 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 3,80 \cdot 1,85 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 2,53 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 3,80 \cdot 1,85 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 84,36 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 2,53 + 84,36$$

$$N_{q,k} = 86,89 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 357,28 + 1,50 \cdot 86,89$$

$$N_{Ed} = 612,66 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 370 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 1238,58 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$612,66 \leq 1238,58$$

Zid u osi 1 – POZ Z2

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 3,10 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 3,70 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 3,10 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 1,85 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ 600} - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ 600} - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

- $N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,600} = 3,10 \cdot 1,85 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 3,10 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 73,09 \text{ kN}$$

- $N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 3,10 \cdot 1,85 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 3,10 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 221,64 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

- $N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$

$$N_{g,k} = 73,09 + 221,64$$

$$N_{g,k} = 294,73 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 3,10 \cdot 1,85 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 2,06 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 3,10 \cdot 1,85 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 68,82 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 2,06 + 68,82$$

$$N_{q,k} = 70,88 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 294,73 + 1,5 \cdot 70,88$$

$$N_{Ed} = 504,21 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 370 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 1238,58 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$504,21 \leq 1238,58$$

Zid u osi 1 – POZ Z3

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 5,30 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 3,70 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 5,30 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 1,85 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ 600} - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ 600} - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

$$N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,600} = 5,30 \cdot 1,85 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 5,30 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 124,96 \text{ kN}$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 5,30 \cdot 1,85 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 5,30 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 378,93 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

$$N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$$

$$N_{g,k} = 124,96 + 378,93$$

$$N_{g,k} = 503,89 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 5,30 \cdot 1,85 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 3,53 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 5,30 \cdot 1,85 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 117,66 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 3,53 + 117,66$$

$$N_{q,k} = 121,19 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 503,89 + 1,5 \cdot 121,19$$

$$N_{Ed} = 687,03 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 370 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 1238,58 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$687,03 \leq 1238,58$$

Zid u osi 2 – POZ Z24

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 4,70 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 3,80 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 4,70 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 1,90 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ } 600 - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ } 500,400,300,200 - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ } 600 - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ } 500,400,300,200 - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

- $N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,600} = 4,70 \cdot 1,90 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 4,70 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 112,57 \text{ kN}$$

- $N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 4,70 \cdot 1,90 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 4,70 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 340,73 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

- $N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$

$$N_{g,k} = 112,57 + 340,73$$

$$N_{g,k} = 453,30 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 4,70 \cdot 1,90 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 3,22 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 4,70 \cdot 1,90 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 107,16 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 3,22 + 107,16$$

$$N_{q,k} = 110,98 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 453,30 + 1,5 \cdot 110,98$$

$$N_{Ed} = 778,43 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 380 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 1272,06 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$778,43 \leq 1272,06$$

Zid u osi 2 – POZ Z5

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 5,10 \text{ m}$
- Duljina otvora: $l = 0,70 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 3,80 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 5,10 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 1,90 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ 600} - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ 600} - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

- $N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,600} = 5,10 \cdot 1,90 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 5,10 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 122,16 \text{ kN}$$

- $N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 5,10 \cdot 1,90 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 5,10 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 369,73 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

- $N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$

$$N_{g,k} = 122,16 + 369,73$$

$$N_{g,k} = 491,89 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 5,10 \cdot 1,90 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 3,49 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 5,10 \cdot 1,90 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 116,28 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 3,49 + 116,28$$

$$N_{q,k} = 119,77 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 491,89 + 1,5 \cdot 119,77$$

$$N_{Ed} = 843,63 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 380 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 1272,06 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$843,63 \leq 1272,06$$

Zid u osi 3 – POZ Z7

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 6,70 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 4,70 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 6,70 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 2,35 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ 600} - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ 600} - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

$$N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,600} = 6,70 \cdot 2,35 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 6,70 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 183,09 \text{ kN}$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 6,70 \cdot 2,35 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 6,70 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 546,02 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

$$N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$$

$$N_{g,k} = 183,09 + 546,02$$

$$N_{g,k} = 729,11 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 6,70 \cdot 2,35 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 5,67 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 6,70 \cdot 2,35 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 188,94 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 5,67 + 188,94$$

$$N_{q,k} = 194,61 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 729,11 + 1,5 \cdot 194,61$$

$$N_{Ed} = 1276,21 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 470 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 1573,33 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$1276,21 \leq 1573,33$$

Zid u osi 4 – POZ Z22

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 2,60 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 3,80 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 2,60 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 1,90 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ } 600 - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ } 500,400,300,200 - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ } 600 - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ } 500,400,300,200 - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

$$N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,600} = 2,60 \cdot 1,90 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 2,60 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 62,28 \text{ kN}$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 2,60 \cdot 1,90 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 2,60 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 188,49 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

$$N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$$

$$N_{g,k} = 62,28 + 188,49$$

$$N_{g,k} = 250,77 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 2,60 \cdot 1,90 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 1,79 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 2,60 \cdot 1,90 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 59,28 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 1,79 + 59,28$$

$$N_{q,k} = 61,07 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 250,77 + 1,5 \cdot 61,07$$

$$N_{Ed} = 430,15 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 380 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 1272,06 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$430,15 \leq 1272,06$$

Zid u osi 4 – POZ Z25

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 3,60 \text{ m}$
- Duljina otvora: $l = 1,20 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 3,80 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 3,60 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 1,90 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ 600} - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ 600} - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

- $N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,600} = 3,60 \cdot 1,90 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 3,60 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 86,23 \text{ kN}$$

- $N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 3,60 \cdot 1,90 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 3,60 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 260,99 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

- $N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$

$$N_{g,k} = 86,23 + 260,99$$

$$N_{g,k} = 347,22 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 3,60 \cdot 1,90 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 2,46 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 3,60 \cdot 1,90 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 82,08 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 2,46 + 82,08$$

$$N_{q,k} = 84,54 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 347,22 + 1,5 \cdot 84,54$$

$$N_{Ed} = 595,56 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 380 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 1272,06 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$595,56 \leq 1272,06$$

Zid u osi 4 – POZ Z31

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 1,60 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 2,90 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 1,60 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 1,45 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ } 600 - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ } 500,400,300,200 - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ } 600 - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ } 500,400,300,200 - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

$$N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,600} = 1,60 \cdot 1,45 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 1,60 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 22,23 \text{ kN}$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 1,60 \cdot 1,45 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 1,60 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 101,59 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

$$N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$$

$$N_{g,k} = 22,23 + 101,59$$

$$N_{g,k} = 123,82 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 1,60 \cdot 1,45 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 0,84 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 1,60 \cdot 1,45 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 27,84 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 0,84 + 27,84$$

$$N_{q,k} = 28,68 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 123,82 + 1,5 \cdot 28,68$$

$$N_{Ed} = 430,15 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 290 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 970,78 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$430,15 \leq 970,78$$

Zid u osi 4 – POZ Z32

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 2,50 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 4,70 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 2,50 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 2,35 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ } 600 - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ } 500,400,300,200 - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ } 600 - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ } 500,400,300,200 - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

- $N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,600} = 2,50 \cdot 2,35 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 2,50 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 68,31 \text{ kN}$$

- $N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 2,50 \cdot 2,35 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 2,50 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 203,74 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

- $N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$

$$N_{g,k} = 68,31 + 203,74$$

$$N_{g,k} = 272,05 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 2,50 \cdot 2,35 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 2,12 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 2,50 \cdot 2,35 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 70,50 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 2,12 + 70,50$$

$$N_{q,k} = 72,62 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 272,05 + 1,5 \cdot 72,62$$

$$N_{Ed} = 476,20 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 470 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 1573,33 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$476,20 \leq 1573,33$$

Zid u osi 5 – POZ Z9

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 7,05 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 3,10 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 7,05 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 1,55 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ 600} - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ 600} - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

$$N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,600} = 7,05 \cdot 1,55 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 7,05 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 103,24 \text{ kN}$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 7,05 \cdot 1,55 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 7,05 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 461,75 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

$$N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$$

$$N_{g,k} = 103,24 + 461,75$$

$$N_{g,k} = 564,99 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 7,05 \cdot 1,55 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 3,94 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 7,05 \cdot 1,55 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 131,13 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 3,94 + 131,13$$

$$N_{q,k} = 135,07 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 564,99 + 1,5 \cdot 135,07$$

$$N_{Ed} = 965,34 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 310 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 1037,73 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$965,34 \leq 1037,73$$

Zid u osi 5 – POZ Z8

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 3,25 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 4,70 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 3,25 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 2,35 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:
 $\text{POZ } 600 - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$
 $\text{POZ } 500,400,300,200 - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$
- Promjenjivo opterećenje:
 $\text{POZ } 600 - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$
 $\text{POZ } 500,400,300,200 - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$
- Vlastita težina zida:
 $g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$

→ Stalno opterećenje:

- $N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$
 $N_{g,k,600} = 3,25 \cdot 2,35 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 3,25 \cdot 3,08 \cdot 1$
 $N_{g,k,600} = 88,81 \text{ kN}$
- $N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$
 $N_{g,k,500,400,300,200} = 3,25 \cdot 2,35 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 3,25 \cdot 3,08 \cdot 4$
 $N_{g,k,500,400,300,200} = 264,86 \text{ kN}$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

- $N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$
 $N_{g,k} = 88,81 + 264,86$
 $N_{g,k} = 353,67 \text{ kN}$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 3,25 \cdot 2,35 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 2,75 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 3,25 \cdot 2,35 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 91,65 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 2,75 + 91,65$$

$$N_{q,k} = 94,40 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 353,67 + 1,5 \cdot 94,40$$

$$N_{Ed} = 619,06 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 470 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 1573,33 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$619,06 \leq 1573,33$$

Zid u osi 6 – POZ Z20

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 2,40 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 2,92 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 2,40 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 1,46 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ 600} - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ 600} - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

- $N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,600} = 2,40 \cdot 1,46 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 2,40 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 33,52 \text{ kN}$$

- $N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 2,40 \cdot 1,46 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 2,40 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 152,87 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

- $N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$

$$N_{g,k} = 33,52 + 152,87$$

$$N_{g,k} = 186,39 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 2,40 \cdot 1,46 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 1,26 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 2,40 \cdot 1,46 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 42,05 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 1,26 + 42,05$$

$$N_{q,k} = 43,31 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 186,39 + 1,5 \cdot 43,31$$

$$N_{Ed} = 316,59 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 292 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 977,48 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$316,59 \leq 977,48$$

Zid u osi 7 – POZ Z18

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 1,24 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 2,92 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 1,24 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 1,46 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ 600} - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ 600} - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

$$N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,600} = 1,24 \cdot 1,46 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 1,24 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 25,61 \text{ kN}$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 1,24 \cdot 1,46 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 1,24 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 78,98 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

$$N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$$

$$N_{g,k} = 25,61 + 78,98$$

$$N_{g,k} = 104,59 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 1,24 \cdot 1,46 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 0,65 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 1,24 \cdot 1,46 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 21,73 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 0,65 + 21,73$$

$$N_{q,k} = 22,38 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 104,59 + 1,5 \cdot 22,38$$

$$N_{Ed} = 174,77 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 292 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 977,48 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$174,77 \leq 977,48$$

Zid u osi 7 – POZ Z19

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 3,36 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 4,40 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 3,36 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 2,20 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ 600} - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ 600} - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

$$N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,600} = 3,36 \cdot 2,20 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 3,36 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 88,04 \text{ kN}$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 3,36 \cdot 2,20 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 3,36 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 263,75 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

$$N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$$

$$N_{g,k} = 88,04 + 263,75$$

$$N_{g,k} = 351,79 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 3,36 \cdot 2,20 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 2,66 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 3,36 \cdot 2,20 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 88,71 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 2,66 + 88,71$$

$$N_{q,k} = 91,37 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 351,79 + 1,5 \cdot 91,37$$

$$N_{Ed} = 611,97 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 440 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 1472,91 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$611,97 \leq 1472,91$$

Zid u osi 7 – POZ Z27

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 3,80 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 8,40 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 3,80 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 4,20 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ 600} - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ 600} - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

$$N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,600} = 3,80 \cdot 4,20 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 3,80 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 156,57 \text{ kN}$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 3,80 \cdot 4,20 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 3,80 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 450,29 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

$$N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$$

$$N_{g,k} = 156,57 + 450,29$$

$$N_{g,k} = 606,86 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 3,80 \cdot 4,20 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 5,75 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 3,80 \cdot 4,20 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 191,52 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 5,75 + 191,52$$

$$N_{q,k} = 197,27 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 606,86 + 1,5 \cdot 197,27$$

$$N_{Ed} = 1115,17 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 840 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 2811,92 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$1115,17 \leq 2811,92$$

Zid u osi 7 – POZ Z10

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 7,05 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 8,40 \text{ m}$
- Duljina otvora: $l = 1,70 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 7,05 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 4,20 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ 600} - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ 600} - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

- $N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,600} = 7,05 \cdot 4,20 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 7,05 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 290,47 \text{ kN}$$

- $N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 7,05 \cdot 4,20 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 7,05 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 835,40 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

- $N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$

$$N_{g,k} = 290,47 + 835,40$$

$$N_{g,k} = 1125,87 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 7,05 \cdot 4,20 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 10,66 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 7,05 \cdot 4,20 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 355,32 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 10,66 + 355,32$$

$$N_{q,k} = 362,98 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 1125,87 + 1,5 \cdot 362,98$$

$$N_{Ed} = 2064,40 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 840 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 2811,92 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$2064,40 \leq 2811,92$$

Zid u osi 8 – POZ Z17

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 2,52 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 4,40 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 2,52 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 2,20 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ } 600 - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ } 500,400,300,200 - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ } 600 - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ } 500,400,300,200 - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

$$N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,600} = 2,52 \cdot 2,20 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 2,52 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 66,03 \text{ kN}$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 2,52 \cdot 2,20 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 2,52 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 197,81 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

$$N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$$

$$N_{g,k} = 66,03 + 197,81$$

$$N_{g,k} = 263,84 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 2,52 \cdot 2,20 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 2,00 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 2,52 \cdot 2,20 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 66,53 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 2,00 + 66,53$$

$$N_{q,k} = 68,53 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 263,84 + 1,5 \cdot 68,53$$

$$N_{Ed} = 458,98 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 440 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 1472,91 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$458,98 \leq 1472,91$$

