Tehnično poročilo z dokazom mehanske odpornosti in stabilnosti

2.1 Načrt s področja gradbeništva

6,3 kV stikališče HE Medvode

Strokovno mnenje o potresni in statični odpornosti objekta

Načrt 244044-G • Projekt 244044
Dokument 01.TR.--0001 • Različica 00 • 5. 04. 2024

Elea iC d.o.o. | Dunajska cesta 21, 1000 Ljubljana, Slovenija
T +386 1 474 10 00, info@elea.si, www.elea.si

PODATKI O NAČRTU

Naziv načrta	2.1 Načrt s področja gradbeništva
Številka načrta	244044-G
Številka projekta	244044
Investitor	**Savske elektrarne Ljubljana d.o.o.** Gorenjska cesta 46, 1215 Medvode
Projektant načrta	**ELEA iC projektiranje in svetovanje d.o.o.** Dunajska cesta 21, 1000 Ljubljana, Slovenija T +386 (1) 474 10 00, info@elea.si www.elea.si
Odgovorna oseba projektanta načrta	**Andrej Pogačnik, univ.dipl.inž.grad.** IZS G-0187
Pooblaščeni inženir	**Andrej Pogačnik, univ.dipl.inž.grad.** IZS G-0187
Projektant	**dr. Jure Snoj, univ. dipl. inž. grad.**

Elea iC, d.o.o., Ljubljana | 2
Dunajska cesta 21

ANDREJ POGAČNIK
univ. dipl. inž. grad.
IZS G-0187

ANDREJ POGAČNIK
univ. dipl. inž. grad.
IZS G-0187

Datum	Različica	Projektant	Pregledal	Odobril
26. 04. 2024	00	JS	AP	AP

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

KAZALO VSEBINE

1 SPLOŠNO 5

2 PODLOGE 6

2.1 Risbe 6
2.2 Poročila in projekti 6
2.3 Standardi 6

3 OPIS OBSTOJEČEGA OBJEKTA IN NOSILNE KONSTRUKCIJE 7

4 MATERIALI 15

4.1 Beton 15
4.2 Armatura 15
4.3 Zidovje 15

5 ANALIZA ZUNANJIH VPLIVOV 17

5.1 Stalna obtežba 17
5.1.1 Vpliv lastne teže konstrukcije 17
5.1.2 Teža tlakov 17
5.2 Spremenljiva obtežba 19
5.2.1 Koristna obtežba v prostorih 19
5.2.2 Vpliv obtežbe snega 19
5.2.3 Vpliv obtežbe vetra 20
5.2.4 Potresni vplivi 21
5.2.5 Opomba 21

6 KOMBINACIJE VPLIVOV 22

6.1 Mejna stanja nosilnosti 22
6.2 Mejna stanja uporabnosti 22
6.3 Potresno projektno stanje 22
6.4 Varnostni faktorji 23
6.5 Kombinacijski faktorji 23

7 POMIKI, POVESI IN VIBRACIJE 24

7.1 Povesi 24
7.2 Vibracije 25

8 ANALIZA MEDETAŽNIH KONSTRUKCIJ 26

8.1 Statični preračun strešnega nosilca in kontrola ustreznosti vgrajene armature 26
8.2 Statični preračun AB plošče in nosilcev nad pritličjem in kontrola ustreznosti vgrajene armature 27

9 POTRESNA ANALIZA OBJEKTA 32

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

9.1 Splošno ... 32
9.2 Obstoječa konstrukcija ... 35
9.2.1 Kritična potisna analiza v smeri X - analiza 15 (-X, M, ECC+) ... 36
9.2.2 Kritična potisna analiza v smeri Y - analiza 19 (+Y, M, ECC+) ... 37
9.2.3 Poškodovanost elementov v potisnih analizah in povzetek rezultatov potresne analize – obstoječe stanje ... 39
9.3 Utrjena konstrukcija ... 42
9.3.1 Kritična potisna analiza v smeri X - analiza 11 (+X, M, ECC+) ... 43
9.3.2 Kritična potisna analiza v smeri Y - analiza 19 (+Y, M, ECC+) ... 45
9.3.3 Poškodovanost elementov v potisnih analizah in povzetek rezultatov potresne analize – utrjeno stanje ... 46

10 ZAKLJUČEK ... 47

PRILOGA A | STATIČNI PRERAČUN STREŠNEGA NOSILCA ...

PRILOGA B | STATIČNI PRERAČUN AB PLOŠČE NAD PRITLIČJEM ...

PRILOGA C | STATIČNI PRERAČUN AB NOSILCEV V PLOŠČI NAD PRITLIČJEM ...

PRILOGA D | POTRESNA ANALIZA S PROGRAMOM 3MURI – OBSTOJEČE STANJE ...

PRILOGA E | POTRESNA ANALIZA S PROGRAMOM 3MURI – UTRJENO STANJE ...

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

1 SPLOŠNO

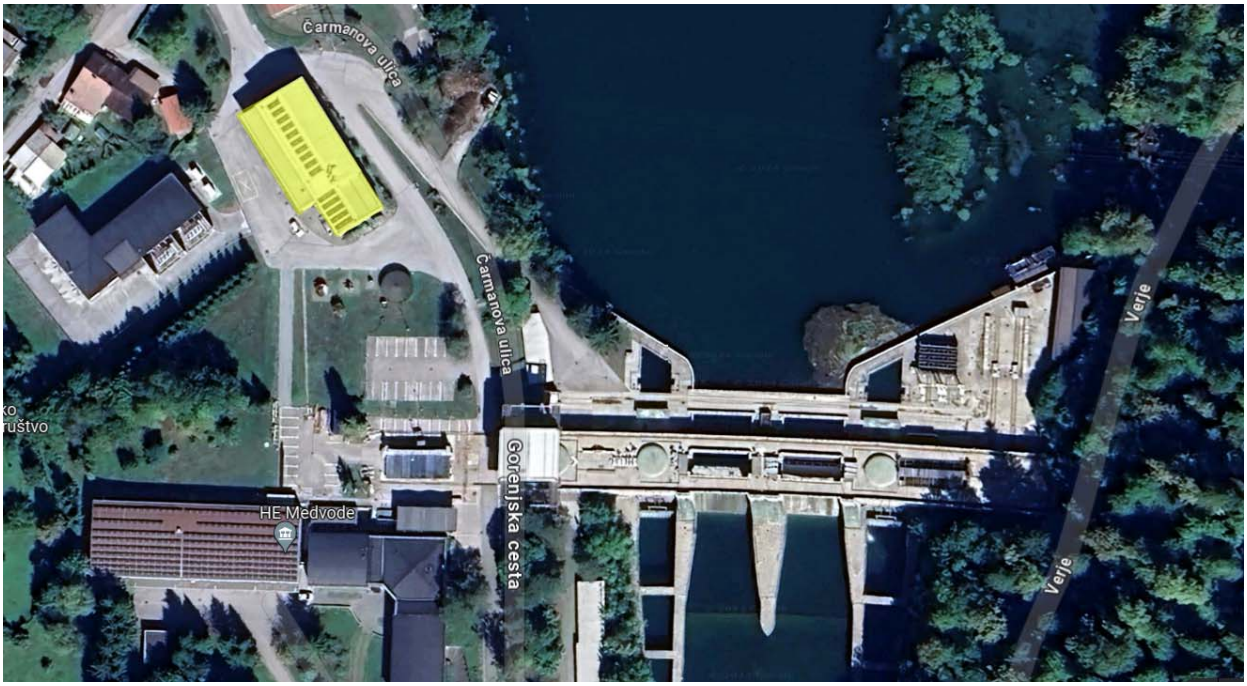
HE Medvode je bila zgrajena v začetku petdesetih let 20. stoletja. Objekt sodi med bistveno infrastukturo, za katero je pomembno, da ostane operativna tudi med potresom, saj ljudem in kritičnim ustanovam zagotavlja energijo. Na stavbi, v kateri se nahajajo transformatorji, smo analizirali stanje obstoječe nosilne konstrukcije in njeno potresno odpornost. Na osnovi ugotovljenega stanja objekta (delno na podlagi načrtov, delno na podlagi sond na objektu) smo izvedli statično analizo obstoječih stropnih konstrukcij ter seizmično analizo objekta v obstoječem stanju. Na podlagi rezultatov predlagamo ukrepe za potresno utrditev.

Projekt gradbenih konstrukcij v okviru statične presoje objekta obsega:

1) ogled in preverbo obstoječega stanja konstrukcije
2) predlog utrditve elementov nosilne konstrukcije, ki bo omogočala prevzem vseh obtežb.

Lokacija objekta je prikazana na sliki 1.

Za projektiranje gradbenih konstrukcij so bili upoštevani standardi Evrokod.



Slika 1: Lokacija transformatorske postaje HE Medvode

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

2 PODLOGE

2.1 Risbe

[1] Arhivski načrti arhitekture in gradbenih konstrukcij – Elektroprojekt - glavni projekt (julij 1952)

2.2 Poročila in projekti

[2] Hidro-geološko poročilo (Hidroelektroprojekt, 1951).

2.3 Standardi

[3] Slovenski inštitut za standardizacijo (2004). SIST EN 1990. Evrokod: Osnove projektiranja konstrukcij.

[4] Slovenski inštitut za standardizacijo (2005). SIST EN 1990:2004/A101. Evrokod: Osnove projektiranja – Nacionalni dodatek.

[5] Slovenski inštitut za standardizacijo (2004). SIST EN 1991-1-1:2004. Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije. 1-1. del: Splošni vplivi. Gostote, lastna teža, koristne obtežbe stavb.

[6] Slovenski inštitut za standardizacijo (2004). SIST EN 1991-1-3:2004. Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije. 1-3. del: Splošni vplivi. Obtežba snega.

[7] Slovenski inštitut za standardizacijo (2008). SIST EN 1991-1-3:2004/A101:2008. Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije. 1-3. del: Splošni vplivi. Obtežba snega. Nacionalni dodatek.

[8] Slovenski inštitut za standardizacijo (2005). SIST EN 1991-1-4:2005. Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije. 1-4. del: Splošni vplivi. Obtežbe vetra.

[9] Slovenski inštitut za standardizacijo (2008). SIST EN 1991-1-4:2005/A101:2008. Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije. 1-4. del: Splošni vplivi. Obtežbe vetra. Nacionalni dodatek.

[10] Slovenski inštitut za standardizacijo (2005). SIST EN 1992-1-1:2005. Evrokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcij. 1-1. del: Splošna pravila in pravila za stavbe.

[11] Slovenski inštitut za standardizacijo (2006). SIST EN 1992-1-1:2005/A101. Evrokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcij. 1-1. del: Splošna pravila in pravila za stavbe. Nacionalni dodatek.

[12] Slovenski inštitut za standardizacijo (2005). SIST EN 1997-1:2005. Evrokod 7: Geotehnično projektiranje. 1. del: Splošno.

[13] Slovenski inštitut za standardizacijo (2005). SIST EN 1998-1:2005. Evrokod 8. Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij. 1. del: Splošna pravila, potresni vplivi in pravila za stavbe.

[14] Slovenski inštitut za standardizacijo (2009). SIST EN 1998-1:2005/A101:2009. Evrokod 8. Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij. 1. del: Splošna pravila, potresni vplivi in pravila za stavbe. Nacionalni dodatek.

[15] Slovenski inštitut za standardizacijo (2005). SIST EN 1998-3:2005. Evrokod 8. Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij. 3. del: Ocena in prenova stavb.

[16] Slovenski inštitut za standardizacijo (2008). SIST 1026:2008. Beton, 1. del. Specifikacija, lastnosti, proizvodnja in skladnost – Pravila za uporabo SIST EN 206-1 (revidirana izdaja).

[17] Slovenski inštitut za standardizacijo (2010). SIST EN 13670:2010. Izvajanje betonskih konstrukcij.

[18] Slovenski inštitut za standardizacijo (2005). SIST EN 10080:2005. Jeklo za armiranje betona, Varivno armaturno jeklo.

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

3 OPIS OBSTOJEČEGA OBJEKTA IN NOSILNE KONSTRUKCIJE

Stavba transformatorske postaje HE Medvode je trietažna (K+P+1N) masivna zgradba, ki je delno zidana in delno betonska. Zgrajena je bila leta 1952. Stavba je delno podkletena. Tlorisno jo lahko razdelimo v tri dele: glavno osrednjo halo s tlorisnimi dimenzijami cca 12,3 m x 27,0 m, zahodni prizidek s tranformatorji tlorisnih dimenzij cca 4,4 m x 27,0 m ter južni prizidek s kontrolno sobo tlorisnih dimenzij cca 12,3 m x 10,1 m.

V pritličju se pod glavno osrednjo halo nahaja hodnik z boxi ter strojnica, v južnem prizidku pa skladišče (slika 2). Zahodni prizidek je namenjen garderobi, stopnišču ter dvema transformatorjema. Večina pritličja se nahaja na koti +332,68 m, le transformatorja sta od tal privzdignjena za cca 1 m. Glavno nosilno konstrukcijo v pritličju predstavljajo zidane stene debeline 38 cm iz polne opeke (POZ 100), ki potekajo po obodu vseh treh delov objekta in so na nivoju medetažne konstrukcije povezane s horizontalnimi vezmi. Pod glavno osrednjo halo na obeh straneh hodnika v rastru cca 2 m potekajo armiranobetonski stebri 25 cm x 50 cm (POZ 32), ki so med seboj povezani z vzdolžnima armiranobetonskima nosilcema 25 cm x 80 cm (POZ 33). Dodatno so stebri na zahodni strani hodnika povezani z zahodno fasadno steno z armiranobetonskimi nosilci dimenzij 25 cm x 80 cm (POZ 31) v rastru cca 2 m, ki podpirajo večji del obtežbe novega stikališča v prvem nadstropju. Del zahodne fasade v pritličju predstavljajo armiranobetonski stebri 30 cm x 60 cm (POZ 30), ki se nadaljujejo tudi v prvo nadstropje in podpirajo armiranobetonske strešne nosilce (POZ 50). V pritličju je potrebno omeniti še brano iz armiranobetonskih nosilcev 30 cm x 60 cm (POZ 5a) pod kontrolno sobo ter AB vezi/preklade višine 60-80 cm, ki se nahajajo v večini zidanih sten.

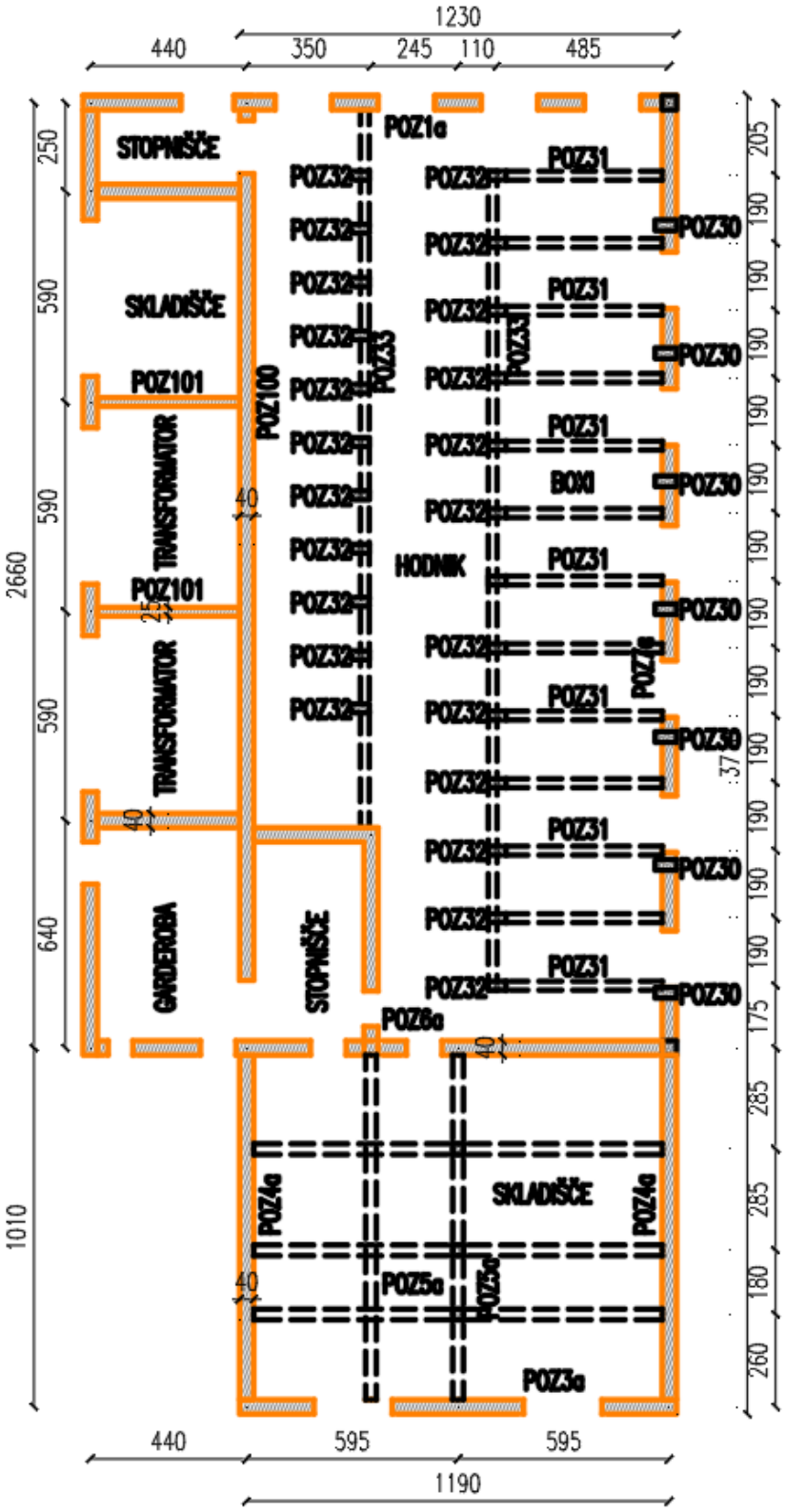
Medetažne konstrukcijo med pritličjem in 1. nadstropjem so AB plošče debeline 17 cm nad hodnikom, 10 cm nad boxi ter 12 cm pod kontrolno sobo, ki so povsod povezane z armiranobetonskimi nosilci nad pritličjem. Zgornja kota plošče nad pritličjem je +335,65 m.

V 1. nadstropju (slika 3) se v glavni osrednji hali nahaja stikališče, ki ga bo investitor prenovil. V okviru prenove se bo namestilo 18 celic, ki bodo predstavljale novo 6,3 kV stikališče, nameščene pa bodo nad stebri oziroma nosilci v pritličju. V južnem prizidku se v 1. nadstropju nahaja kontrolna soba, v zahodnem prizidku pa je na severu stopnišče, na jugu garderoba, vmes pa dva večja prostora za transformatorja (dvoetažna prostora). Glavno nosilno konstrukcijo v 1. nadstropju ponovno predstavljajo zidane stene debeline 38 cm iz polne opeke, ki so na nivoju medetaže povezane s horizontalnimi vezmi. Omeniti velja še severno fasadno steno, ki ima v prvem nadstropju 5,5 visoke okenske odprtine.

Strešna konstrukcija vseh treh delov objekta je iz prefabriciranih armiranobetonskih nosilcev s spremenljivo višino (med 75 cm in 160 cm), ki so prikazani na sliki 4 (POZ 50). Potekajo v smeri vzhod-zahod, razporejeni pa so v rastru cca 3,6 m. Spodnji in zgornji pas nosilca imata prerez dimenzij 30 cm x 30 cm, vmes pa sta povezana s steno debeline 12 cm. Strešni nosilci so na nivoju spodnjega pasu med seboj povezani z »monta« stropom (rebra z opečnim polnilom in tlačno ploščo). Zgornja kota strehe nad osrednjo halo je +343,39 m, kota strehe zahodnega in južnega prizidka pa je cca 340,0 m. Streha nad osrednjo dvorano in južnim prizidkom je dvokapnica, nad zahodnim prizidkom pa enokapnica z razmeroma blagim naklonom cca 10°. Na strehi je postavljena sončna elektrarna, streha pa je iz kovinskih strešnih panelov z izolacijo, ki so pritrjeni na sekundarne lesene nosilce 12 cm/14 cm v razmaku 80 cm. Ti so položeni na

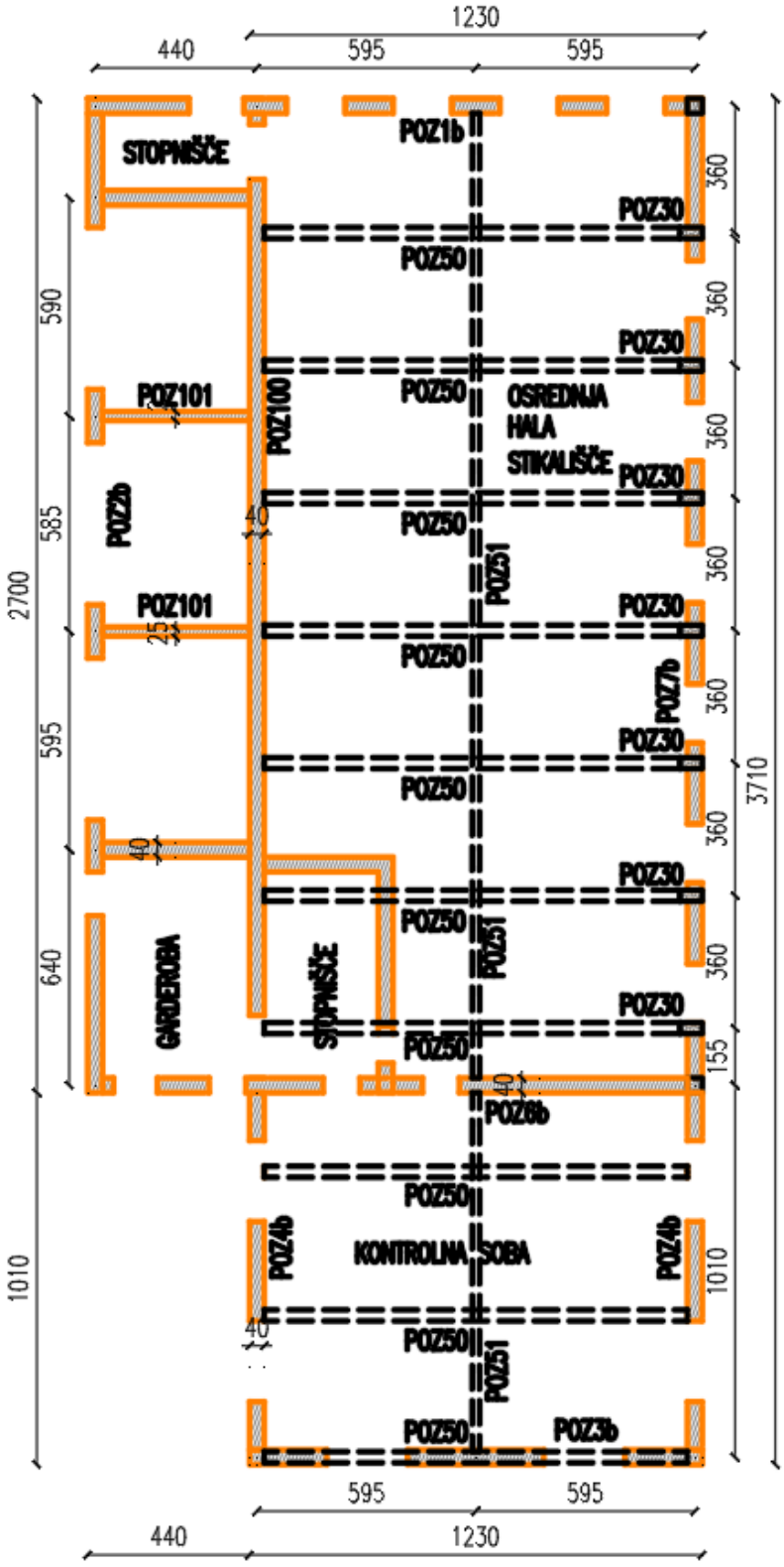
Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

primarne armiranobetonske strešne nosilce (POZ 50). Slednji pa so v slemenu povezani z vzdolžnim AB nosilcem 20 cm x 40 cm (POZ 51).



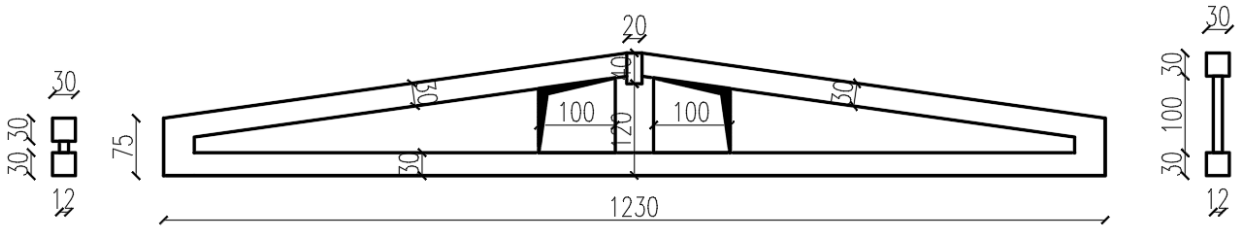
Slika 2: Tloris pritličja z oznakami prostorov in pozicij elementov nosilne konstrukcije

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.



Slika 3: Tloris 1. nadstropja z oznakami prostorov in pozicij elementov nosilne konstrukcije ter hkrati tudi tloris strešnih nosilcev

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.



Slika 4: Pogled in prerez armiranobetonskega strešnega nosilca s spremenljivim prerezom.

Na slikah 5 in 6 so prikazane posamezne fasade obstoječega objekta.



Slika 5: Zahodna (levo) in vzhodna (desno) fasada objekta.



Slika 6: Severna (levo) in južna (desno) fasada objekta

V preglednici 1 prikazujemo elemente nosilne konstrukcije po pozicijah. Pri vsakem elementu prikažemo njegov prečni prerez oziroma debelino stene, material iz katerega je bil element verjetno zgrajen ter vzdolžno in strižno armaturo, ki je bila vgrajena. Podatki so bili pridobljeni iz starih načrtov in dodatno preverjeni z več sondami na objektu samem. V kolikor podatki niso bili na voljo, smo jih predpostavili po naslednjem ključu: preklade in vezi MB160, nosilci, plošče ter stebri MB220.

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

*Preglednica 1: Oznaka in opis elementov nosilne konstrukcije, vključno z njihovim prečnim prerezom, marko betona in vgrajeno armaturo. Podatki pridobljeni iz arhivske dokumentacije oz **potrjeni na samem objektu**.*

POZ	OPIS ELEMENTA	Prerez [cm^2]	Marka betona	Vzdolžna armatura [mm]	Stremena [mm/cm]
1a	AB preklada - severna stena - PT	**38/80**	MB160	Zgoraj 2Φ12 **Spodaj 2Φ12**	**Φ5/30**
1b	AB preklada - severna stena -1N	**38/50**	MB160	Zgoraj 2Φ12 Spodaj 2Φ12	Φ5/30
2b	Preklada – zahodna stena prizidek nad transformatorji – 1N	38/100	MB220	Zgoraj 3Φ12 Spodaj 3Φ12	Φ6/30
3a	AB vez/preklada prizidek jug – PT	38/60	**MB160**	Zgoraj 2Φ12 Spodaj 2Φ12	Φ5/30
3b	AB vez/preklada prizidek jug – 1N	38/60	MB160	Zgoraj 2Φ12 Spodaj 2Φ12	Φ5/30
4a	AB vez/preklada prizidek jug – PT	38/60	MB160	Zgoraj 2Φ12 Spodaj 2Φ12	Φ5/30
4b	AB vez/preklada prizidek jug – 1N	38/60	MB160	Zgoraj 2Φ12 Spodaj 2Φ12	Φ5/30
5a	Nosilci – prizidek jug - PT	30/60	MB220	Zgoraj 3Φ12 Spodaj 3Φ16	Φ6/30
6a	AB vez/preklada glavna hala jug – PT	38/80	MB160	Zgoraj 2Φ12 Spodaj 2Φ12	Φ5/30
6b	AB vez/preklada glavna hala jug – 1N	38/50	MB160	Zgoraj 2Φ12 Spodaj 2Φ12	Φ5/30
7a	AB vez/preklada glavna hala vzhod – PT	38/70	MB160	Zgoraj 2Φ12 **Spodaj 2Φ12**	**Φ6/30**
7b	AB vez/preklada glavna hala vzhod – 1N	38/100	MB160	Zgoraj 2Φ12 Spodaj 2Φ12	Φ5/30
30	Stebri fasada – vzhod – PT in 1N	30/60	MB220	**Spredaj 2Φ16** Zadaj 2Φ16	**Φ6/30**
31	Nosilci prečno – PT	25/80	MB220	Zgoraj 2Φ16 **Spodaj 3Φ16**	**Φ6/30**
32	Stebri notranji – PT	20/50	MB220	**Spredaj 2Φ14** Zadaj 2Φ14	**Φ6/30**
33	Nosilci vzdolžno – PT	25/80	MB220	Zgoraj 2Φ12 **Spodaj 2Φ12**	**Φ6/25**
50	AB strešni prečni nosilec spremenljive višine	**12-30/ 75/160**	MB220	Zgoraj 4Φ10? **Spodaj 5Φ16**	**Φ6/25**
51	AB strešni vzdolžni nosilec	**20/40**	MB220	Zgoraj 3Φ16? **Spodaj 5Φ16**	**Φ6/25**
100	Opečni zid	38/100	Zidovje	/	/
101	Opečni zid	25/100	Zidovje	/	/

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

V nadaljevanju prikazujemo nekatere od sond, s katerimi smo ugotavljali armaturo elementov.



Slika 7: (levo) sonda POZ32 – AB steber v PT (±2Φ14, Φ6/30) ter (desno) sonda POZ 33 – AB vzdolžni nosilec v PT (±2Φ12, Φ6/25).



Slika 8: (levo) sonda POZ30 – fasadni AB steber v PT (±2Φ16, Φ6/30) ter (desno) sonda POZ 31 – AB prečni nosilec v PT (±3Φ16, Φ6/30).

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.




Slika 9: (levo) sonda POZ100 – zunanja severna stena iz polne opeke in apnene malte ter (desno) POZ50 – AB strešni nosilec v 1N (+5Φ16, Φ6/25).



Slika 10: Pozicija starih celic in sledovi podrtih predelnih sten med njimi. Estrih (5 cm) se zapolni z novim, čez vse se zalije epoxy 3mm. Na tla se položi brana iz jeklenih profilov, nanjo pa nove celice. stena iz polne opeke in apnene malte ter (desno) POZ50 – AB strešni nosilec v 1N (+3Φ16, Φ6/25).

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

Glede na načrte projekta izvedenih del so temelji pod zidanimi stenami pasovni širine 60 cm in višine 80 cm s temeljnim nastavkom širine 40 cm in višine 50 cm, na katerem so izvedene zidane stene. Izvedba ni bila potrjena s sondo.

Zaradi relativno dobre projektne dokumentacije in vidnosti številnih elementov nosilne konstrukcije, ki so potrdili enakost načrtovanih in vgrajenih nosilnih elementov, dodatne sonde za ugotavljanje sestav v tej fazi niso bile izvedene. Trenutno tehnično stanje objekta, ki ne izkazuje večjih razpok in poškodb ter uporaba armiranobetonskih vezi in armiranobetonskih elementov nosilne konstrukcije nakazujejo, da je bil objekt grajen kvalitetno.

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

4 MATERIALI

4.1 Beton

Pri oceni obstoječega stanja so bili v analizi uporabljeni materiali, ki so bili vgrajeni v objekt. Uporabljeni betoni so bili marke MB70 za temelje, marke MB 160 za okenske preklade in horizontalne vezi, ostali armiranobetonski elementi pa so bili izvedeni iz betona marke MB 220. Podatke smo črpali predvsem iz PID projektne dokumentacije, za nekatere elemente pa smo ob odsotnosti materialnih preiskav privzeli beton, za katerega menimo, da je bil najverjetneje uporabljen.

Materialne karakteristike betona so povzete v preglednici 2, privzeli pa smo jih na podlagi izkušenj iz drugega projekta v Kranju, ki se je gradil v približno enakem času. Ob gradnji tistega objekta so bile z meritvami kontrolirane tlačne trdnosti in gostote betona trdnostnih razredov MB160 ter MB220.

Preglednica 2: Materialne karakteristike betona, ki je bil uporabljen v računski analizi

Marka betona	Konstrukcijski elementi	Povprečna tlačna trdnost [MPa]
MB70	Temelji	7
MB160	Okenske preklade, AB vezi	16
MB220	Stebri, nosilci, plošče	22

Za specifično težo nearmiranega betona smo privzeli 24 kN/m^3, armiranega betona pa 25 kN/m^3. Glede na nizke tlačne trdnosti betona, smo kot elastični modul betonov MB160 in MB220 v analizi privzeli vrednosti, ki veljajo za beton C16/20 (E_c = 29 GPa in G_c = 11,6 GPa).

4.2 Armatura

Predpostavili smo, da je bila za armiranje uporabljena gladka armatura GA 240 (f_y = 240 MPa, f_u = 360 MPa).

4.3 Zidovje

Na podlagi sondiranja sten se je izkazalo, da je bila za zidovje uporabljena polna opeka normalnega formata, kar nakazujejo tudi debeline zidov (25 cm in 38 cm). Uporabljena malta je bila najverjetneje apnena, glede na drobljivost smo predpostavili, da je srednje kvalitete. Eksperimentalno tlačne trdnosti zidovja niso bile preverjene.

V preglednici 3 so prikazane glavne materialne karakteristike zidovja, ki smo jih uporabili v potresni analizi in so povzete po literaturi (Tomaževič, 2009; NTC, 2009). Gre za srednjo kvaliteto zidu iz polne opeke v apneni malti.

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

Preglednica 3:Materialne karakteristike zidovja iz polne opeke in apnene malte

Materialna karakteristika	Oznaka	Enota	Opečni votlaki
Specifična teža zidovja	γ	kN/m^3	18
Tlačna trdnost zidovja	f_m	MPa	3,0
Začetna strižna trdnost zidovja	f_{v0}	MPa	0,09
Zgornja meja strižne trdnosti (0,065f_b)	f_{vlim}	MPa	1,0
Elastični modul zidovja	E	Mpa	1500
Strižni modul zidovja	G	MPa	500
Mejni zasuk pri strižni porušitvi	δ_s		0,004
Mejni zasuk pri upogibni porušitvi	δ_f		0,008

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

5 ANALIZA ZUNANJIH VPLIVOV

5.1 Stalna obtežba

5.1.1 Vpliv lastne teže konstrukcije

Lastno težo konstrukcije izračuna program avtomatsko. Izračun temelji na podlagi geometrije elementa in specifične teže materialov, ki so navedene v preglednici 4. Specifične teže materialov, uporabljenih pri gradnji, so navedene v standardu SIST EN 1991-1-1.

Preglednica 4: Specifične teže materialov, uporabljenih za izračun lastne teže konstrukcije.

Material	γ [kN/m^3]
Armiran beton	25,0
Nearmiran beton	24,0
Opečno zidovje – polna opeka	18,0
Armiran beton	25,0
Jeklo	78,5
Les (C 24, smreka II. kvalitete)	5,0
Les (jesen)	7,0

5.1.2 Teža tlakov

V objektu se nahajata dva tipa medetažnih konstrukcij. Nad pritličjem so armiranobetonske plošče debelin 10 cm, 12 cm in 17 cm, ki so na številnih mestih ojačane z nosilci. Glede na načrte prečnih prerezov objekta iz arhiva so sestave tlakov naslednje, prikazane so tudi na sliki 11.

Preglednica 5: Sestava 1 - velika dvorana

Sloj	*d* [cm]		γ [kN/m^3]	g_k [kN/m^2]
Epoxy 3 mm	0,3			0,1
Estrih	5		24	1,2
AB plošča	10 oziroma 17		25	2,5 oziroma 4,3
		SKUPAJ	Stalna obtežba	1,3
			Lastna teža	2,5 oziroma 4,3

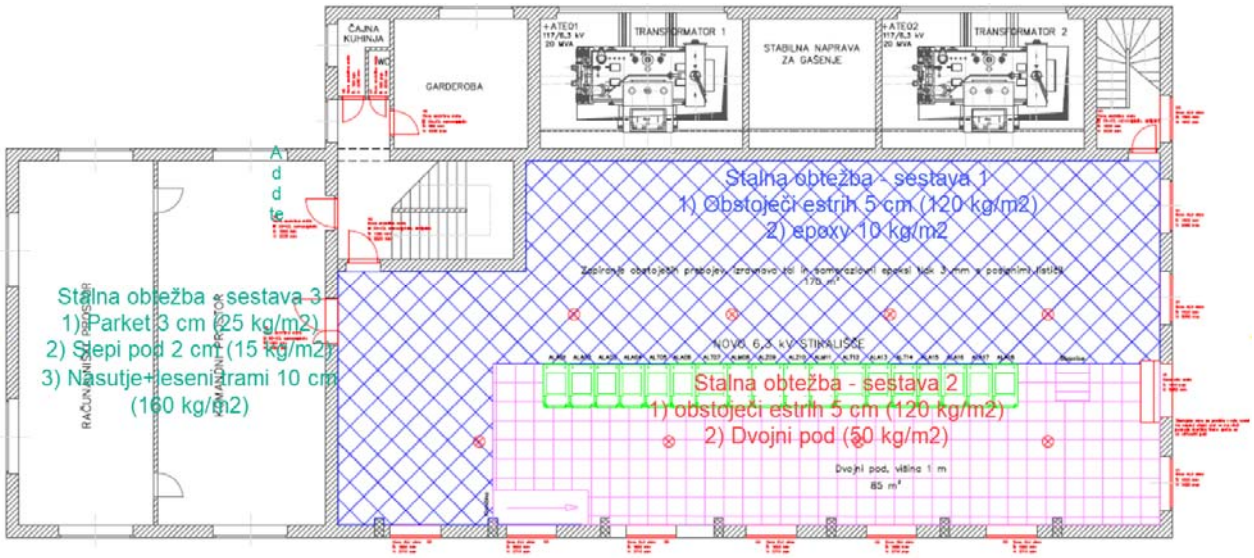
Preglednica 6: Sestava 2 - velika dvorana

Sloj	*d* [cm]		γ [kN/m^3]	g_k [kN/m^2]
Dvojni pod	100			0,5
Estrih	5		24	1,2
AB plošča	10		25	2,5
		SKUPAJ	Stalna obtežba	1,7
			Lastna teža	2,5

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

Preglednica 7: Sestava 3 – tlak pod komandnim prostorom

Sloj	*d* [cm]	*γ* [kN/m^3]	g_k [kN/m^2]
Parket	3	8	0,24
Slepi pod	2	8	0,16
Nasutje + leseni tramovi	10	16	1,6
AB plošča	12	25	3,0
	SKUPAJ	Stalna obtežba	2,0
		Lastna teža	3,0



Slika 11: Shematski prikaz stalne obtežbe

Strešni nosilci so med seboj na nivoju spodnjega pasu nosilca povezani s stropom tipa »monta 12«, skupne debeline 12 cm. Predpostavili smo, da so votlaki višine 8 cm na vrhu med seboj povezani s tlačno ploščo debeline 4 cm.

Preglednica 8: Sestava 4 – tlak monta pod streho

Sloj	*d* [cm]	*γ* [kN/m^3]	g_k [kN/m^2]
»Monta« strop – tlačna plošča	*4*	*25*	*1,0*
»Monta« strop – votlaki	*8*	*7*	*0,56*
	SKUPAJ	Stalna obtežba	1,56

Na podlagi ogleda podstrešja, smo predpostavili sestavo lahke strehe, ki je prikazana v preglednici 9.

Preglednica 9: Sestava 5 – streha

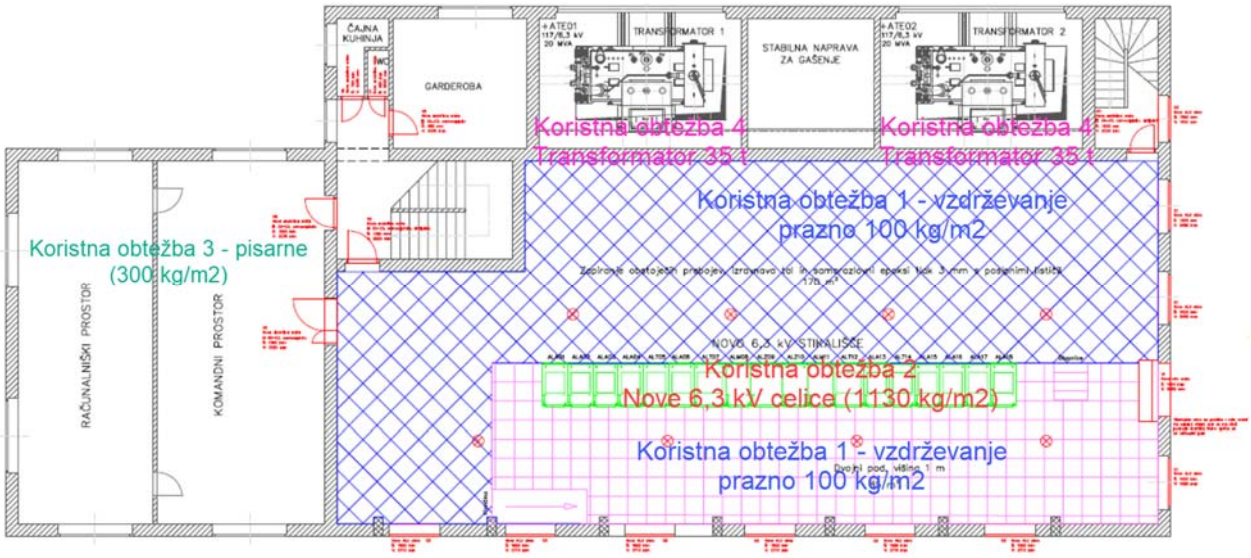
Sloj	*d* [cm]	*γ* [kN/m^3]	g_k [kN/m^2]
Leseni vzdolžni »špirovci« 12/14 cm na 80 cm	2,1*	5	0,11
Trimo paneli			0,25
Fotovoltaika			0,25
	SKUPAJ	Stalna obtežba	0,60

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

5.2 Spremenljiva obtežba

5.2.1 Koristna obtežba v prostorih

Nivo koristne obtežbe določa standard SIST EN 1991-1-1. Na sliki 12 je povzeta koristna obtežba, ki je bila uporabljena v izračunu, glede na namen uporabe prostorov. Preverjene so bile medetažne konstrukcije nad pritličjem. V garderobi in stopnicah je bila upoštevana koristna obtežba 250 kg/m^2, v kontrolni sobi v južnem prizidku je bila upoštevana koristna obtežba za pisarne (300 kg/m^2), v glavni osrednji hali pa smo upoštevali obtežbo novih celic na predvideni poziciji (1130 kg/m^2), na eni strani celic je predviden dvignjen pod, na drugi strani pa je predviden prazen prostor, ki je namenjen vzdrževanju celic.



Slika 12: Shematski prikaz koristne obtežbe

5.2.2 Vpliv obtežbe snega

Določimo karakteristično obtežbo snega na tleh s_k, ki je odvisna od lokacije objekta (cone) in nadmorske višine, na kateri se nahaja objekt. Za cono A2 in nadmorsko višino 320 m (Medvode) znaša v skladu z nacionalnim dodatkom k standardu SIST EN 1991-1-3 enakomerna ploskovna obtežba:

$$s_k = 1{,}293 \cdot \left[1 + \left(\frac{A}{728}\right)^2\right] = 1{,}293 \cdot \left[1 + \left(\frac{320}{728}\right)^2\right] = 1{,}55\ \mathrm{kN/m^2}.$$

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.



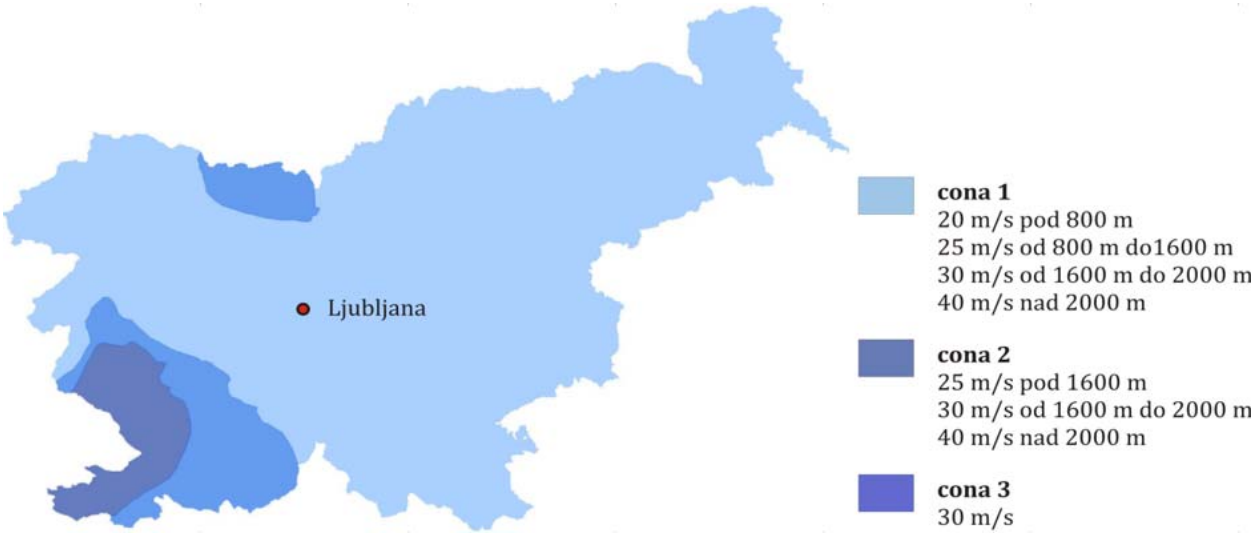
Slika 13: Karta regij za določitev karakteristične obtežbe snega na ravnih tleh za področje Slovenije po SIST EN 1991-1-3: 2004/A101

Upoštevamo, da je naklon strehe 10°. Oblikovni koeficient strehe znaša μ_1 = 0,8, koeficient izpostavljenosti je C_e = 1,0, toplotni koeficient je C_t = 1,0. Posledično dobimo obtežbo snega na strehi objekta:

$$s_k = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0{,}8 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}55 = 1{,}25\ kN/m^2.$$

5.2.3 Vpliv obtežbe vetra

Po standardu SIST EN 1991-1-4 se stavba nahaja v coni 1 (Medvode), in sicer na 320 m nadmorske višine. Referenčna hitrost vetra tako znaša $v_{\mathrm{b},0} = 20\ \mathrm{m/s}$.



Slika 14: Cone za določitev obtežbe zaradi vetra

Obtežba z vetrom za stavbo ni merodajna in se jo s potresno obtežbo tudi ne kombinira.

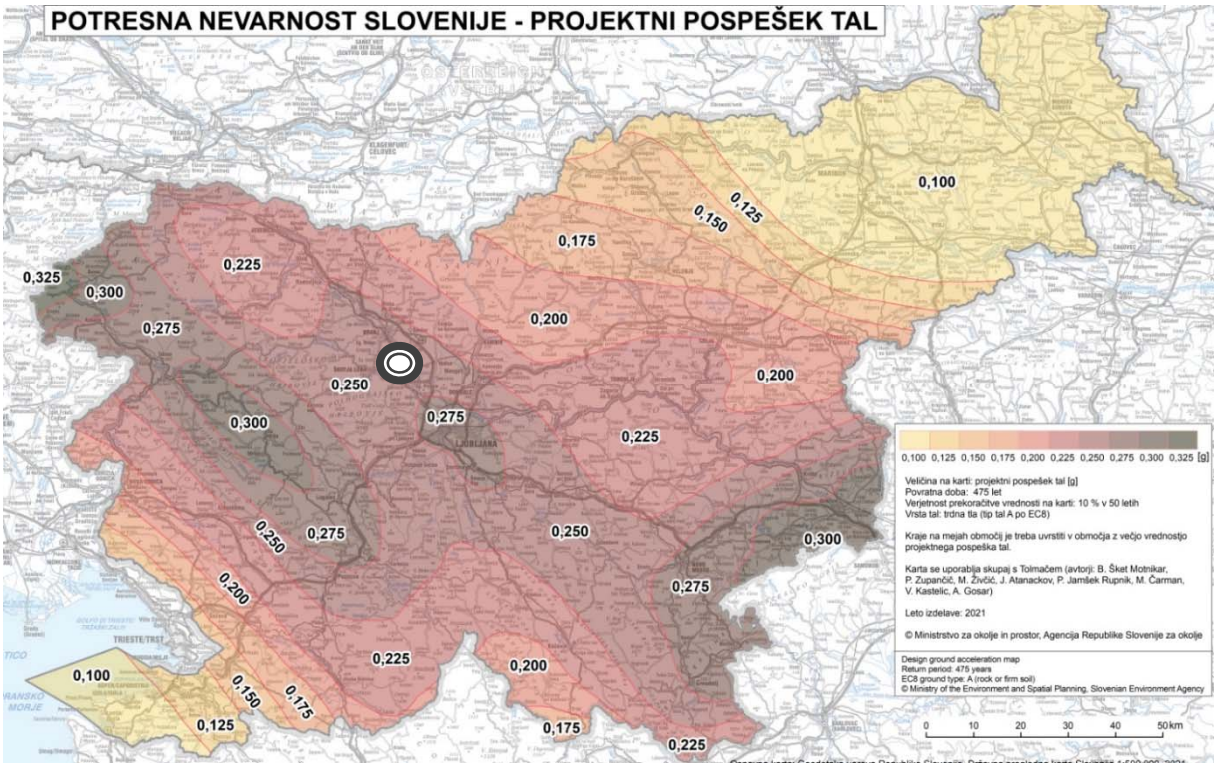
Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

5.2.4 Potresni vplivi

Objekt se nahaja v Medvodah, kjer znaša projektni pospešek na skali 0,25 g. Tla na lokaciji glede na SIST EN 1998-1 predvidoma razvrstimo v kategorijo C. Glede na to, da sodi objekt med bistveno infrastrukturo, ki mora biti uporabna tudi po potresu, izberemo faktor pomembnosti $\gamma = 1{,}4$. Projektni pospešek temeljnih tal tako znaša:

$$a_g = \gamma_I a_I S = 1{,}4 \times 0{,}25\ g \times 1{,}15 = 0{,}403\ g$$

Projektni pospešek tal je bil privzet na podlagi nove karte potresne nevarnosti, ki velja s prehodnim obdobjem od 1.5. 2022.



Slika 15: Karta projektnih pospeškov temeljnih tal za povratno dobo 475 let

5.2.5 Opomba

Projektant gradbenih konstrukcij mora biti obveščen o kakršnikoli težki opremi, ki se bo namestila v objekt. Vsaka oprema, težja od 2,00 kN/m^2, se upošteva kot težka oprema.

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

6 KOMBINACIJE VPLIVOV

Projektne obtežne kombinacije za mejni stanji nosilnosti in uporabnosti so skupaj z ustreznimi varnostnimi in kombinacijskimi faktorji definirane v SIST EN 1990. V nadaljevanju so $G_{k,j}$ in $Q_{k,i}$ karakteristične vrednosti stalne in koristne obtežbe, *P* je vpliv prednapetja, A_d predstavlja nezgodni vpliv, A_{Ed} pa potresno obtežbo.

6.1 Mejna stanja nosilnosti

Stalna in začasna projektna stanja:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Nezgodna projektna stanja:

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P + A_d + (\psi_{1,1} \text{ ali } \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Potresna projektna stanja:

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum_{i\geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

6.2 Mejna stanja uporabnosti

Karakteristična kombinacija:

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Pogosta kombinacija:

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Navidezno stalna kombinacija:

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i\geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

6.3 Potresno projektno stanje

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P + \gamma_I \cdot A_{Ek} + \sum_{i\geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

6.4 Varnostni faktorji

Preglednica 10: Varnostni faktorji za vplive

EQU	*stalna in začasna projektna stanja*		
	neugodna	$\gamma_{G,sup}$	1˙10
	ugodna	$\gamma_{G,inf}$	0˙90
	spremenljivi vplivi		
	neugodna	γ_{Q}	1˙50
	ugodna	γ_{Q}	0˙00
STR	*stalna in začasna projektna stanja*		
	neugodna	$\gamma_{G,sup}$	1˙35
	ugodna	$\gamma_{G,inf}$	1˙00
	spremenljivi vplivi		
	neugodna	γ_{Q}	1˙50
	ugodna	γ_{Q}	0˙00
GEO	*stalna in začasna projektna stanja*		
	neugodna	$\gamma_{G,sup}$	1˙00
	ugodna	$\gamma_{G,inf}$	1˙00
	spremenljivi vplivi		
	neugodna	γ_{Q}	1˙30
	ugodna	γ_{Q}	0˙00

6.5 Kombinacijski faktorji

Kombinacijski faktorji varnosti so določeni iz SIST EN 1990, dodatek A, tabela A2.1.

Preglednica 11: Kombinacijski faktorji obtežbe ostalih spremenljivih vplivov za stavbe

Vpliv	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Kategorija A: bivalni prostori	070	0˙50	0˙30
Kategorija B: pisarne	0˙70	0˙50	0˙30
Kategorija C: površine, kjer se zbirajo ljudje	0,70	0,70	0,60
Kategorija D: trgovine	0,70	0,70	0,60
Kategorija E: skladiščne in industrijske površine	1,00	0,90	0,80
Kategorija F: lahka vozila s skupno težo ≤ 30 kN in ≤ 8 sedeži poleg voznika	0,70	0,70	0,60
Kategorija G: srednje težka vozila s skupno težo > 30 kN in ≤ 160 kN	0,70	0,50	0,30
Kategorija H: Strehe, dostopne le za normalno vzdrževanje	0,00	0,00	0,00
Obtežba snega na stavbah, ki se nahajajo na nadmorski višini > 1000 m	0,70	0,50	0,20
Obtežba snega na stavbah, ki se nahajajo na nadmorski višini ≤ 1000 m	0,50	0,20	0,00
Obtežba vetra na stavbah	0,60	0,20	0,00
Temperaturne spremembe (ne pri požaru)	0,60	0,50	0,00

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

7 POMIKI, POVESI IN VIBRACIJE

Da se izognemo poškodbam nekonstrukcijskih elementov in opreme v stavbi, je treba omejiti etažne pomike. Te omejitve so navedene v SIST EN 1990-1 in SIST EN 1998-1, vendar se investitor lahko odloči tudi za strožje zahteve.

Po SIST EN 1990 A101 so etažni pomiki večnadstropnih stavb omejeni na največ $H_i/300$ (kjer je H_i višina *i*-tega nadstropja). Celoten vodoravni pomik konstrukcije ne sme biti večji od $H/500$ (kjer je *H* višina celotne stavbe). Obema pogojema mora biti zadoščeno za karakteristično obtežno kombinacijo.

Omejitve etažnih pomikov po SIST EN 1998-1 so povzete v spodnji preglednici.

Preglednica 12: Omejitve etažnih pomikov po SIST EN 1998-1

vrsta stavbe	največji dovoljeni etažni pomik
stavbe, ki imajo na konstrukcijo pritrjene nekonstrukcijske elemente iz krhkih materialov	$0{,}0050H_i$
stavbe z duktilnimi nekonstrukcijskimi elementi	$0{,}0075H_i$
stavbe, pri katerih so nekonstrukcijski elementi pritrjeni na konstrukcijo tako, da deformacije konstrukcije nanje ne vplivajo	$0{,}0100H_i$

H_i ... višina nadstropja *i*

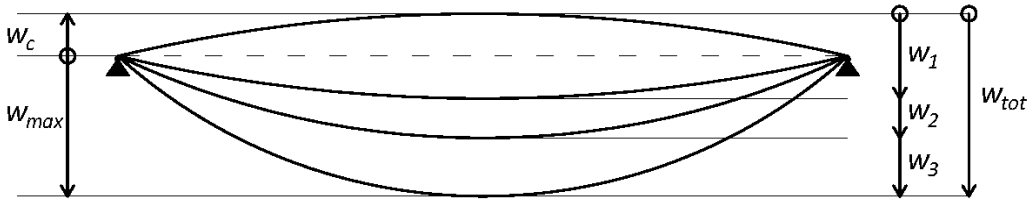
7.1 Povesi

Omejitve povesov po SIST EN 1990 A101 so povzete v spodnji preglednici.

Preglednica 13: Omejitve vertikalnih pomikov v mejnem stanju uporabnosti po SIST EN 1990 A101

Del konstrukcije	**Mejne vrednosti pri karakteristični kombinaciji**	
	w_{max}	$w_2 + w_3$
Strehe nasploh	*L* / 200 *	*L* / 250
Pohodne strehe (ne le pri vzdrževanju)	L / 250	L / 300
Stropi nasploh	*L* / 250	*L* / 350
Strehe in stropi, ki nosijo krhke obloge (npr. mavec), in zelo toge predelne stene	*L* / 300	*L* / 350
Stropi, ki podpirajo stebre, razen v primerih, če so ti upogibki izračunani pri celoviti analizi konstrukcije	*L* / 400	*L* / 500
V primeru, da je w_{max} pomemben za videz konstrukcije	*L* / 250	

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.



Slika 16: Definicija navpičnih pomikov

Simboli imajo naslednji pomen:
w_c… nadvišanje neobremenjenega konstrukcijskega elementa,
w_1… začetni del povesa zaradi stalnih vplivov pri ustrezni kombinaciji,
w_2… del povesa zaradi dolgotrajnega delovanja stalne obtežbe,
w_3… dodatni del povesa zaradi spremenljivih vplivov pri ustrezni kombinaciji,
w_{tot}…celoten poves kot vsota w_1, w_2, in w_3 in
w_{max}... končni poves z upoštevanjem nadvišanja (poves pod zveznico podpor).

7.2 Vibracije

Kontrola dinamičnih vplivov na konstrukcijo mora ustrezati naslednjim pogojem predpisanim glede na način uporabe stropov:

a/ Stropovi kjer pogosto hodijo ljudje: max f_e= 3,0 Hz ali max f_z = 28,0 mm

b/ Stropovi na katerih se pleše ali skače: max f_e= 5,0 Hz ali max f_z = 10,0 mm

Glede na namembnost obravnavanega objekta lahko stropne konstrukcije uvrstimo v prvo skupino. Potrebno je zadostiti enemu izmed pogojev max f_e= 3,0 Hz (frekvenca) ali max f_z = 28,0 mm (pomik).

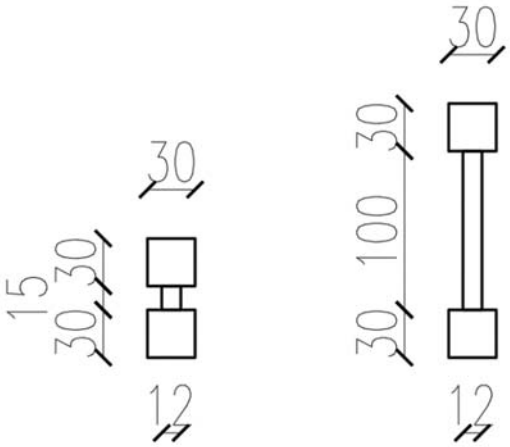
Izkaže se, da je prva lastna frekvenca plošče v vertikalni smeri enaka 19,1 Hz, kar zagotavlja ustrezno obnašanje. Tudi pomiki so bistveno manjši od dovoljenih zaradi relativno velike togosti plošč z nosilci.

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

8 ANALIZA MEDETAŽNIH KONSTRUKCIJ

8.1 Statični preračun strešnega nosilca in kontrola ustreznosti vgrajene armature

Narejena je bila kontrola tipičnega strešnega nosilca. Njegov razpon je 11,5 m, na sredini ima prečni prerezi višino 1,6 m, na konceh pa 75 cm (slika 17). Zgornji in spodnji pas imata dimenzije 30 cm x 30 cm, povezana pa sta s stojino širine 12 cm.



Slika 17: Prečni prerez linijskega elementa – strešni nosilec ob podpori (levo) in sredi polja (desno).

S sondo je bilo ugotovljeno, da je spodnja armatura nosilca 5Φ16, v zgornji pasnici pa smo predpostavili, da je armirana vsaj s 4Φ10, saj se je nekatere palice zaradi premajhnega krovnega sloja betona celo videlo (slika 18). Na sliki je razvidna tudi toplotna izolacija, ki je položena na tlačno ploščo monta stropu med spodnjimi pasnicami strešnih nosilcev. Znotraj monta stropu je tudi spodnja prečna armatura Φ10/24 cm.



Slika 18: (levo) pogled na spodnjo armaturo strešnega nosilca (5Φ16) ter prečno armaturo v monta stropu (Φ10/24 cm), (desno) pogled na zgornjo pasnico in stojino strešnega nosilca z dvema odprtinama.

Razviden je tudi vzdolžni armiranobetonski nosilec 20/40 cm, ki v slemenu povezuje strešne nosilce, ter vzdolžni leseni tramovi 12/14 cm, na katere nalega streha iz »Trimo« panelov.

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

V programu smo posamezni strešni nosilec modelirali z linijskimi elementi kot prostoležeč nosilec s spremenljivo višino in sodelujočo širino 3,6 m.

Upoštevali smo lastno težo, stalno obtežbo tlakov, strehe, fotovoltaike ter koristno obtežbo snega. Vpliv lezenja betona na pomike posameznih elementov nosilne konstrukcije je upoštevan neposredno v programu SOFiSTiK. Računski povesi v polju z upoštevanim lezenjem in razpokami, so znašali 24 mm, kar je manj od dovoljenega povesa strehe (L/250 = 1150 cm/250 = 46 mm). Podrobneje so rezultati prikazani v prilogi A.

Računsko potrebna spodnja armatura v polju je 6,0 cm^2, dejansko pa je bilo v spodnjo cono vgrajenih 5 palic Φ16 mm ($A_{s,dej}$ = 10,0 cm^2).

Računsko potrebna zgornja armatura je manjša od 1,3 cm^2, dejansko pa so v zgornji pasnici vgrajene 4 palice Φ10 mm ($A_{s,dej}$ = 2,0 cm^2).

Račun je pokazal, da je vgrajene vzdolžne armature dovolj, da prevzame obtežbo strehe, zato utrditev strešnih nosilcev ni potrebna.

8.2 Statični preračun AB plošče in nosilcev nad pritličjem in kontrola ustreznosti vgrajene armature

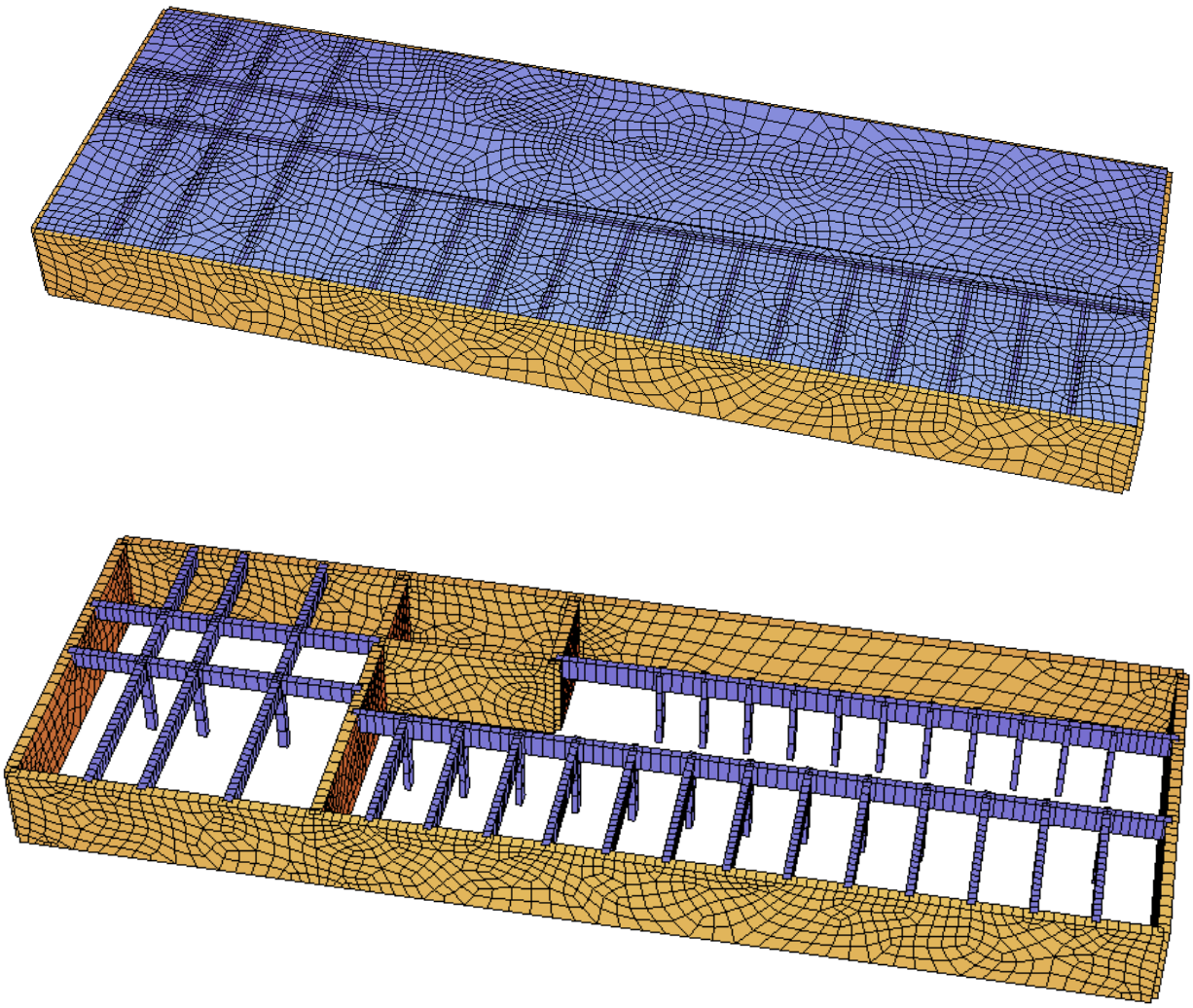
Narejena je bila statična kontrola armiranobetonske plošče ter nosilcev nad pritličjem. V programu Sofistik smo plošče debelin 10 cm, 12 cm in 17 cm modelirali s ploskovnimi elementi. Stebre in nosilce smo modelirali z linijskimi elementi. Stebre smo na nivoju temeljev togo vpeli, stene, ki v kleti podpirajo ploščo, pa smo modelirali s ploskovnimi elementi, ki so imeli na nivoju temeljev podprte pomike in zasuke v vseh smereh. Stik prostoležeče plošče s kletnimi stenami smo modelirali členkasto.

Upoštevali smo lastno težo, obtežbo tlakov ter koristno obtežbo (težo celic) – glej poglavje 5.2.1. Vpliv lezenja in krčenja betona na pomike posameznih elementov nosilne konstrukcije je upoštevan neposredno v programu SOFiSTiK. V statičnem računu smo upoštevali varnostne faktorje za obtežbo (γ_G = 1,35 in γ_Q = 1,5) ter material (γ_{beton} = 1,5 in $\gamma_{armatura}$ = 1,15) po sodobnih standardih.

Največji računski povesi v polju z upoštevanim lezenjem in razpokami, so znašali 8 mm, kar je precej manj od dovoljenega povesa stropu (L/300 = 600 cm/300 = 20 mm). To je posledica zelo togih AB nosilcev, ki so razporejeni v dokaj gostem rastru in pomagajo prenašati obtežbo v temelje.

Podrobneje so rezultati prikazani v prilogi B (geometrija, material, notranje statične količine, reakcije, pomiki ter potrebna vzdolžna in strižna armatura za prevzem obtežbe) v plošči. Dodatno v prilogi C prikazujemo tudi nosilce v plošči, vključno z njihovo geometrijo, materialom, notranjimi statičnimi količinami, ter potrebno vzdolžno in strižno armaturo.

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.



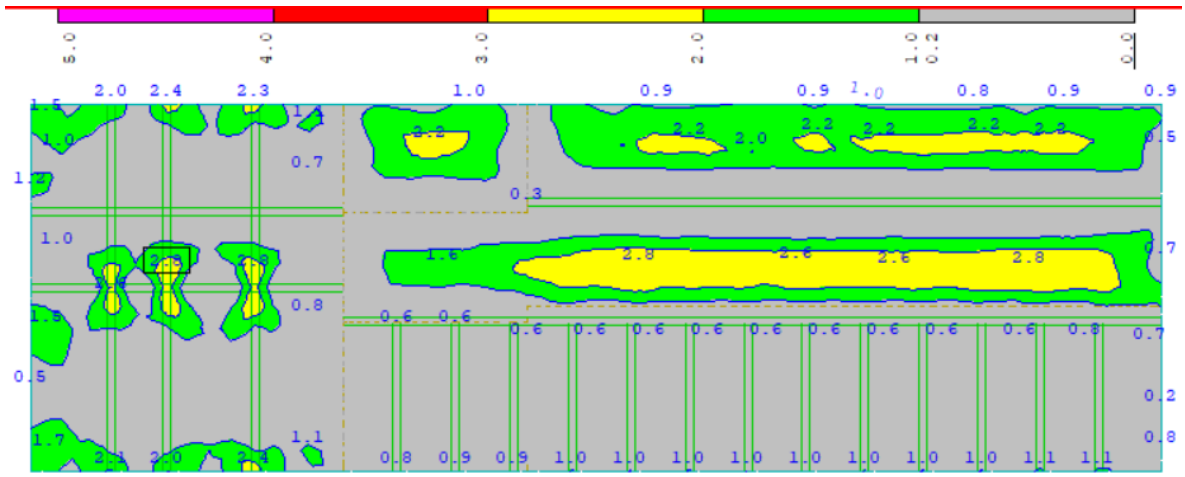
Slika 19: 3D model AB plošče nad veliko dvorano in pogled na nosilce v ploščah

V nadaljevanju na slikah 20 do 23 prikazujemo računsko potrebno spodnjo in zgornjo armaturo za prevzem obtežbe v ploščah, ločeno v smereh X in Y. Direktna primerjava z vgrajeno armaturo ni mogoča, ker nismo imeli na voljo arhivskih armaturnih načrtov, sonde za določitev armature v ploščah pa niso bile narejene.

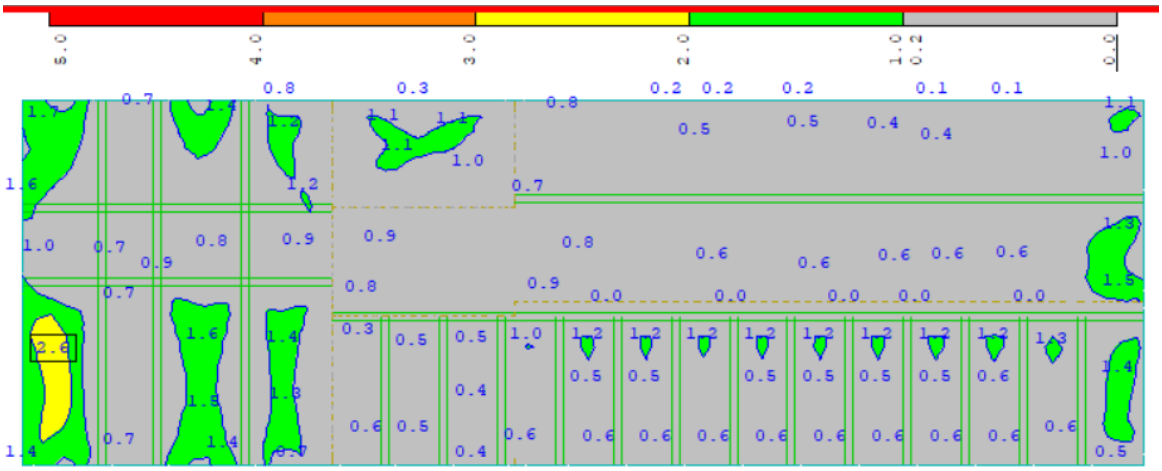
Vendar je vseeno mogoče sklepati o primernosti plošč za prevzem nove obtežbe, ki je predvidena ob obnovi objekta. Z upoštevanjem predvidene obtežbe tlakov, dejanske koristne obtežbe s celicami ter relativno prazne površine okrog celic za vzdrževanje naprav, je mogoče ugotoviti, da sta z izjemo lokalne koristne obtežbe s celicami stalna in koristna obtežba plošč relativno nizki. Dodatno velja, da so v plošči nad pritličjem dokaj na gosto razporejeni tudi nosilci (25/80 cm na cca 2 m).

Posledično je računsko potrebna spodnja armatura za prevzem obtežbe majhna (v vzdolžni smeri objekta večinoma manj kot 2,0 cm^2/m, v prečni smeri objekta pa manj kot 2,8 cm^2/m). To pomeni, da bi večino obtežbe pokrile že npr. palice Φ8/25 cm.

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.



*Slika 20: Računsko potrebna **spodnja** armatura v **prečni** smeri objekta*



*Slika 21: Računsko potrebna **spodnja** armatura v **vzdolžni** smeri objekta*

Nekoliko višje so zahteve po zgornji armaturi nad podporami:

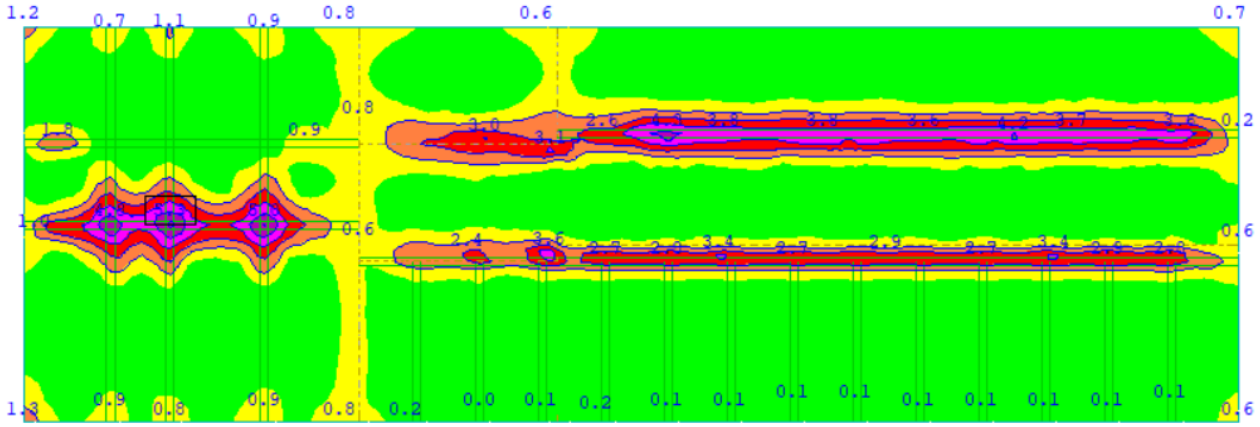
- nad okvirom med hodnikom in strojnico je v prečni smeri potrebne cca 3,8 cm^2/m armature (npr. Φ10/20 cm), v prečni smeri pa do 1,0 cm^2/m (npr. Φ6/25 cm)

- nad okvirom med hodnikom in boxi je v prečni smeri potrebne cca 3,0 cm^2/m armature (npr. Φ10/25 cm), v prečni smeri pa do 1,5 cm^2/m (npr. Φ8/30 cm)

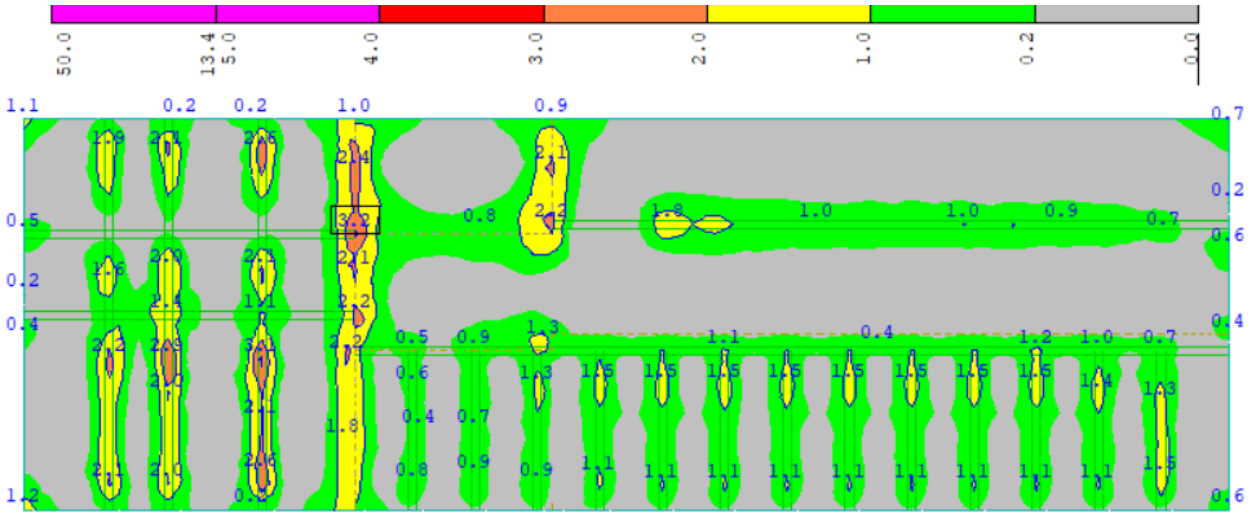
- nad stebri brane pod kontrolno sobo je v prečni smeri potrebne do 5,3 cm^2/m armature (npr. Φ10/15 cm), v prečni smeri pa nad nosilci do 3,0 cm^2/m (npr. Φ10/15 cm).

Potrebno je opozoriti, da je bilo v kontrolni sobi toliko armature računsko potrebne ob upoštevanju porazdeljene ploskovne obtežbe 200 kg/m^2 z varnostnim faktorjem 1,5 za obtežbo po standardu. Dejansko stanje v kontrolni sobi ne izkazuje tako velike obtežbe in v kolikor se v tej sobi ne bo nameščalo dodatne težje opreme in skladiščilo stvari, potem vgrajena armatura preverjeno zadošča za prevzem obtežbe, ki je podobna trenutni.