Zid u osi 9 – POZ Z12

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 0,60 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 4,55 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 0,60 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 4,55 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ 600} - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ 600} - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

$$N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,600} = 0,60 \cdot 4,55 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 0,60 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 26,30 \text{ kN}$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 0,60 \cdot 4,55 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 0,60 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 75,30 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

$$N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$$

$$N_{g,k} = 26,30 + 75,30$$

$$N_{g,k} = 101,60 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 0,60 \cdot 4,55 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 0,98 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 0,60 \cdot 4,55 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 32,76 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 0,98 + 32,76$$

$$N_{q,k} = 33,74 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 101,60 + 1,5 \cdot 33,74$$

$$N_{Ed} = 187,77 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 455 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 1523,12 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$187,77 \leq 1523,12$$

Zid u osi 10 – POZ Z14

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 7,40 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 8,40 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 7,40 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 4,20 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ 600} - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ 600} - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

- $N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,600} = 7,40 \cdot 4,20 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 7,40 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 304,90 \text{ kN}$$

- $N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 7,40 \cdot 4,20 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 7,40 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 876,87 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

- $N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$

$$N_{g,k} = 304,90 + 876,87$$

$$N_{g,k} = 1181,77 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 7,40 \cdot 4,20 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 11,19 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 7,40 \cdot 4,20 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 372,96 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 11,19 + 372,96$$

$$N_{q,k} = 384,15 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 1181,77 + 1,5 \cdot 384,15$$

$$N_{Ed} = 2171,62 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 840 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 2811,92 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$2171,62 \leq 2811,92$$

Zid u osi 10 – POZ Z15

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 4,96 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 8,40 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 4,96 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 4,20 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ 600} - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ 600} - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

- $N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,600} = 4,96 \cdot 4,20 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 4,96 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 204,36 \text{ kN}$$

- $N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 4,96 \cdot 4,20 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 4,96 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 587,74 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

- $N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$

$$N_{g,k} = 204,36 + 587,74$$

$$N_{g,k} = 792,10 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 4,96 \cdot 4,20 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 7,50 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 4,96 \cdot 4,20 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 249,99 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 7,50 + 249,99$$

$$N_{q,k} = 257,49 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 792,10 + 1,5 \cdot 257,49$$

$$N_{Ed} = 1455,57 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 840 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 2811,92 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$1455,57 \leq 2811,92$$

Zid u osi 11 – POZ Z21

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 3,10 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 3,30 \text{ m}$
- Duljina otvora: $l = 1,60 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 1,50 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 3,30 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ 600} - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ 600} - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

- $N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,600} = 1,50 \cdot 3,30 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 3,10 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 67,20 \text{ kN}$$

- $N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 1,50 \cdot 3,30 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 3,10 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 205,94 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

- $N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$

$$N_{g,k} = 67,20 + 205,94$$

$$N_{g,k} = 273,14 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 1,50 \cdot 3,30 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 1,78 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 1,50 \cdot 3,30 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 59,40 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 1,78 + 59,40$$

$$N_{q,k} = 61,18 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 273,14 + 1,5 \cdot 61,18$$

$$N_{Ed} = 460,51 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 330 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 1104,68 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$460,51 \leq 1104,68$$

Zid u osi 12 – POZ Z23

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 3,80$ m
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 4,00$ m
- Duljina otvora: $l = 1,20$ m
- Debljina zida: $t = 20$ cm
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 2,60$ m
- Utjecajna širina zida: $b_u = 2,00$ m

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:
 $\text{POZ } 600 - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$
 $\text{POZ } 500,400,300,200 - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$
- Promjenjivo opterećenje:
 $\text{POZ } 600 - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$
 $\text{POZ } 500,400,300,200 - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$
- Vlastita težina zida:
 $g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$

→ Stalno opterećenje:

- $N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$
 $N_{g,k,600} = 2,60 \cdot 2,00 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 3,80 \cdot 3,08 \cdot 1$
 $N_{g,k,600} = 75,87 \text{ kN}$
- $N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$
 $N_{g,k,500,400,300,200} = 2,60 \cdot 2,00 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 3,80 \cdot 3,08 \cdot 4$
 $N_{g,k,500,400,300,200} = 235,09 \text{ kN}$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

- $N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$
 $N_{g,k} = 75,87 + 235,09$
 $N_{g,k} = 310,96 \text{ kN}$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 2,60 \cdot 2,00 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 1,87 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 2,60 \cdot 2,00 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 62,40 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 1,87 + 62,40$$

$$N_{q,k} = 64,27 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 310,96 + 1,5 \cdot 64,27$$

$$N_{Ed} = 516,20 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 400 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 1339,01 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$516,20 \leq 1339,01$$

Zid u osi 13 – POZ Z16

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 4,00$ m
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 4,60$ m
- Duljina otvora: $l = 3,45$ m
- Debljina zida: $t = 20$ cm
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 0,55$ m
- Utjecajna širina zida: $b_u = 2,30$ m

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ 600} - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ 600} - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

- $N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,600} = 0,55 \cdot 2,30 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 4,00 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 21,56 \text{ kN}$$

- $N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 0,55 \cdot 2,30 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 4,00 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 163,29 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

- $N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$

$$N_{g,k} = 21,56 + 163,29$$

$$N_{g,k} = 184,85 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 0,55 \cdot 2,30 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 0,46 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 0,55 \cdot 2,30 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 15,18 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 0,46 + 15,18$$

$$N_{q,k} = 15,64 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 184,85 + 1,5 \cdot 15,64$$

$$N_{Ed} = 273,01 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 460 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 1539,86 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$273,01 \leq 1539,86$$

Zid u osi 14 – POZ Z26

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 3,60$ m
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 3,60$ m
- Debljina zida: $t = 20$ cm
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 3,60$ m
- Utjecajna širina zida: $b_u = 1,30$ m

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ 600} - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ 600} - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

$$N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,600} = 3,60 \cdot 1,30 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 3,60 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 70,03 \text{ kN}$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 3,60 \cdot 1,30 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 3,60 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 217,79 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

$$N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$$

$$N_{g,k} = 70,03 + 217,79$$

$$N_{g,k} = 287,82 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 3,60 \cdot 1,30 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 1,69 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 3,60 \cdot 1,30 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 56,16 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 1,69 + 56,16$$

$$N_{q,k} = 57,85 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 287,82 + 1,5 \cdot 57,85$$

$$N_{Ed} = 475,33 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 360 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 1205,11 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$475,33 \leq 1205,11$$

Zid u osi 15 – POZ Pz₁

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 3,20 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 4,00 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 10 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 2,40 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 2,00 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ } 600 - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ } 500,400,300,200 - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ } 600 - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ } 500,400,300,200 - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

- $N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,600} = 2,40 \cdot 2,00 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 3,20 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 45,66 \text{ kN}$$

- $N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 2,40 \cdot 2,00 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 3,20 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 206,39 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

- $N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$

$$N_{g,k} = 45,66 + 206,39$$

$$N_{g,k} = 252,05 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 2,40 \cdot 2,00 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 1,73 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 2,40 \cdot 2,00 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 57,60 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 1,73 + 57,60$$

$$N_{q,k} = 59,33 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 252,05 + 1,5 \cdot 59,33$$

$$N_{Ed} = 429,27 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,364 \cdot 0,264 \cdot 400 \cdot 10$$

$$N_{Rd} = 669,51 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$429,27 \leq 669,51$$

Zid u osi 16 – POZ Z28

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 0,80 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 6,60 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 0,80 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 3,30 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ } 600 - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ } 500,400,300,200 - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ } 600 - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ } 500,400,300,200 - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

$$N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,600} = 0,80 \cdot 3,30 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 0,80 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 27,56 \text{ kN}$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 0,80 \cdot 3,30 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 0,80 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 80,40 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

$$N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$$

$$N_{g,k} = 27,56 + 80,40$$

$$N_{g,k} = 107,96 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 0,80 \cdot 3,30 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 0,95 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 0,80 \cdot 3,30 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 31,68 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 0,95 + 31,68$$

$$N_{q,k} = 32,63 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 107,96 + 1,5 \cdot 32,63$$

$$N_{Ed} = 194,69 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 660 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 2209,36 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$194,69 \leq 2209,36$$

Zid u osi 16 – POZ Z29

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 1,00$ m
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 6,60$ m
- Debljina zida: $t = 20$ cm
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 1,00$ m
- Utjecajna širina zida: $b_u = 3,30$ m

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ } 600 - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ } 500,400,300,200 - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ } 600 - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ } 500,400,300,200 - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

$$N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,600} = 1,00 \cdot 3,30 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 1,00 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 34,45 \text{ kN}$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 1,00 \cdot 3,30 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 1,00 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 100,47 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

$$N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$$

$$N_{g,k} = 34,45 + 100,47$$

$$N_{g,k} = 134,92 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 1,00 \cdot 3,30 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 1,19 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 1,00 \cdot 3,30 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 39,60 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 1,19 + 39,60$$

$$N_{q,k} = 40,79 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 134,92 + 1,5 \cdot 40,79$$

$$N_{Ed} = 243,33 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 660 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 2209,36 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$243,33 \leq 2209,36$$

Zid u osi 16 – POZ Z30

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 3,10 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 3,60 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 3,10 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 1,80 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ } 600 - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ } 500,400,300,200 - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ } 600 - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ } 500,400,300,200 - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

- $N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,600} = 3,10 \cdot 1,80 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 3,10 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 71,93 \text{ kN}$$

- $N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 3,10 \cdot 1,80 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 3,10 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 218,54 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

- $N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$

$$N_{g,k} = 71,93 + 218,54$$

$$N_{g,k} = 290,47 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 3,10 \cdot 1,80 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 2,01 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 3,10 \cdot 1,80 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 66,96 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 2,01 + 66,96$$

$$N_{q,k} = 68,97 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 290,47 + 1,5 \cdot 68,97$$

$$N_{Ed} = 495,59 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 360 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 1205,11 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$495,59 \leq 1205,11$$

Zid u osi 17 – POZ Z4

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 7,50 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 2,90 \text{ m}$
- Duljina otvora: $l = 0,95 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 6,55 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 1,45 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ 600} - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ 600} - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

- $N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,600} = 6,55 \cdot 1,45 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 7,50 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 144,00 \text{ kN}$$

- $N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 6,55 \cdot 1,45 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 7,50 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 448,67 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

- $N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$

$$N_{g,k} = 144,00 + 448,67$$

$$N_{g,k} = 562,67 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 6,55 \cdot 1,45 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 3,42 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 6,55 \cdot 1,45 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 113,97 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 3,42 + 113,97$$

$$N_{q,k} = 117,39 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 562,67 + 1,5 \cdot 117,39$$

$$N_{Ed} = 935,69 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 290 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 970,78 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$935,69 \leq 970,78$$

Zid u osi 18 – POZ Z6

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 2,00 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 4,70 \text{ m}$
- Duljina otvora: $l = 1,20 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 0,80 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 2,35 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ 600} - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ 600} - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

- $N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,600} = 0,80 \cdot 2,35 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 2,00 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 33,51 \text{ kN}$$

- $N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 0,80 \cdot 2,35 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 2,00 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 106,59 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

- $N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$

$$N_{g,k} = 33,51 + 106,59$$

$$N_{g,k} = 140,10 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 0,80 \cdot 2,35 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 0,68 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 0,80 \cdot 2,35 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 22,56 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 0,68 + 22,56$$

$$N_{q,k} = 23,24 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 140,10 + 1,5 \cdot 23,24$$

$$N_{Ed} = 224,00 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 470 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 1573,33 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$224,00 \leq 1573,33$$

Zid u osi 19 – POZ Z13

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 3,50 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 6,60 \text{ m}$
- Duljina otvora: $l = 0,60 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 2,90 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 3,30 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ 600} - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ 600} - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

- $N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,600} = 2,90 \cdot 3,30 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 3,50 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 105,73 \text{ kN}$$

- $N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 2,90 \cdot 3,30 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 3,50 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 221,59 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

- $N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$

$$N_{g,k} = 105,73 + 221,59$$

$$N_{g,k} = 327,32 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 2,90 \cdot 3,30 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 3,45 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 2,90 \cdot 3,30 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 114,84 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 3,45 + 114,84$$

$$N_{q,k} = 118,29 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 327,32 + 1,5 \cdot 118,29$$

$$N_{Ed} = 619,32 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 660 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 2209,36 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$619,32 \leq 2209,36$$

Zid u osi 20 – POZ Z11

→ Podaci o zidu:

- Duljina zida: $L = 4,60 \text{ m}$
- Neto duljina zida: $L_{\text{neto}} = 7,00 \text{ m}$
- Duljina otvora: $l = 1,10 \text{ m}$
- Debljina zida: $t = 20 \text{ cm}$
- Utjecajna duljina zida: $l_u = 3,50 \text{ m}$
- Utjecajna širina zida: $b_u = 3,50 \text{ m}$

→ Opterećenje:

- Stalno opterećenje:

$$\text{POZ 600} - g_{k,600} = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - g_{k,500,400,300,200} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

- Promjenjivo opterećenje:

$$\text{POZ 600} - q_{k,600} = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{POZ 500,400,300,200} - q_{k,500,400,300,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Vlastita težina zida:

$$g_{k,vt} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

→ Stalno opterećenje:

- $N_{g,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,600} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,600} = 3,50 \cdot 3,50 \cdot 7,50 \cdot 1 + (2,80 + 0,35) \cdot 4,60 \cdot 3,08 \cdot 1$$

$$N_{g,k,600} = 136,52 \text{ kN}$$

- $N_{g,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot g_{k,500,400,300,200} \cdot n + h \cdot L \cdot g_{k,vt} \cdot n$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 3,50 \cdot 3,50 \cdot 5,00 \cdot 4 + 2,80 \cdot 4,60 \cdot 3,08 \cdot 4$$

$$N_{g,k,500,400,300,200} = 403,68 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog stalnog opterećenja:

- $N_{g,k} = N_{g,k,600} + N_{g,k,500,400,300,200}$

$$N_{g,k} = 136,52 + 403,68$$

$$N_{g,k} = 540,20 \text{ kN}$$

→ Promjenjivo opterećenje:

$$- N_{q,k,600} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,600} \cdot n$$

$$N_{q,k,600} = 3,50 \cdot 3,50 \cdot 0,36 \cdot 1$$

$$N_{q,k,600} = 4,41 \text{ kN}$$

$$- N_{q,k,500,400,300,200} = l_u \cdot b_u \cdot q_{k,500,400,300,200} \cdot n$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 3,50 \cdot 3,50 \cdot 3,00 \cdot 4$$

$$N_{q,k,500,400,300,200} = 147,00 \text{ kN}$$

→ Ukupna tlačna sila zbog promjenjivog opterećenja:

$$- N_{q,k} = N_{q,k,600} + N_{q,k,500,400,300,200}$$

$$N_{q,k} = 4,41 + 147,00$$

$$N_{q,k} = 151,41 \text{ kN}$$

→ Proračunska tlačna sila:

$$- N_{Ed} = \gamma_g \cdot N_{g,k} + \gamma_q \cdot N_{q,k}$$

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot 540,20 + 1,5 \cdot 151,41$$

$$N_{Ed} = 956,39 \text{ kN}$$

→ Proračunska otpornost zida:

$$- N_{Rd} = \phi_s \cdot f_d \cdot L_{neto} \cdot t$$

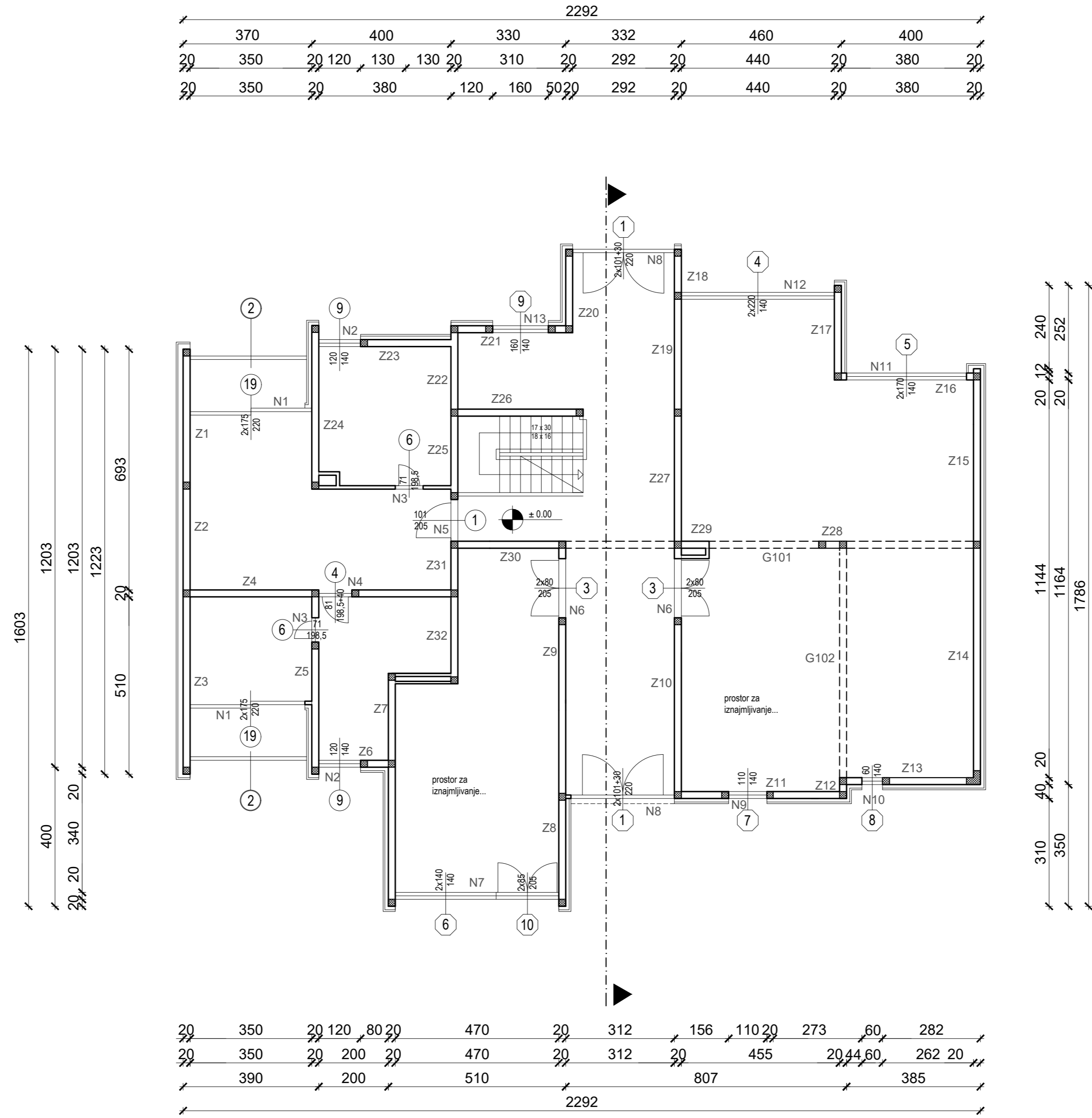
$$N_{Rd} = 0,634 \cdot 0,264 \cdot 700 \cdot 20$$

$$N_{Rd} = 2343,26 \text{ kN}$$

→ Dokaz nosivosti:

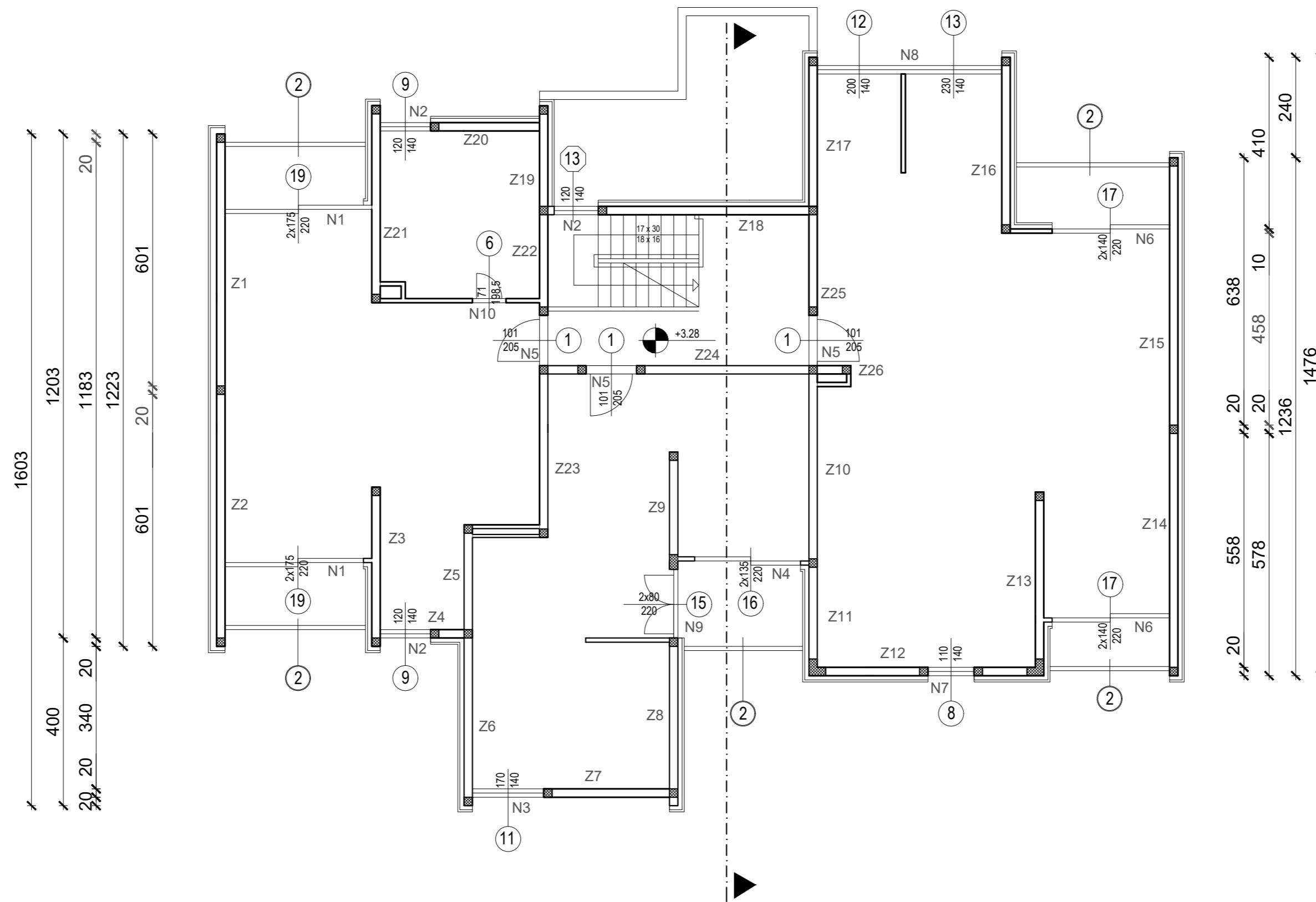
$$- N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$956,39 \leq 2343,26$$



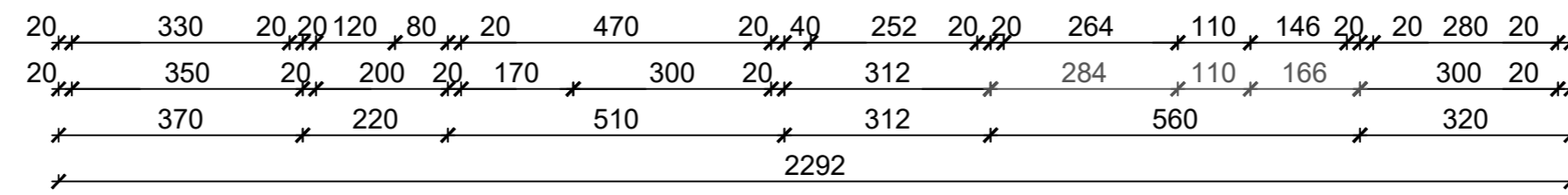
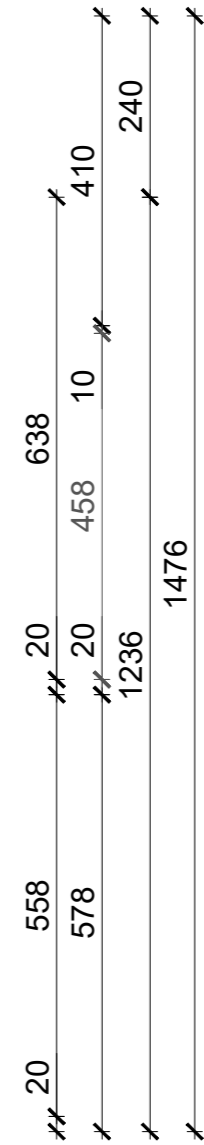
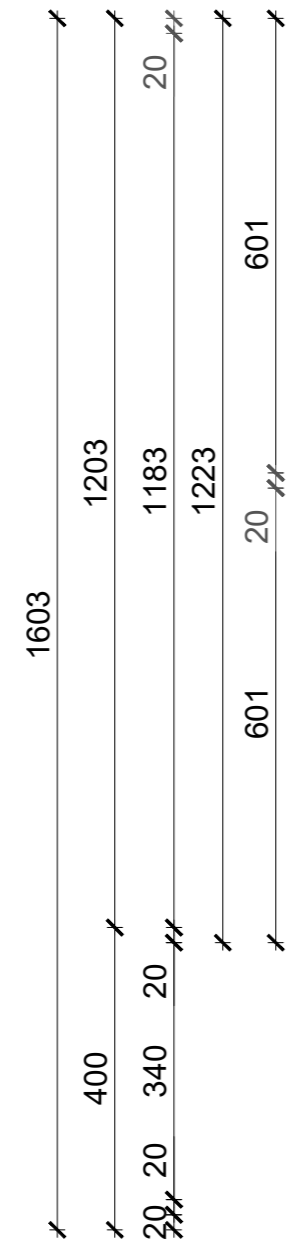
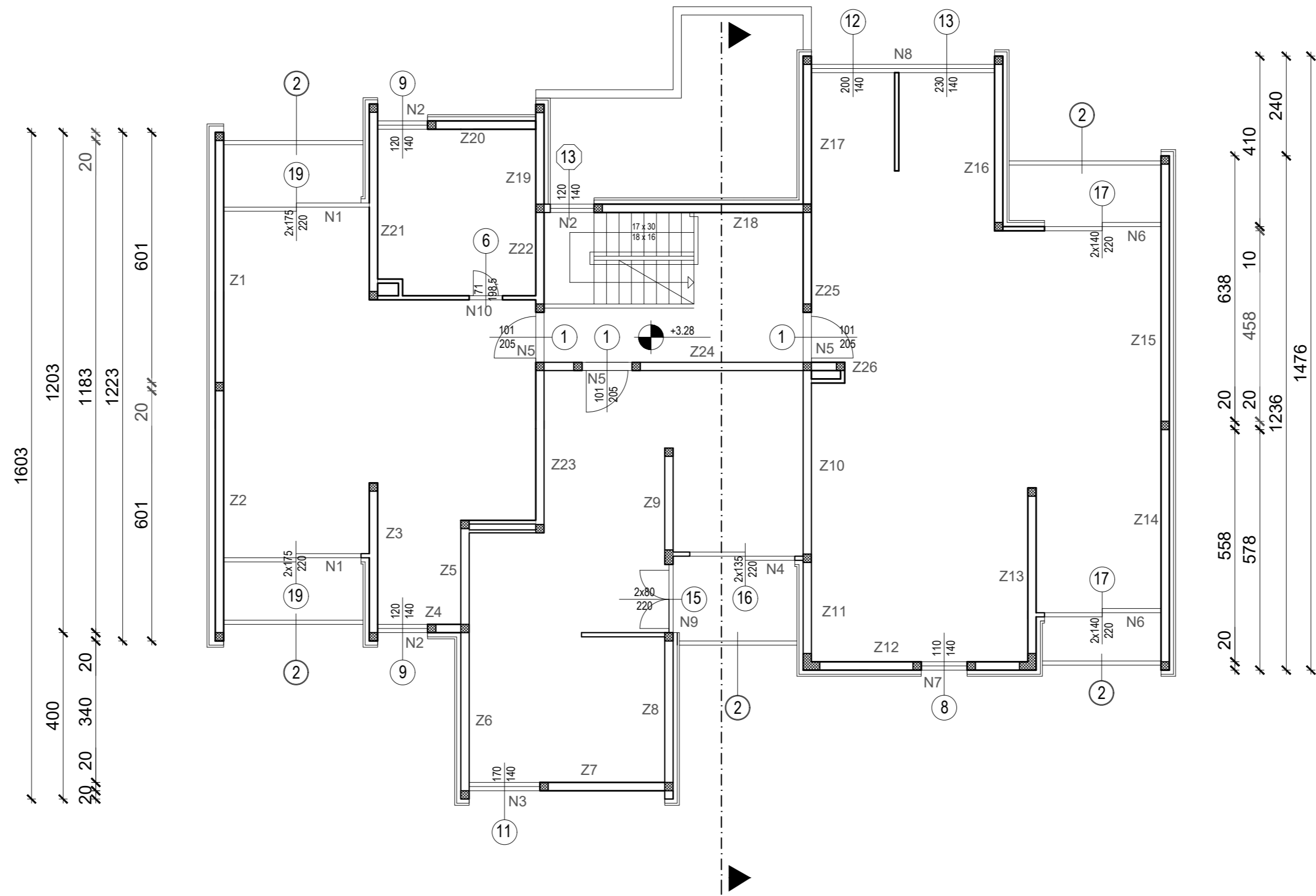
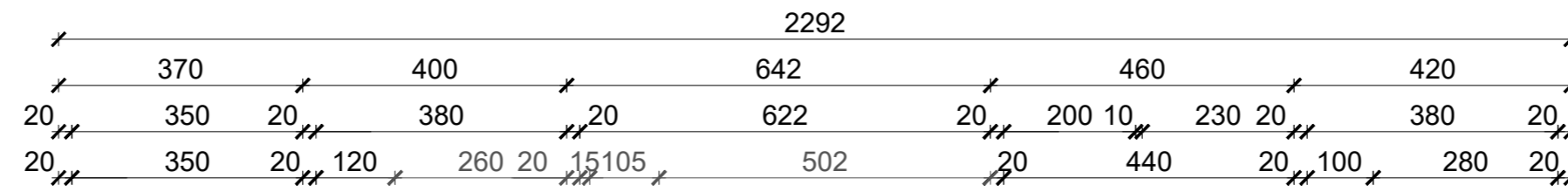
STAMBENO - POSLOVNA ZGRADA	
VARAŽDIN, k.č.br. 5784/1 (5784/1) k.o. Varaždin	
GLAVNI PROJEKT	MJ 1:100
PROJEKTANT: NIKOLINA RICIJAŠ	Datum: 16.09.2021. List: 1
Oznaka projektanta:	Potpis projektanta:
Investitor:	