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.



*Slika 22: Računsko potrebna **zgornja** armatura v **prečni** smeri objekta*



*Slika 23: Računsko potrebna **zgornja** armatura v **vzdolžni** smeri objekta*

Na področju glavne hale je potrebno opozoriti tudi na to, da so na področju, kjer bodo inštalirane nove celice 6,3 kV stikališča, pred kratkim odstanili stare celice 6,3 kV stikališča in pregradne stene med njimi iz opeke in betona. Posledično to pomeni, da je na tej plošči prišlo do razbremenitve (cca 38 t), na ploščo pa bodo na skoraj enakem mestu postavili nove celice, katerih skupna teža je precej manjša (cca 23 t). Glede na to, da v preteklosti na mestu starih celic v plošči in nosilcih ni prihajalo do razpok in večjih povesov, ki bi bile posledica prevelike obtežbe, se lahko sklepa, da bo vgrajena armatura ustrezala tudi za prevzem nove, manjše obtežbe.

Ležišča starih celic so bila položena direktno na nosilce nad kletjo. Ker bo novih celic več kot starih, bi nekatere noge padle na 10 cm ploščo med nosilci, zato je potrebno na tleh izvesti jekleno brano, ki bo omogočala raznos obtežbe celic na AB nosilce nad kletjo. Za raznos obtežbe cca 1,5 t/celico na 2 m (raster nosilcev) zadošča že npr. profil HEA100. Glede na predvideno montažo nog pa se lahko izbere tudi profil drugačne oblike.

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

Pregled rezultatov za nosilce nad pritličjem pokaže:
- v prečnih AB nosilcih pod glavno osrednjo halo je računsko potrebna spodnja armatura 4,1 cm^2, dejansko pa so vgrajene 3 palice Φ16 mm ($A_{s,dej}$ = 6,0 cm^2). Nad podporo je računsko potrebna zgornja armatura 2,5 cm^2, verjetno pa sta zgoraj vgrajeni 2 palici Φ12 (($A_{s,dej}$ = 2,3 cm^2). V kolikor se zgoraj upošteva se sodelujoča širina AB plošče, tako zgornja kot spodnja armatura zadoščata za prevzem obtežbe. V nosilcih je vgrajena strižna armatura Φ6/30 cm ($A_{sw,dej}$ = 1,9 cm^2/m), ki zadošča na večjem delu dolžine prečnih nosilcev. Računsko je več strižne armature potrebne samo ob podporah prečnih nosilcev (L = 1,0 m), kjer bi računsko potrebovali do 10,4 cm^2/m oziroma dvostrižno streme Φ10/15 cm.

- v vzdolžnih AB nosilcih pod glavno osrednjo halo je računsko potrebna spodnja armatura do 2,3 cm^2, dejansko pa sta vgrajeni 2 palice Φ12 mm ($A_{s,dej}$ = 2,3 cm^2). Nad podporo je računsko potrebna zgornja armatura do 2,5 cm^2, verjetno pa sta zgoraj vgrajeni 2 palici Φ12 (($A_{s,dej}$ = 2,3 cm^2). V kolikor se zgoraj upošteva se sodelujoča širina AB plošče, tako zgornja kot spodnja armatura zadoščata za prevzem obtežbe. V nosilcih je vgrajena strižna armatura Φ6/25 cm ($A_{sw,dej}$ = 2,3 cm^2/m), ki zadošča na večjem delu dolžine prečnih nosilcev. Računsko je več strižne armature potrebne samo ob podporah prečnih nosilcev (L = 0,5 m), kjer bi računsko potrebovali do 9,0 cm^2/m oziroma dvostrižno streme Φ8/12,5 cm.

- v AB nosilcih brane pod kontrolno sobo je računsko potrebna spodnja armatura do 6,9 cm^2. Sonda na tem mestu ni bila izvedena, glede na ostale nosilce v objektu pa so najverjetneje vgrajene 3 palice Φ16 mm ($A_{s,dej}$ = 6,0 cm^2). Nad podporo je računsko potrebna zgornja armatura v nosilcih do 3,8 cm^2, verjetno pa sta zgoraj vgrajeni 2 palici Φ12 (($A_{s,dej}$ = 2,3 cm^2). V kolikor se zgoraj upošteva se sodelujoča širina AB plošče in palice v plošči, bi zgornja armatura zadoščala za prevzem obtežbe, spodnja armatura pa ne zadošča.

Iz primerjave računsko potrebne in vgrajene armature je razvidno, da je na nekaterih območjih vgrajene manj armature, kot je računsko potrebno, da bi elementi prenesli projektno obtežbo. Na nekaterih od teh mest sonde niso bile narejene oziroma so bile narejene na drugih delih obravnavanih elementov (v polju namesto ob podpori).

Ob potresni utrditvi bi bilo potrebno preveriti, če so spodnje armaturne palice nosilcev v območjih nad podporami peljali v zgornjo cono oziroma ali so zgostili stremena ob podpori, ter tako dokazati ustreznost strižne armature v nosilcih (velja za prečne nosilce, vzdolžna nosilca ter nosilce brane pod kontrolno sobo). V primeru, da vgrajena armatura ne bi zadoščala je takrat smiselno nosilce obleči/utrditi s karbonsko tkanino oziroma, v primeru prenove kontrolne sobe pa je smiselno razmišljati tudi o morebitni razbremenitvi plošč z zamenjavo nasutja z lažjim materialom.

Glede na razbremenitev plošče v glavni osrednji dvorani v primerjavi s preteklo obtežbo, majhno dejansko predvideno stalno in koristno obtežbo (razen stikališča, gre za prazen prostor) in predvideno brano za raznos obremenitve na kletne nosilce, smatramo, da utrditev AB plošč v glavni hali trenutno ni potrebna.

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

9 POTRESNA ANALIZA OBJEKTA

9.1 SPLOŠNO

Potresna analiza je bila izvedena v skladu s standardi Evrokod 6, Evrokod 8-1 in Evrokod 8-3. Upoštevana je bila razporeditev zidov in razporeditev etaž v skladu s starimi načrti in na podlagi ogleda objekta. Analiza je bila narejena s programom 3Muri. Narejena je bila nelinearna potisna analiza (angl. *pushover*).

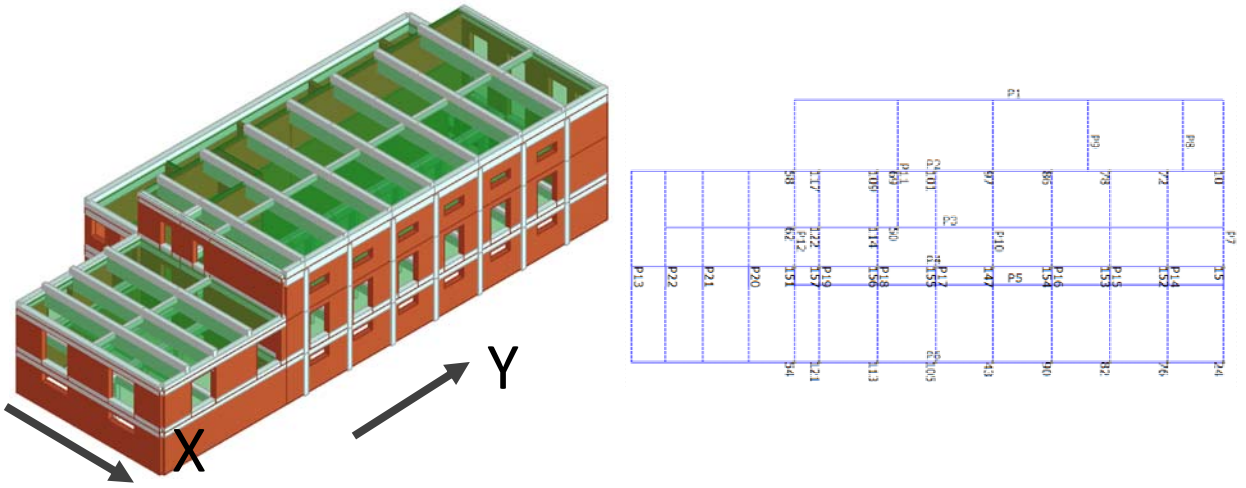
Izračun temelji na naslednjih predpostavkah:

- zidovi so med seboj povezani na nivoju stropov s stropnimi konstrukcijami, ki so toge v svoji ravnini, kar velja tako za AB ploščo v veliki dvorani kot za monta strop na nivoju strešnih nosilcev s tlačno ploščo. Toga diafragma zagotavlja sodelovanje vseh zidov pri prevzemu horizontalne obremenitve in razporeditev potresne obtežbe po zidovih sorazmerno z njihovimi togostmi.
- Zidovi so spodaj in zgoraj vpeti v stropno konstrukcijo oziroma v prekladni ali parapetni del zidu.
- Doprinos nosilnosti zidov k nosilnosti etaže je odvisen od njihove togosti, vertikalne obtežbe, njihovega položaja v stavbi ter od materialnih karakteristik.

SIST EN 1996 zahteva kontrolo strižne odpornosti pri mehanizmu z zdrsom zidu. Poleg strižne smo izvedli tudi upogibno kontrolo. Merodajna potresna odpornost je minimalna izmed obeh.

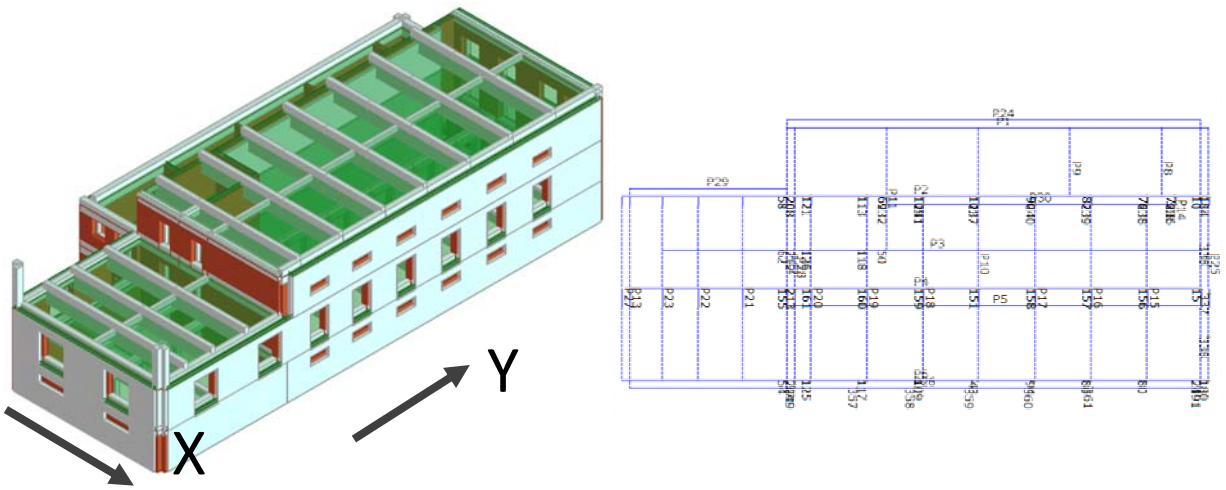
Pri potresnem stanju smo upoštevali nezanesljivost vhodnih podatkov s faktorjem zaupanja (Confidence Factor), ki v našem primeru znaša *CF* = 1,35. S tem faktorjem smo zmanjšali materialne karakteristike. Dodatno smo upoštevali tudi materialni varnostni faktor γ_M = 2,0.

3D model (za obstoječe stanje in utrjeno stanje), ki sta prikazana na slikah 24 in 25, smo naredili v programu 3Muri (STADATA, 2023). Označene so tudi glavne smeri konstrukcije X in Y. Predpostavljeno je bilo, da se objekt nahaja v Medvodah na tleh tipa C. Stene konstrukcije, katerih oznake so predstavljene v tlorisih na slikah 24 in 25, je program avtomatsko razdelil na ekvivalentne okvirje iz togih odsekov, zidov in preklad.



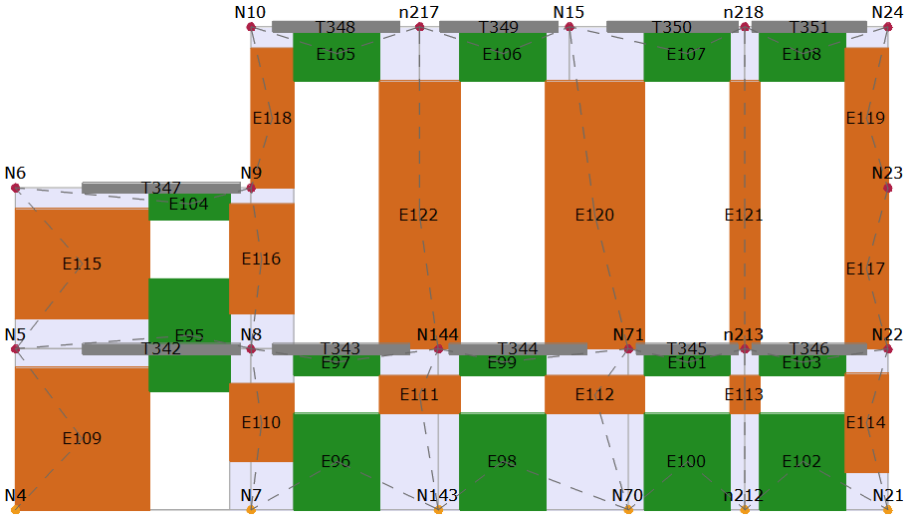
Slika 24: 3D model obstoječe stavbe in razpored sten v objektu

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.



Slika 25: 3D model obstoječe stavbe in razpored sten v objektu

Zidovi (rjava barva) in preklade (zelena barva) so modelirani z linijskimi elementi, med seboj pa so povezani s togimi odseki (svetlo modra barva). Efektivno višino zidov program določi tako, da z navidezno črto poveže vogale odprtin oziroma zidov in potem privzame srednjo višino zidu. 3D vozlišča, kjer se stika več sten, so označena z velikimi tiskanimi črkami, 2D vozlišča posameznih sten so označena z majhnimi črkami, elementi pa so označeni s številkami.



Slika 26: Razdelitev sten v zidove, preklade in toge odseke

Upoštevana je bila stalna obtežba tlakov po celotnem objektu ter koristna obtežba opreme, kot je opisano v poglavju 5.2.1. Porazdeljena stalna in koristna obtežba v polju plošč se prenašata na obodne stene, od tam pa naprej v 3D vozlišča, kar pomeni, da je celotna masa upoštevana v 3D vozliščih sten. Program 3Muri v vsakem koraku potisne analize prerazporedi notranje statične količine, kar pomeni, da se nosilnost posameznih elementov ves čas spreminja skladno s spremembami osne sile. Nosilnost elementov je minimalna izmed upogibne in strižne nosilnosti, do odpovedi posameznega zidu pa pride, ko zasuk elementa preseže mejno vrednost, ki je odvisna od tipa obnašanja.

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

Izvedli smo 24 potisnih analiz, skladno z Evrokodom 8 pa smo ločili potisne analize v smereh +X, -X, +Y, -Y ter dve različni razporeditvi horizontalnih sil po višini, enakomerno (U) in modalno (M). Pri vsaki od zgoraj navedenih možnih potisnih analiz smo upoštevali tri primere slučajne ekscentričnosti potresne obtežbe: brez ekscentričnosti (ECC0) ter ±0.05·L_i (ECC+, ECC-), kjer je L_i tlorisna dolžina objekta prečno na delovanje potresne obtežbe.

V vseh potisnih analizah smo krmilili pomike v kontrolnem vozlišču na vrhu konstrukcije, tako da smo inkrementalno povečevali pomik tega vozlišča in spremljali obnašanje elementov in konstrukcije. Velikost koraka mora biti dovolj majhna, da lahko zajamemo razvoj poškodb, ki običajno pri zidanih stavbah nastopijo že pri zelo majhnih pomikih.

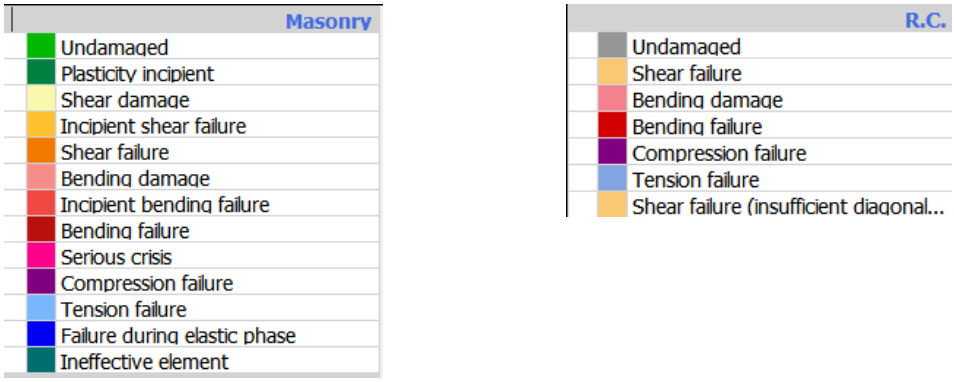
Na krivulji potisne analize smo določili tri karakteristična mejna stanja poškodovanosti konstrukcije: točko preloma bilinearne idealizacije (d_y, F_y – DS1 oziroma mejno stanje majhnih poškodb), nosilnost konstrukcije (d_{Fmax}, F_{max} - DS2 oziroma mejno stanje srednjih poškodb) ter končno mejno stanje oziroma mejno stanje blizu porušitve (d_{NC}, F_{NC} - DS3), ko nosilnost pade na 80 % nosilnosti. Dodatno analiziramo tudi poškodovanost posameznih elementov. Nenadni padci v krivuljah potisnih analiz v celotni prečni sili ob vpetju se zgodijo, ko v konstrukciji odpove kakšen element in ga program 3Muri zamenja s palico, ki nima horizontalne nosilnosti. V primeru odpovedi preklad in manjših elementov so ti padci v celotni prečni sili majhni, lahko pa se zgodi tudi, da naenkrat odpove več nosilnih zidov hkrati, kar običajno hitro pripelje do odpovedi celotne konstrukcije.

3Muri avtomatsko za vsako potisno analizo določi še ciljni pomik oziroma potresne zahteve v smislu pomika za projektni potres, dodatno pa še intenziteto potresa, ki v konstrukciji privede do vsakega od mejnih stanj. To naredi z uporabo N2 metode, ki je del standarda Evrokod 8.

V pregledu rezultatov potisne analize smo se osredotočili predvsem na izračunano nosilnost konstrukcije F_{max}, pripadajoče razmerje med nosilnostjo in težo konstrukcije F_{max}/W ter deformacijsko kapaciteto pri mejnem stanju blizu porušitve, ko prečna sila pade pod 80 % nosilnosti. Deformacijska kapaciteta konstrukcije je predstavljena absolutno s pomikom na vrhu konstrukcije d_{NC}.

V nadaljevanju najprej prikazujemo rezultate za obstoječo konstrukcijo, nato pa še za utrjeno konstrukcijo.

Na sliki 27 so v legendi prikazane barve, s katerimi so na slikah označene stopnje poškodovanosti zidanih in betonskih elementov.



Slika 27: Legenda poškodovanosti za zidane elemente (levo) in betonske elemente (desno)

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

9.2 Obstoječa konstrukcija

Konstrukcija ima v prečni smeri X samo 3 zidane stene, od katerih ima zunanja severna stena precej odprtin za okna, med stenami pa je do 27 m. Vse stene imajo debelino 38 cm. V največjem delu stavbe, kjer se nahaja osrednja hala z opremo v 1. nadstropju, se nosilni elementi nahajajo samo po obodu, gre pa za dvoetažni prostor z visokimi zidanimi elementi. Podobno velja za zahodni prizidek. Posledično je objekt višinsko nepravilen. V smeri Y ima stavba ravno tako le 3 zidane stene, ki pa med seboj niso tako oddaljene kot v smeri X (do 12 m). Poleg tega je odprtin v zahodni in predvsem centralni steni precej manj, dodatno so v zahodni zidani steni umeščeni še armiranobetonski stebri, ki prenašajo strešno konstrukcijo.

Glavni nihajni čas kontrukcije v smeri X je tak, da pade na plato spektra (T_{1X} = 0,23 s), v smeri Y pa je konstrukcija zaradi dolgih sten brez odprtin še bolj toga (T_{2Y} = 0,17 s). Masa celotne konstrukcije je 1560 t.

V preglednici 14 prikazujemo rezultate za vseh 24 potisnih analiz. Prikazani so deleži referenčnega projektnega pospeška tal, ki v konstrukciji privede do izbranih mejnih stanj. V kritični analizi v smeri X (analiza 15) do mejnega stanja SD pride že pri pospešku tal 0,11 g, v kritični analizi v smeri Y (analiza 19) pa pri pospešku 0,146 g. V zadnjem stolpcu je prikazan pomik, ki v konstrukciji privede do končnega mejnega stanja (kot delež ciljnega pomika pri projektnem potresu). Izkazalo se je, da konstrukcija ne prenese projektne potresne obtežbe oziroma prenese samo 45 % pospeška pri projektnem potresu.

Preglednica 14: Pospeški tal pri potresu, ki povzroči mejna stanja DL, SD in NC ter razmerje med deformacijsko kapaciteto konstrukcije d_m in ciljnim pomikom d_t. Rezultate prikazujemo za vseh 24 potisnih analiz.

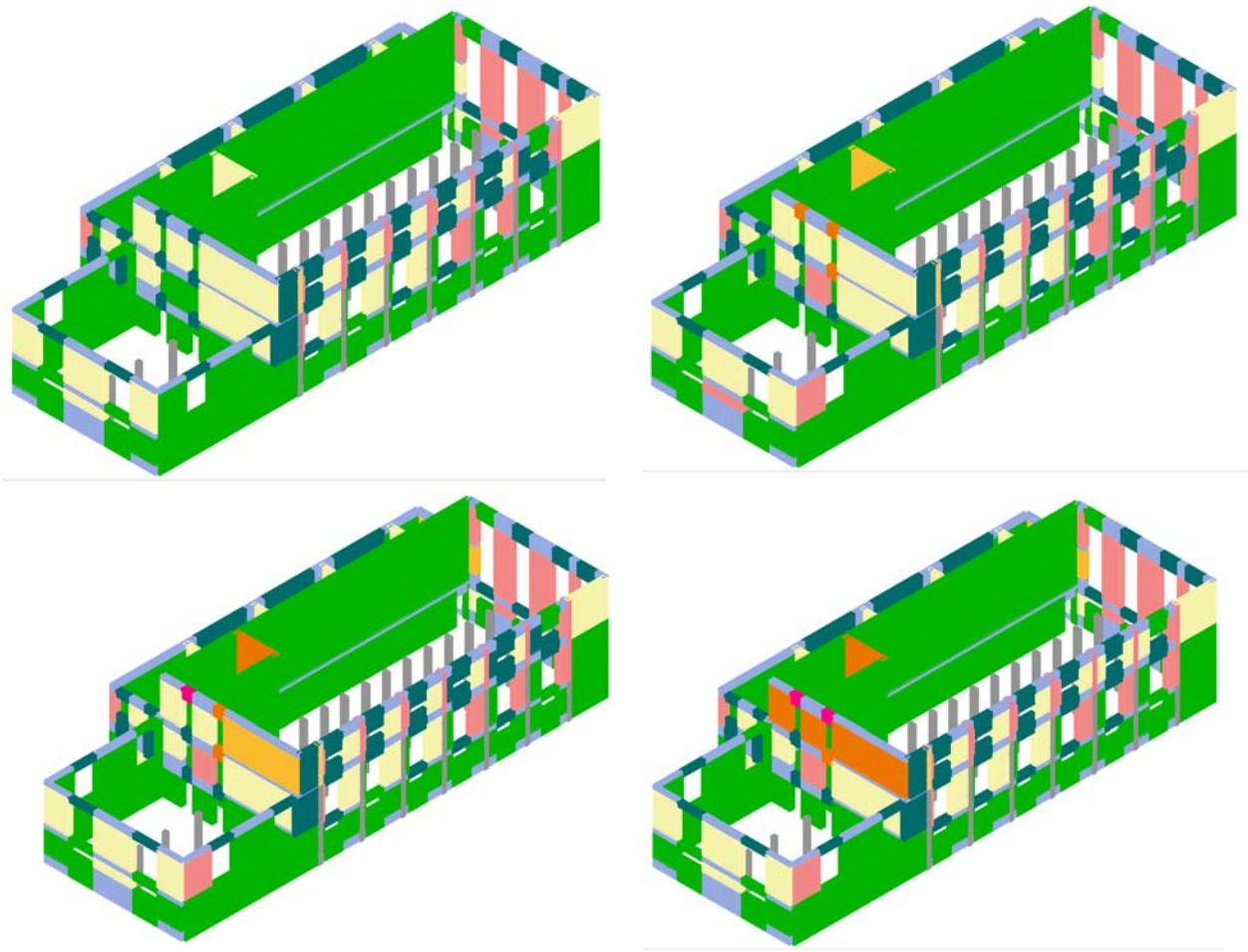
No.	Seism dir.	Seismic load	Ecc. [mm]	α NC	α SD	α DL	dm/dt NC
1	+X	Uniform	0	1,066	0,848	0,597	1,082
2	+X	Static forces	0	0,650	0,518	0,422	0,602
3	-X	Uniform	0	1,074	0,857	0,677	1,094
4	-X	Static forces	0	0,589	0,470	0,450	0,535
5	+Y	Uniform	0	0,746	0,625	0,723	0,657
6	+Y	Static forces	0	0,717	0,591	0,637	0,641
7	-Y	Uniform	0	0,798	0,667	0,762	0,721
8	-Y	Static forces	0	0,963	0,779	0,689	0,952
9	+X	Uniform	1.835	1,138	0,900	0,586	1,169
10	+X	Uniform	-1.835	1,033	0,823	0,601	1,041
11	+X	Static forces	1.835	0,716	0,566	0,409	0,678
12	+X	Static forces	-1.835	0,640	0,511	0,420	0,590
13	-X	Uniform	1.835	1,038	0,827	0,650	1,047
14	-X	Uniform	-1.835	1,036	0,829	0,687	1,045
15	-X	Static forces	1.835	0,558	0,446	0,432	0,504
16	-X	Static forces	-1.835	0,601	0,480	0,456	0,549
17	+Y	Uniform	815	0,750	0,627	0,719	0,663
18	+Y	Uniform	-815	0,764	0,639	0,727	0,680
19	+Y	Static forces	815	0,713	0,587	0,637	0,635
20	+Y	Static forces	-815	0,719	0,593	0,635	0,641
21	-Y	Uniform	815	0,791	0,661	0,752	0,714
22	-Y	Uniform	-815	0,820	0,685	0,765	0,752
23	-Y	Static forces	815	0,753	0,618	0,656	0,685
24	-Y	Static forces	-815	0,975	0,788	0,685	0,967

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

V nadaljevanju prikazujemo glavne rezultate kritičnih analiz v smereh X in Y, podrobneje pa so rezultati in model v 3Muriju predstavljeni še v prilogi D.

9.2.1 Kritična potisna analiza v smeri X - analiza 15 (-X, M, ECC+)

V kritični analizi v smeri X pride precej kmalu do strižnih poškodb zidov v centralni in južni steni južnega prizidka ter upogibnih poškodb visokih elementov v severni steni (slika 28). Pri nekoliko večjih pomikih se pojavijo poškodbe stene v 1. nadstropju ob stopnišču, ki se tudi prva strižno poruši. Nato sledijo še močne poškodbe zidov v osrednjem zidu. Glavni razlog za odpoved konstrukcije je strižna porušitev daljših zidanih slopov v zgornjem nadstropju stene 12 (majhne vertikalne sile in posledično tudi majhna strižna nosilnost), ki povzročijo padec potisne krivulje pod 80 % nosilnosti.

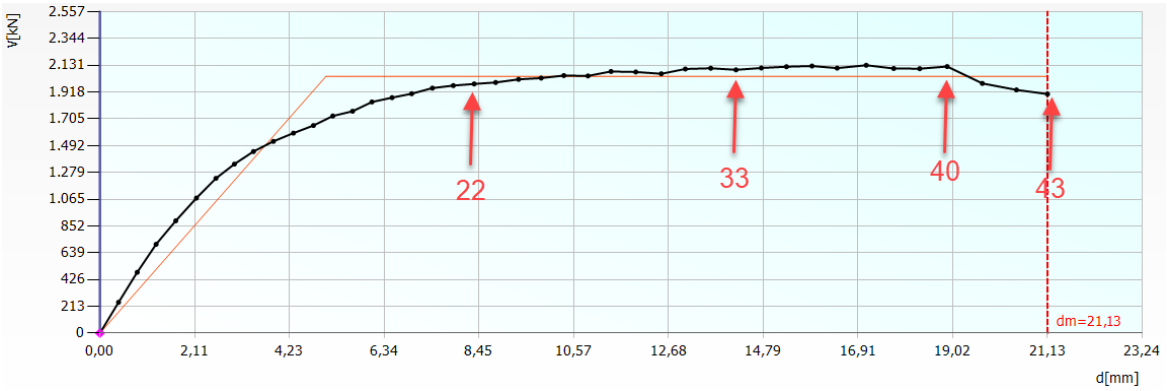


Slika 28: Razvoj poškodb v korakih 22, 33, 40 in 43 kritične potisne analize v smeri X (-X, M, ECC+). Betonski nosilci in horizontalne vezi so zaradi preglednosti v pogledu izklopljeni.

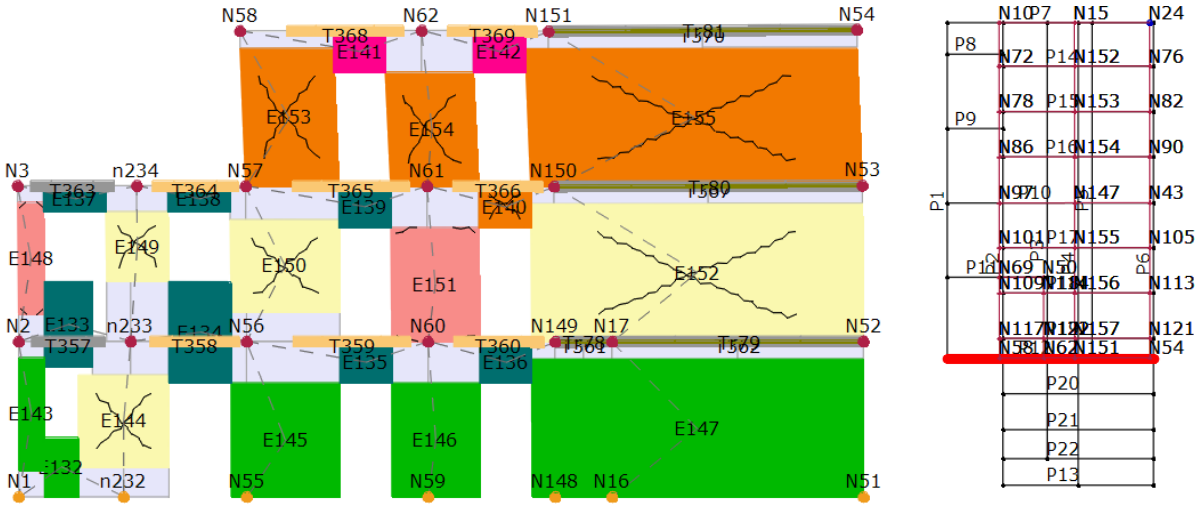
Konstrukcija doseže mejno stanje velikih poškodb pri pomiku 21 mm na vrhu konstrukcije. Računsko določena nosilnost konstrukcije v smeri X v smislu maksimalne prečne sile ob vpetju je 2130 kN oziroma cca 14 % teže konstrukcije ($F_{max,x}/W = 0,14$) (slika 29). Potresna zahteva (projektni potres) v smislu pomika pri mejnem stanju velikih poškodb je 42 mm, česar konstrukcija ne prenese. Določeno je bilo tudi, da

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

konstrukcija v mejnem stanju velikih poškodb v kritični analizi v smeri Y prenese pospešek tal 0,11 g, kar je manj od projektnega pospeška tal.



Slika 29: Krivulja kritične potisne analize v smeri X (-X, M, ECC+).



Slika 30: Poškodbe najbolj poškodovane stene kritične potisne analize v smeri X (-X,M,ECC+) - korak 43.

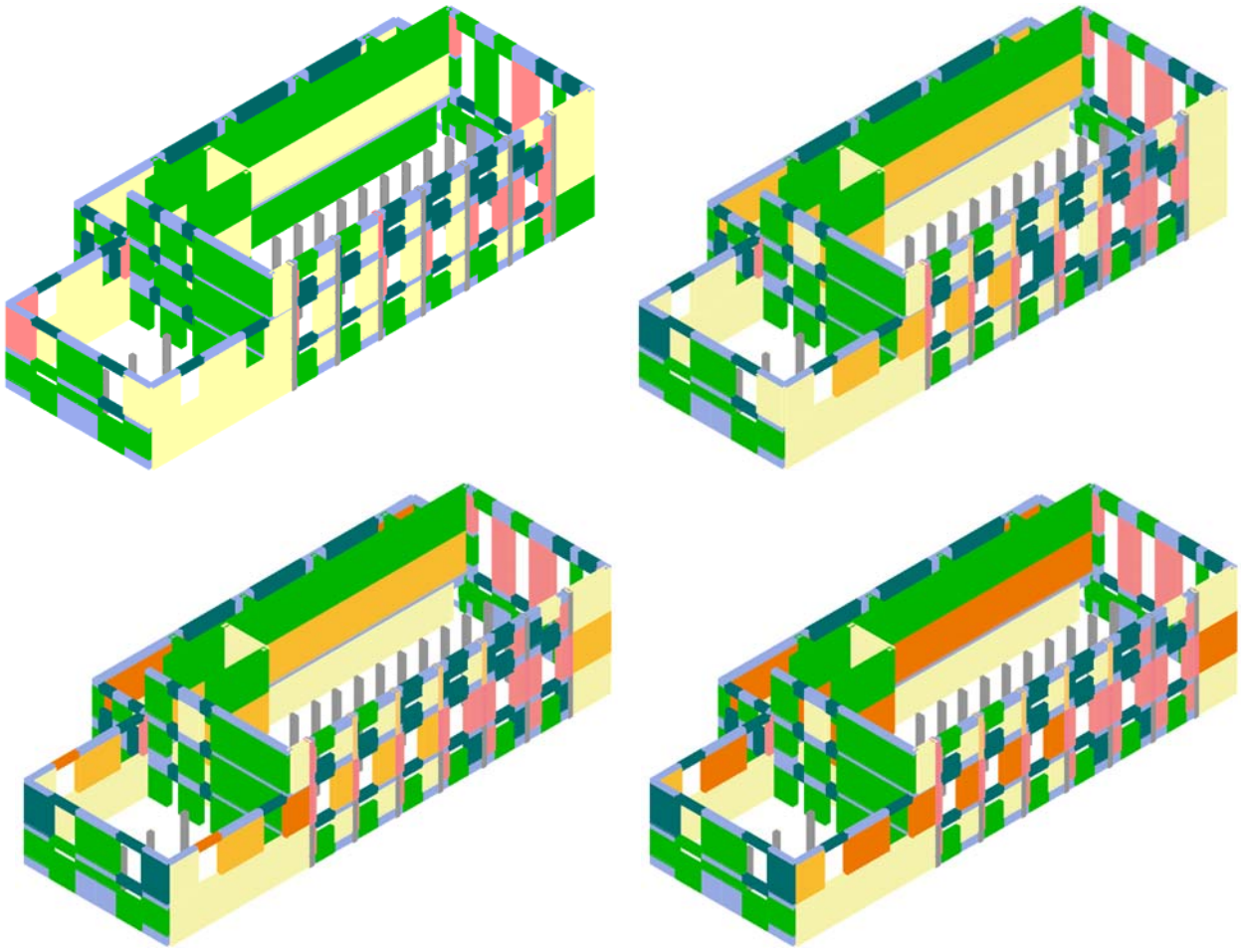
9.2.2 Kritična potisna analiza v smeri Y - analiza 19 (+Y, M, ECC+)

V kritični analizi v smeri Y prevladujejo strižne poškodbe v obodnih stenah glavne osrednje hale in južnega prizidka (sliki 31). V 1. nadstropju objekta hkrati več elementov doseže svojo nosilnost, poškodbe pa se stopnjujejo, dokler ne pride do strižne porušitve v zahodni steni. Sledi hkratna porušitev več sten v centralni in vzhodni steni, kar povzroči padec v potisni krivulji pod 80 % nosilnosti.

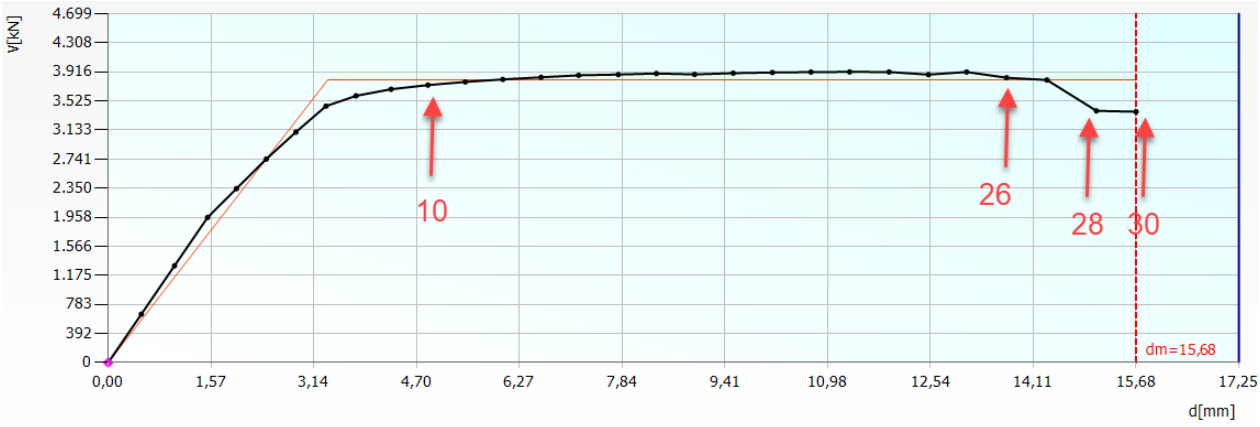
To se zgodi pri relativno majhnem pomiku 16 mm na vrhu konstrukcije (slika 32). Nosilnost konstrukcije v smeri Y v smislu maksimalne prečne sile ob vpetju je 3900 kN oziroma cca 25 % teže konstrukcije ($F_{max.y}/W = 0,25$).

Potresna zahteva (projektni potres) v smislu pomika pri mejnem stanju velikih poškodb je 25 mm, česar konstrukcija ne prenese. Določeno je bilo tudi, da mejno stanje velikih poškodb v konstrukciji v kritični analizi v smeri Y povzroči pospešek tal 0,145 g, kar je manj od projektnega pospeška tal.

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

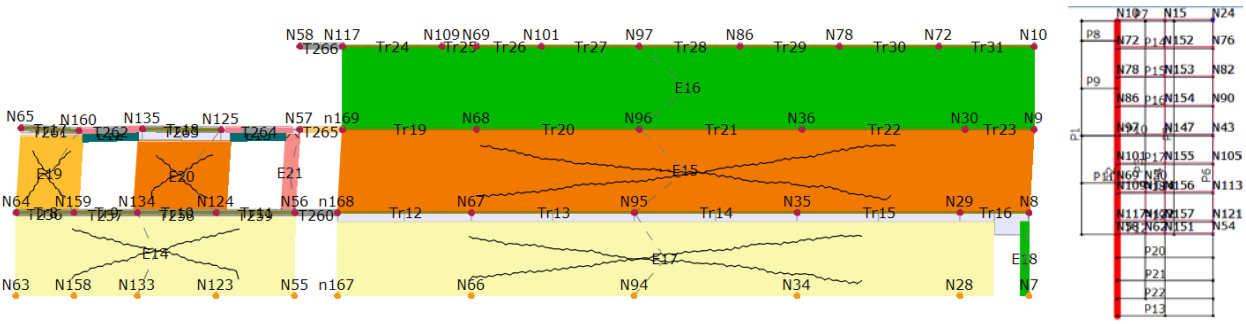


Slika 31: Razvoj poškodb v korakih 10, 26, 28, 30 kritične potisne analize v smeri Y (+Y, M, ECC+).



Slika 32: Krivulja kritične potisne analize v smeri Y (+Y, M, ECC+).

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.



Slika 33: Poškodbe najbolj poškodovane stene 2 krit. potisne analize v smeri Y (+Y, M, ECC+) - korak 30.

9.2.3 Poškodovanost elementov v potisnih analizah in povzetek rezultatov potresne analize – obstoječe stanje

Na sliki 34 prikazujemo poškodbe v zadnjem koraku potisnih analiz 1, 2, 9, 11, 13 in 16 v smeri X, v katerih konstrukcija ravno tako ni prenesla projektnega potresa. Razvidne so predvsem strižne poškodbe in porušitve zidov v prečnih stenah 12 in 13, ki prevzamejo velik del obtežbe v tej smeri.

Na sliki 35 prikazujemo poškodbe v zadnjem koraku potisnih analiz 5, 6, 7, 17, 23 in 24 v smeri Y, v katerih konstrukcija ravno tako ni prenesla projektnega potresa. Razvidne so predvsem strižne poškodbe in porušitve zidov v prečnih stenah 2 in 6, ki bi jih bilo potrebno utrditi. V nekaterih primerih pride to odpovedi elementov samo v pritličju (efekt mehke etaže), v drugih primerih, pa so strižne in upogibne poškodbe bolj enakomerno porazdeljene med elementi vseh etaž.

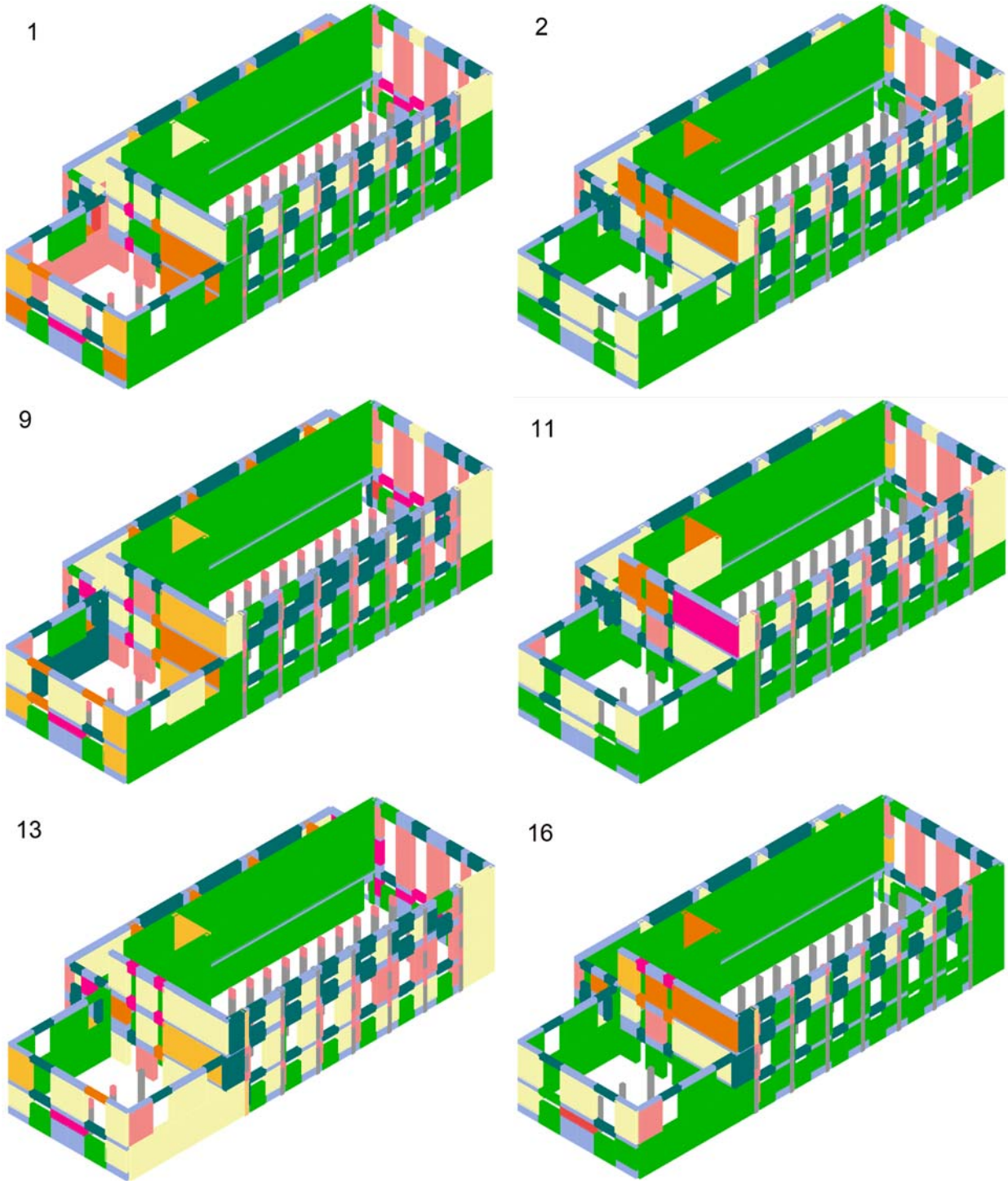
Konstrukcija ima tak nihajni čas, da pade na plato spektra, kar pomeni precejšnje potresne sile. Poleg tega so zidane konstrukcije zaradi nezanesljivosti materiala »kaznovane« z velikimi varnostnimi faktorji ter zaradi specifik zidu tudi z majhno redukcijo potresnih sil.

Detajlen potresni račun pokaže šibkost objekta v obeh smereh. Premajhna nosilnost v obeh smereh je pričakovana, saj ima objekt v obeh smereh samo 3 stene, ki so med seboj tudi dokaj oddaljene.

Šibka mesta so se pokazala pri praktično vseh stenah, tudi pri zelo dolgih robnih stenah, ki imajo ogromno togost in zaradi tega prevzamejo velike potresne sile. Problem je še toliko večji, ker so te stene obtežene le s streho, kar zmanjšuje nivo vertikalne osne sile v elementih in posledično tudi strižno nosilnost teh sten.

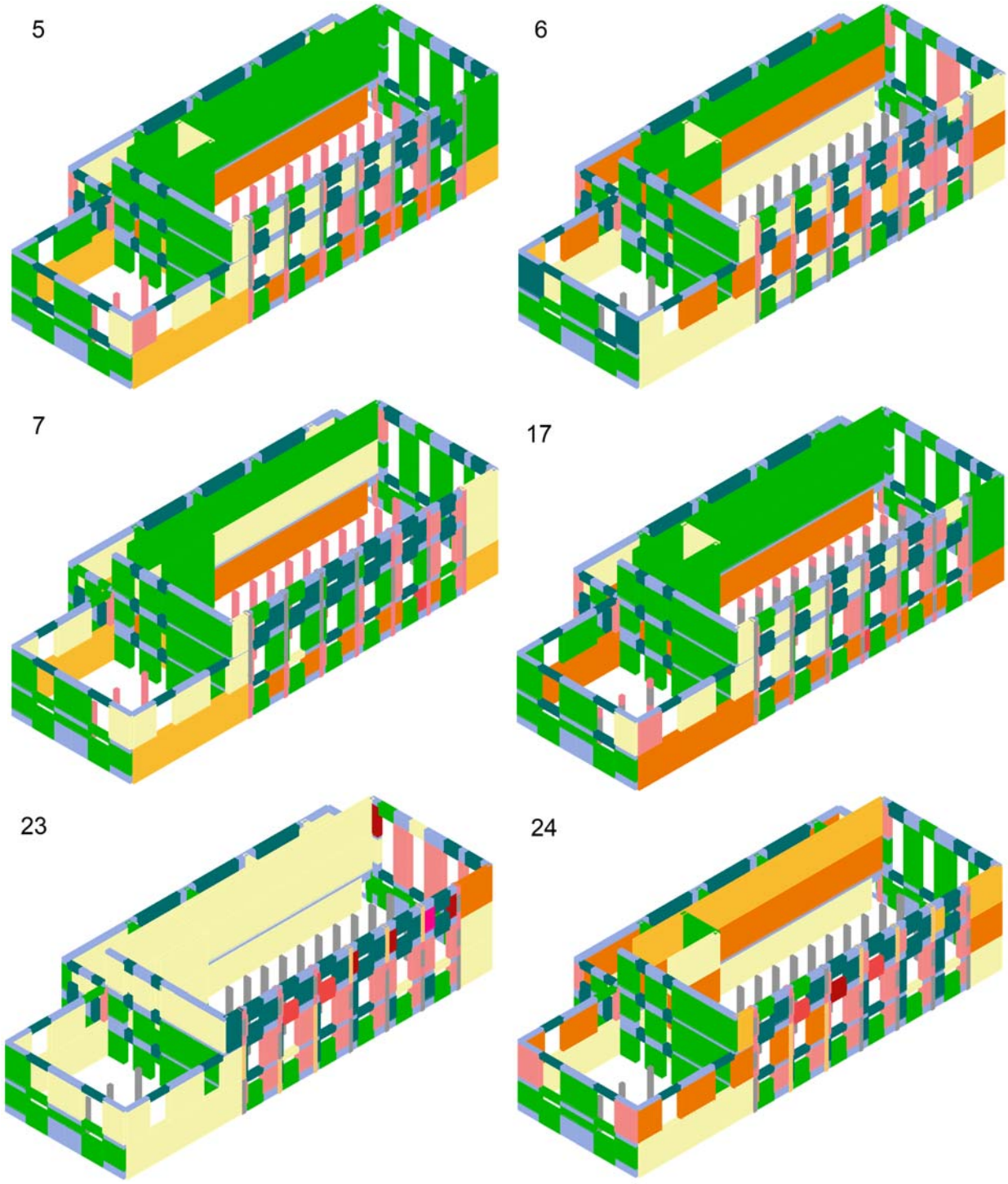
Ker je potresna odpornost obstoječega objekta premajhna, ga je potrebno utrditi.

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.



Slika 34: Končna poškodovanost v elementih za potisne analize v smeri X - 1, 2, 9, 11, 13 in 16

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

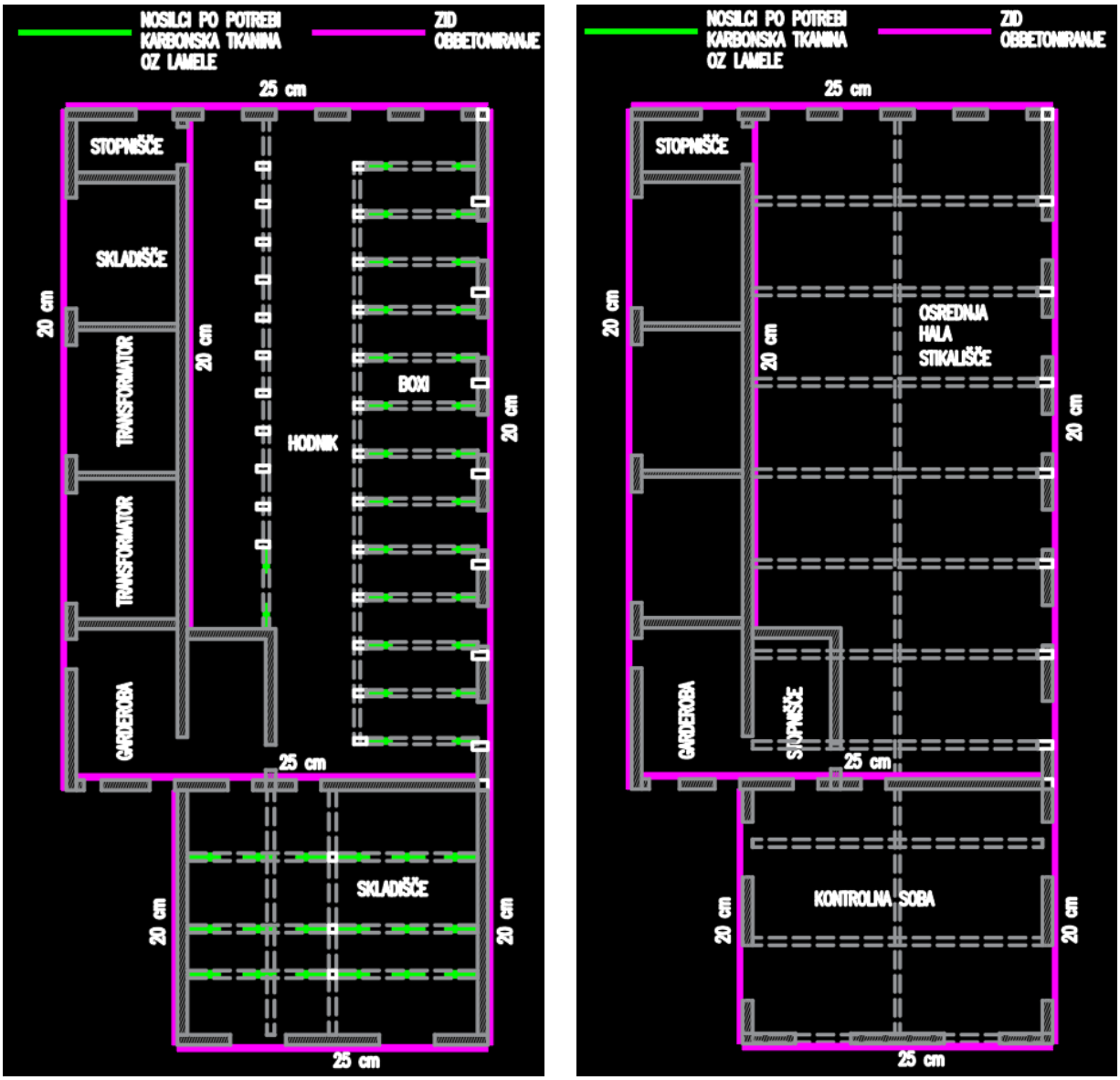


Slika 35: Končna poškodovanost v elementih za potisne analize v smeri Y - 5, 6, 7, 17, 23 in 24.

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

9.3 Utrjena konstrukcija

Na sliki je prikazana predlagana utrditev objekta. Odločitev za utrditev konstrukcije je bila, da se stene konstrukcije utrdijo z obbetoniranjem zidanih sten na zunanji strani objekta oziroma z izvedbo vzporednih armiranobetonskih sten debeline 20 cm (vzdolžna smer) oziroma 25 cm (prečna smer), ki se jih ustrezno sidra v obstoječe zidane stene. Odločitev za takšen način utrditve temelji na naslednjih razlogih: arhitekturno in prostorsko glede objekta ni posebnih zahtev, objekt ne sodi med kulturno dediščino, da bi bilo potrebno ohranjati izgled oziroma paziti pri materialu. Glede na to, da gre za star zidan objekt, ki sodi med kritično infrastukturo, za katero veljajo posebno stroga določila glede potresne obtežbe in ki ima relativno malo sten, samo izbrali dokaj močan način utrditve, ki omogoča tudi reševanje večjih razponov in odprtin, ki se nahajajo v določenih stenah. Na objektu se že menjajo okna, predlagana rešitev omogoča naknadno izvedbo utrditve.



Slika 36: Predlog ukrepov za utrditev objekta – shematski prikaz – obbetoniranje zidov ter po potrebi dodajanje karbonskih lamel/tkanine na nosilce, kjer je vgrajene armature premalo.

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

Glavni nihajni čas utrjene kontrukcije v smeri X T_{1X} = 0,14 s), v smeri Y pa je konstrukcija zaradi dolgih sten brez odprtin še bolj toga (T_{2Y} = 0,08 s). Masa celotne konstrukcije je 2040 t. Pri tem je potrebno omeniti, da so bile nove AB stene modelirane tako, da vertikalne obtežbe niso prevzele, posledično tudi njihova nosilnost ni bila taka, kot bi bila pri novogradnji iz armiranega betona, vseeno pa doprinesejo k nosilnosti obstoječega zidanega objekta.

V preglednici 15 prikazujemo rezultate za vseh 24 potisnih analiz. Prikazani so deleži referenčnega projektnega pospeška tal, ki v konstrukciji privede do izbranih mejnih stanj. V kritični analizi v smeri X (analiza 15) do mejnega stanja SD pride že pri pospešku tal 0,11 g, v kritični analizi v smeri Y (analiza 19) pa pri pospešku 0,146 g. V zadnjem stolpcu je prikazan pomik, ki v konstrukciji privede do končnega mejnega stanja (kot delež ciljnega pomika pri projektnem potresu). Izkazalo se je, da konstrukcija ne prenese projektne potresne obtežbe oziroma prenese samo 45 % pospeška pri projektnem potresu.

Preglednica 15: Pospeški tal pri potresu, ki povzroči mejna stanja DL, SD in NC ter razmerje med deformacijsko kapaciteto konstrukcije d_m in ciljnim pomikom d_t. Rezultate prikazujemo za vseh 24 potisnih analiz.

No.	Seism dir.	Seismic load	Ecc. [mm]	α NC	α SD	α DL	dm/dt NC
1	+X	Uniform	0	1,581	1,409	2,543	2,313
2	+X	Static forces	0	1,403	1,214	2,066	2,018
3	-X	Uniform	0	1,382	1,216	2,005	2,344
4	-X	Static forces	0	1,357	1,163	1,839	1,851
5	+Y	Uniform	0	2,079	1,976	3,872	2,975
6	+Y	Static forces	0	1,935	1,699	3,732	2,268
7	-Y	Uniform	0	2,272	1,854	4,476	2,474
8	-Y	Static forces	0	2,096	1,955	3,721	3,194
9	+X	Uniform	1.885	1,692	1,477	2,446	2,694
10	+X	Uniform	-1.885	1,576	1,420	2,671	2,175
11	+X	Static forces	1.885	1,141	0,997	1,844	1,324
12	+X	Static forces	-1.885	1,331	1,172	2,169	1,774
13	-X	Uniform	1.885	1,334	1,186	2,110	1,993
14	-X	Uniform	-1.885	1,397	1,267	2,567	1,689
15	-X	Static forces	1.885	1,240	1,055	1,597	1,480
16	-X	Static forces	-1.885	1,259	1,093	2,299	1,458
17	+Y	Uniform	865	2,205	1,774	4,355	2,372
18	+Y	Uniform	-865	2,141	1,935	4,143	2,571
19	+Y	Static forces	865	1,846	1,740	3,462	2,378
20	+Y	Static forces	-865	2,028	1,521	4,057	2,025
21	-Y	Uniform	865	2,269	1,951	4,419	2,605
22	-Y	Uniform	-865	2,035	1,891	3,916	2,521
23	-Y	Static forces	865	2,068	1,890	3,311	3,936
24	-Y	Static forces	-865	2,159	1,619	4,318	2,158

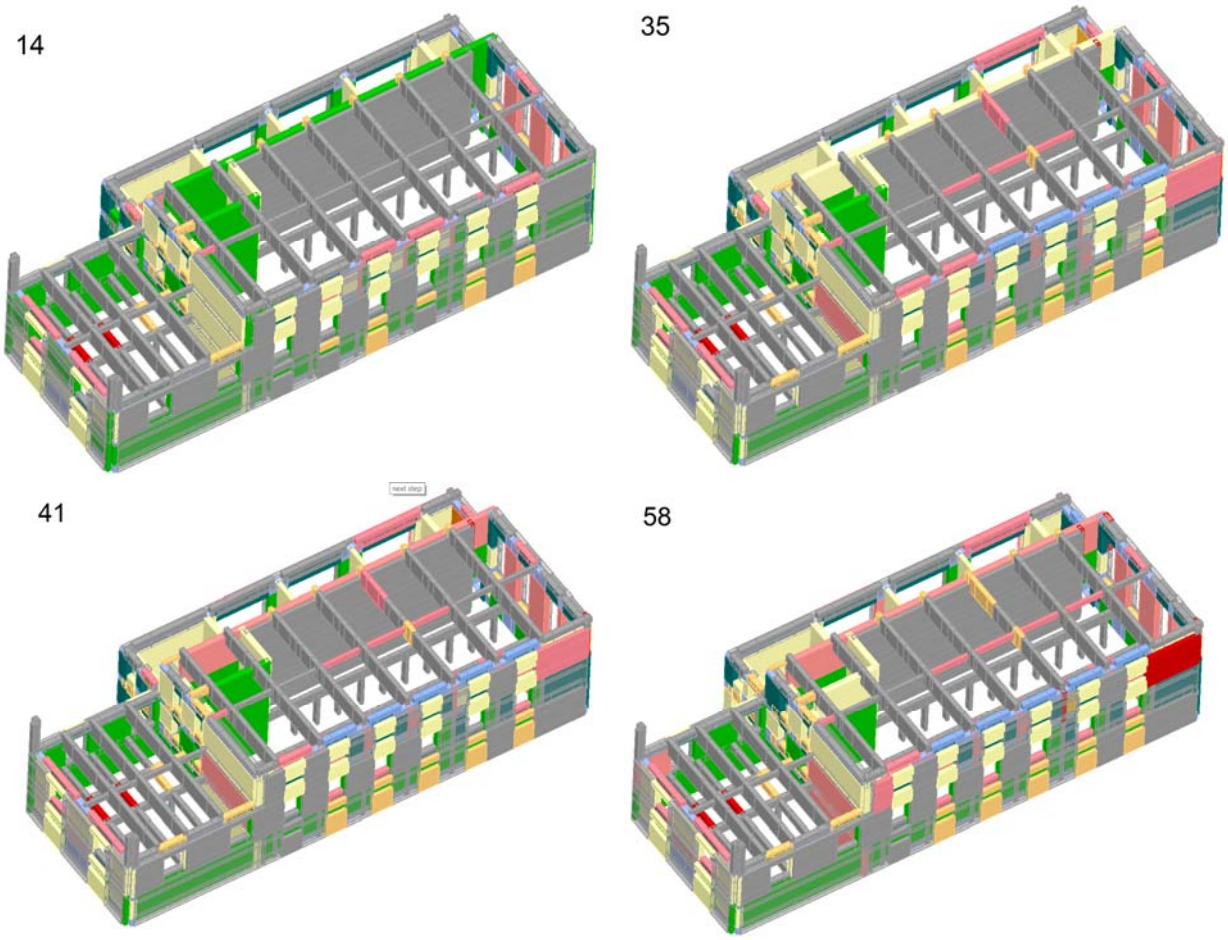
V nadaljevanju prikazujemo glavne rezultate kritičnih analiz v smereh X in Y, podrobneje pa so rezultati in model v 3Muriju predstavljeni še v prilogi E.

9.3.1 Kritična potisna analiza v smeri X - analiza 11 (+X, M, ECC+)

V kritični analizi v smeri X pride najprej do strižnih poškodb zidov v prečnih stenah oziroma do upogibnih poškodb v zidovih severne stene objekta (slika 37). Strižno se poškodujejo tudi zidovi v pritličju zahodne

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

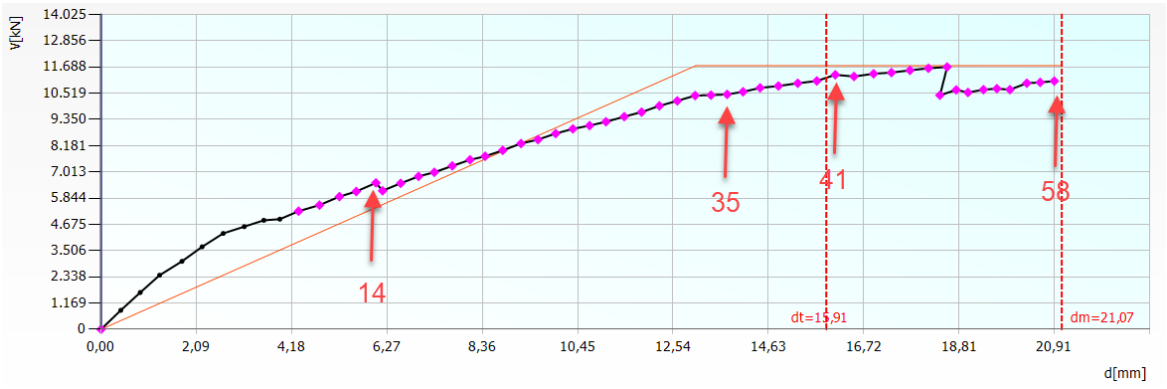
stene. Pri nekoliko večjih pomikih se pojavi strižna porušitev v severni steni ob stopnišču, poškodbe v zahodni fasadni steni se tudi širijo. Kasneje upogibno odpove stene v 1. nadstropju, kar povzroči padec krivulje potisne analize za več kot 20 %. Obstoječi zidovi se poškodujejo, se pa niso porušili, ker obtežbo prevzamejo tudi bolj toge AB stene.



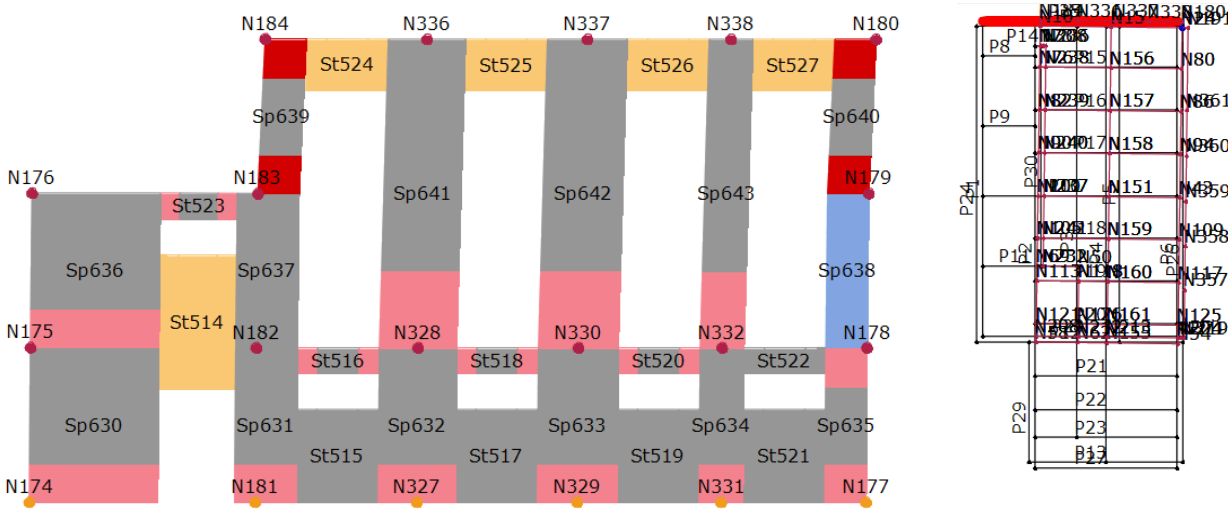
Slika 37: Razvoj poškodb v korakih 14, 35, 41 in 58 kritične potisne analize v smeri X (+X, M, ECC+).

Konstrukcija doseže mejno stanje velikih poškodb pri pomiku 21 mm na vrhu konstrukcije. Računsko določena nosilnost konstrukcije v smeri X v smislu maksimalne prečne sile ob vpetju je 11700 kN oziroma cca 58 % teže konstrukcije ($F_{max.x}/W = 0,58$) (slika 38). Določeno je bilo, da konstrukcija v mejnem stanju velikih poškodb v kritični analizi v smeri X prenese pospešek tal 0,25 g, kar je ravno toliko kot je projektni pospeška tal na skali za ta objekt.

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.



Slika 38: Krivulja kritične potisne analize v smeri X (+X, M, ECC+).



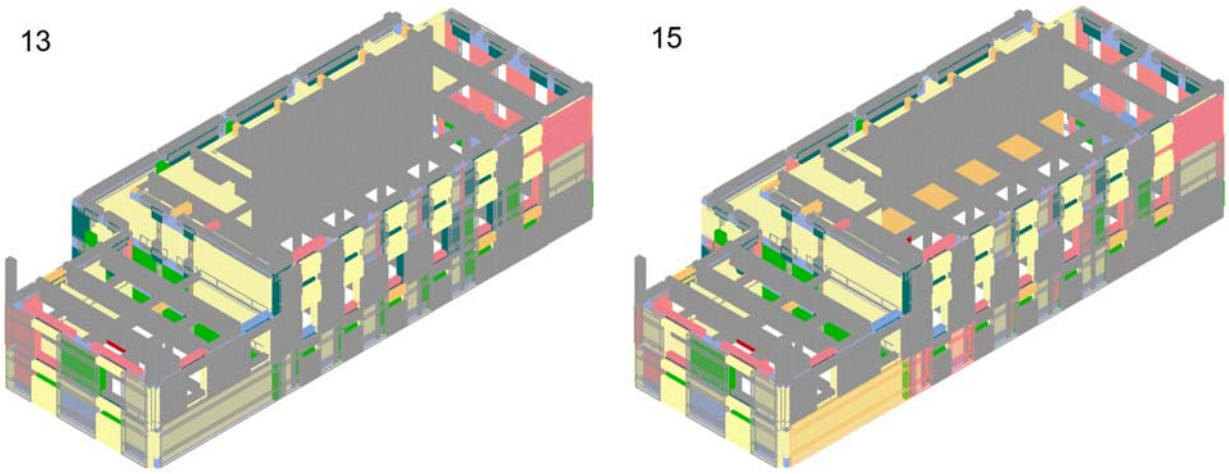
Slika 39: Poškodbe najbolj poškodovane stene 25 krit. potisne analize v smeri X (+X, M, ECC+)- korak 58.

9.3.2 Kritična potisna analiza v smeri Y - analiza 19 (+Y, M, ECC+)

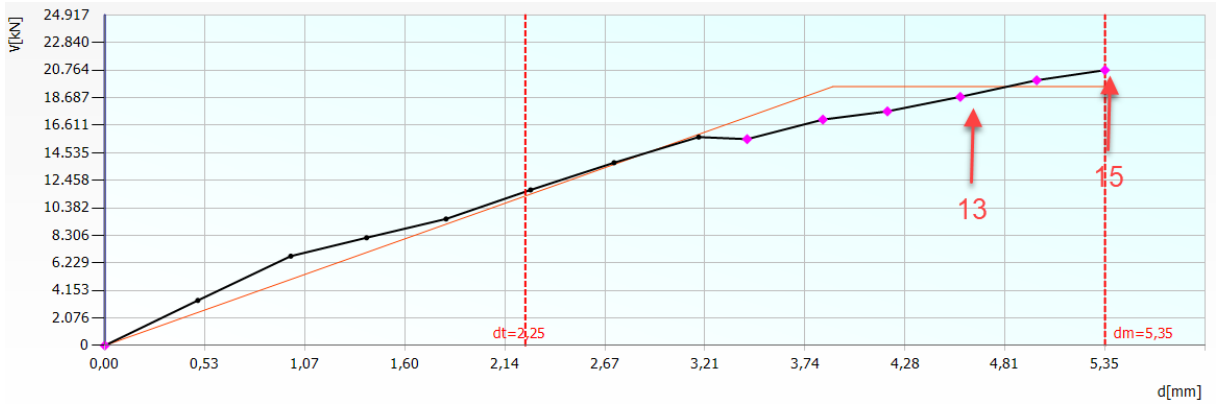
V kritični analizi v smeri Y prevladujejo strižne poškodbe v novih armiranobetonskih obodnih stenah v vzdolžni smeri (slika 40). Še v koraku 13 je poškodovanih nekaj manjših elementov novih AB sten, v koraku 15 pa se hkrati strižno porušita dve novi relativno dolgi armiranobetonski steni v pritličju ob glavni osrednji hali, kar ima za posledico padec v potisni krivulji pod 80 % nosilnosti in posledično odpoved konstrukcije.

To se zgodi pri relativno majhnem pomiku 5 mm na vrhu konstrukcije (slika 40). Nosilnost konstrukcije v smeri Y v smislu maksimalne prečne sile ob vpetju je 20700 kN oziroma cca 100 % teže konstrukcije ($F_{max.y}/W = 1,00$). Nosilnost konstrukcije se je zaradi dodanih AB sten bistveno povečala, zaradi velike togosti pa je dosežena pri majhnem pomiku. Posledično je bilo določeno, da mejno stanje velikih poškodb v konstrukciji v kritični analizi v smeri Y povzroči pospešek tal 0,435 g, kar je precej več od projektnega pospeška tal. Utrjena konstrukcija je v vzdolžni smeri sposobna prenesti precej večji potres od projektnega.

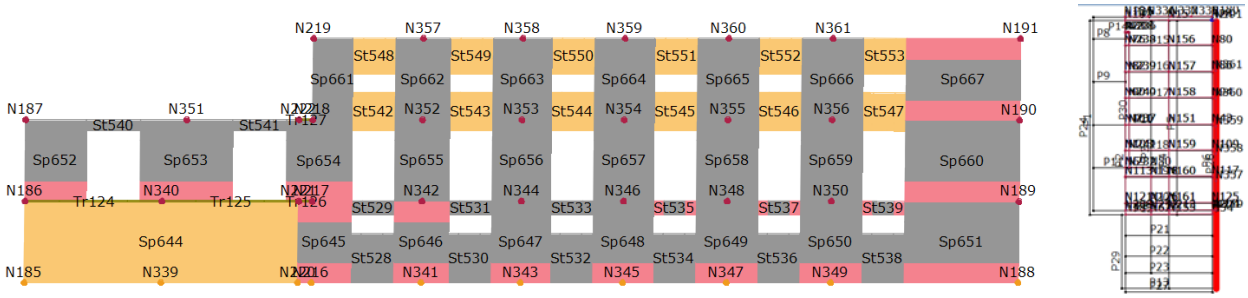
Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.



Slika 40: Razvoj poškodb v korakih 13 in 15 kritične potisne analize v smeri Y (+Y, M, ECC+).



Slika 41: Krivulja kritične potisne analize v smeri Y (+Y, M, ECC+).



Slika 42: Poškodbe najbolj poškodovane stene 26 krit. potisne analize v smeri Y (+Y, M, ECC+)- korak 15.

9.3.3 Poškodovanost elementov v potisnih analizah in povzetek rezultatov potresne analize – utrjeno stanje

Pokazano je bilo, da je konstrukcija utrjena z dodatnimi AB stenami pretežno na zunanji strani objekta sposobna prenesti projektni potres. Dodatne AB stene so povečale togost konstrukcije, zmanjšale njen nihajni čas ter do neke mere posledično tudi zmanjšale potresne sile. Dodatne AB stene so močno povečale nosilnost objekta, obenem pa so bolj toge AB stene prevzele večji del obtežbe in razbremenile zidane stene, ki so edine, ki prenašajo vertikalno obtežbo v temelje.

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

10 ZAKLJUČEK

Račun je pokazal, da obstoječa konstrukcija ne prenese potresne obtežbe v skladu z zahtevami današnjih standardov. Trenutno veljavni standardi Evrokod predvidevajo zelo visoke zahteve glede nosilnosti in enako obravnavajo sodobne ter stare objekte. To pomeni, da stari objekti nimajo nikakršnega odpustka pri seizmični analizi. Dodatno je potrebno pri tem objektu potresno obtežbo oziroma projektni pospešek tal povečati s faktorjem 1,4, saj gre za kritično infrastukturo, ki mora biti operativna tudi po močnejšem potresu.

Šibka točka obstoječe konstrukcije so gotovo majhno število sten v obeh smereh, ki so med seboj relativno oddaljene. Dodatno je šibka točka severna stena z velikimi odprtinami. Pri obstoječem objektu bi med potresom prevladovalo strižno obnašanje sten, v smeri X bi obstoječi objekt prenesel 0,11 g, v smeri Y pa 0,145 g.

Predlagan je bil način utrditve z dodatnimi AB stenami, ki bi imele v vzdolžni smeri objekta debelino 20 cm, v prečni smeri objekta pa 25 cm. Ukrepi so shematsko predstavljeni na sliki 36. Pokazano je bilo, da je tako utrjen objekt sposoben prevzeti projektno potresno obtežbo.

Preverjena je bila tudi nosilnost in ustreznost vgrajene armature v obstoječih armiranobetonskih elementih konstrukcije na vertikalno obtežbo.

Izkazalo se je, da so strešni AB prefabricirani nosilci ustrezni in jih ni potrebno utrjevati.

Armiranobetonske medetažne plošče so ustrezno armirane za prevzem predvidene obtežbe novega stikališča ob predpostavki, da se nove celice stikališča postavi na jekleno brano in obtežbo tako prenese v AB nosilce nad pritličjem ter ob predpostavki, da se obtežba kontrolne sobe ne povečuje.

Ob potresni utrditvi objekta je potrebno preveriti strižno armaturo v AB nosilcih nad PT ter strižno in vzdolžno armaturo v AB nosilcih brane pod kontrolno sobo, ker je izračun pokazal nekoliko povečano potrebo po armaturi, ki pa na objektu samem ni bila preverjena oziroma je njena ustreznost vprašljiva. V kolikor se pokaže, da je te armature dejansko premalo za prevzem obtežbe, je predlog, da se nosilce na mestih s premalo armature utrdi s karbonskimi lamelami oziroma s karbonsko tkanino.

Smiselno je izvesti tudi sonde temeljev, da se preveri dejanska izvedba ter nosilnost temeljev in tal zaradi povečane obtežbe zaradi ukrepov. Če se bo pokazala potreba, bo potrebno obstoječe temelje obbetonirati/razširiti, kjer so zaradi ukrepov prekoračene napetosti v tleh.