2292													
370	400	642	460	420									
20	350	20	380	20	622	20	200	10	230	20	380	20	
20	350	20	120	260	20	15105	502	20	440	20	100	280	20

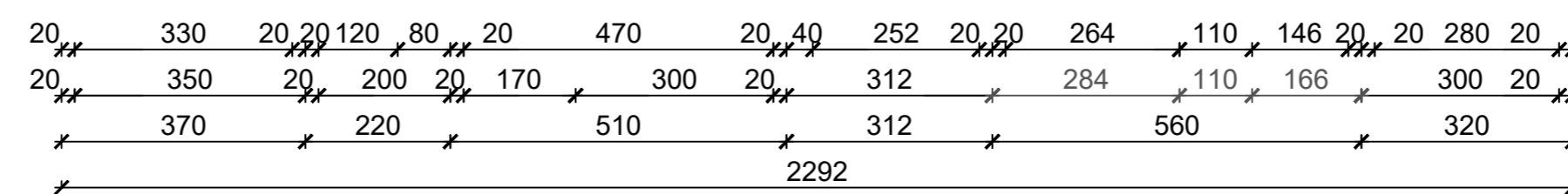
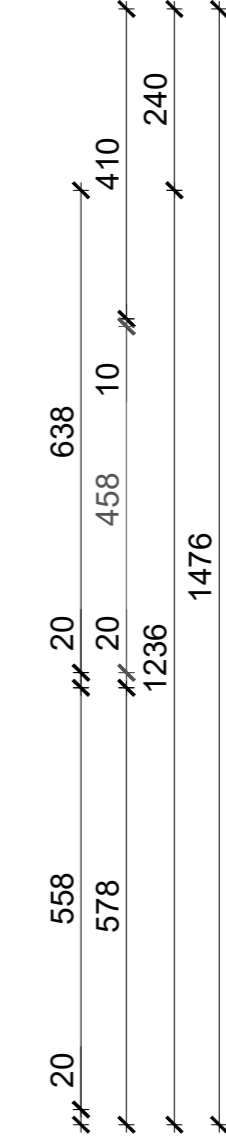
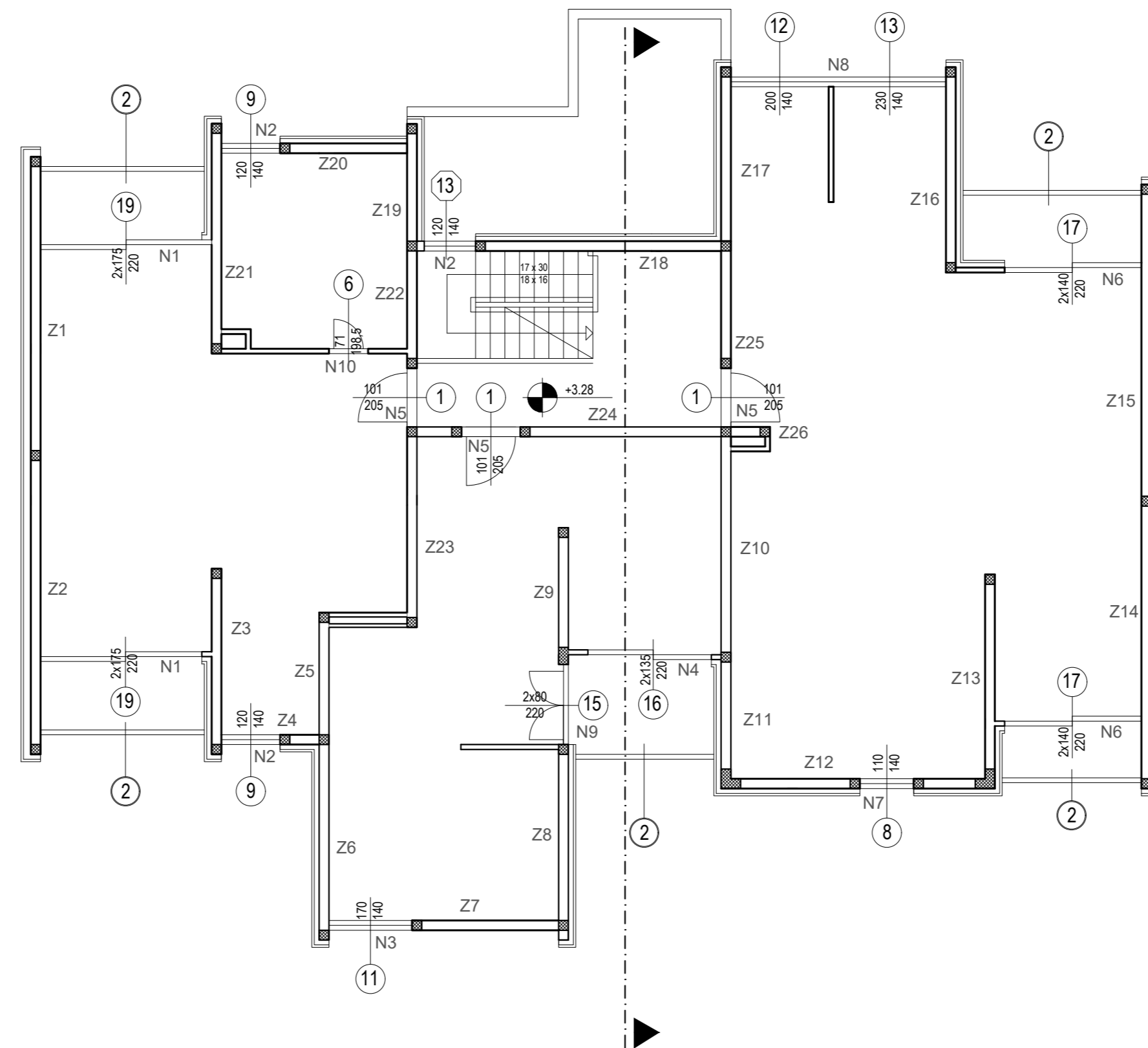
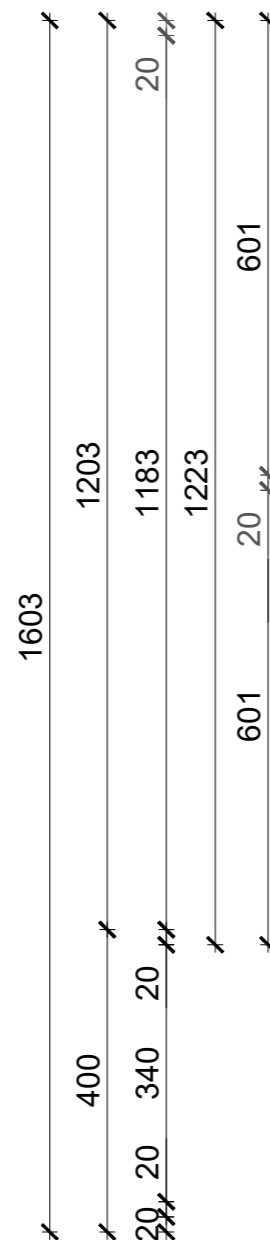
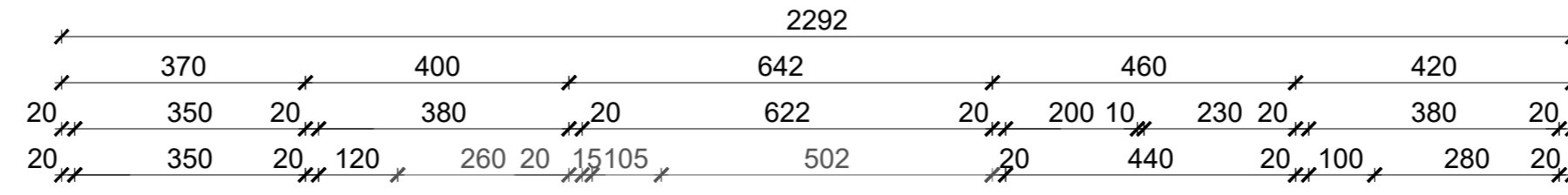


20	330	20	20	120	80	20	470	20	40	252	20	20	264	110	146	20	280	20
20	350	20	200	20	170	300	20	312	284	110	166	300	20					
	370	220	510	312	560	320												
2292																		

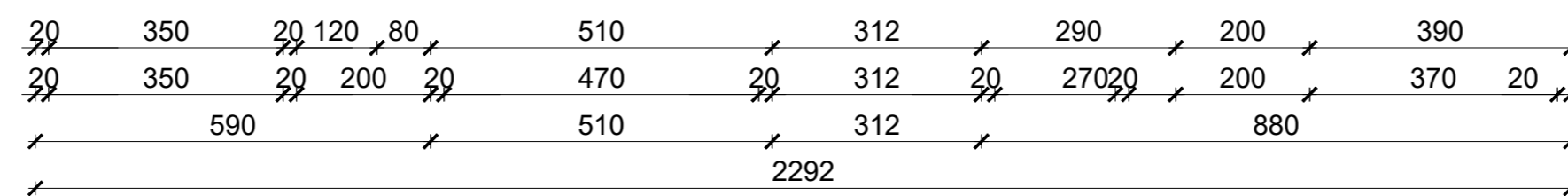
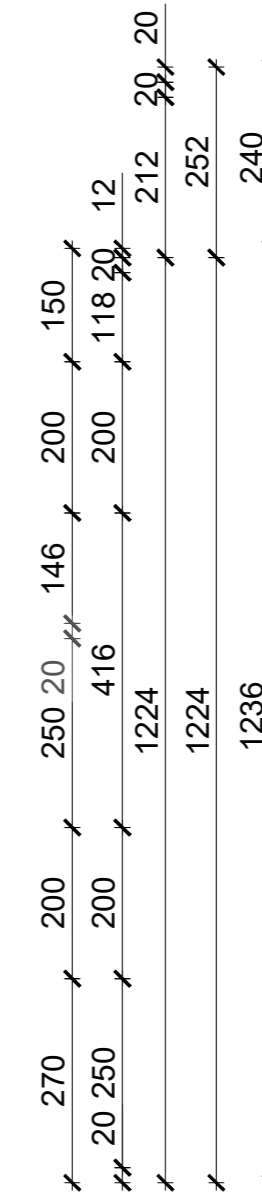
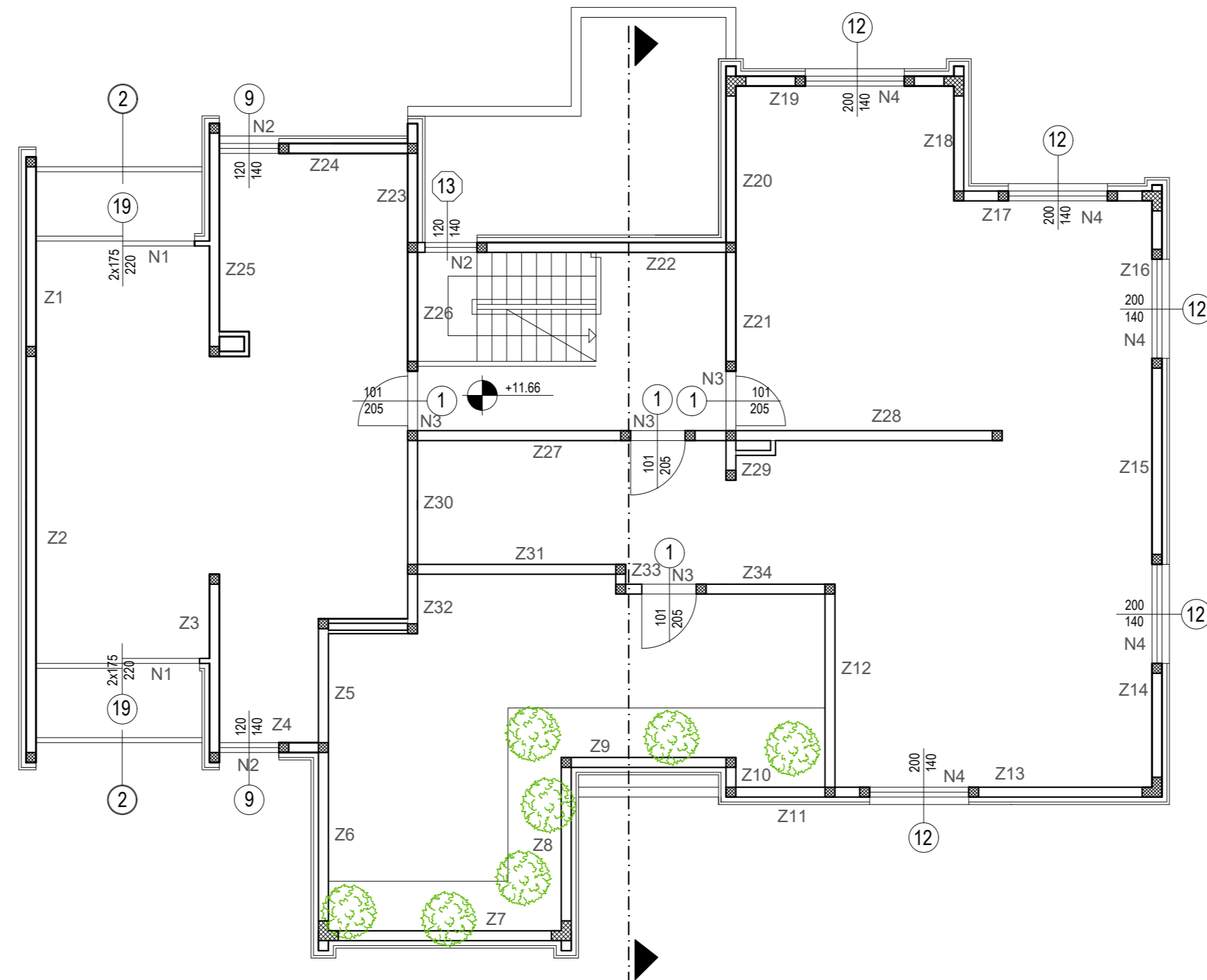
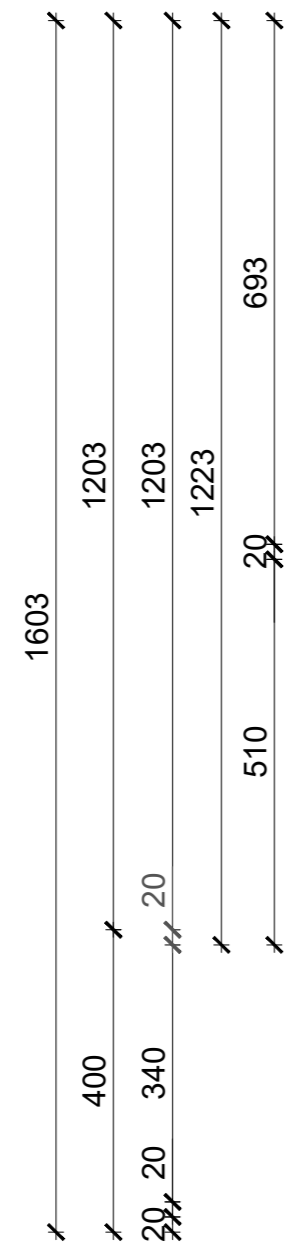
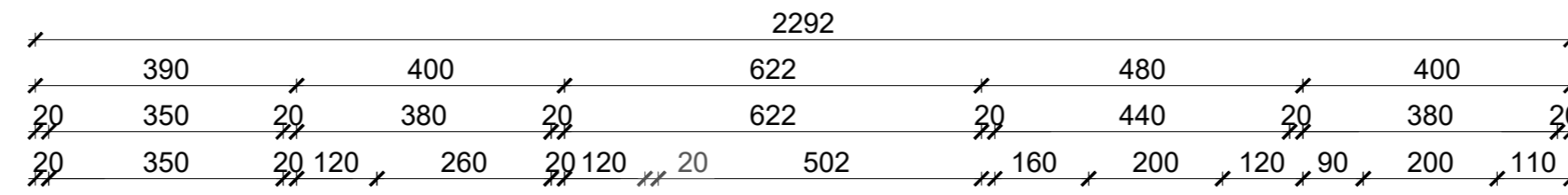
STAMBENO - POSLOVNA ZGRADA			
VARAŽDIN, k.č.br. 5784/1 (5784/1) k.o. Varaždin			
GLAVNI PROJEKT	MJ 1:100	T L O C R T	1 K A T A
PROJEKTANT: NIKOLINA RICIJAŠ	Datum: 16.09.2021.	L i s t : 2	
Oznaka projektanta:	Potpis projektanta:		
Investitor:			



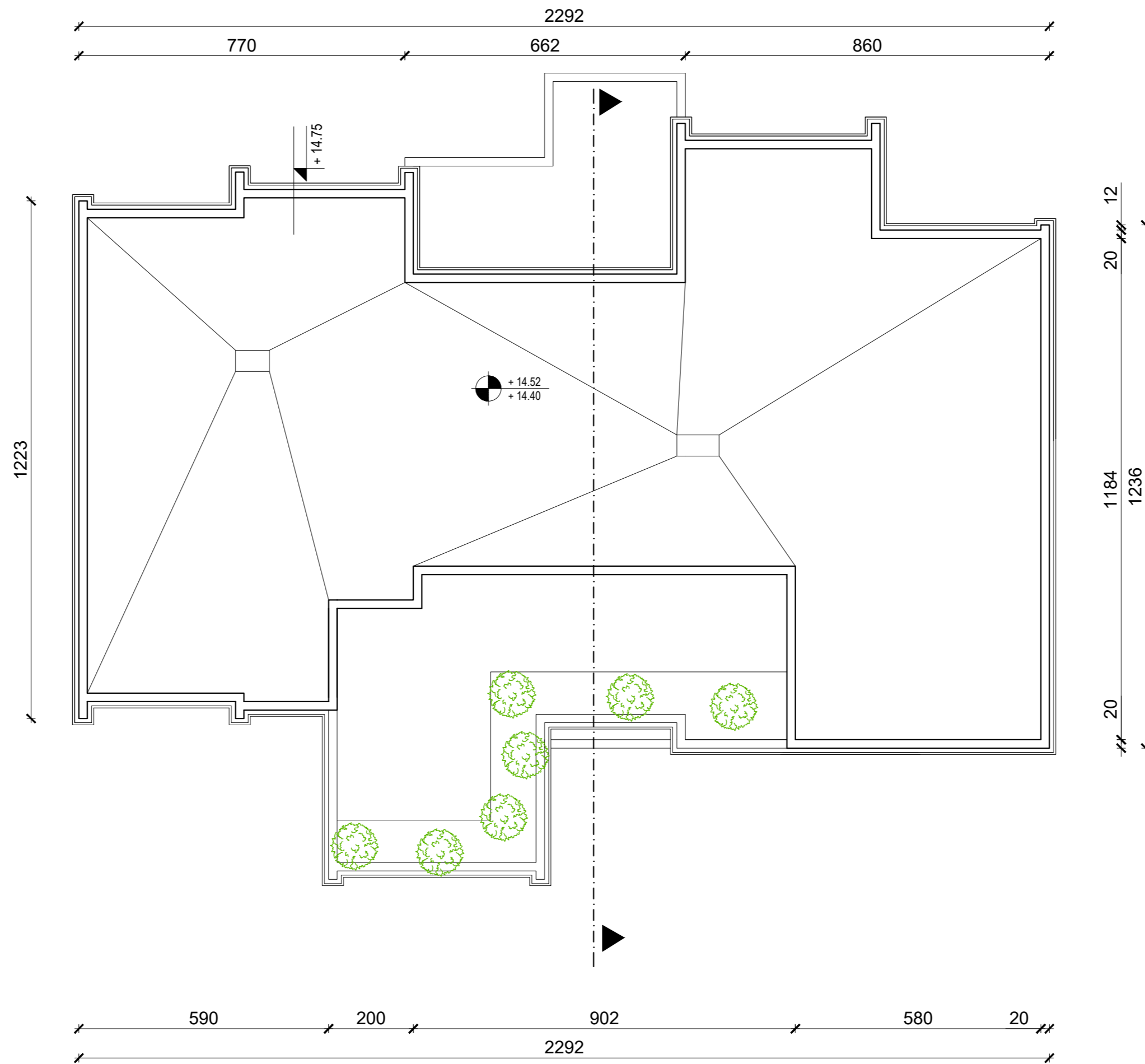
STAMBENO - POSLOVNA ZGRADA			
VARAŽDIN, k.č.br. 5784/1 (5784/1) k.o. Varaždin			
GLAVNI PROJEKT	MJ 1:100	T L O C R T	K A T A
PROJEKTANT: NIKOLINA RICIJAŠ	Datum: 16.09.2021.	L i s t : 3	
Oznaka projektanta:	Potpis projektanta:		
Investitor:			



STAMBENO - POSLOVNA ZGRADA			
VARAŽDIN, k.č.br. 5784/1 (5784/1) k.o. Varaždin			
GLAVNI PROJEKT	MJ 1:100	T L O C R T	K A T A
PROJEKTANT: NIKOLINA RICIJAŠ	Datum: 16.09.2021.	L i s t : 4	
Oznaka projektanta:	Potpis projektanta:		
Investitor:			



STAMBENO - POSLOVNA ZGRADA			
VARAŽDIN, k.č.br. 5784/1 (5784/1) k.o. Varaždin			
GLAVNI PROJEKT	MJ 1:100	T L O C R T	K R O V N E T E R A S E
PROJEKTANT: NIKOLINA RICIJAŠ	Datum: 16.09.2021.	L i s t : 5	
Oznaka projektanta:	Potpis projektanta:		
Investitor:			



STAMBENO - POSLOVNA ZGRADA			
VARAŽDIN, k.č.br. 5784/1 (5784/1) k.o. Varaždin			
GLAVNI PROJEKT	MJ 1:100	T L O C R T	K R O V A
PROJEKTANT: NIKOLINA RICIJAŠ	Datum: 16.09.2021.	Li	st : 6
Oznaka projektanta:	Potpis projektanta:		
Investitor:			

- A
 - KAMENE PLOČE 2 cm
 - CEMENTNI MORT 2 cm
 - AB PLOČA 10 cm

- B
 - KERAMIČKE PLOČICE 2 cm
 - GRAĐEVINSKO LIJEPILO 1 cm
 - RABIC CEMENTNA GLAZURA 4 cm
 - PE FOLIJA 0.02 cm
 - TI 5 cm
 - HI 1 cm
 - DONJA BETONSKA PODLOGA
 - ŠLJUNAK

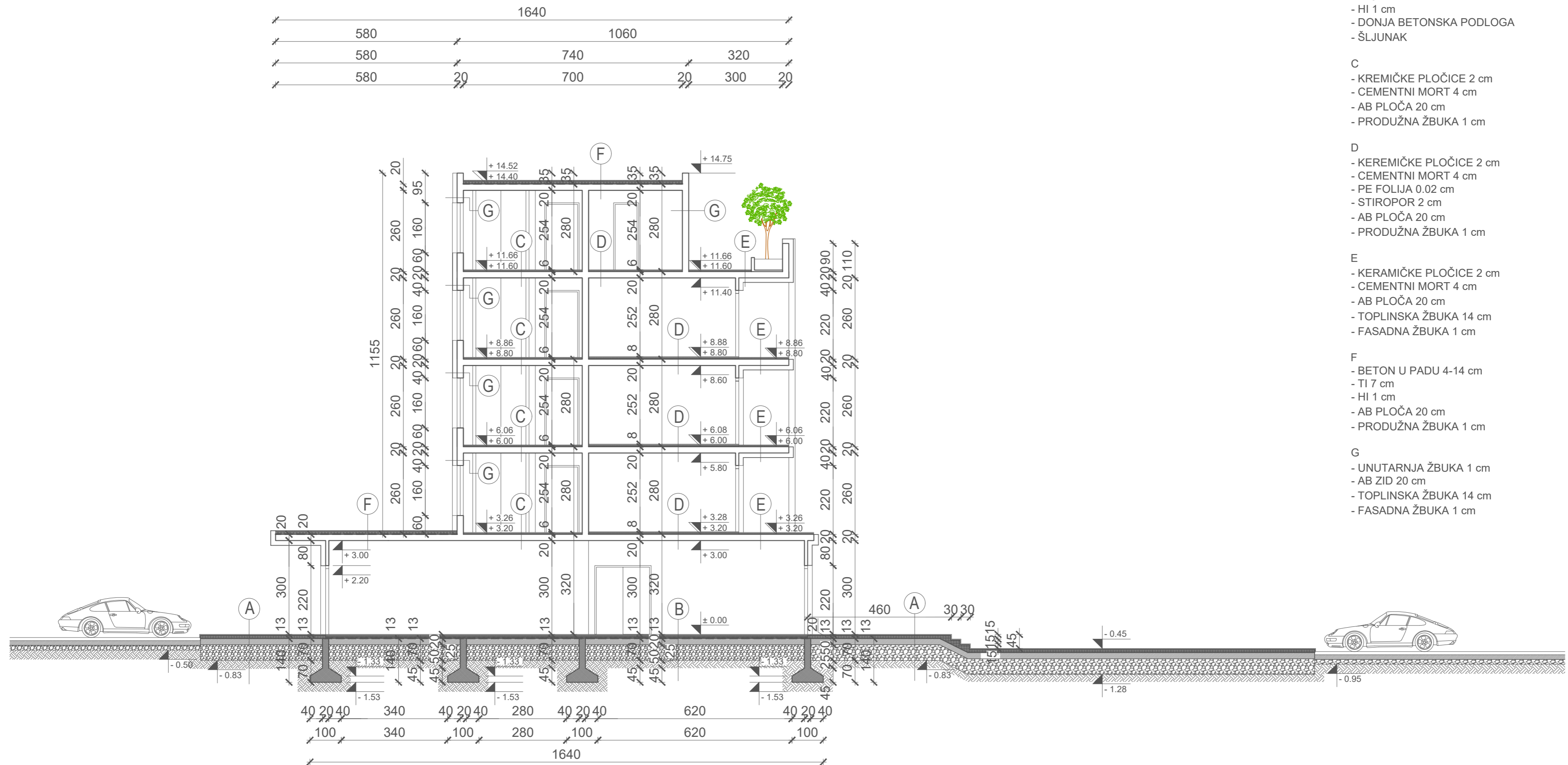
- C
 - KREMIČKE PLOČICE 2 cm
 - CEMENTNI MORT 4 cm
 - AB PLOČA 20 cm
 - PRODUŽNA ŽBUKA 1 cm