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

Priloga A | Statični preračun strešnega nosilca

Prečni prerez

Geometrija in material

Obtežba

Notranje statične količine

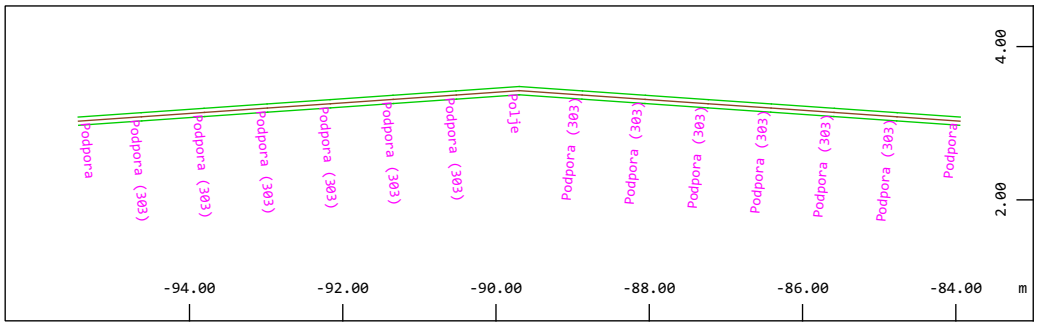
Pomiki

Reakcije

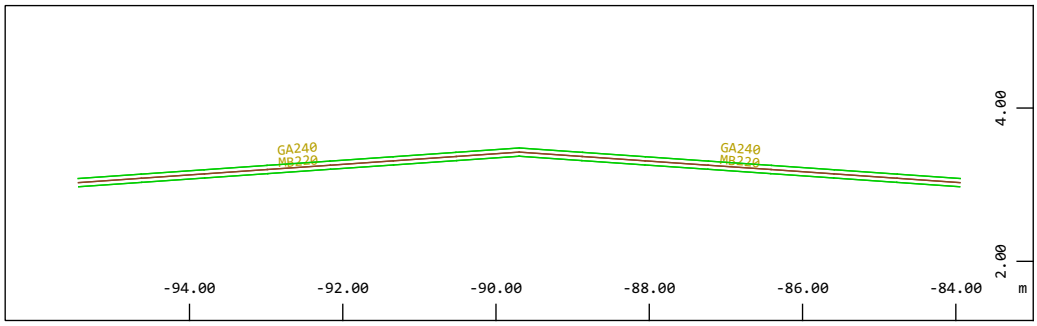
Armatura

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

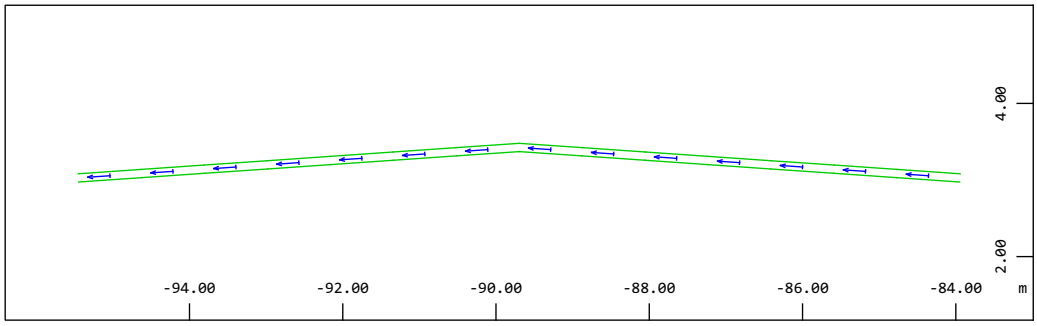
244044 - HE Medvode
AB strešni nosilec



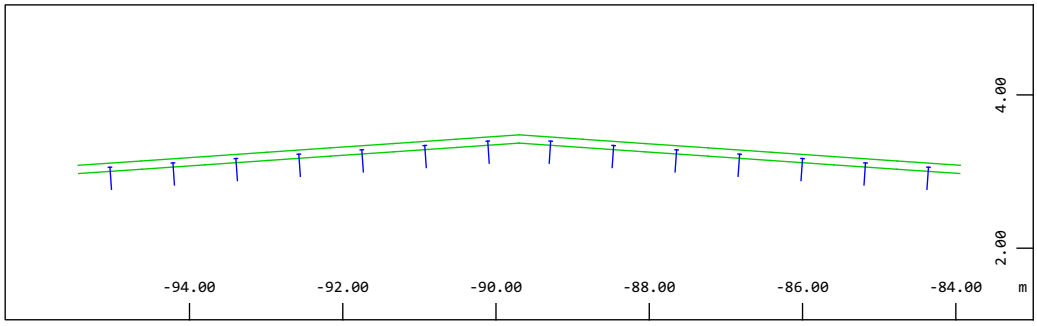
Z
X—Y
Material
Beam Elements , Sectional Designations
M 1 : 99



Z
X—Y
Prerezi
Beam Elements , Material designations
Beam Elements , Designation of reinforcement materials
M 1 : 99



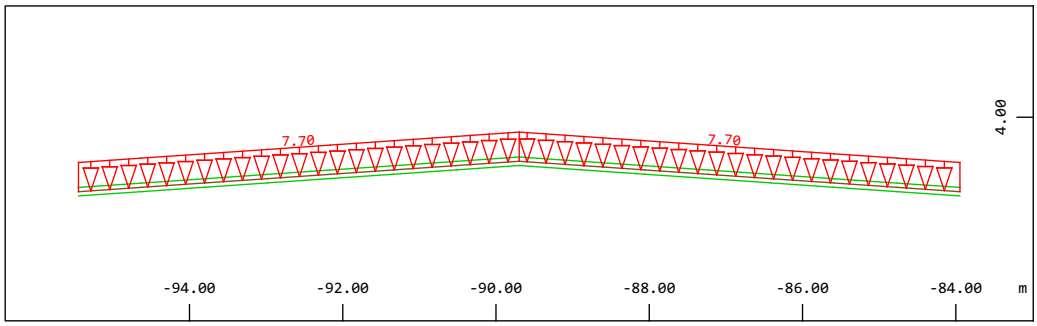
Z
X—Y
Koordinatni sistem - smer X
Beam Elements , Local direction X ( )
M 1 : 99



Z
X—Y
Koordinatni sistem - smer Y
Beam Elements , Local direction Z ( )
M 1 : 99

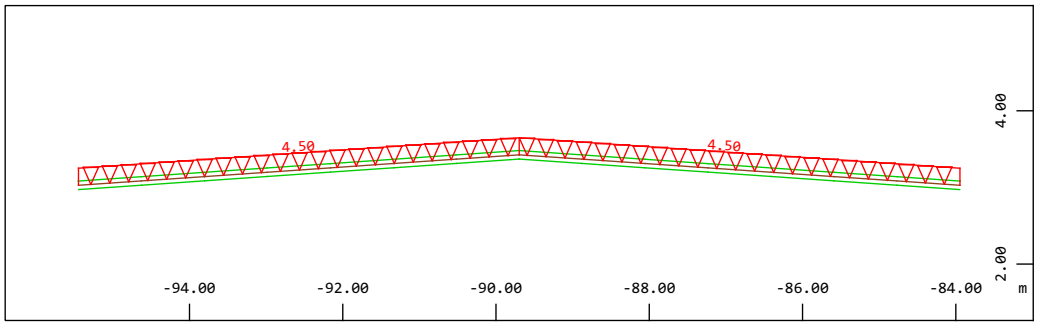
SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

244044 - HE Medvode
AB strešni nosilec



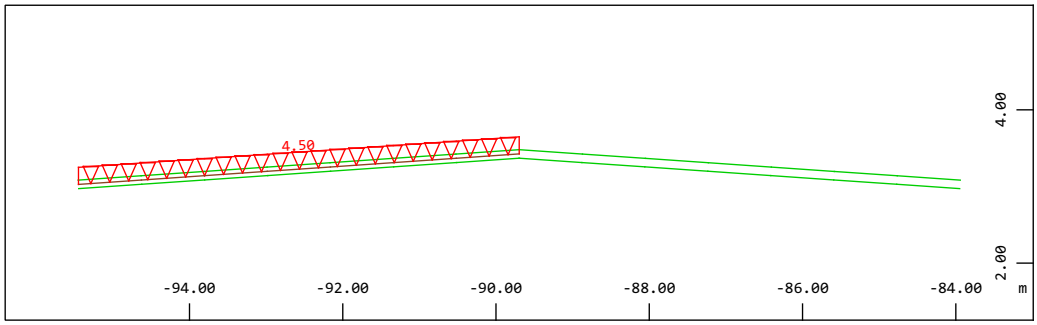
Z
X—Y

Stalna obtežba - tlaki, streha in fotovoltaika M 1 : 99
All loads, Loadcase 2 Tlaki , (1 cm 3D = unit) Beam line load
(force) in global Z (Unit=20.00 kN/m) (Min=-7.70) (Max=-7.70)



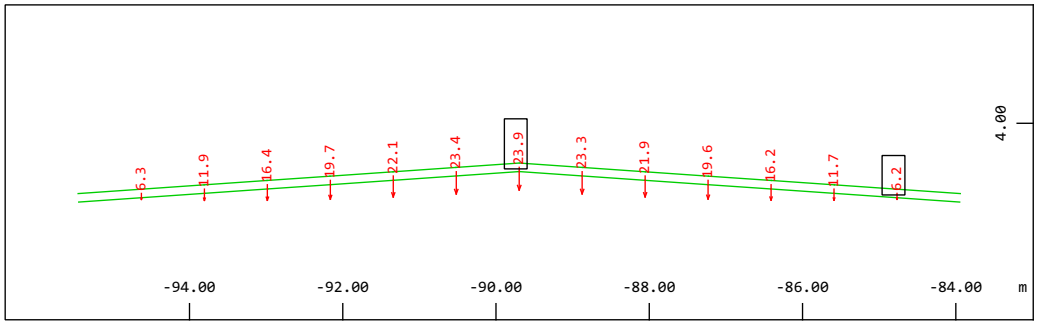
Z
X—Y

Koristna obtežba - sneg M 1 : 99
All loads, Loadcase 13 Koristna obt. C , (1 cm 3D = unit) Beam
line load (force) in global Z (Unit=20.00 kN/m) (Min=-4.50)



Z
X—Y

Koristna obtežba - sneg - del strehe M 1 : 99
All loads, Loadcase 14 Koristna obt. C del , (1 cm 3D = unit)
Beam line load (force) in global Z (Unit=20.00 kN/m)

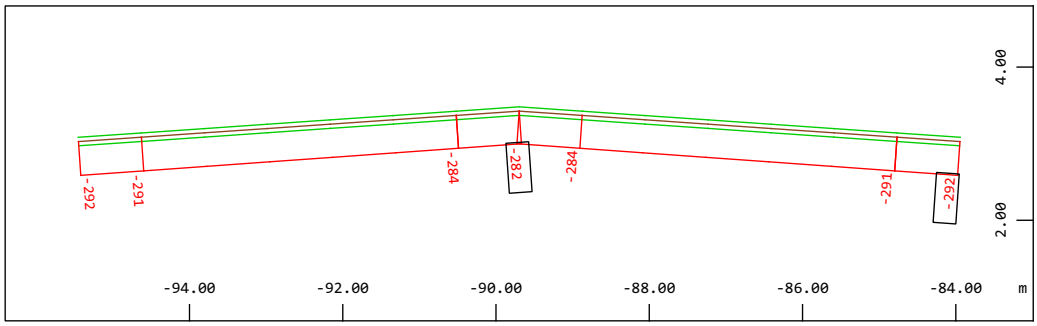


Z
X—Y

Maksimalni pomiki - lezenje + razpoke M 1 : 99
Nodal displacement in global Z,Absolute maximum values of
Loadcase 82175 MAX-UZ NODE and 82176 uz,max [w_tot], 1 cm 3D =

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

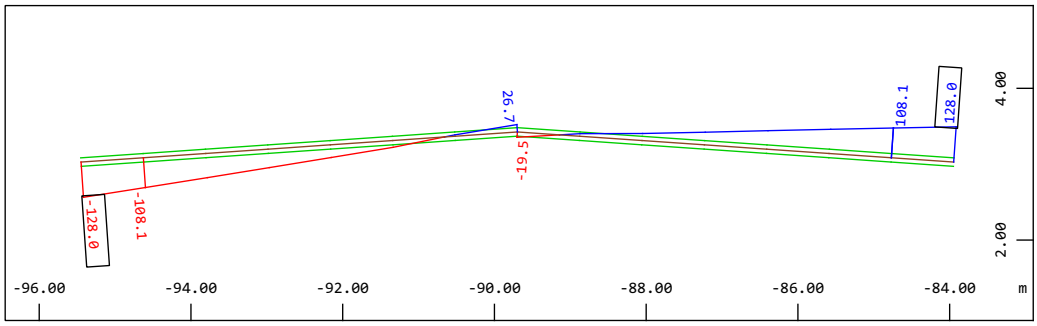
244044 - HE Medvode
AB strešni nosilec



Z
X—Y

Ovojnica osnih sil N
Beam Elements , Normal force Nx,Absolute maximum values of
Loadcase 70021 MAX-N BEAM -- ULS/STR and 70022 MIN-N BEAM --

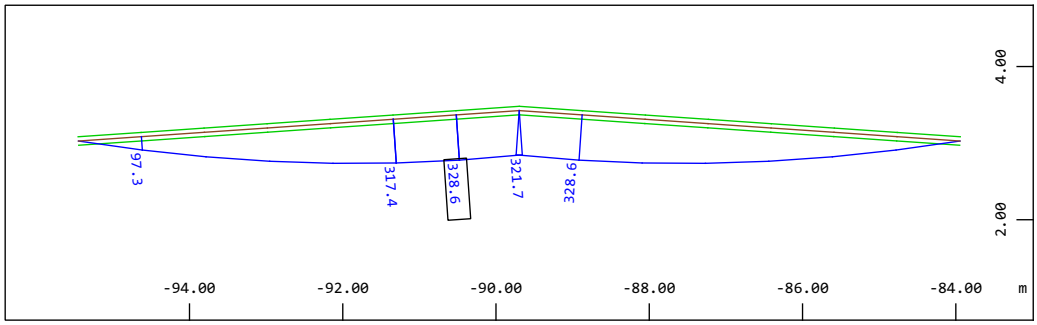
M 1 : 99



Z
X—Y

Ovojnica prečnih sil Vz
Beam Elements , Shear force Vz,Absolute maximum values of
Loadcase 70025 MAX-VZ BEAM -- ULS/STR and 70026 MIN-VZ BEAM --

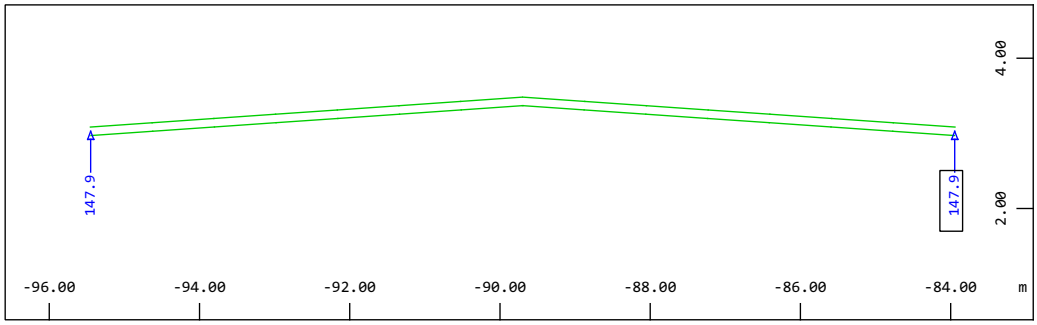
M 1 : 100



Z
X—Y

Ovojnica prečnih sil My
Beam Elements , Bending moment My,Absolute maximum values of
Loadcase 70029 MAX-MY BEAM -- ULS/STR and 70030 MIN-MY BEAM --

M 1 : 99



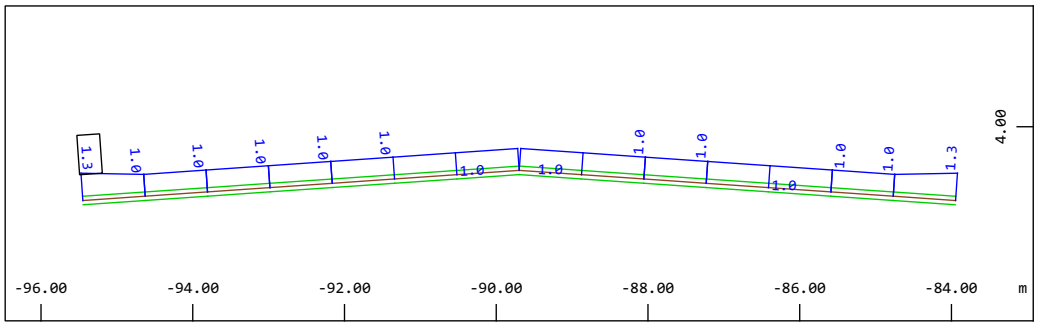
Z
X—Y

Reakcije v smeri Z
Nodes , Support force in global Z,Absolute maximum values of
Loadcase 70055 MAX-PZ NODE -- ULS/STR and 70056 MIN-PZ NODE --

M 1 : 101

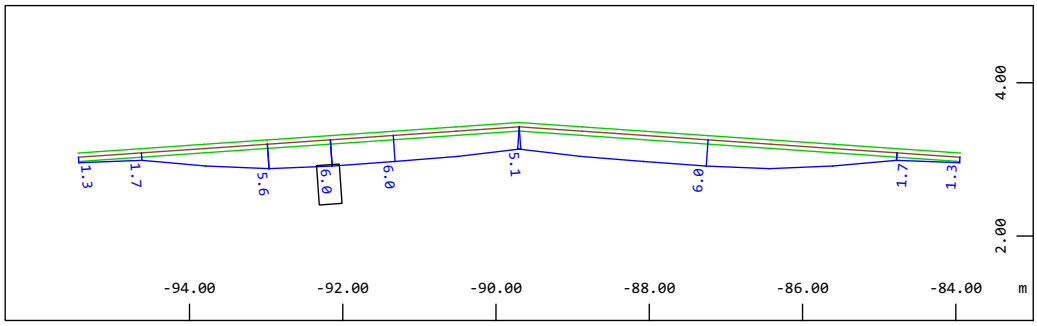
SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

244044 - HE Medvode
AB strešni nosilec



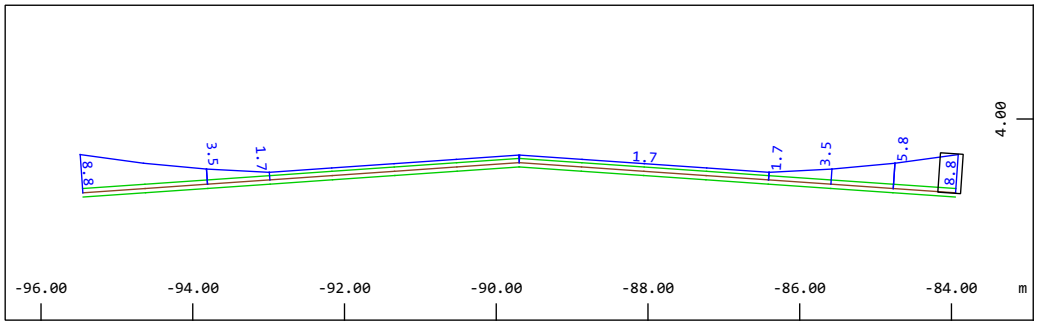
Z
X—Y

Zgornja armatura M 1 : 100
Beam Elements , Longitudinal Reinforcements Lay. M2, Design Case
251 Beams: SLS , 1 cm = 3.4844 cm2 (Max=1.3)



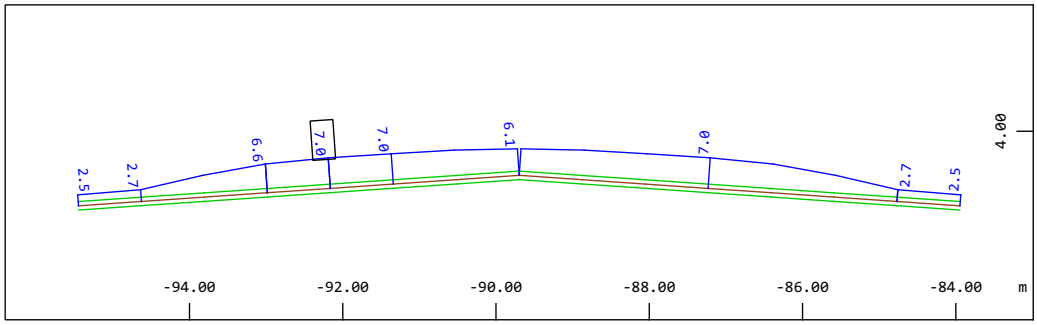
Z
X—Y

Spodnja armatura M 1 : 99
Beam Elements , Longitudinal Reinforcements Lay. M3, Design Case
251 Beams: SLS , 1 cm = 17.422 cm2 (Max=6.0)



Z
X—Y

Strižna armatura M 1 : 100
Beam Elements , Stirrup Reinforcements Lay. 7, Design Case 251
Beams: SLS , 1 cm = 17.422 cm2/m (Max=8.8)



Z
X—Y

Celotna armatura M 1 : 99
Beam Elements , Longitudinal reinforcements (total), Design Case
251 Beams: SLS , 1 cm = 17.422 cm2 (Max=7.0)

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

Priloga B | Statični preračun AB plošče nad pritličjem

Prečni prerez

Geometrija in material

Obtežba

Notranje statične količine

Pomiki

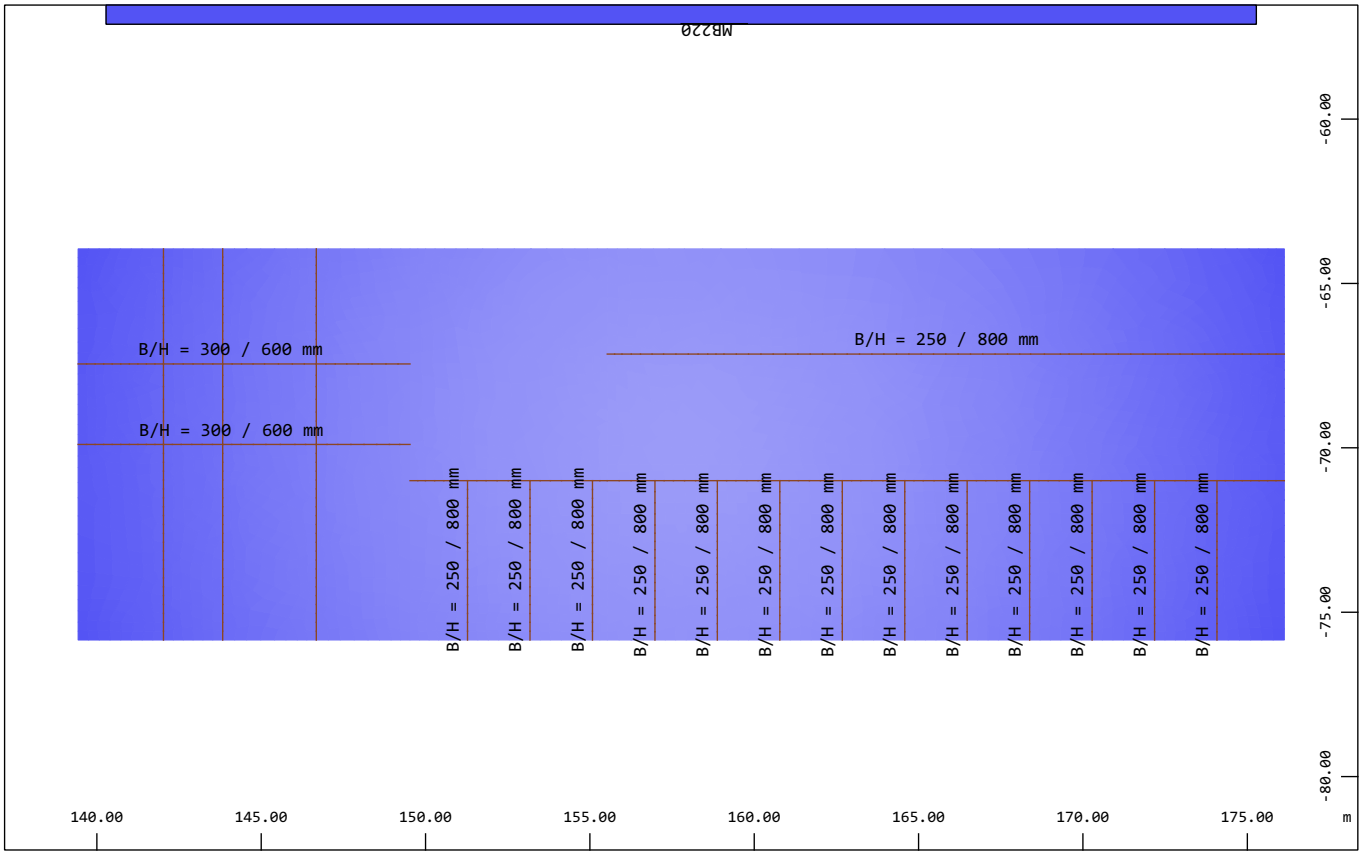
Reakcije

Armatura

Preboj

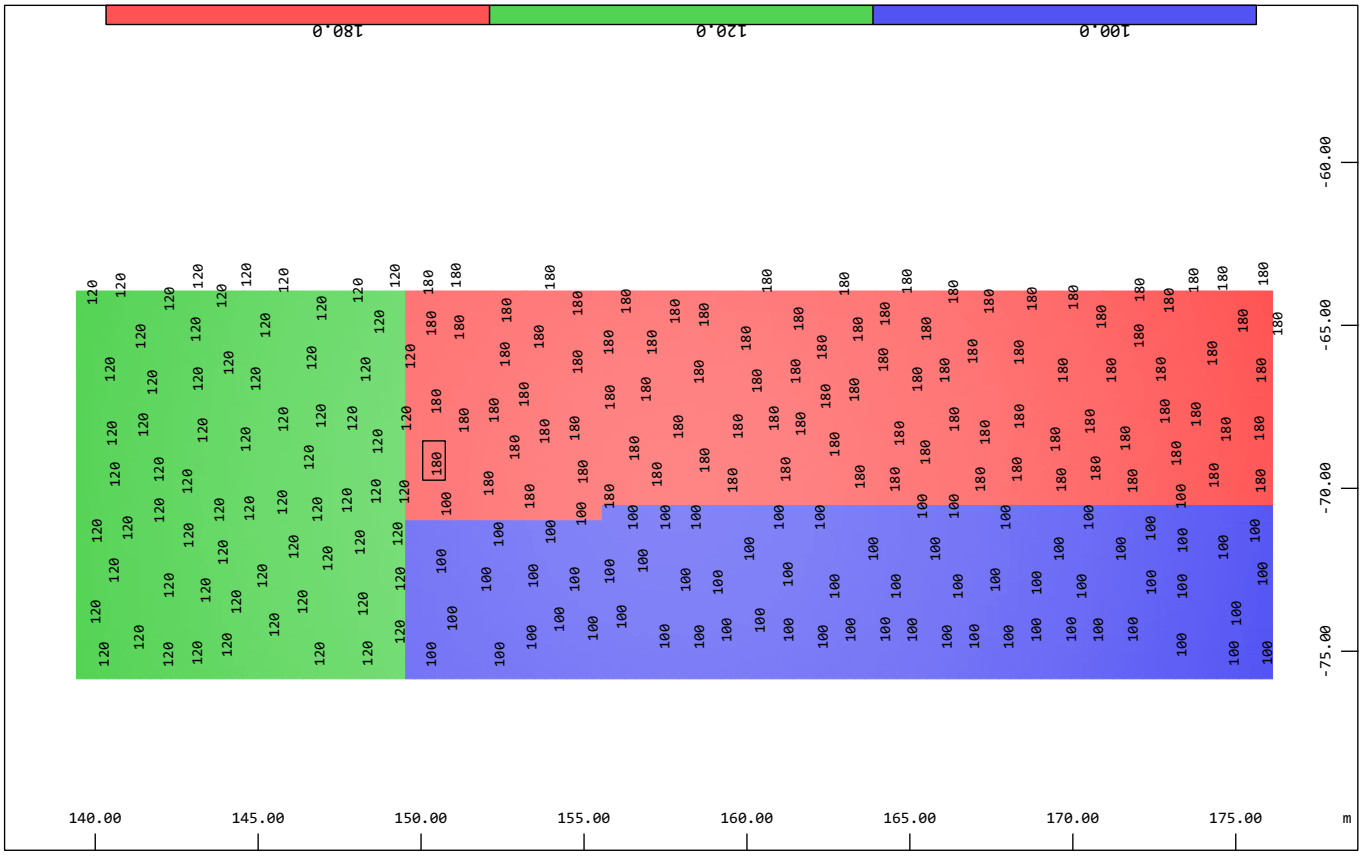
Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

244044 - HE Medvode
AB plošča nad PT



Material
Quadrilateral Elements , Material designations
Beam Elements , Sectional Designations

M 1 : 230

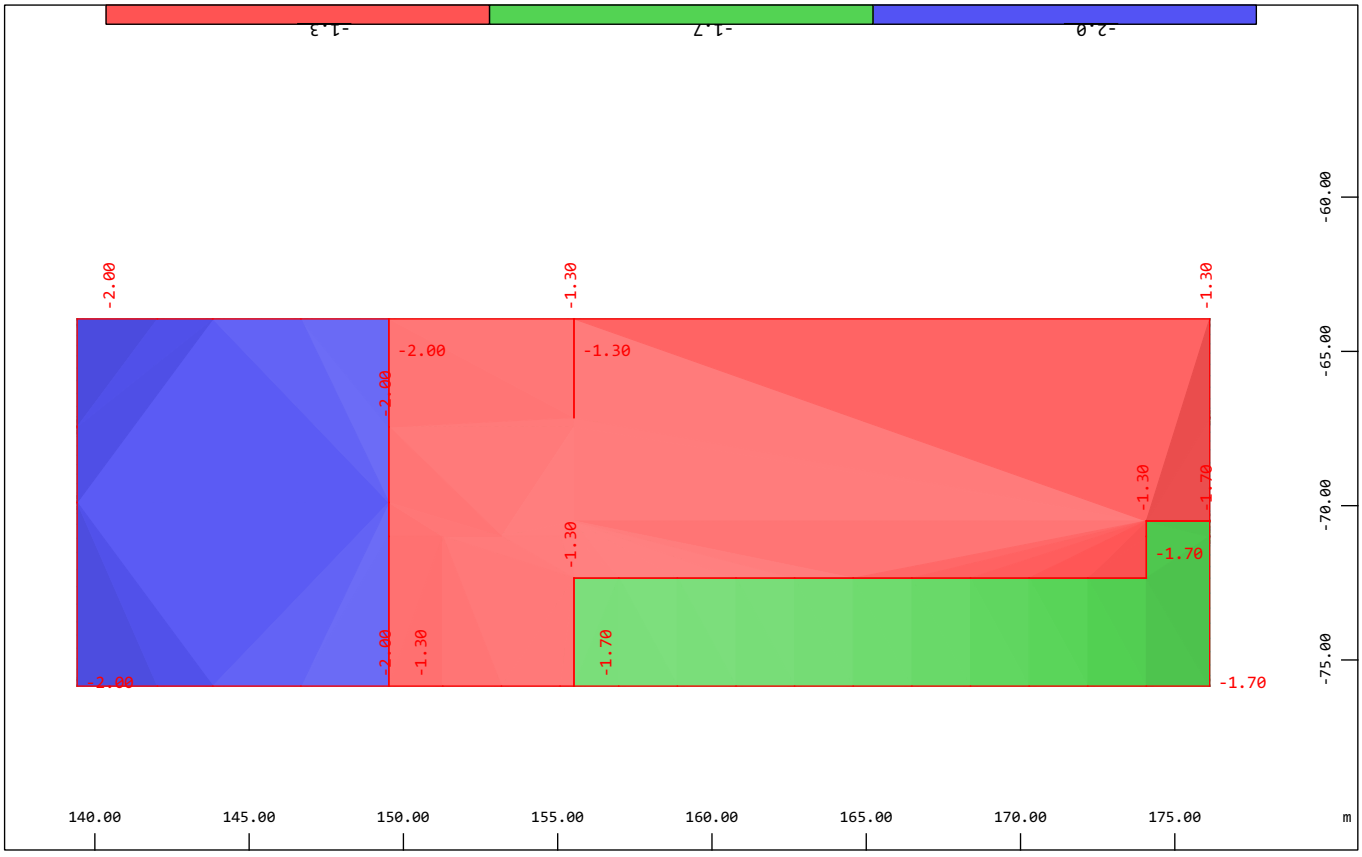


Debelina
Quadrilateral Elements , Average plate thickness in mm (Max=180)

M 1 : 232

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

244044 - HE Medvode
AB plošča nad PT

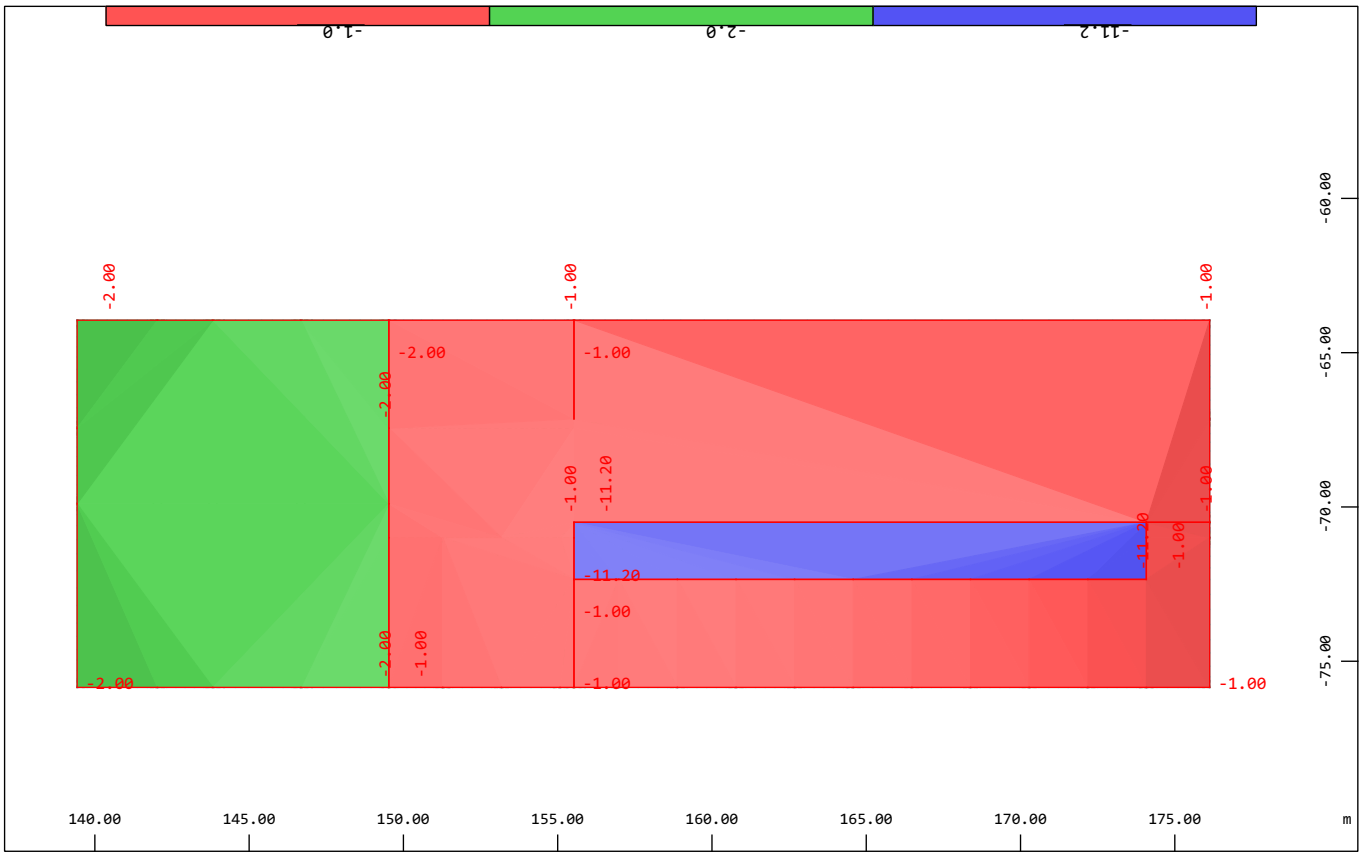


Y
Z—X

Stalna obtežba - tlaki

M 1 : 245

All loads, Loadcase 2 Tlaki , (1 cm 3D = unit) Free area load (force) in global Z
(Unit=-1.00 kN/m2) (Min=-2.00) (Max=-1.30)



Y
Z—X

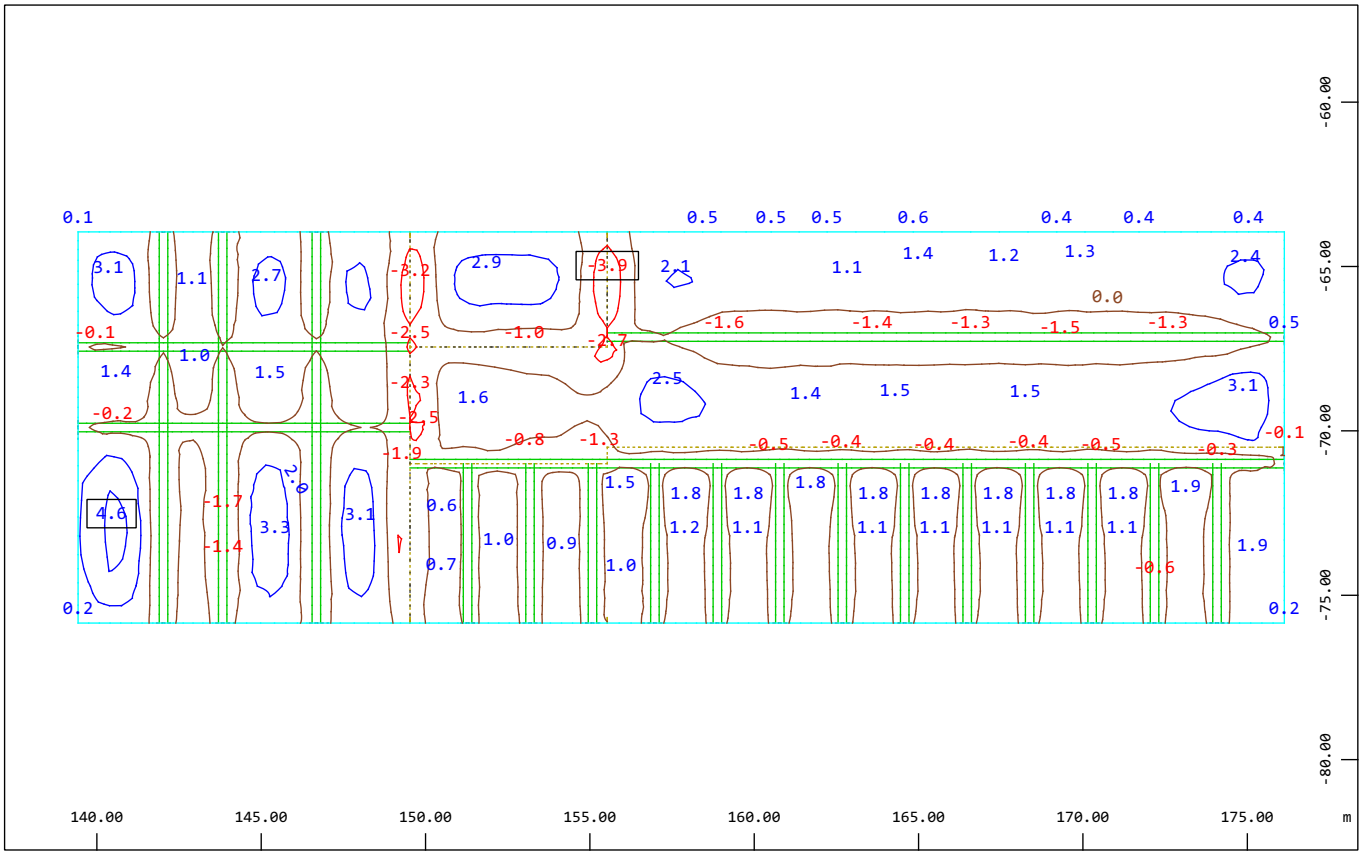
Stalna obtežba - fasada

M 1 : 245

All loads, Loadcase 13 Koristna obt. C , (1 cm 3D = unit) Free area load (force) in
global Z (Unit=-1.00 kN/m2) (Min=-11.20) (Max=-1.00)

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

244044 - HE Medvode
AB plošča nad PT

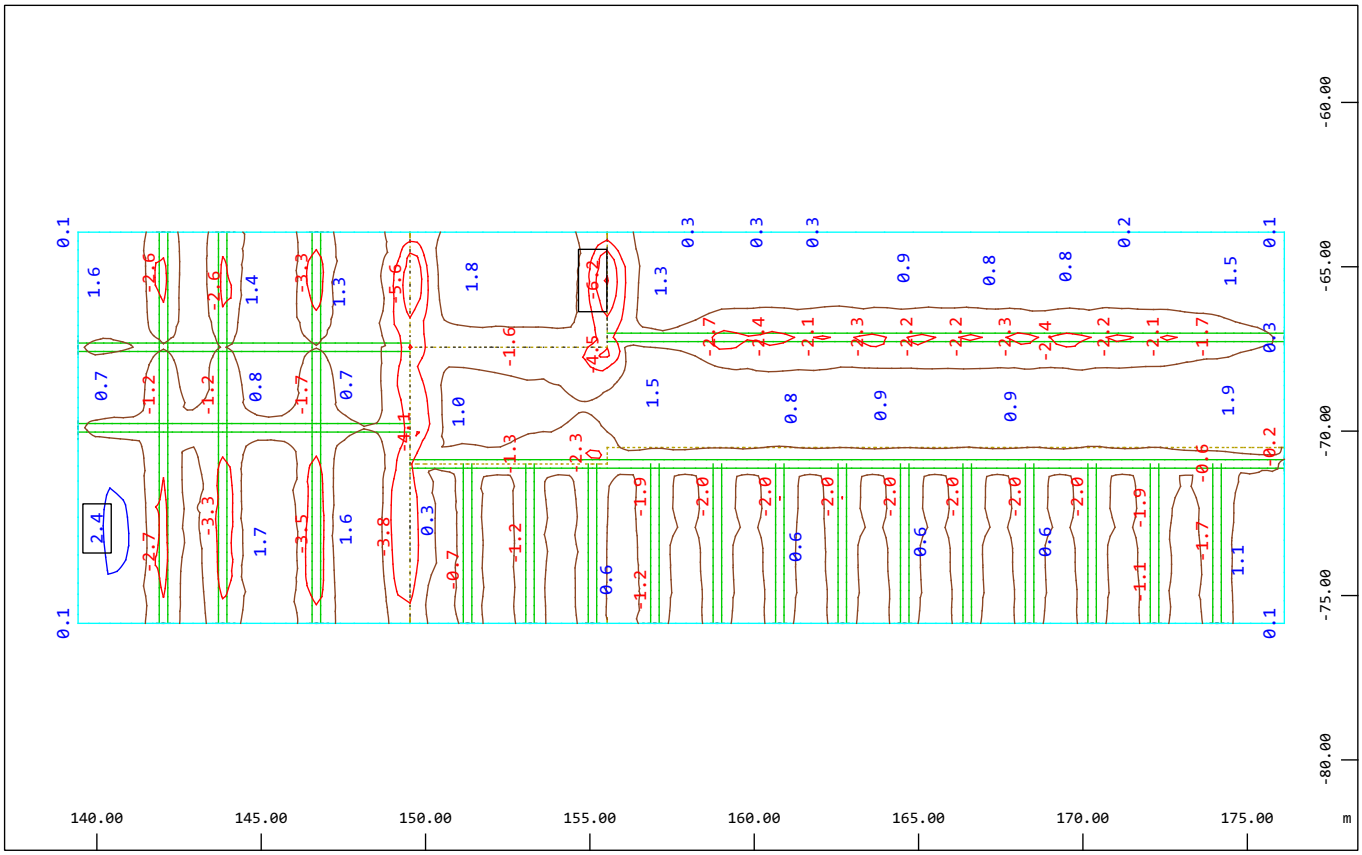


Y
Z—X

Ovojnica vplivov v plošči - max mxx
Bending moment m-xx in local x from middle of element
ULS/STR , from -3.9 to 4.6 step 2.0 kNm/m

↔, Loadcase 70001 MAX-MXX QUAD --

M 1 : 230



Y
Z—X

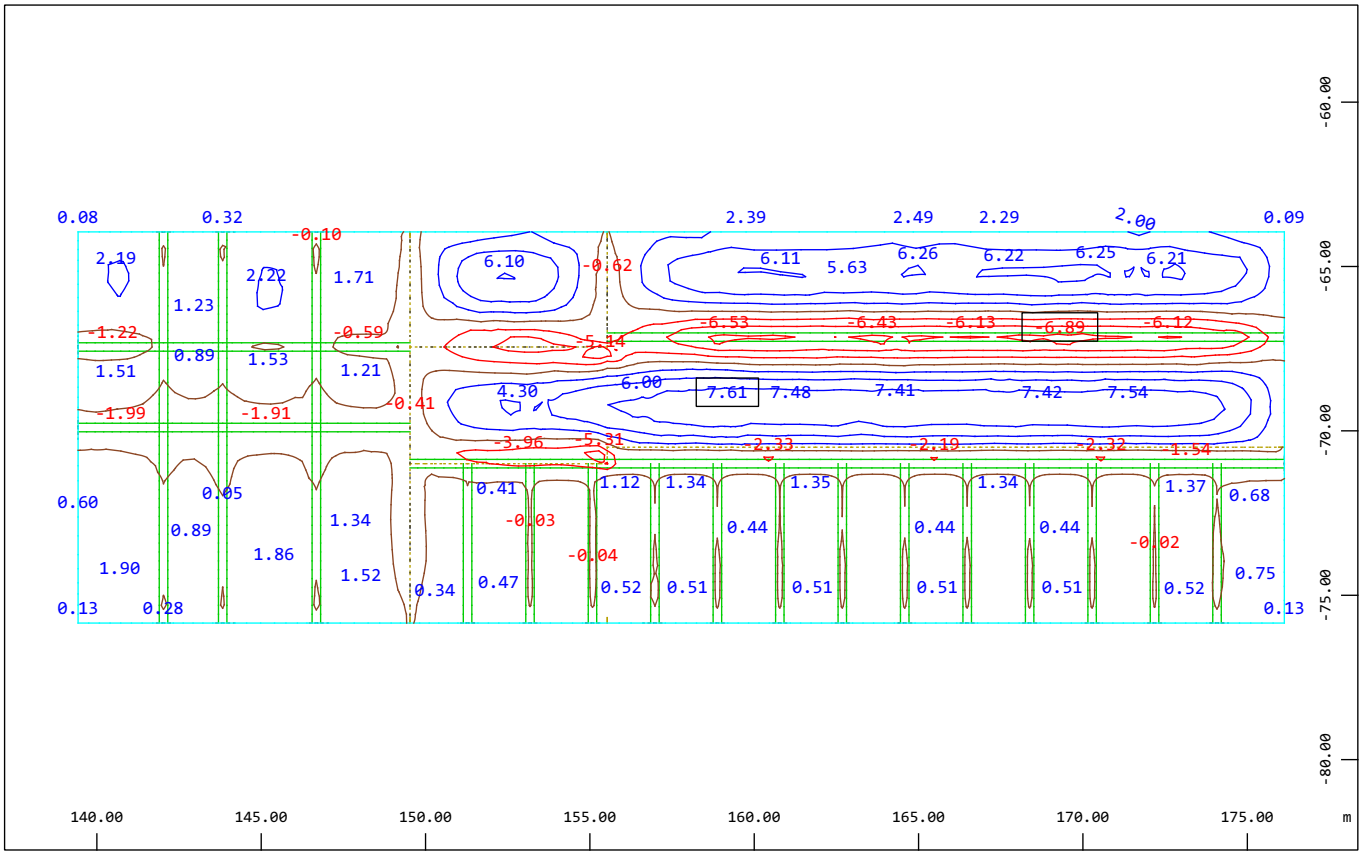
Ovojnica vplivov v plošči - min mxx
Bending moment m-xx in local x from middle of element
ULS/STR , from -6.2 to 2.4 step 2.0 kNm/m

↔, Loadcase 70002 MIN-MXX QUAD --

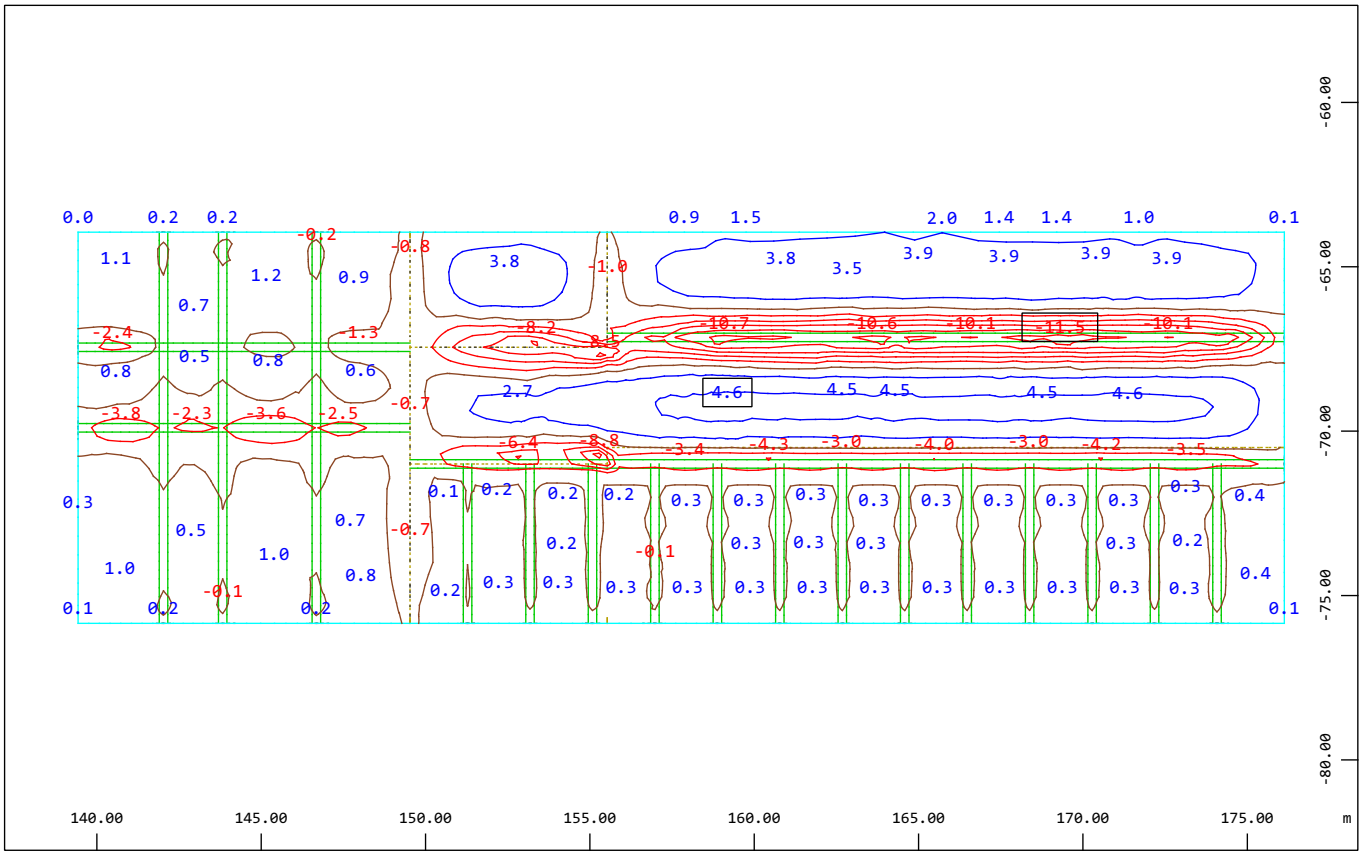
M 1 : 230

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

244044 - HE Medvode
AB plošča nad PT



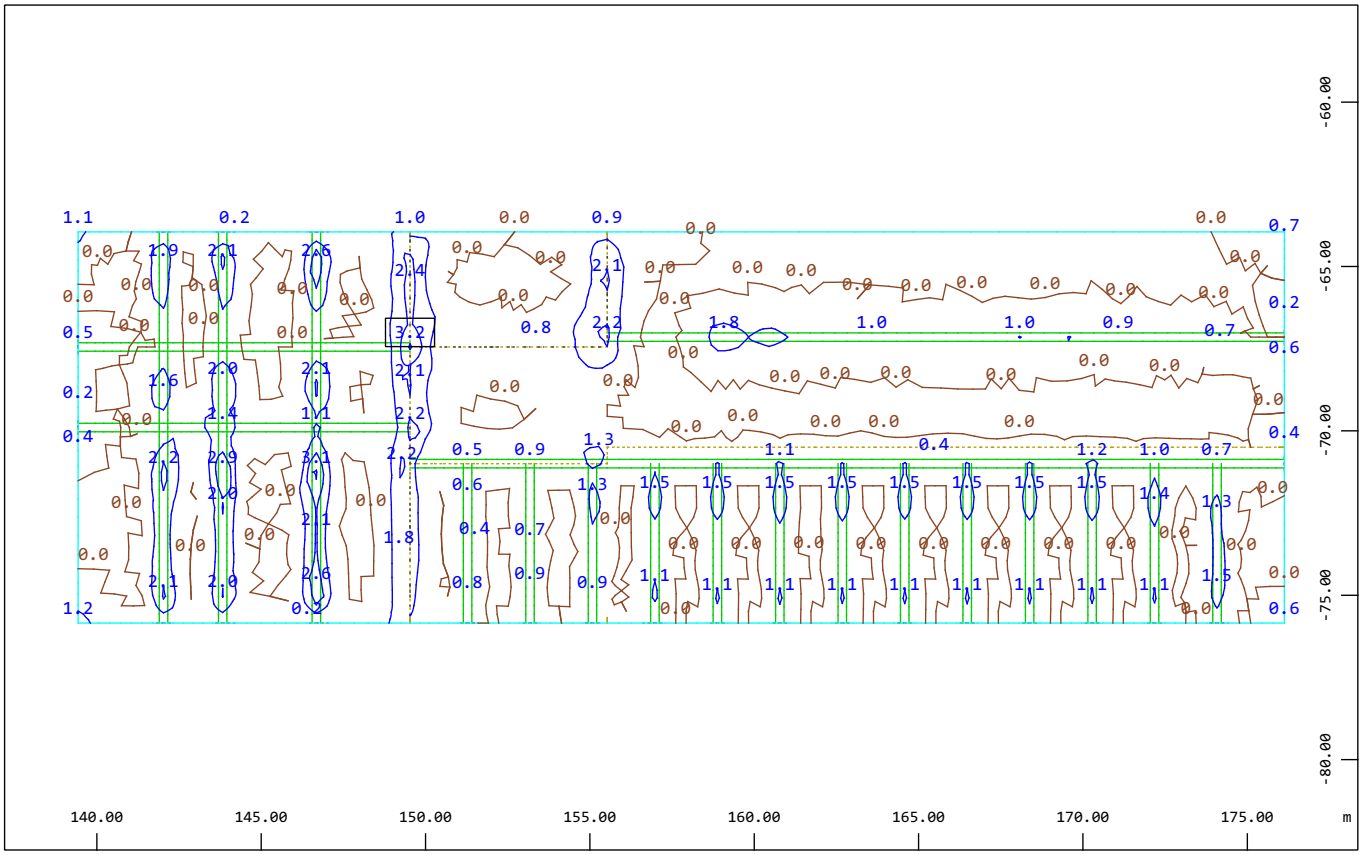
Ovojnica vplivov v plošči - max myy
Bending moment m-yy in local y from middle of element
ULS/STR , from -6.89 to 7.61 step 2.00 kNm/m
, Loadcase 70003 MAX-MYY QUAD --
M 1 : 230



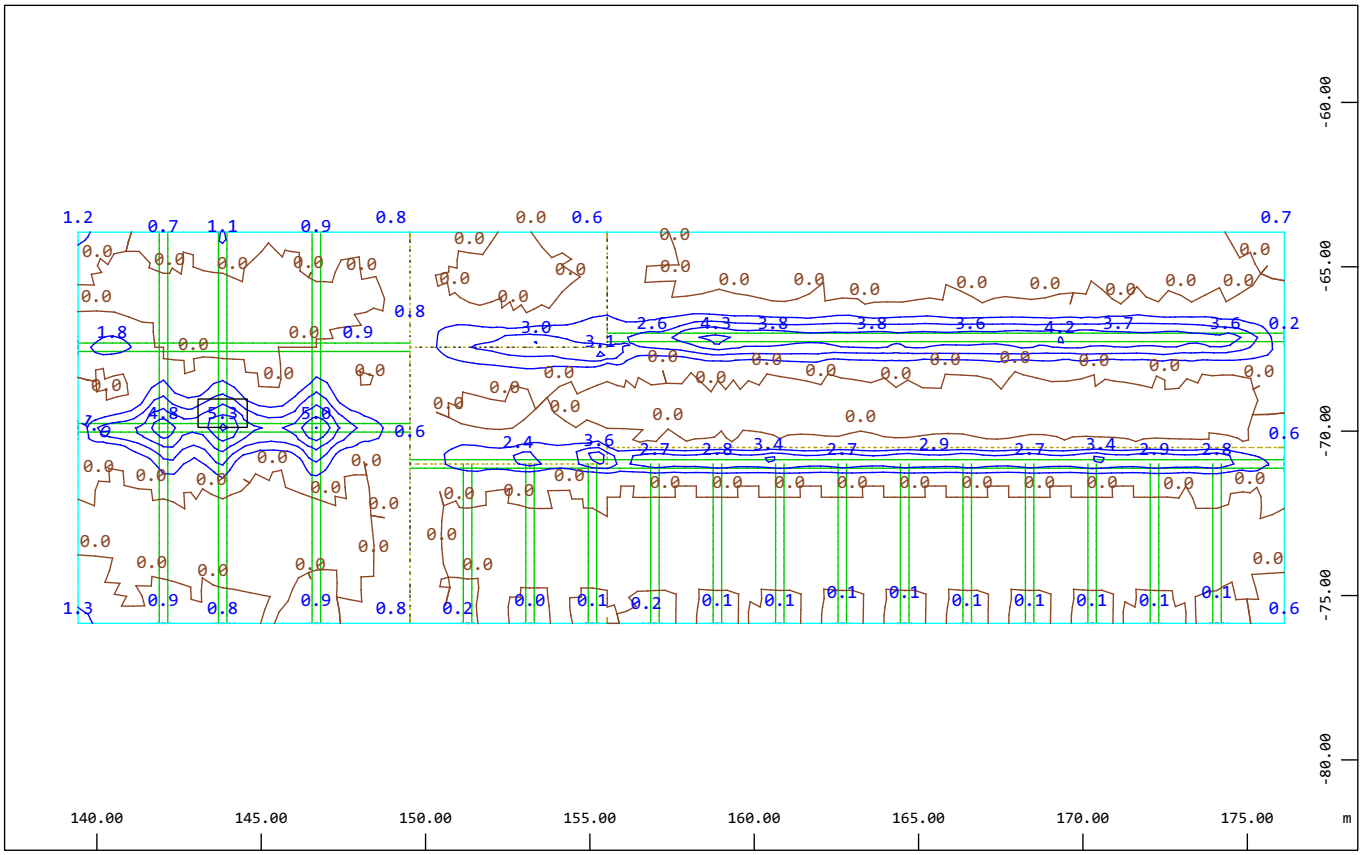
Ovojnica vplivov v plošči - min myy
Bending moment m-yy in local y from middle of element
ULS/STR , from -11.5 to 4.6 step 2.0 kNm/m
, Loadcase 70004 MIN-MYY QUAD --
M 1 : 230

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

244044 - HE Medvode
AB plošča nad PT



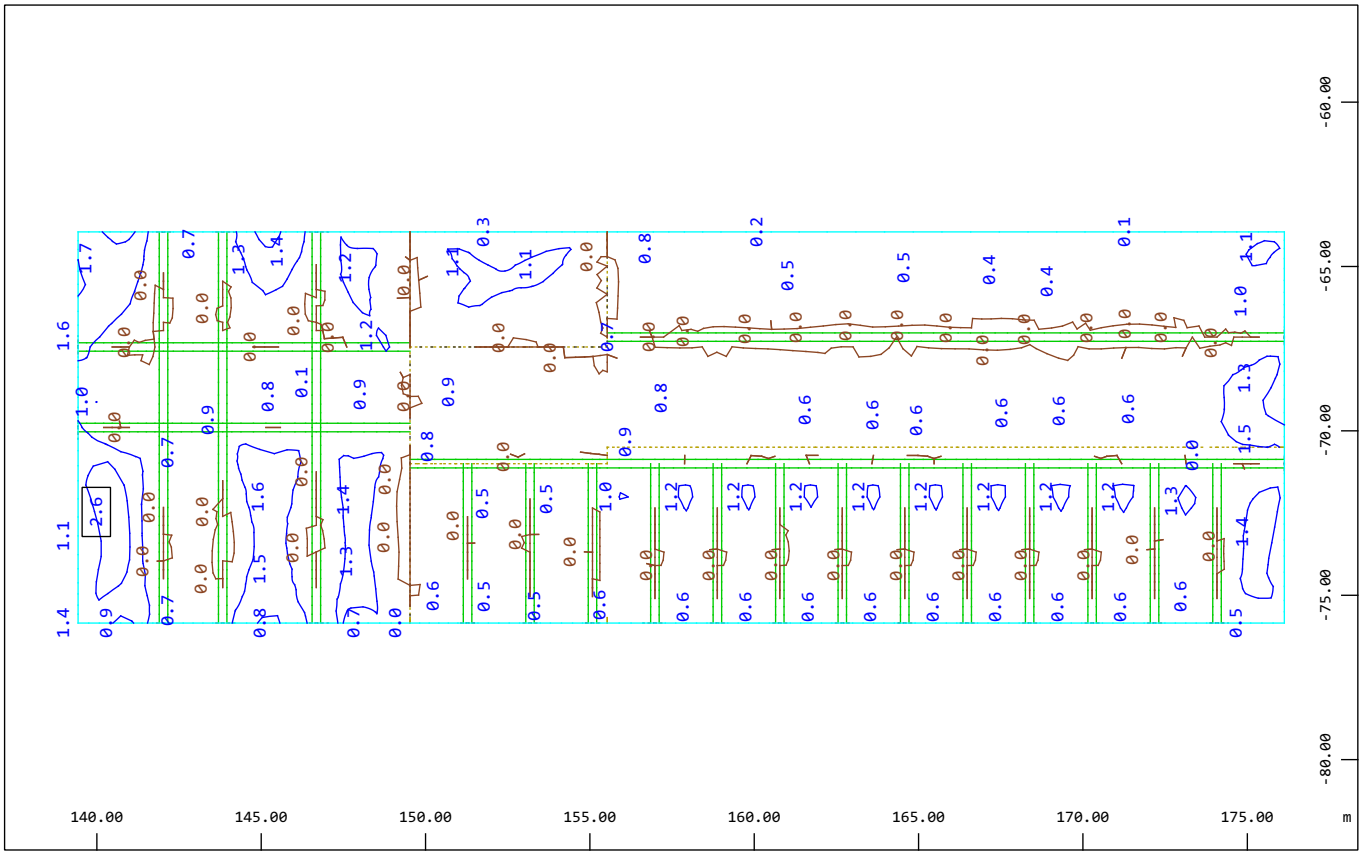
Armatura - zgornja cona - smer 1 M 1 : 230
Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) , Design Case 151
After the crack width design , from 0.00 to 3.2 step 1.0 cm2/m



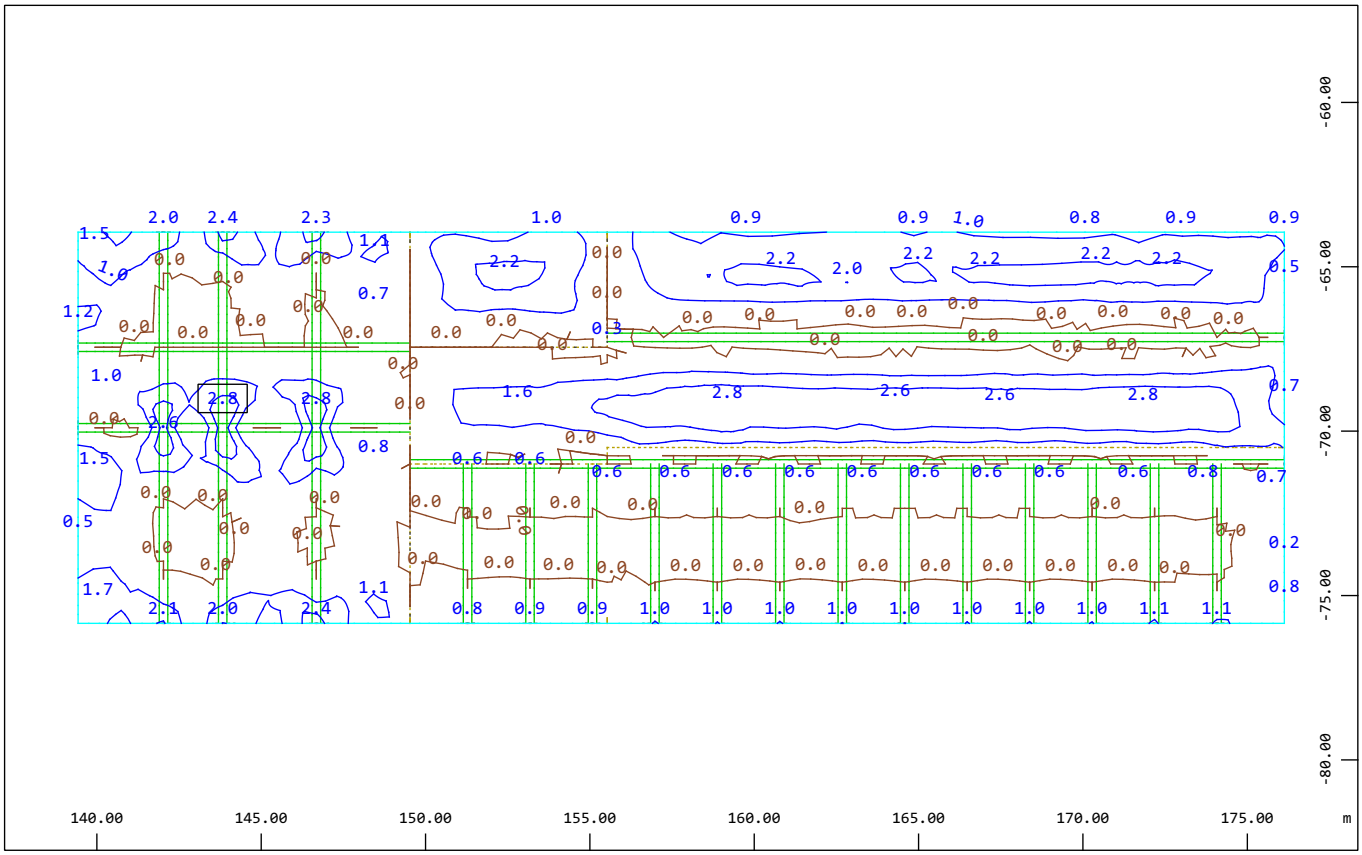
Armatura - zgornja cona - smer 2 M 1 : 230
Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) , Design Case 151 After
the crack width design , from 0.00 to 5.3 step 1.0 cm2/m

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

244044 - HE Medvode
AB plošča nad PT



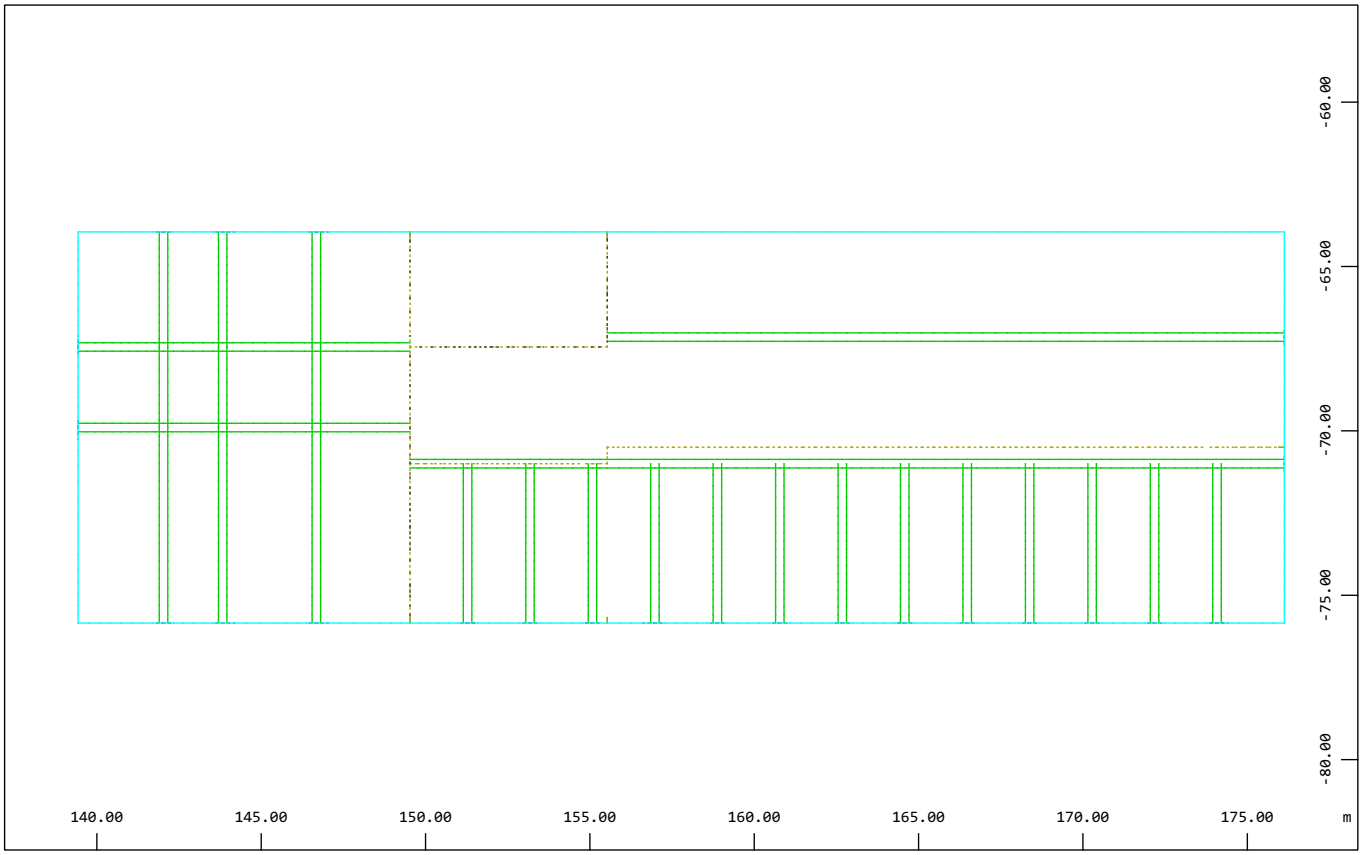
Armatura - spodnja cona - smer 1 M 1 : 230
Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) , Design Case 151
After the crack width design , from 0.00 to 2.6 step 1.0 cm2/m



Armatura - spodnja cona - smer 2 M 1 : 230
Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) , Design Case 151 After
the crack width design , from 0.00 to 2.8 step 1.0 cm2/m

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

244044 - HE Medvode
AB plošča nad PT

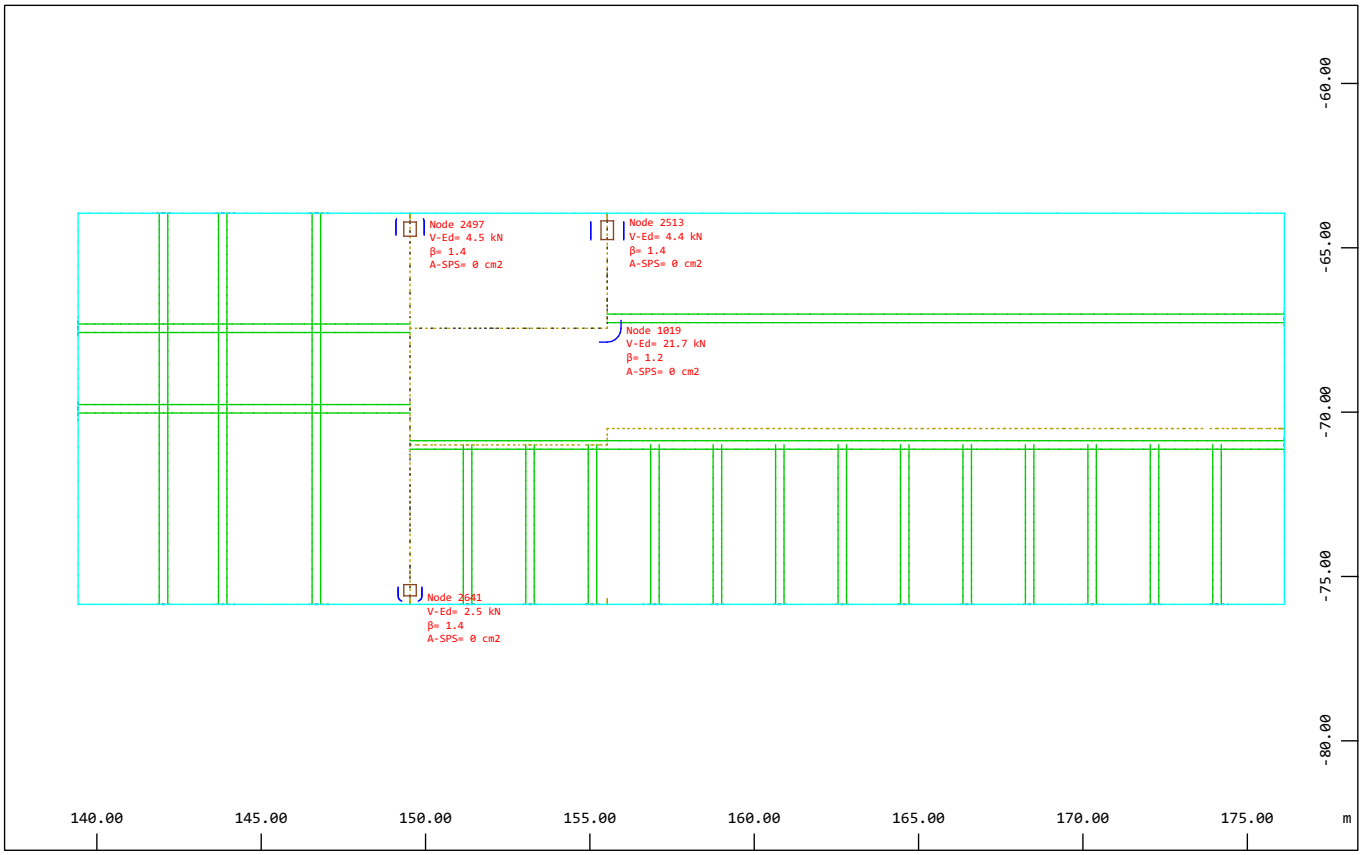


Y
Z—X

Armatura - strig
Quadrilateral Elements , Shear reinforcement design , from 0 to 0 step 1 cm2/m2

⬡, Design Case 151 After the crack width

M 1 : 230



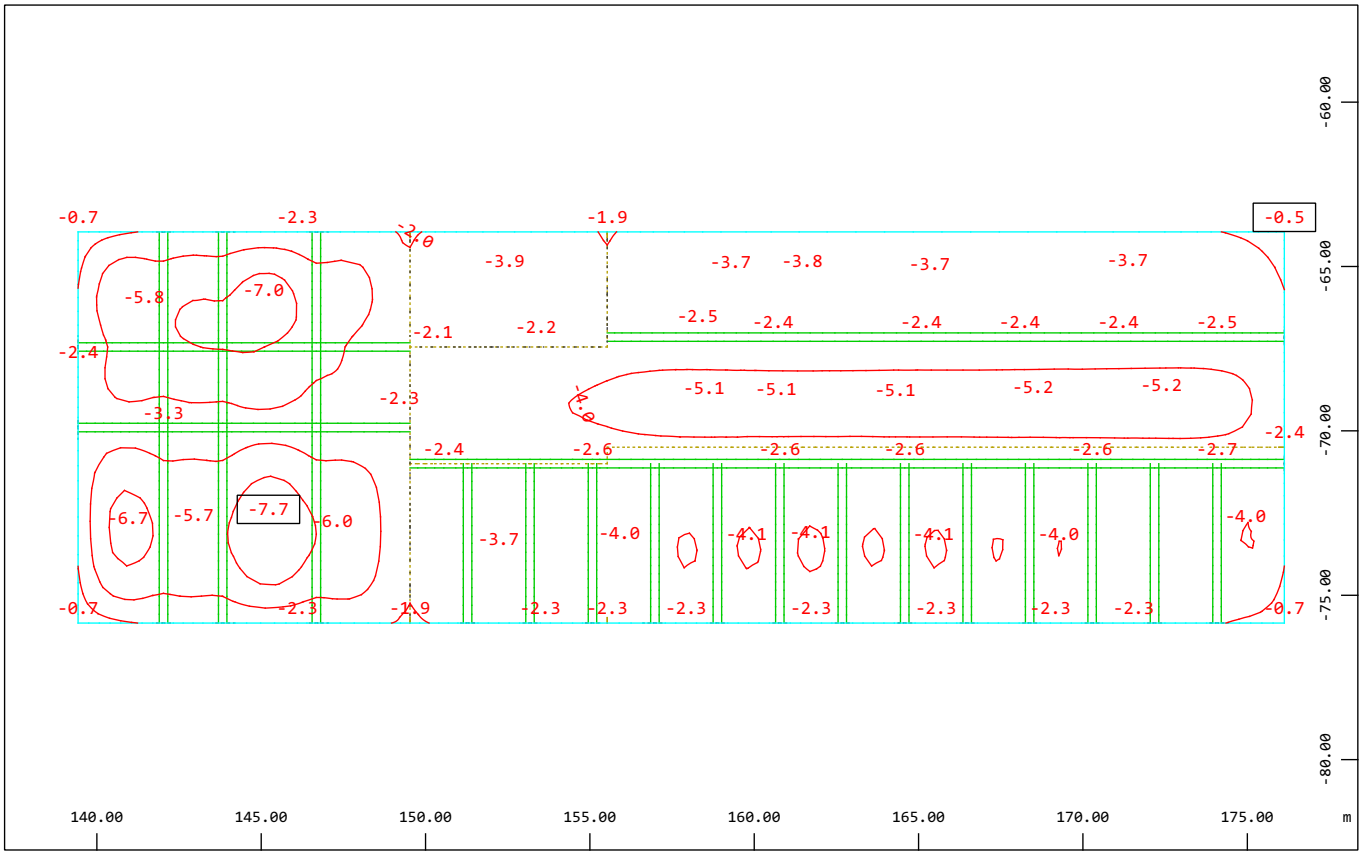
Y
Z—X

Kontrola preboja - MSN
Punching in cm2/m2, Design Case 191 ULS design (Max=0.00)