- D
 - KERAMIČKE PLOČICE 2 cm
 - CEMENTNI MORT 4 cm
 - PE FOLIJA 0.02 cm
 - STIROPOR 2 cm
 - AB PLOČA 20 cm
 - PRODUŽNA ŽBUKA 1 cm

- E
 - KERAMIČKE PLOČICE 2 cm
 - CEMENTNI MORT 4 cm
 - AB PLOČA 20 cm
 - TOPLINSKA ŽBUKA 14 cm
 - FASADNA ŽBUKA 1 cm

- F
 - BETON U PADU 4-14 cm
 - TI 7 cm
 - HI 1 cm
 - AB PLOČA 20 cm
 - PRODUŽNA ŽBUKA 1 cm

- G
 - UNUTARNJA ŽBUKA 1 cm
 - AB ZID 20 cm
 - TOPLINSKA ŽBUKA 14 cm
 - FASADNA ŽBUKA 1 cm

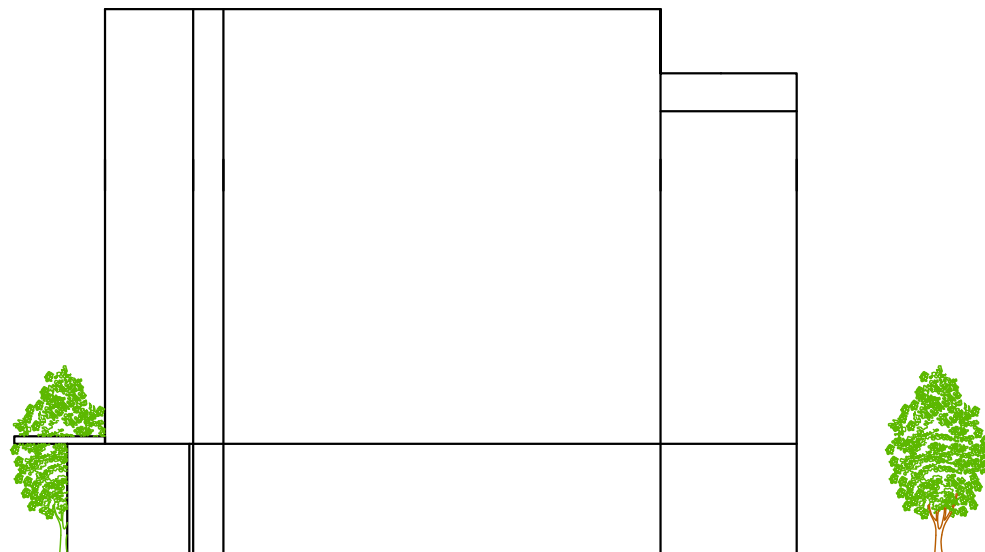


STAMBENO - POSLOVNA ZGRADA			
VARAŽDIN, k.č.br. 5784/1 (5784/1) k.o. Varaždin			
GLAVNI PROJEKT	MJ 1:100	P R E S J E K	
PROJEKTANT: NIKOLINA RICIJAŠ	Datum: 16.09.2021.	List: 7	
Oznaka projektanta:	Potpis projektanta:		
Investitor:			

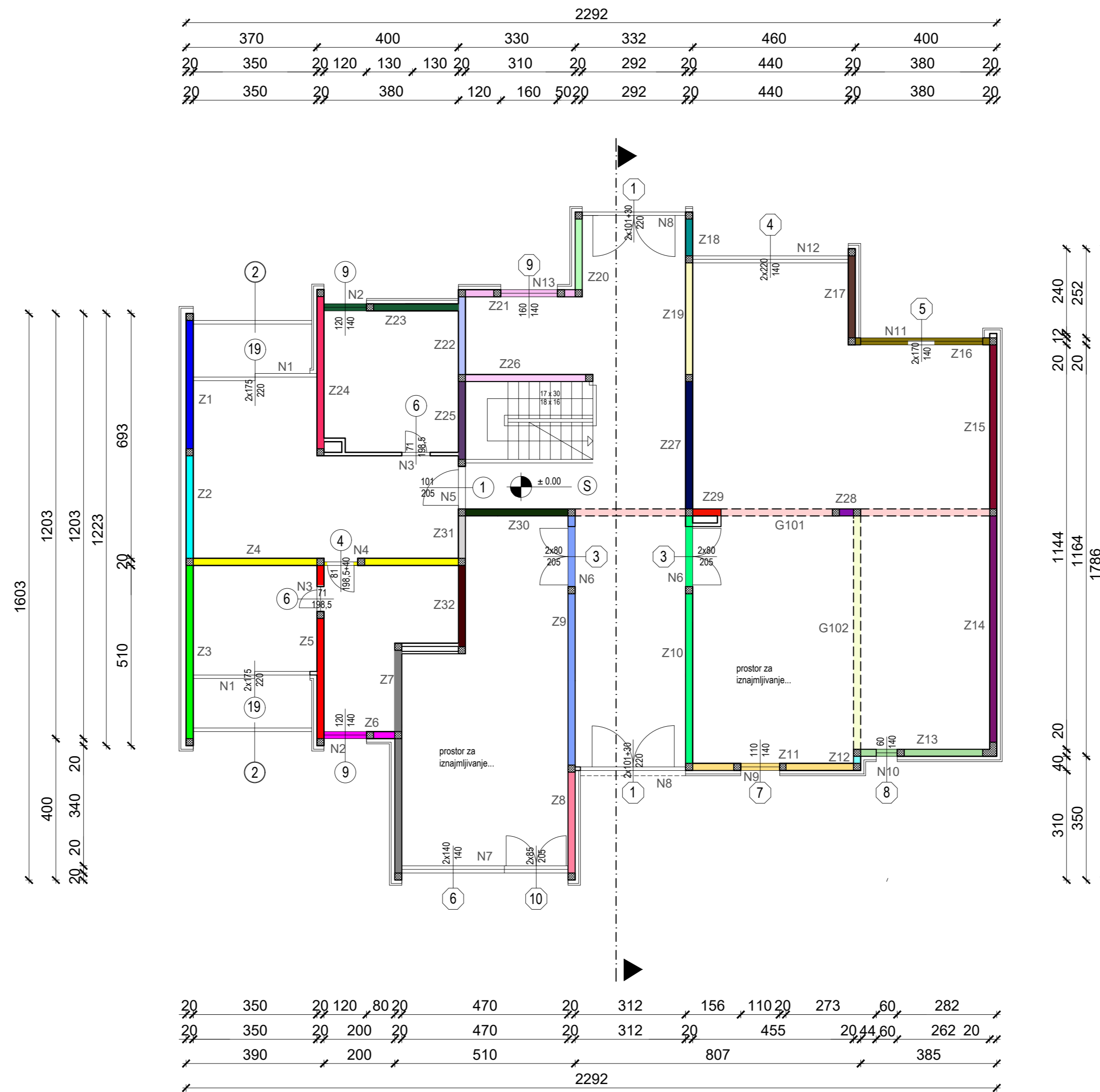
S J E V E R N O P R O Č E L J E 1 : 2 0 0



Z A P A D N O P R O Č E L J E 1 : 2 0 0

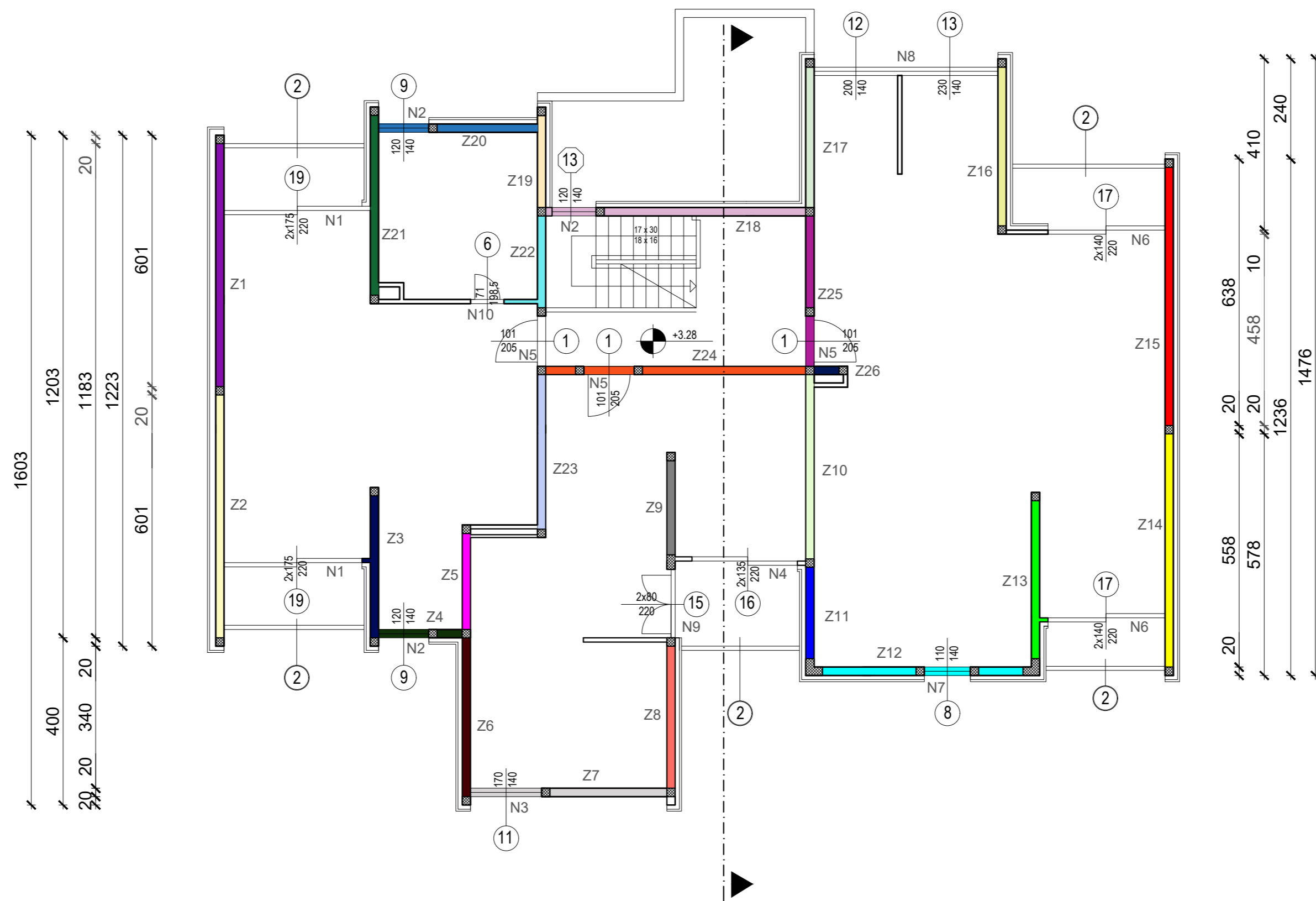


S T A M B E N O - P O S L O V N A Z G R A D A		
V A R A Ž D I N , k . č . b r . 5 7 8 4 / 1 (5 7 8 4 / 1) k . o . V a r a ž d i n		
GLAVNI PROJEKT	MJ 1:100	P R O Č E L J A
PROJEKTANT: NIKOLINA RICIJAŠ	Datum: 16.09.2021.	List: 8
Oznaka projektanta:	Potpis projektanta:	
Investitor:		