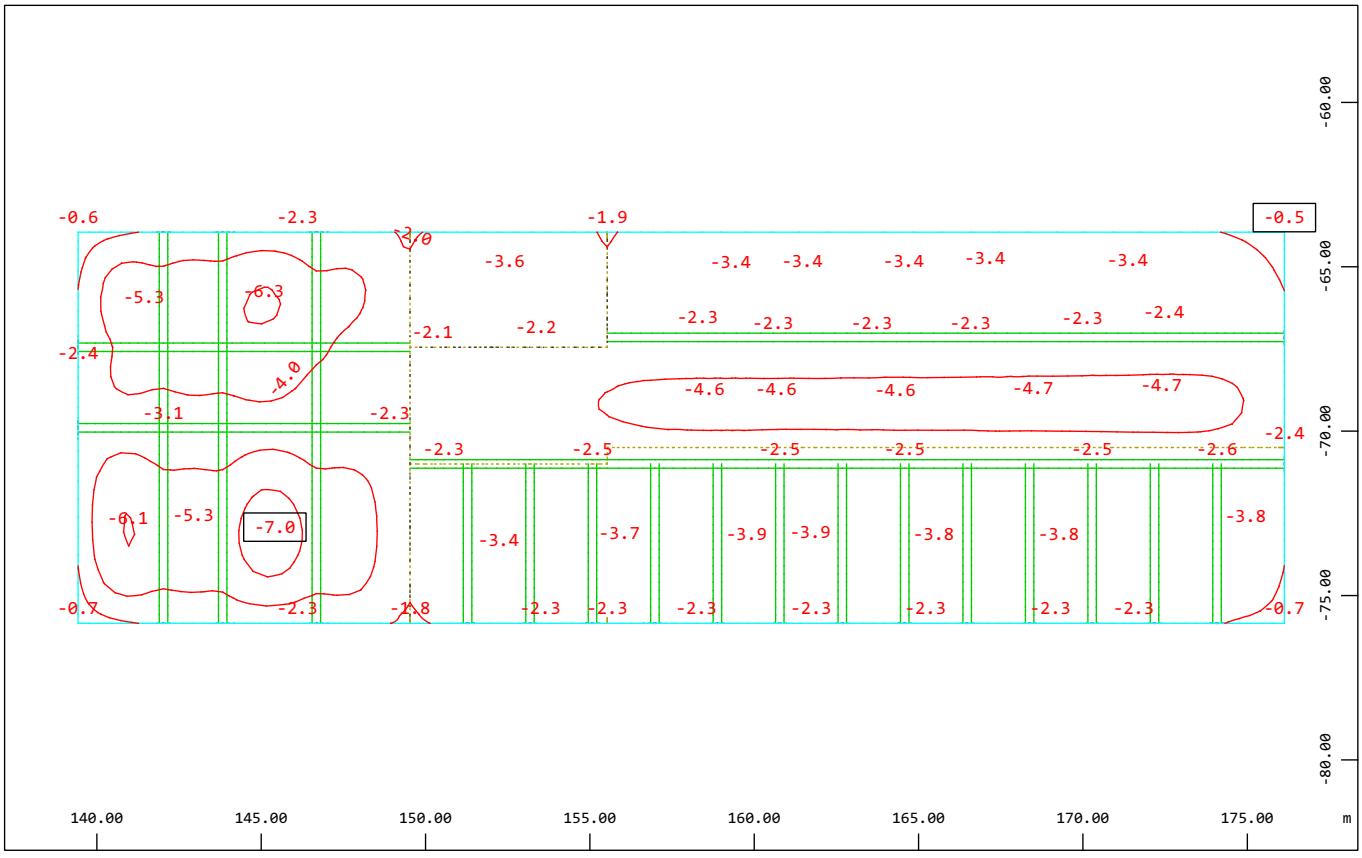
M 1 : 230

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

244044 - HE Medvode
AB plošča nad PT



Pomiki uz
Nodal displacement in global Z
2.0 mm
, Loadcase 82176 uz,max [w_tot] , from -7.7 to 1.0 step
M 1 : 230



Pomiki uz
Nodal displacement in global Z
2.0 mm
, Loadcase 82276 uz,max [w2+w3] , from -7.0 to 1.0 step
M 1 : 230

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

Priloga C | Statični preračun AB nosilcev v plošči nad pritličjem

Prečni prerez

Geometrija in material

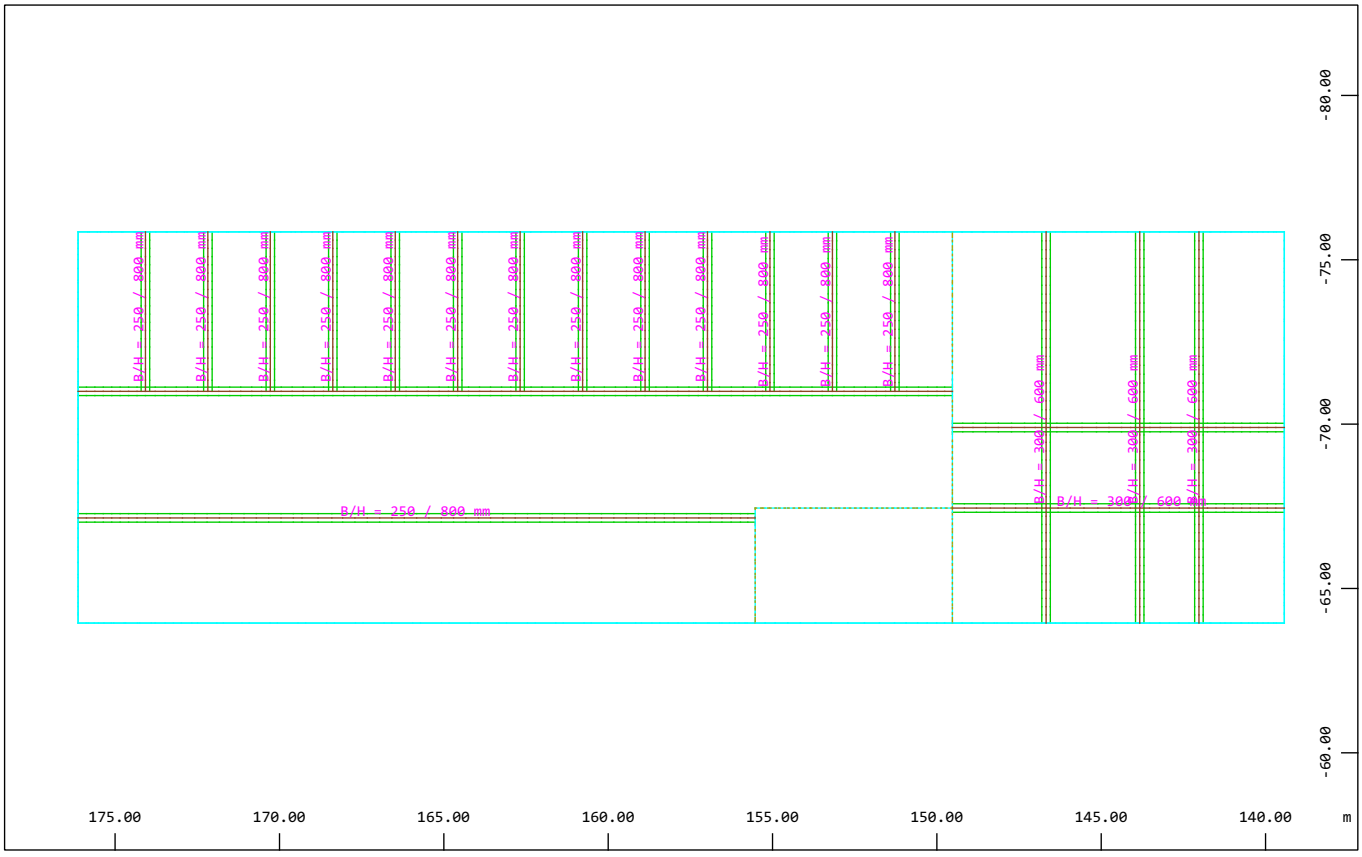
Notranje statične količine

Pomiki

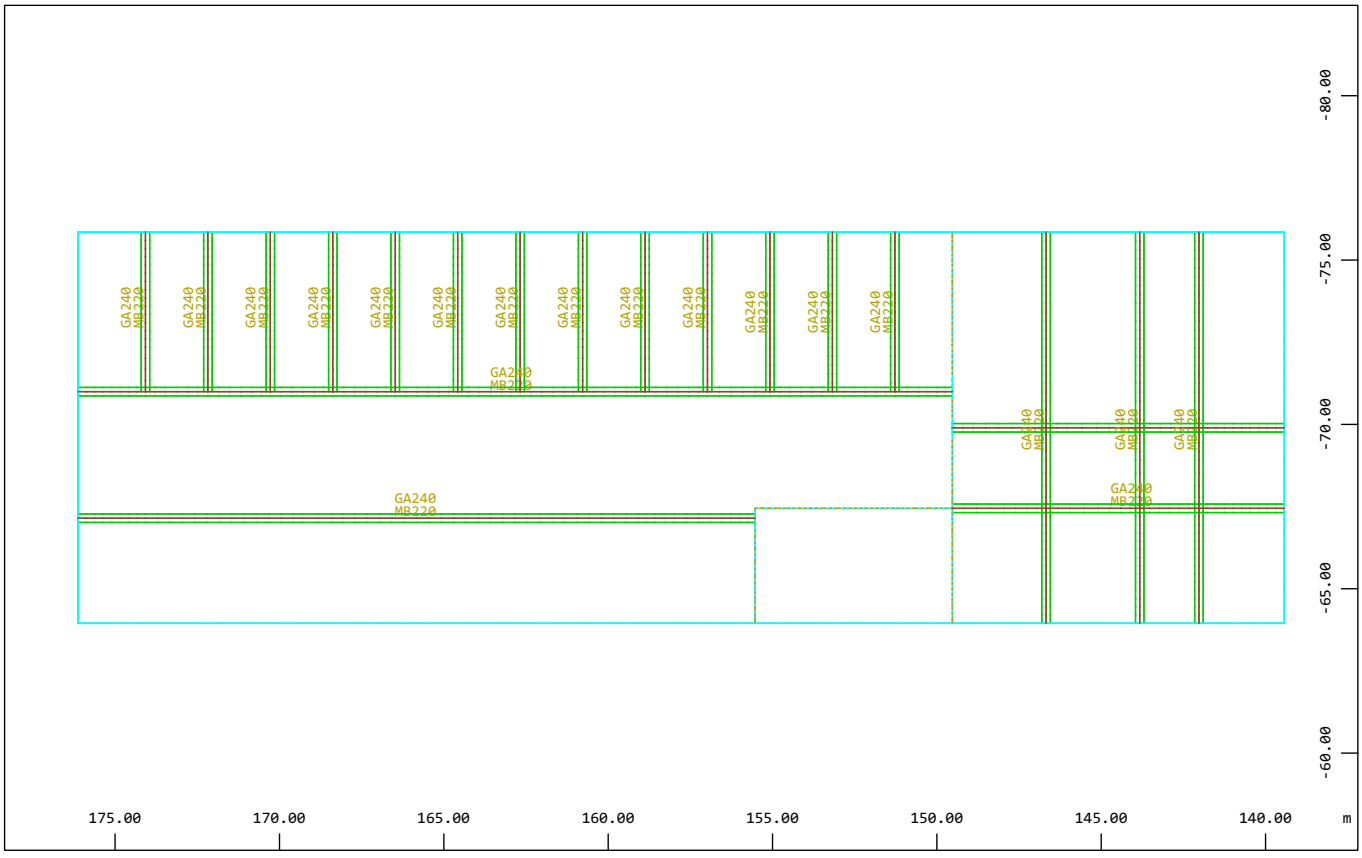
Armatura

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

244044 - HE Medvode
AB nosilci v plošči nad PT



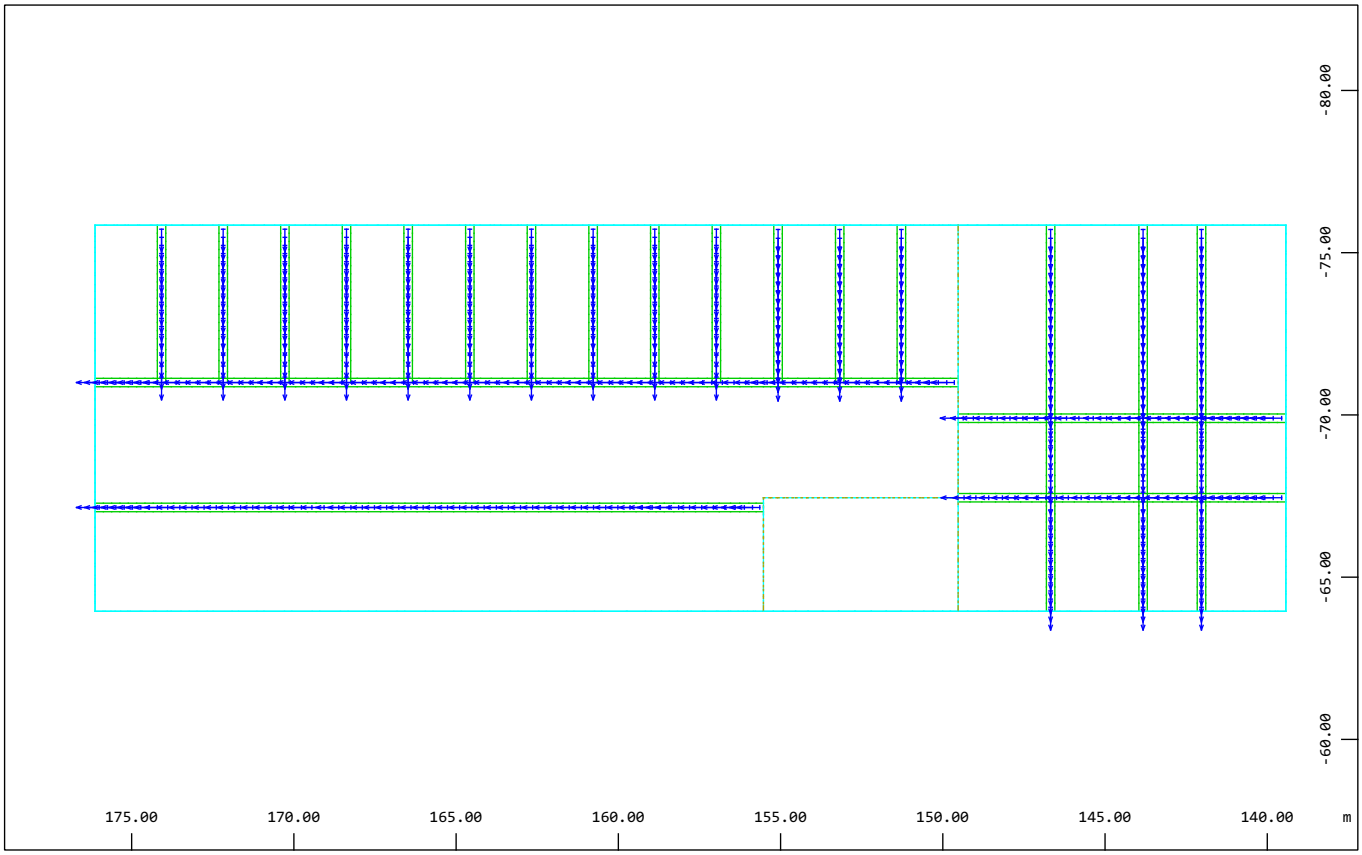
Material
Beam Elements , Sectional Designations
M 1 : 230



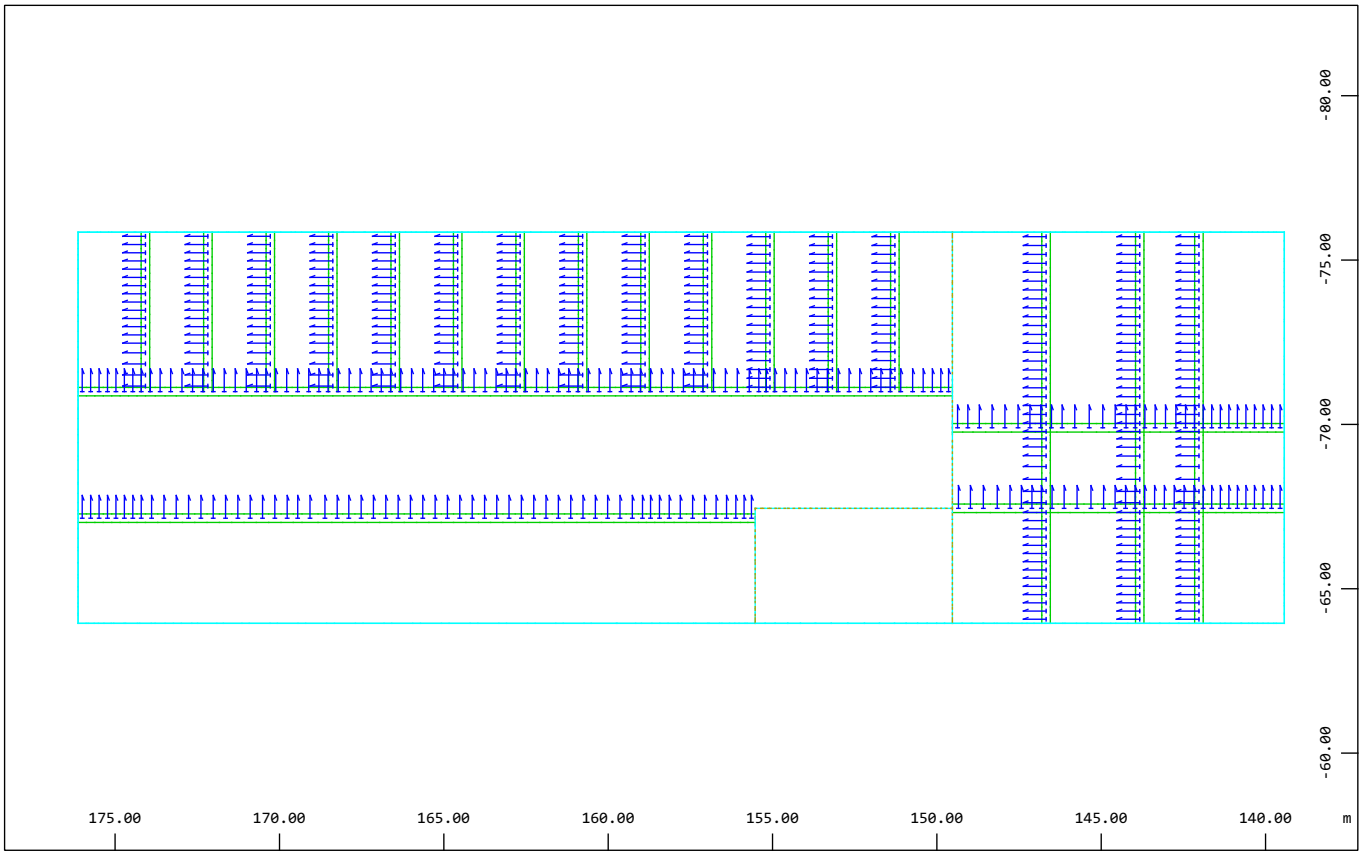
Prerezi
Beam Elements , Material designations
Beam Elements , Designation of reinforcement materials
M 1 : 230

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

244044 - HE Medvode
AB nosilci v plošči nad PT



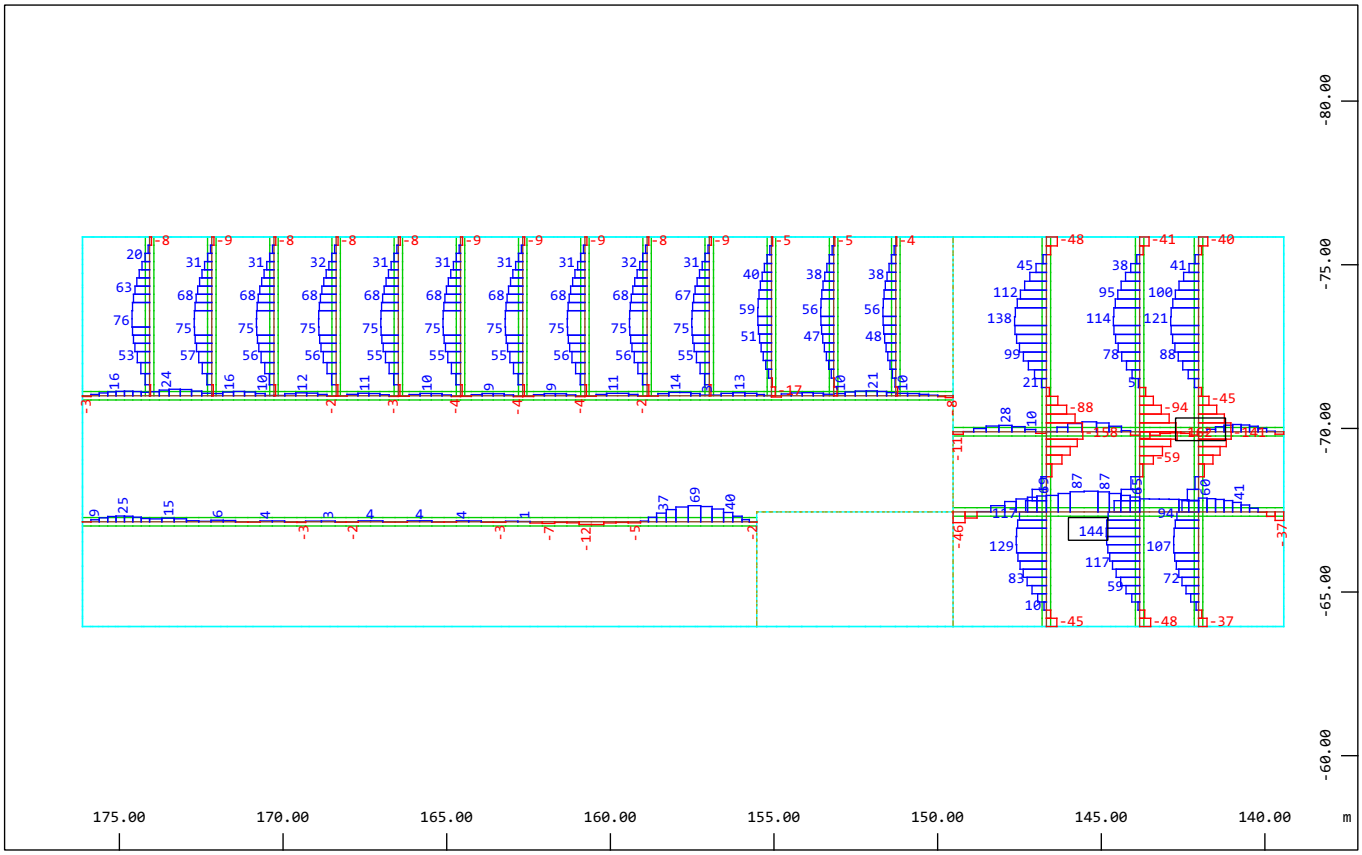
Koordinatni sistem - smer X
Beam Elements , Local direction X ( )
M 1 : 233



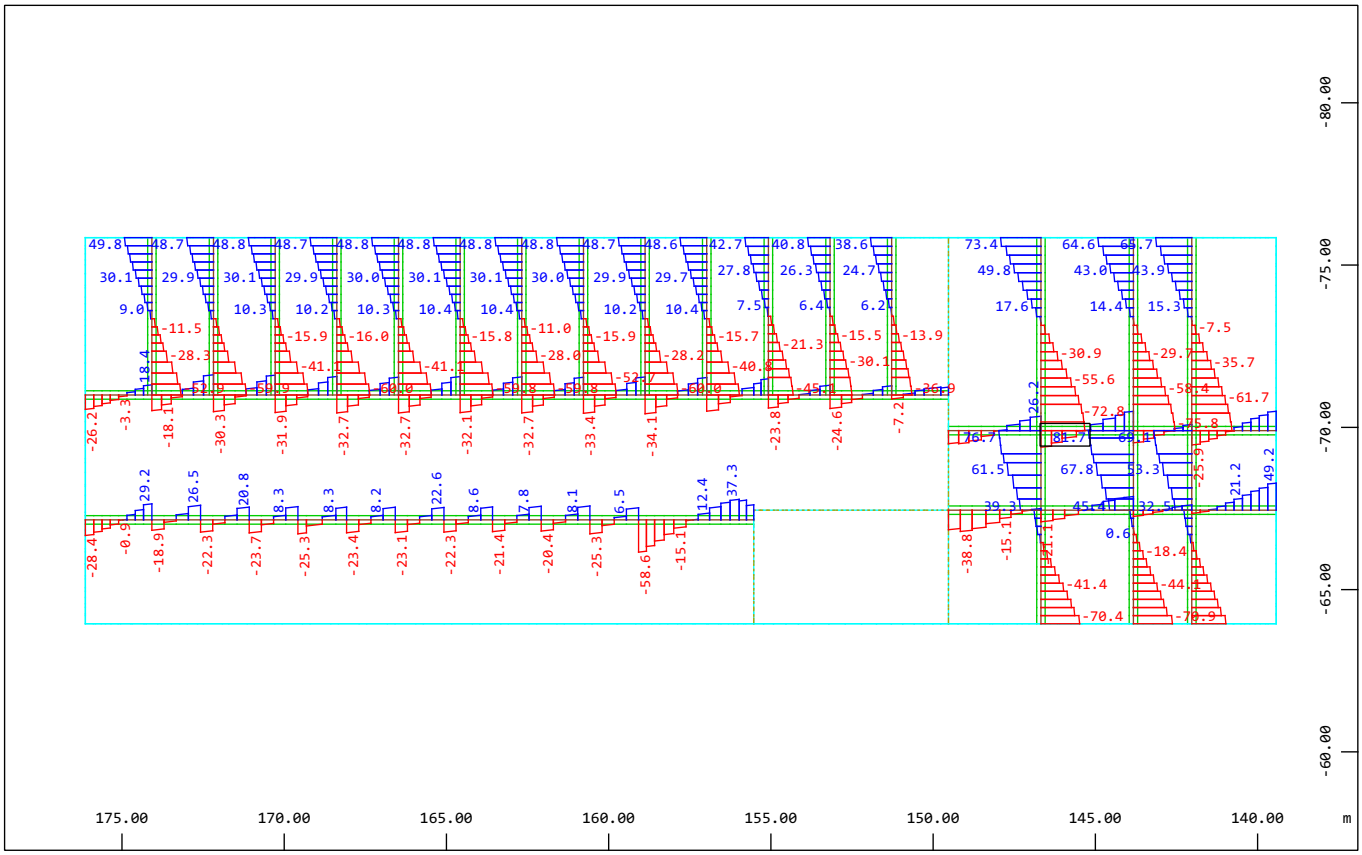
Koordinatni sistem - smer Y
Beam Elements , Local direction Y ( )
M 1 : 230

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

244044 - HE Medvode
AB nosilci v plošči nad PT



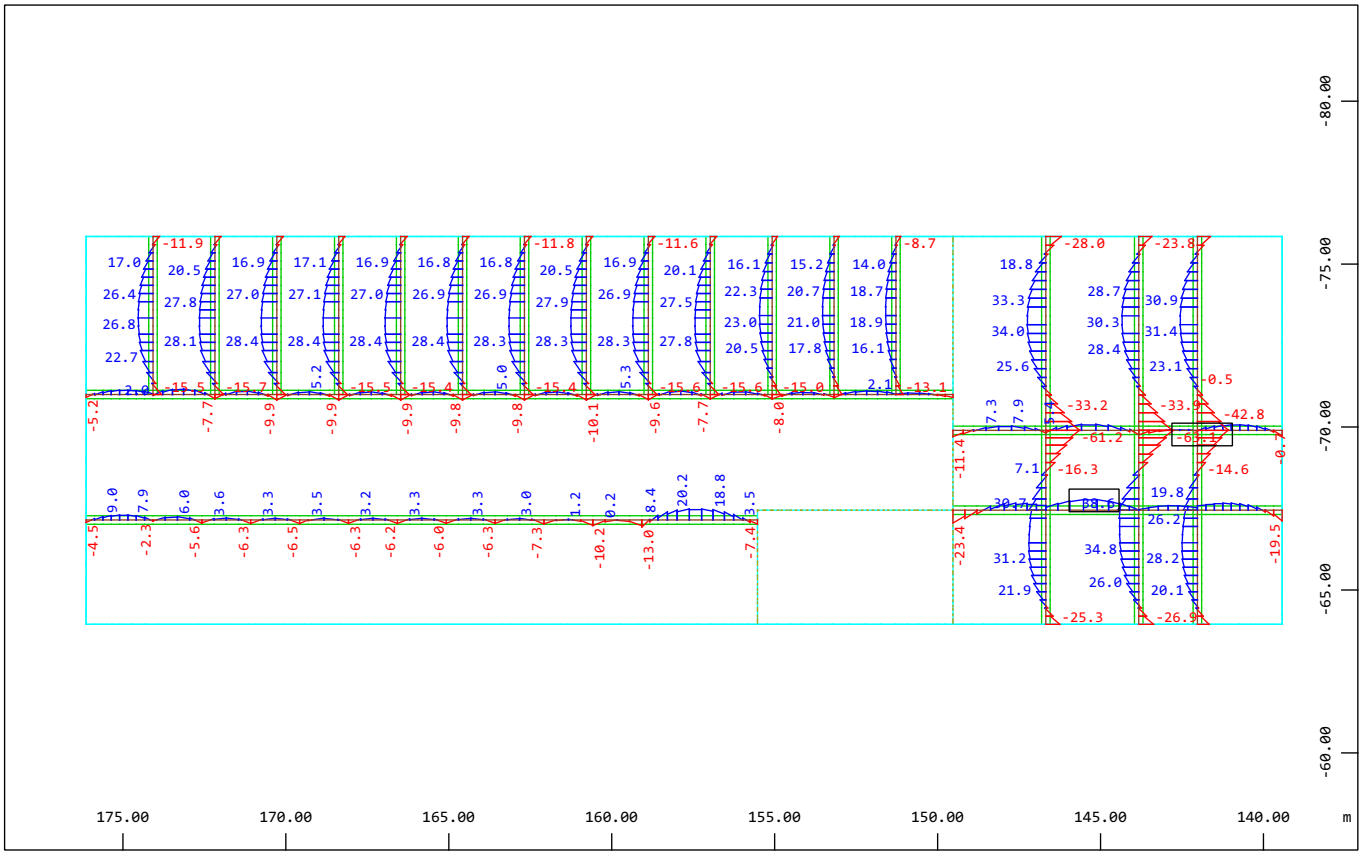
Ovojnica osnih sil N
M 1 : 231
Beam Elements , Normal force Nx,Absolute maximum values of Loadcase 70021 MAX-N BEAM --
ULS/STR and 70022 MIN-N BEAM -- ULS/STR, 1 cm = 327.34 kN (Min=-162) (Max=144)



Ovojnica prečnih sil Vz
M 1 : 233
Beam Elements , Shear force Vz,Absolute maximum values of Loadcase 70025 MAX-VZ BEAM --
ULS/STR and 70026 MIN-VZ BEAM -- ULS/STR, 1 cm = 137.50 kN (Min=-79.9) (Max=81.7)

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

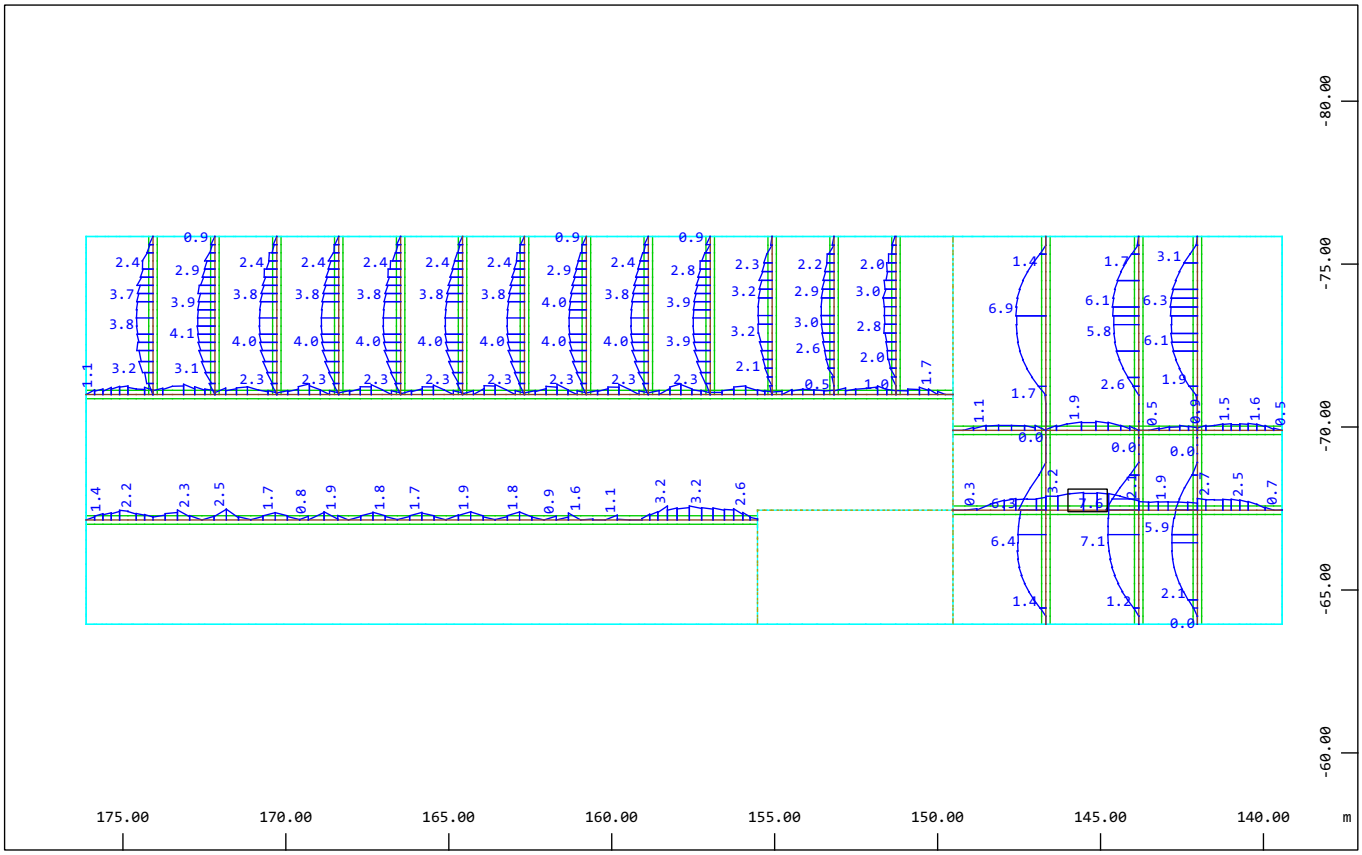
244044 - HE Medvode
AB nosilci v plošči nad PT



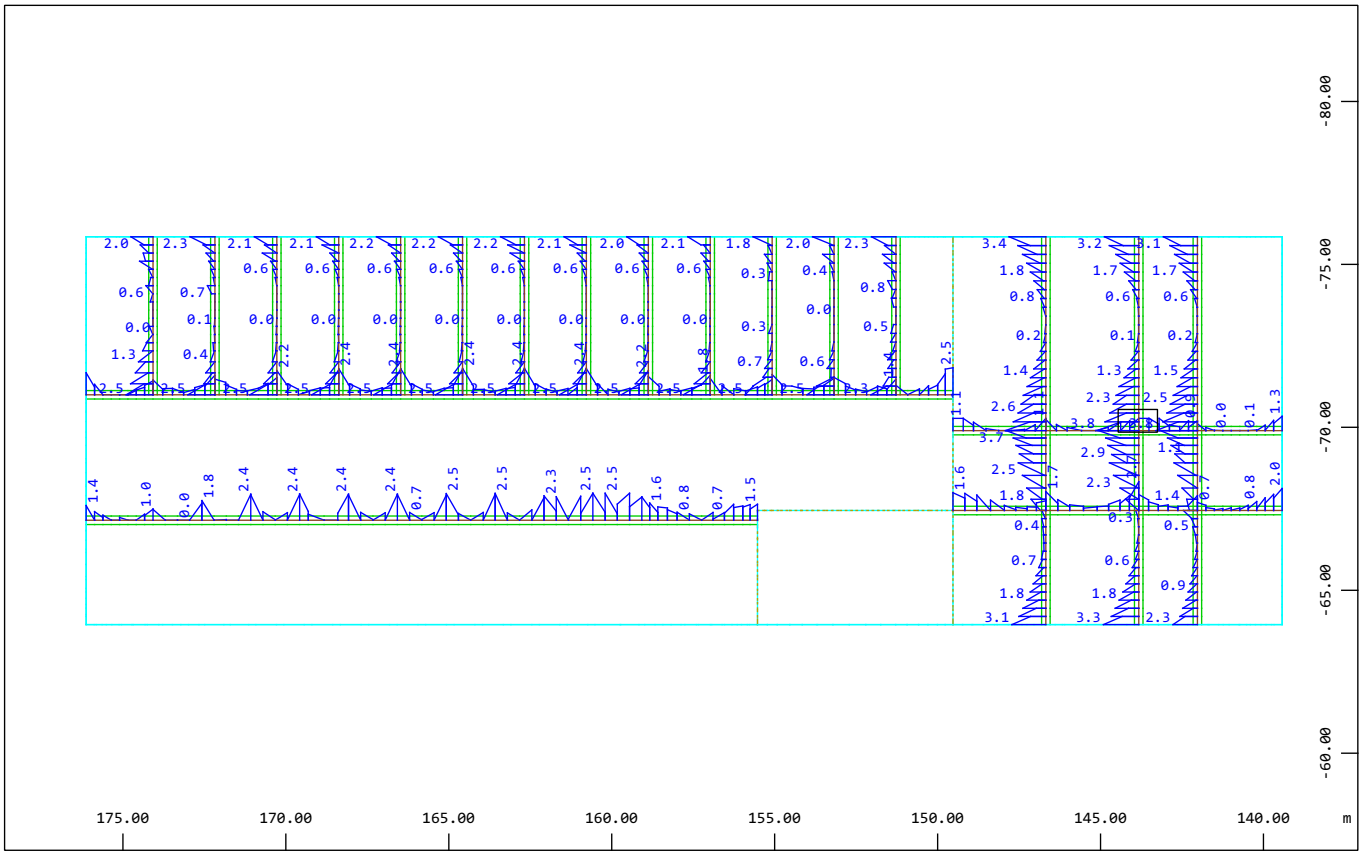
Ovojnica prečnih sil My
M 1 : 232
Beam Elements , Bending moment My,Absolute maximum values of Loadcase 70029 MAX-MY BEAM
-- ULS/STR and 70030 MIN-MY BEAM -- ULS/STR, 1 cm = 137.50 kNm (Min=-63.1) (Max=38.6)