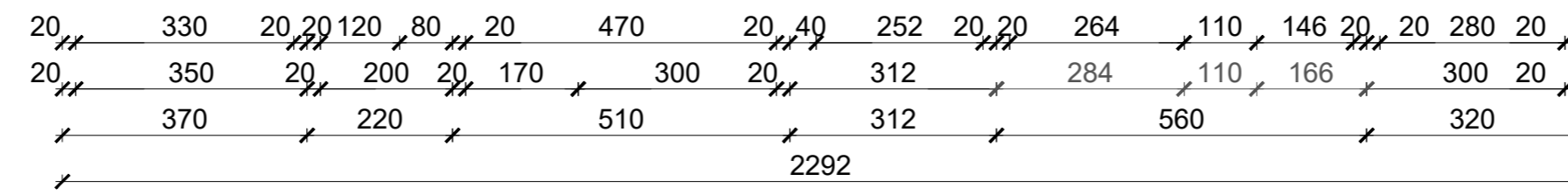
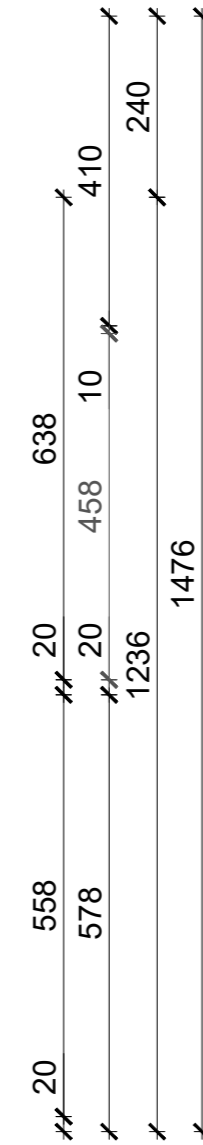
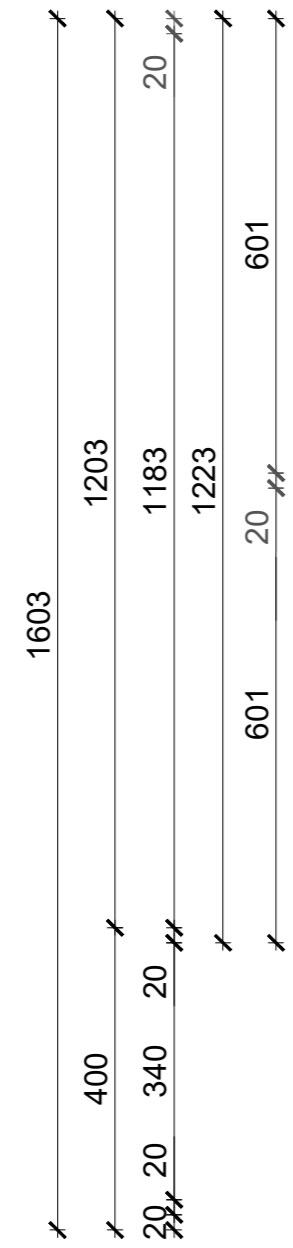
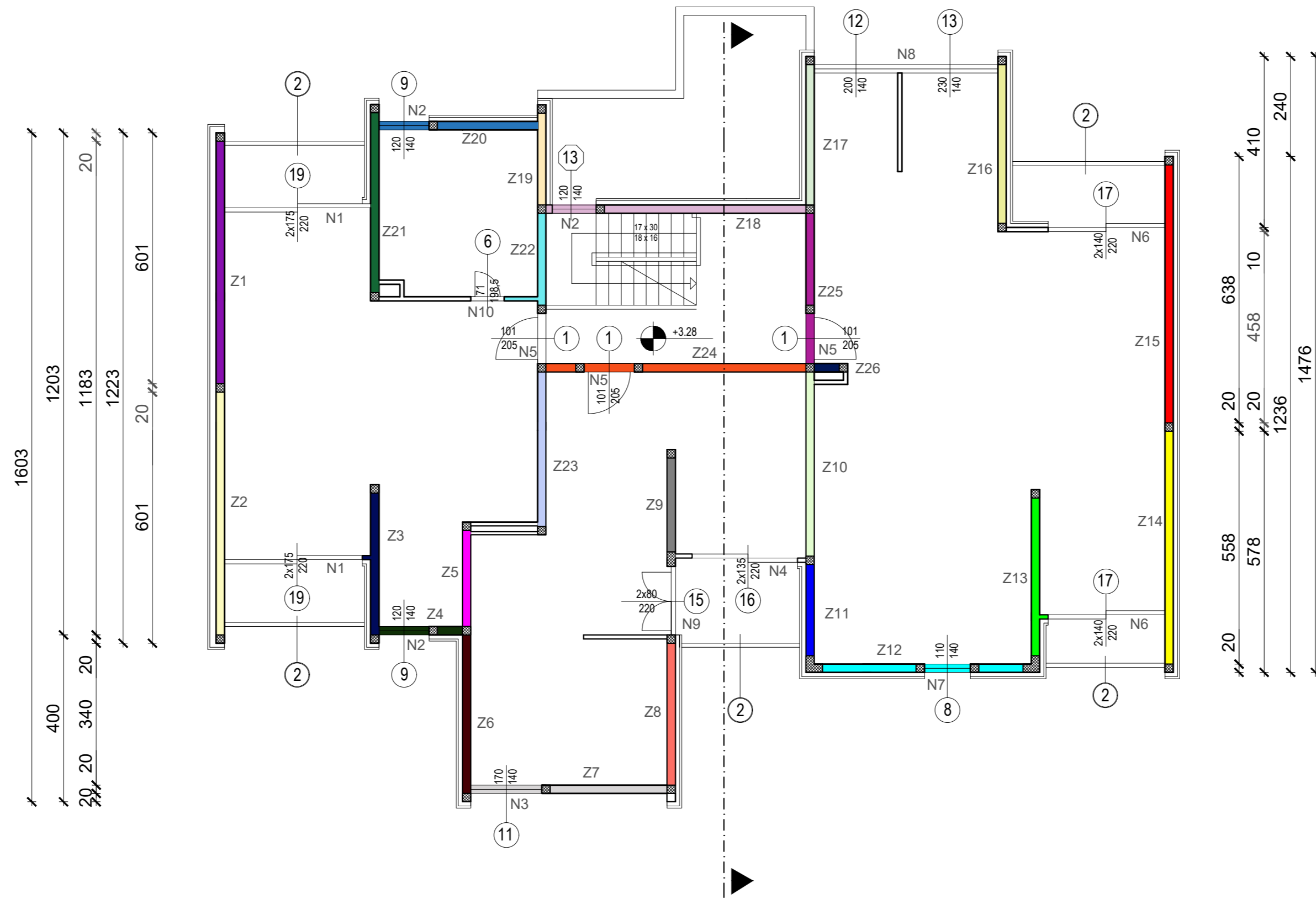
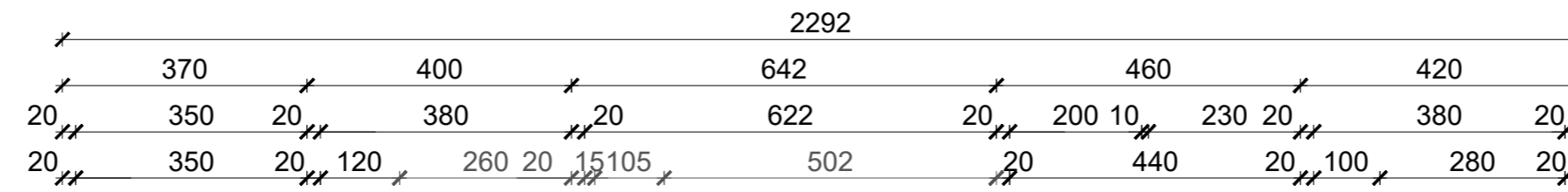
STAMBENO - POSLOVNA ZGRADA			
VARAŽDIN, k.č.br. 5784/1 (5784/1) k.o. Varaždin			
GLAVNI PROJEKT	MJ 1:100	T L O C R T	P R I Z E M L J A
PROJEKTANT: NIKOLINA RICIJAŠ	Datum: 16.09.2021.	List: 1	
Oznaka projektanta:	Potpis projektanta:		
Investitor:			

2292														
370	400	642	460	420										
20	350	20	380	20	622	20	200	10	230	20	380	20		
20	350	20	120	260	20	15105	502	20	440	20	100	280	20	

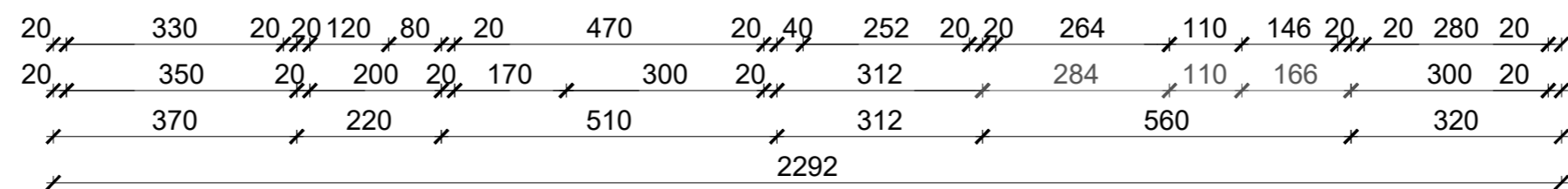
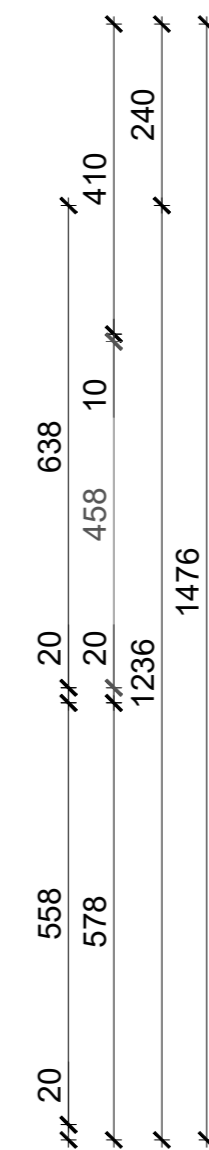
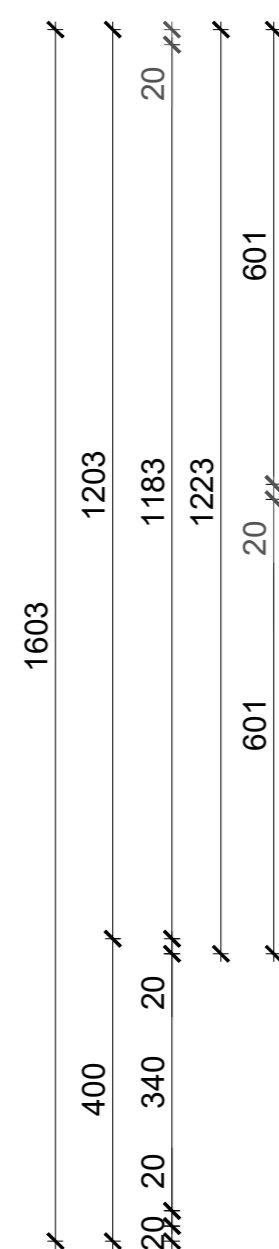
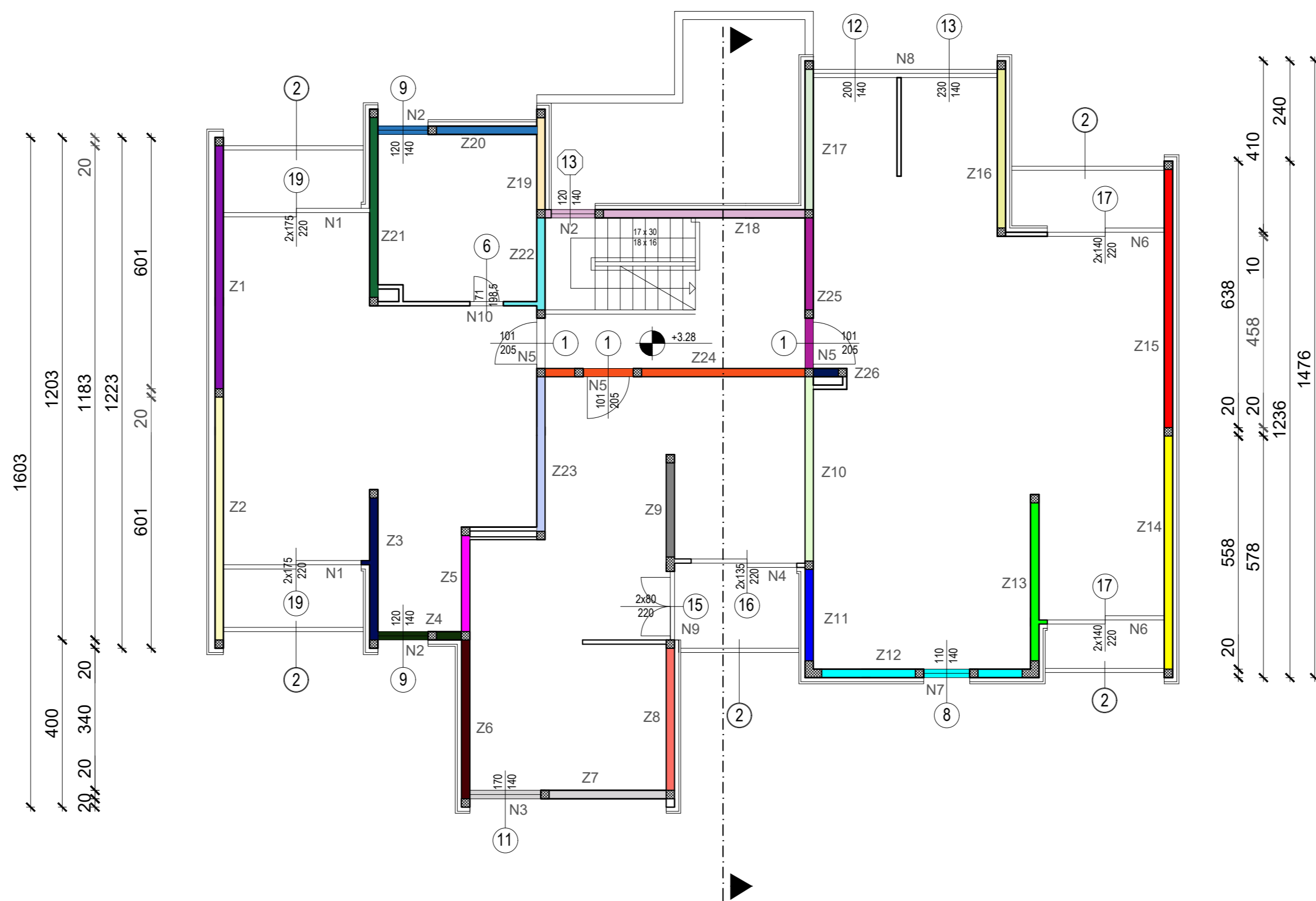
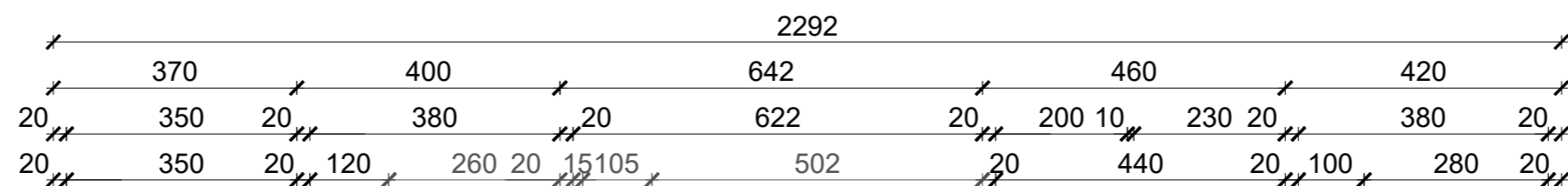


20	330	20	20	120	80	20	470	20	40	252	20	20	264	110	146	20	20	280	20	
20	350	20	200	20	170	300	20	312	284	110	166	300	20							
	370	220	510	312	560	320														
2292																				

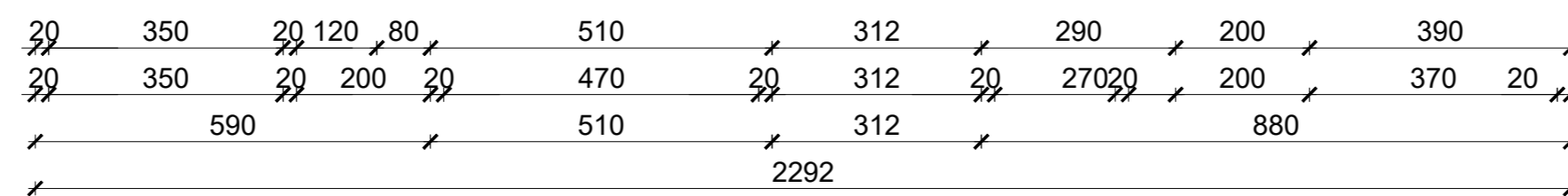
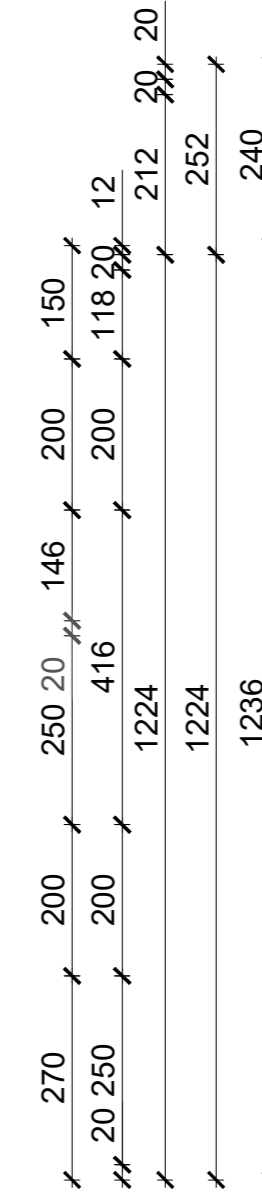
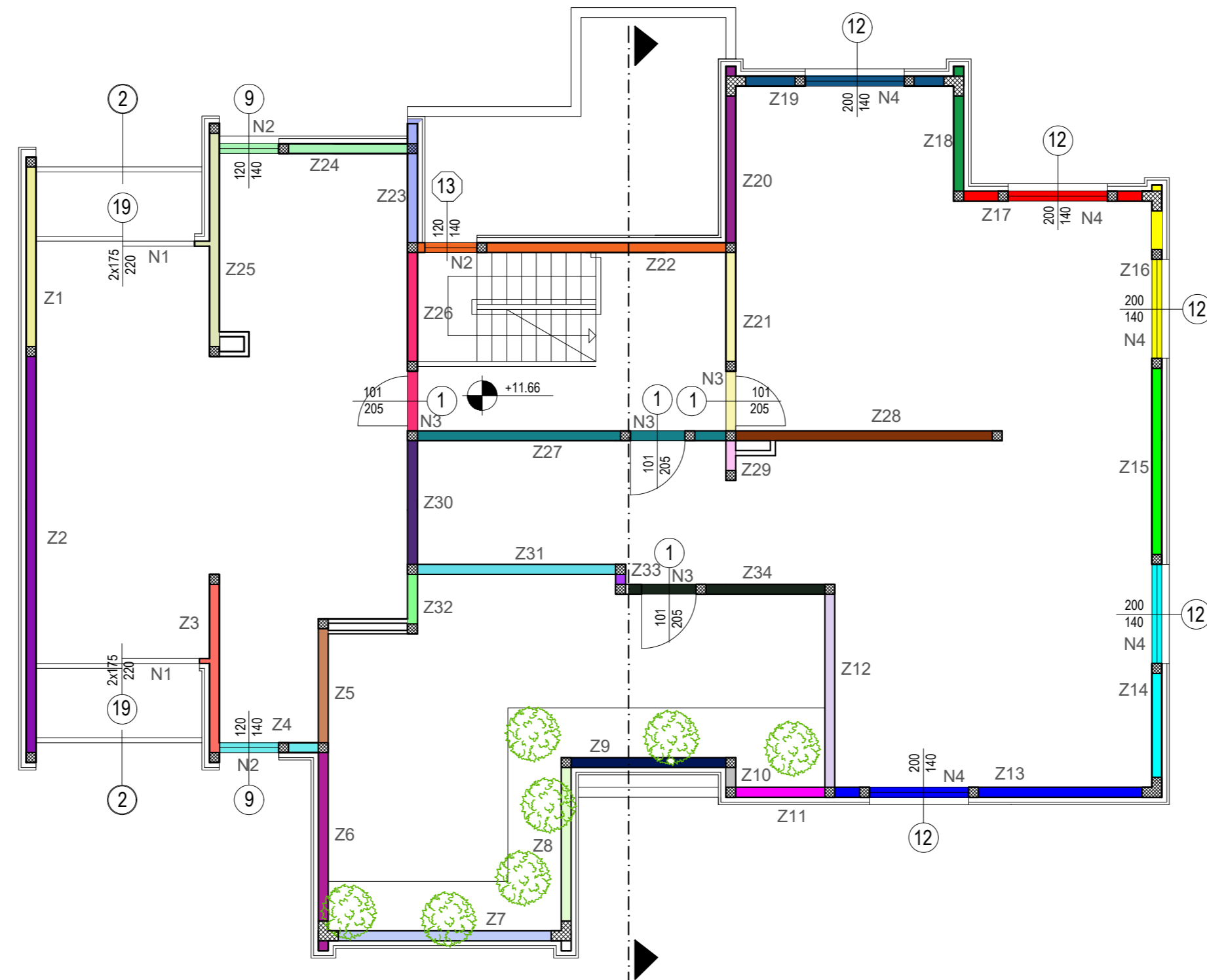
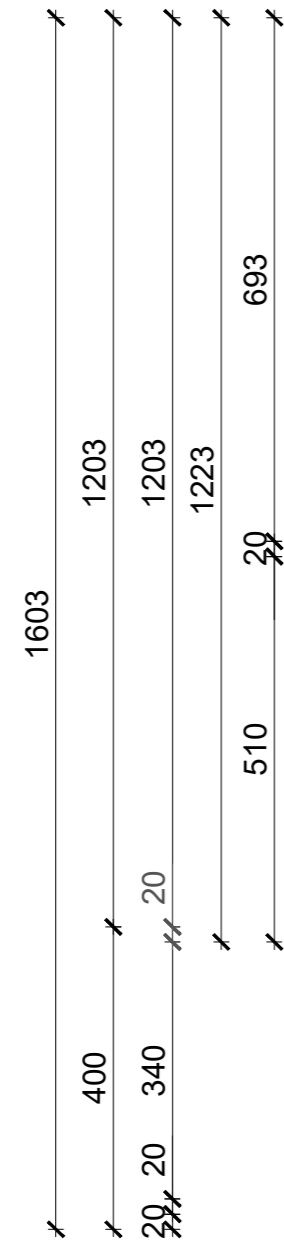
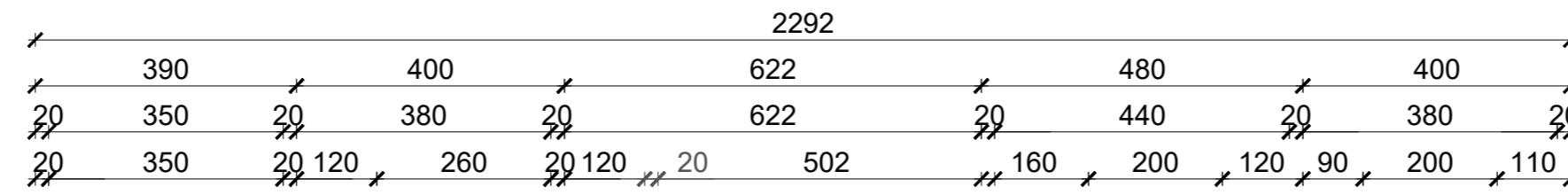
STAMBENO - POSLOVNA ZGRADA			
VARAŽDIN, k.č.br. 5784/1 (5784/1) k.o. Varaždin			
GLAVNI PROJEKT	MJ 1:100	T L O C R T	1 K A T A
PROJEKTANT: NIKOLINA RICIJAŠ	Datum: 16.09.2021.	L i s t : 2	
Oznaka projektanta:	Potpis projektanta:		
Investitor:			



STAMBENO - POSLOVNA ZGRADA			
VARAŽDIN, k.č.br. 5784/1 (5784/1) k.o. Varaždin			
GLAVNI PROJEKT	MJ 1:100	T L O C R T	K A T A
PROJEKTANT: NIKOLINA RICIJAŠ	Datum: 16.09.2021.	L i s t : 3	
Oznaka projektanta:	Potpis projektanta:		
Investitor:			

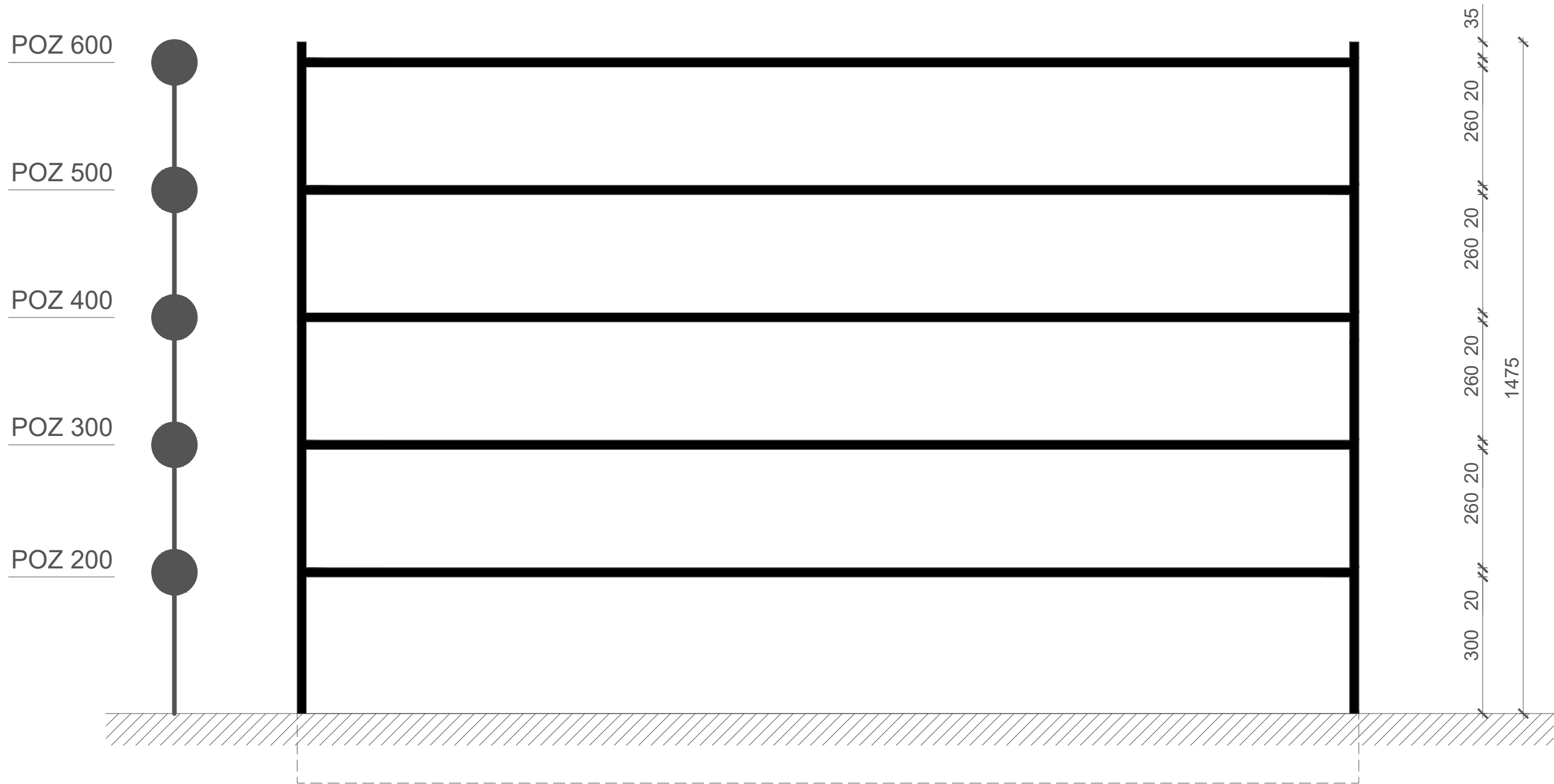


STAMBENO - POSLOVNA ZGRADA			
VARAŽDIN, k.č.br. 5784/1 (5784/1) k.o. Varaždin			
GLAVNI PROJEKT	MJ 1:100	T L O C R T	K A T A
PROJEKTANT: NIKOLINA RICIJAŠ	Datum: 16.09.2021.	L i s t : 4	
Oznaka projektanta:	Potpis projektanta:		
Investitor:			



STAMBENO - POSLOVNA ZGRADA	
VARAŽDIN, k.č.br. 5784/1 (5784/1) k.o. Varaždin	
GLAVNI PROJEKT	MJ 1:100 T L O C R T K R O V N E T E R A S E
PROJEKTANT: NIKOLINA RICIJAŠ	Datum: 16.09.2021. L i s t : 5
Oznaka projektanta:	Potpis projektanta:
Investitor:	

S E I Z M I Č K I M O D E L



STAMBENO - POSLOVNA ZGRADA		
VARAŽDIN, k.č.br. 5784/1 (5784/1) k.o. Varaždin		
GLAVNI PROJEKT	MJ 1:100	SEIZMIČKI MODEL
PROJEKTANT: NIKOLINA RICIJAŠ	Datum: 16.09.2021.	List: 9
Oznaka projektanta:	Potpis projektanta:	
Investitor:		