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

244044 - HE Medvode
AB nosilci v plošči nad PT



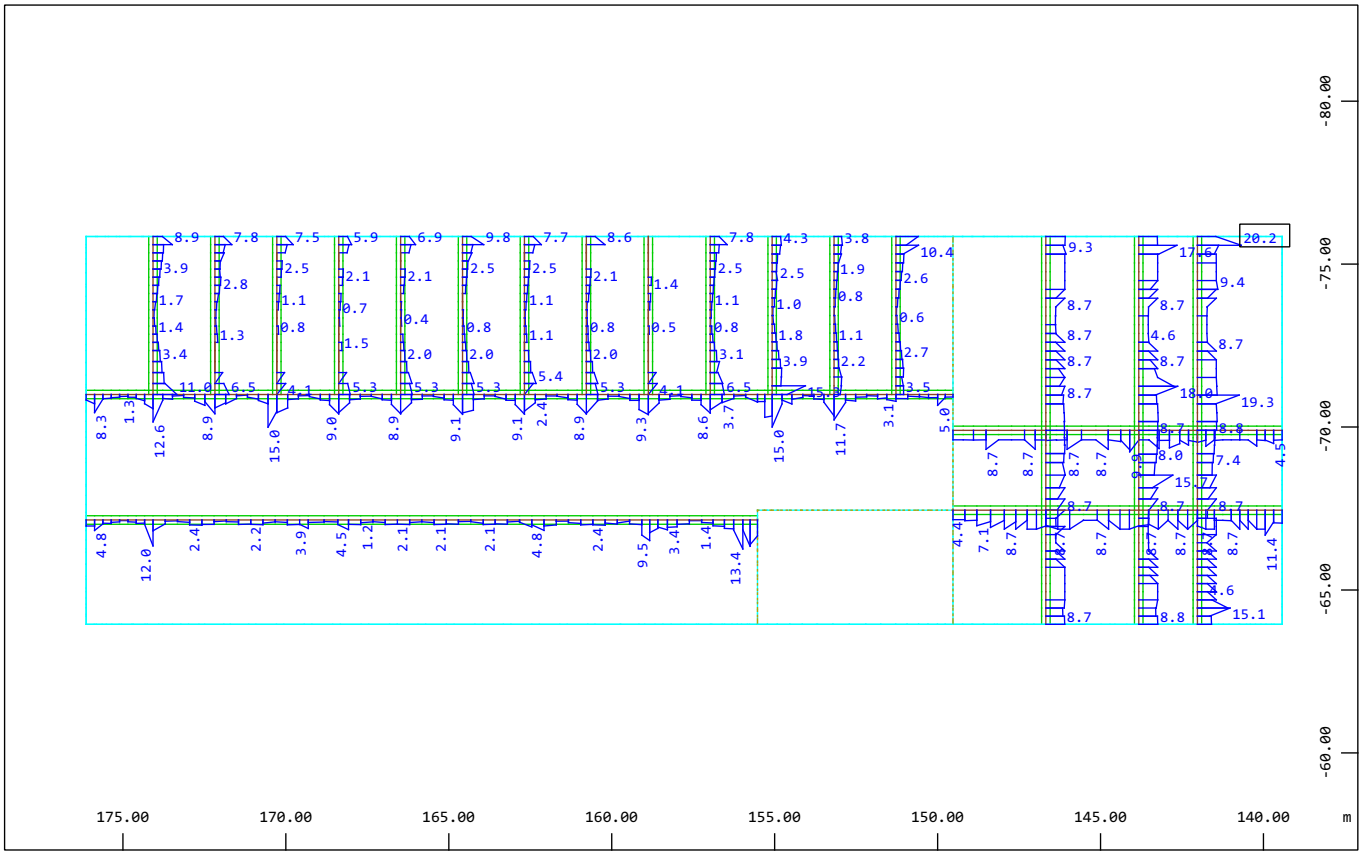
Spodnja armatura
M 1 : 232
Beam Elements , Longitudinal Reinforcements Lay. M1, Design Case 251 Beams: SLS , 1 cm =
17.422 cm2 (Max=7.6)



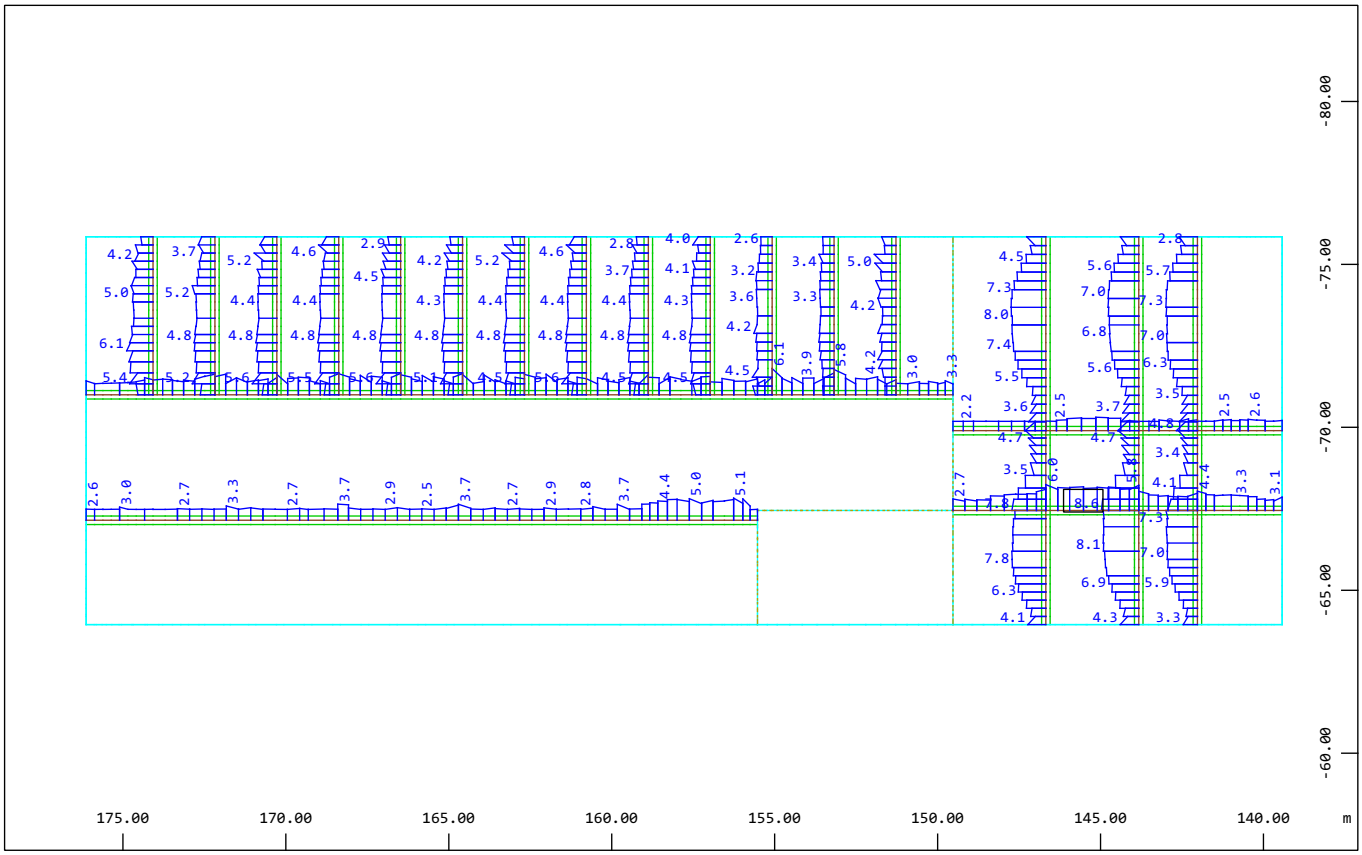
Zgornja armatura
M 1 : 232
Beam Elements , Longitudinal Reinforcements Lay. M2, Design Case 251 Beams: SLS , 1 cm =
6.9688 cm2 (Max=3.8)

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

244044 - HE Medvode
AB nosilci v plošči nad PT



Strižna armatura
M 1 : 232
Beam Elements , Shear reinforcements (maximum), Design Case 251 Beams: SLS , 1 cm =
34.844 cm2/m (Max=20.2)



Celotna armatura
M 1 : 232
Beam Elements , Longitudinal reinforcements (total), Design Case 251 Beams: SLS , 1 cm =
17.422 cm2 (Max=8.6)

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

Priloga D | Potresna analiza s programom 3Muri – OBSTOJEČE stanje

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

HE Medvode – potresna analiza - obstoječi objekt

Potresna analiza
April 2024

Building Type:
☐ New
☑ Existing

Reason for Seismic Verification:
☑ Modification/change in usage
☐ Extension

Address:

Gorenjska cesta 46, 1215 Medvode

Analysis by:

dr. Jure Snoj, u.d.i.g.
Elea iC, Dunajska cesta 21, 1000 Ljubljana

Responsible Engineer:

Andrej Pogačnik, u.d.i.g.
Elea iC, Dunajska cesta 21, 1000 Ljubljana

0. General

Building Description

HE Medvode je bila zgrajena v začetku petdesetih let 20. stoletja in sodi med bistveno infrastrukturo, ki mora ostati operativna tudi med in po potresu. Stavba transformatorske postaje HE Medvode je trietažna (K+P+1N) masivna zgradba, ki je delno zidana in delno betonska. Tlorisno jo lahko razdelimo v tri dele: glavno osrednjo halo s tlorisnimi dimenzijami cca 12,3 m x 27,0 m, zahodni prizidek s tranformatorji tlorisnih dimenzij cca 4,4 m x 27,0 m ter južni prizidek s kontrolno sobo tlorisnih dimenzij cca 12,3 m x 10,1 m.

Zidovi v objektu so zidani iz polne opeke in apnene malte. Povezani so s horizontalnimi vezmi različnih dimenzij na nivoju etaž. Medetažna konstrukcija med pritličjem in 1. nadstropje so AB plošče debelin 10 cm, 12 cm in 17 cm, ojačane pa so s številnimi armiranobetonskimi nosilci. V zahodni steni so AB stebri dimenzij 30/60 cm, ki potekajo do vrha in podpirajo strešne armiranobetonske prefabricirane nosilce. Ti podpirajo streho, ki je dvokapnica z naklonom cca 10°.

Building Complexity

☐ Simple Construction
Geometrically symmetric regarding horizontal plan and vertical section, simple and well-defined structural system, no previous modifications
☑ Normal Construction
Asymmetric regarding horizontal plan or vertical section, walls with offset, not well-defined structural system
☐ Complex Construction
Asymmetric regarding horizontal plan and/or vertical section, walls with offset, vaguely defined structural system, multiple previous modifications

1. Basics

Inspection

Računski model objekta je bil narejen na podlagi projektne dokumentacije in sond, s katerimi so preiskali vgrajen material. Materialnih karakteristik niso določili, zato smo za faktor zaupanja uporabili vrednost - CF=1.35.

Quality of Basics:

☑ Very Good
Construction Plans are available, detailed knowledge of dimensions and material properties, no uncertainties regarding relevant calculation data and quality of construction

☐ Good
Construction Plans partially available, good knowledge of dimensions and material properties, few uncertainties relevant calculation data and quality of construction

☐ Medium
Construction Plans partially available, rough knowledge of dimensions and material properties, estimated values are necessary for the calculation

☐ Low
Construction Plans are not available, basic knowledge of dimensions and material properties, considerable uncertainties regarding relevant calculation data and quality of construction

Code

- Eurocode 8: Design indications for seism resistance of structures
- Eurocode 6: Design of masonry structures

2. Project description

Basic Geometry

Length of Building: 3710 [cm]
Width of Building: 1670 [cm]
Number of Floors: 2
Total Height: 1060[cm]

Structural Class

☐ I no bigger gatherings of people, no specially valuable equipment and goods, no endangerment of environment
☐ II bigger gatherings are probable, specially valuable equipment or goods, considerable infrastructural function, limited endangerment of environment
☑ III Essential infrastructural function, considerable endangerment of environment
☐ Special definition under agreement with construction owner

Supporting Structure

Vertical Elements
AB stebri, nearmirane zidane stene s horizontalnimi vezmi
Horizontal Structures
AB plošče in monta strop

3. Mechanical properties of structural elements

Masonry

Name	E [kN/m2]	G [kN/m2]	Specific weight [kg/m3]	fm [kN/m2]	Shear resistance [kN/m2]
Opeka	1.500.000	500.000	18	2.222	66,67
MB110opeka	27.000.000	10.800.000	24	9.166	166,67

Concrete

Name	E [kN/m2]	G [kN/m2]	Specific weight [kg/m3]	fcm [kN/m2]	fck [kN/m2]	γ c	α cc
MB220	29.000.000,00	11.600.000,00	2.500	18.333,33	22.000,00	1,50	8,50

Rebar steel grades

Name	E [kN/m2]	G [kN/m2]	Specific weight [kg/m3]	fym [kN/m2]	fyk [kN/m2]	γ s
GA240	200.000.000	76.923.000	7.850	177.777	240.000	1,15

4. Seismic action

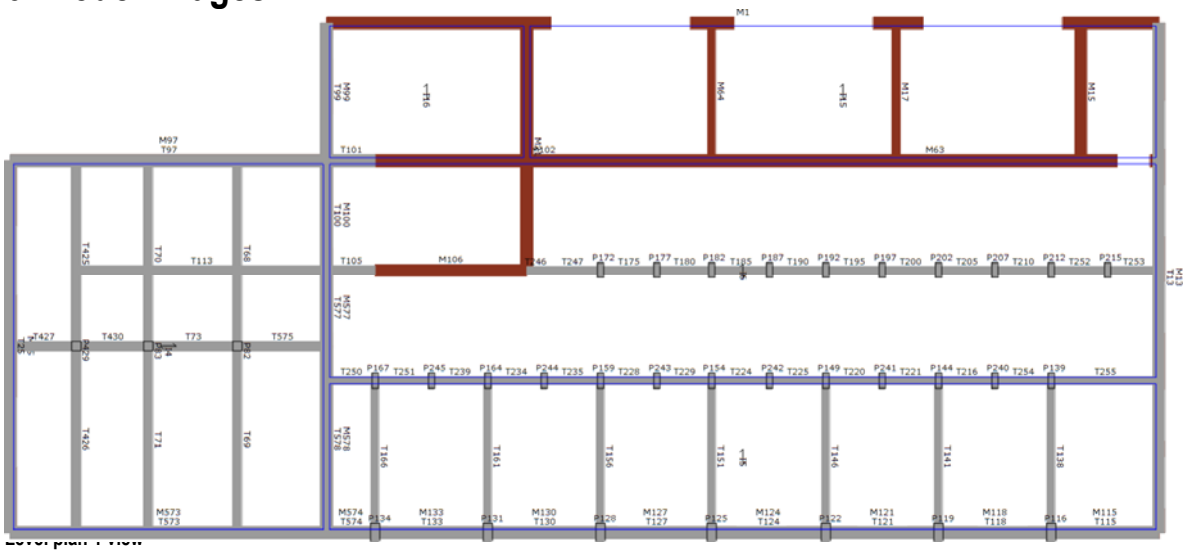
The response spectrums, according to that found in the code, are defined by the peak acceleration and the ground category in the building where construction takes place.

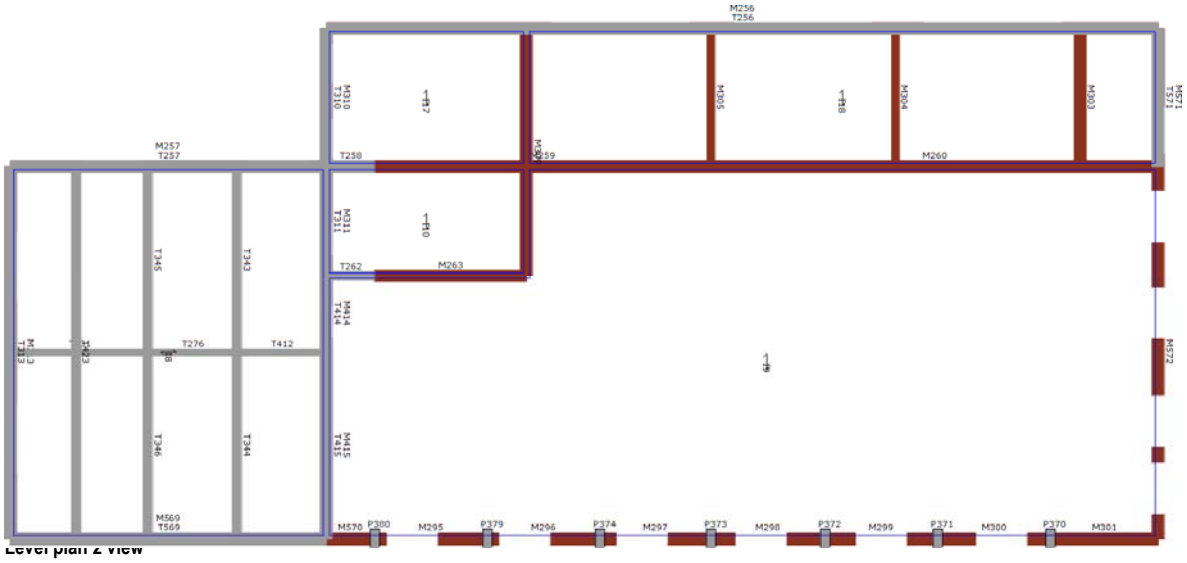
agR (NC) [m/s2]	agR (SD) [m/s2]	agR (DL) [m/s2]	Soil type	S	TB [s]	TC [s]	TD [s]	I
2,50	2,50	1,25	C	1,15	0,20	0,60	2,00	1,20

5. Static actions

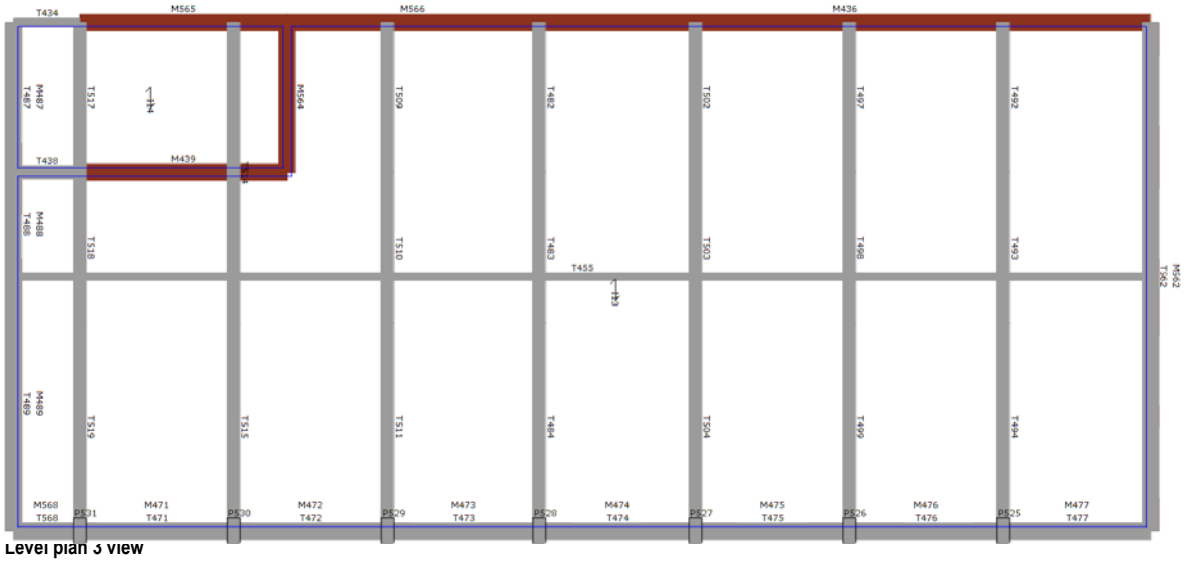
No. Floor	Gk1 [kN/m2]	Gk2 [kN/m2]	Qk [kN/m2]	Leading variable action 1	φ	ψ0	ψ2
4	3,00	2,05	3,00	No	1,00	0,70	0,30
5	3,00	1,25	5,00	No	1,00	0,70	0,30
6	5,00	1,25	5,00	No	1,00	0,70	0,30
8	1,00	1,00	1,00	No	1,00	0,70	0,30
9	0,01	0,01	0,01	No	1,00	0,70	0,30
10	4,00	1,50	3,00	No	1,00	0,70	0,30
13	1,00	1,00	1,00	No	1,00	0,70	0,30
14	4,00	1,50	3,00	No	1,00	0,70	0,30
15	0,01	0,01	0,01	No	1,00	0,70	0,30
16	4,00	1,50	3,00	No	1,00	0,70	0,30
17	1,00	1,00	1,00	No	1,00	0,70	0,30
18	1,00	1,00	1,00	No	1,00	0,70	0,30

6. Model images

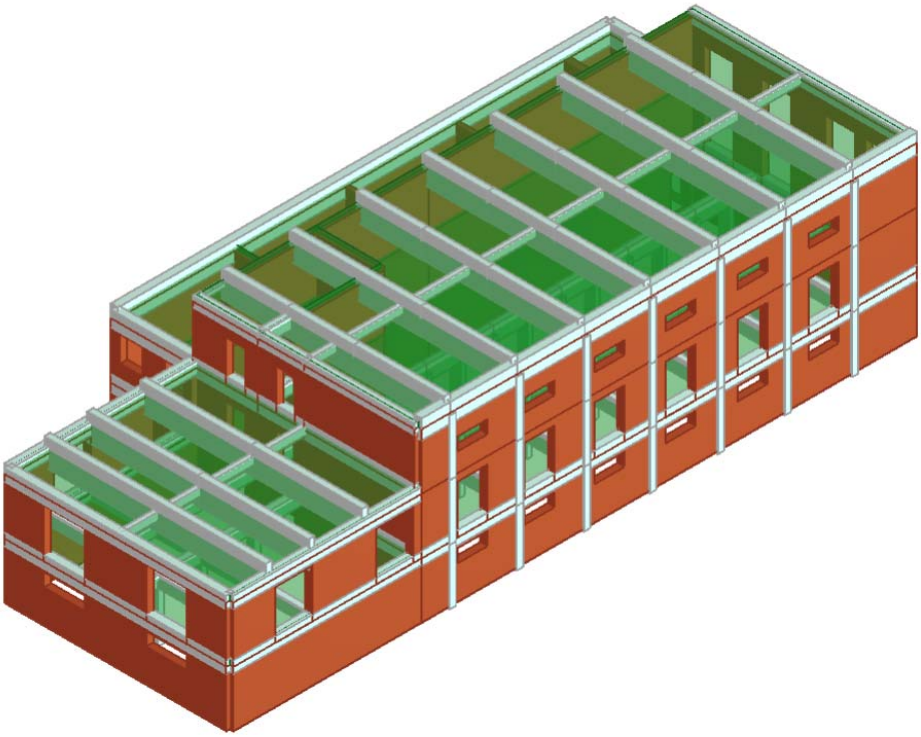




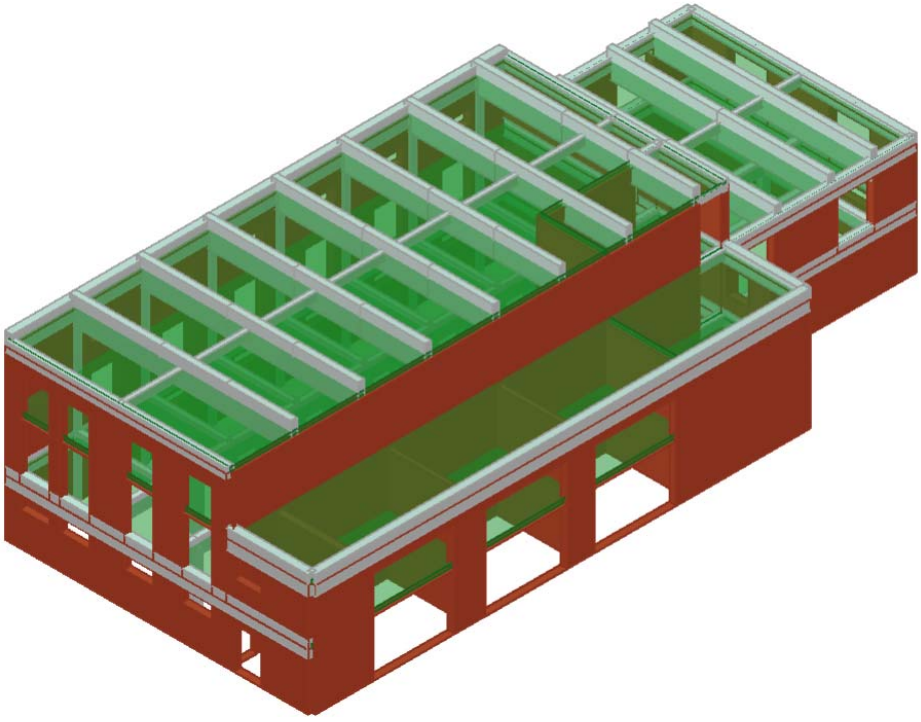
Level plan 2 view



Level plan 3 view



3D view (1)



3D view (2)

4. Model description

Materials

Name	Type	Colour	Description
Muratura	Masonry		
MB160	Concrete		
MB220	Concrete		
GA240	Rebar steel grades		

Model geometry

Modelling of the building is done by insertion of walls which are made into discrete macro elements. These represent deformable masonry piers and spandrel beams on the level. Rigid nodes are indicated in the areas of the masonry that are typically less subject to earthquake damage. Generally, the piers and the spandrel beams are contiguous at the openings, and the rigid nodes are an element that connects the piers and spandrel beams. The mathematical concept behind the use of this element allows the damage mechanism to be found. This is shear damage in the central part, or compression-bending at the edges of the element. In this way, the damage dynamic can be understood in the way that it actually occurs in reality.

The nodes of the model are three-dimensional, with five degrees of liberty. (three displacement components in the overall reference system and the rotation around the X and Y axes) Alternatively, they are two-dimensional nodes with three degrees of liberty. (two transfers and the rotation of the level of the wall) The three-dimensional nodes are used to allow transfer of the actions from one wall to a second wall which is located transversally to the first. The two-dimensional nodes only have degrees of liberty on the level where the wall is found, allowing transfer of the force states between the various points of the wall.

The horizontal structures are modelled with the three node floor elements connected to three-dimensional nodes. They can be loaded perpendicularly to their level using accidental or permanent loads. Seismic actions load the floor along the direction of the level. For this reason, the floor finite element is defined with axial rigidity, but without bending rigidity. This is because the main mechanical behaviour of interest is that receiving horizontal loads due to the seismic action.

5. Structural elements

Level 1

Masonry panel

No.	Wall	Material	Reinforcement	Elevation [m]	Height [m]	Thickness [mm]
1	1	Muratura	-	3,000	3,000	380
63	2	Muratura	-	3,000	3,000	380
102	2	Muratura	-	3,000	3,000	380
106	3	Muratura	-	3,000	3,000	380
15	8	Muratura	-	3,000	3,000	380
17	9	Muratura	-	3,000	3,000	250
64	10	Muratura	-	3,000	3,000	250
21	11	Muratura	-	3,000	3,000	380

Masonry panel + R.C. tie beam (1)

No.	Wall	Masonry wall material	Reinforcement	Wall elevation [m]	Height [m]	Thickness [mm]	Concrete material	Steel material	Tie beam elevation [m]	Section base [mm]	Section height [mm]
97	2	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB160	GA240	3,000	380	600
115	6	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	700
118	6	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	700
121	6	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	700
124	6	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	700
127	6	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	700
130	6	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	700
133	6	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	700
573	6	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB160	GA240	3,000	380	600
574	6	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	700
13	7	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	800
99	12	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	800
100	12	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	800
577	12	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	800
578	12	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	800
25	13	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB160	GA240	3,000	380	600

Masonry panel + R.C. tie beam (2)

No.	Wall	Area [mm2]	J [mm4]	As intrados [mm2]	As extrados [mm2]	No. of intrados rebars	No. of extrados rebars	Concrete cover [mm]	Stirrup spacing [mm]	Strirrup area [mm2]	Flexible portion
97	2	228.000,00	6.840.000.000,0	226,19	226,19	2	2	30	300	39,27	0,50
115	6	266.000,00	10.861.666.250,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
118	6	266.000,00	10.861.666.250,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
121	6	266.000,00	10.861.666.250,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
124	6	266.000,00	10.861.666.250,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
127	6	266.000,00	10.861.666.250,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
130	6	266.000,00	10.861.666.250,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
133	6	266.000,00	10.861.666.250,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
573	6	228.000,00	6.840.000.000,0	226,19	226,19	2	2	30	300	39,27	0,50

574	6	266.000,00	10.861.666.250,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
13	7	304.000,00	16.213.333.750,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
99	12	304.000,00	16.213.333.750,0	339,29	339,29	3	3	30	300	39,27	0,50
100	12	304.000,00	16.213.333.750,0	339,29	339,29	3	3	30	300	39,27	0,50
577	12	304.000,00	16.213.333.750,0	339,29	339,29	3	3	30	300	39,27	0,50
578	12	304.000,00	16.213.333.750,0	339,29	339,29	3	3	30	300	39,27	0,50
25	13	228.000,00	6.840.000.000,0	226,19	226,19	2	2	30	300	39,27	0,50

R.C. beam (1)

No.	Wall	Concrete material	Steel material	I elevation [m]	J elevation [m]	Section base [mm]	Section height [mm]	J [mm4]
101	2	MB220	GA240	3,000	3,000	380	400	2.026.666.718,8
105	3	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0
113	3	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0
175	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
180	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
185	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
190	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
195	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
200	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
205	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
210	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
246	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
247	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
252	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
253	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
73	4	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0
427	4	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0
430	4	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0
575	4	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0
216	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
220	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
221	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
224	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
225	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
228	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
229	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
234	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
235	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
239	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
250	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
251	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
254	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
255	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
151	10	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
138	15	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
141	17	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
146	19	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0

156	22	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
161	24	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
166	26	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
68	27	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0
69	27	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0
70	28	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0
71	28	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0
425	31	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0
426	31	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0

R.C. beam (2)

No.	Wall	As intrados [mm2]	As extrados [mm2]	Intrados rebars no.	Extrados rebars no.	Concrete cover [mm]	Stirrup spacing [mm]	Strirrup area [mm2]
101	2	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
105	3	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55
113	3	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
175	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
180	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
185	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
190	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
195	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
200	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
205	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
210	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
246	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
247	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
252	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
253	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
73	4	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
427	4	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
430	4	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
575	4	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
216	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
220	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
221	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
224	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
225	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
228	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
229	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
234	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
235	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
239	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
250	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
251	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
254	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
255	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
151	10	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
138	15	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55

141	17	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
146	19	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
156	22	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
161	24	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
166	26	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
68	27	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
69	27	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
70	28	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
71	28	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
425	31	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
426	31	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55

R.C. column (1)

No.	Concrete material	Steel material	Elevation [m]	Section base [mm]	Section height [mm]	Area [mm2]	Rotation angle [rad]	Height [m]
82	MB220	GA240	3,000	300	300	90.000,00	0,00	3,000
83	MB220	GA240	3,000	300	300	90.000,00	0,00	3,000
116	MB220	GA240	3,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
119	MB220	GA240	3,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
122	MB220	GA240	3,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
125	MB220	GA240	3,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
128	MB220	GA240	3,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
131	MB220	GA240	3,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
134	MB220	GA240	3,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
139	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
144	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
149	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
154	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
159	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
164	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
167	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
172	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
177	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
182	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
187	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
192	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
197	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
202	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
207	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
212	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
215	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
240	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
241	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
242	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
243	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
244	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
245	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
429	MB220	GA240	3,000	300	300	90.000,00	0,00	3,000

R.C. column (2)

No.	Side b As [mm2]	Side h As [mm2]	Side b rebars no.	Side h rebars no.	Concrete cover [mm]	Stirrup spacing [mm]	Strirrup area [mm2]
82	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
83	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
116	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
119	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
122	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
125	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
128	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
131	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
134	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
139	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
144	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
149	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
154	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
159	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
164	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
167	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
172	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
177	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
182	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
187	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
192	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
197	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
202	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
207	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
212	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
215	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
240	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
241	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
242	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
243	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
244	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
245	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
429	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55

Floor

No.	Elevation [m]	Thickness [mm]	G [kN/m2]	Ex [kN/m2]	Ey [kN/m2]	Mass loading	Type
4	3,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
5	3,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
6	3,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
15	3,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
16	3,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor

Level 2

Masonry panel

No.	Wall	Material	Reinforcement	Elevation [m]	Height [m]	Thickness [mm]
259	2	Muratura	-	6,000	3,000	380
260	2	Muratura	-	6,000	3,000	380
263	3	Muratura	-	6,000	3,000	380
295	6	Muratura	-	6,000	3,000	380
296	6	Muratura	-	6,000	3,000	380
297	6	Muratura	-	6,000	3,000	380
298	6	Muratura	-	6,000	3,000	380
299	6	Muratura	-	6,000	3,000	380
300	6	Muratura	-	6,000	3,000	380
301	6	Muratura	-	6,000	3,000	380
570	6	Muratura	-	6,000	3,000	380
572	7	Muratura	-	6,000	3,000	380
303	8	Muratura	-	6,000	3,000	380
304	9	Muratura	-	6,000	3,000	250
305	10	Muratura	-	6,000	3,000	250
309	11	Muratura	-	6,000	3,000	380

Masonry panel + R.C. tie beam (1)

No.	Wall	Masonry wall material	Reinforcement	Wall elevation [m]	Height [m]	Thickness [mm]	Concrete material	Steel material	Tie beam elevation [m]	Section base [mm]	Section height [mm]
256	1	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB220	GA240	6,000	380	1.000
257	2	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB160	GA240	6,000	380	600
569	6	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB160	GA240	6,000	380	600
571	7	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB220	GA240	6,000	380	1.000
310	12	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB220	GA240	6,000	380	800
311	12	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB220	GA240	6,000	380	800
414	12	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB220	GA240	6,000	380	800
415	12	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB220	GA240	6,000	380	800
313	13	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB160	GA240	6,000	380	600

Masonry panel + R.C. tie beam (2)

No.	Wall	Area [mm2]	J [mm4]	As intrados [mm2]	As extrados [mm2]	No. of intrados rebars	No. of extrados rebars	Concrete cover [mm]	Stirrup spacing [mm]	Strirrup area [mm2]	Flexible portion
256	1	380.000,00	31.666.667.500,0	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55	0,50
257	2	228.000,00	6.840.000.000,0	226,19	226,19	2	2	30	300	39,27	0,50
569	6	228.000,00	6.840.000.000,0	226,19	226,19	2	2	30	300	39,27	0,50
571	7	380.000,00	31.666.667.500,0	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55	0,50
310	12	304.000,00	16.213.333.750,0	339,29	339,29	3	3	30	300	39,27	0,50
311	12	304.000,00	16.213.333.750,0	339,29	339,29	3	3	30	300	39,27	0,50
414	12	304.000,00	16.213.333.750,0	339,29	339,29	3	3	30	300	39,27	0,50
415	12	304.000,00	16.213.333.750,0	339,29	339,29	3	3	30	300	39,27	0,50
313	13	228.000,00	6.840.000.000,0	226,19	226,19	2	2	30	300	39,27	0,50

R.C. beam (1)

No.	Wall	Concrete material	Steel material	I elevation [m]	J elevation [m]	Section base [mm]	Section height [mm]	J [mm4]
258	2	MB220	GA240	6,000	6,000	380	400	2.026.666.718,8
262	3	MB220	GA240	6,000	6,000	300	600	5.400.000.000,0
276	4	MB220	GA240	6,000	6,000	200	400	1.066.666.640,6
412	4	MB220	GA240	6,000	6,000	200	400	1.066.666.640,6
431	4	MB220	GA240	6,000	6,000	200	400	1.066.666.640,6
343	27	MB220	GA240	6,000	6,000	300	1.400	68.600.000.000,0
344	27	MB220	GA240	6,000	6,000	300	1.400	68.600.000.000,0
345	28	MB220	GA240	6,000	6,000	300	1.400	68.600.000.000,0
346	28	MB220	GA240	6,000	6,000	300	1.400	68.600.000.000,0
423	31	MB220	GA240	6,000	6,000	300	1.400	68.600.000.000,0

R.C. beam (2)

No.	Wall	As intrados [mm2]	As extrados [mm2]	Intrados rebars no.	Extrados rebars no.	Concrete cover [mm]	Stirrup spacing [mm]	Strirrup area [mm2]
258	2	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
262	3	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55
276	4	235,62	235,62	3	3	30	250	56,55
412	4	235,62	235,62	3	3	30	250	56,55
431	4	235,62	235,62	3	3	30	250	56,55
343	27	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
344	27	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
345	28	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
346	28	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
423	31	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55

R.C. column (1)

No.	Concrete material	Steel material	Elevation [m]	Section base [mm]	Section height [mm]	Area [mm2]	Rotation angle [rad]	Height [m]
370	MB220	GA240	6,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
371	MB220	GA240	6,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
372	MB220	GA240	6,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
373	MB220	GA240	6,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
374	MB220	GA240	6,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
379	MB220	GA240	6,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
380	MB220	GA240	6,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000

R.C. column (2)

No.	Side b As [mm2]	Side h As [mm2]	Side b rebars no.	Side h rebars no.	Concrete cover [mm]	Stirrup spacing [mm]	Strirrup area [mm2]
370	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
371	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
372	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
373	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
374	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55

379	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
380	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55

Floor

No.	Elevation [m]	Thickness [mm]	G [kN/m2]	Ex [kN/m2]	Ey [kN/m2]	Mass loading	Type
8	6,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
9	6,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
10	6,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
17	6,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
18	6,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor

Level 3

Masonry panel

No.	Wall	Material	Reinforcement	Elevation [m]	Height [m]	Thickness [mm]
436	2	Muratura	-	9,000	3,000	380
565	2	Muratura	-	9,000	3,000	380
566	2	Muratura	-	9,000	3,000	380
439	3	Muratura	-	9,000	3,000	380
564	11	Muratura	-	9,000	3,000	380

Masonry panel + R.C. tie beam (1)

No.	Wall	Masonry wall material	Reinforcement	Wall elevation [m]	Height [m]	Thickness [mm]	Concrete material	Steel material	Tie beam elevation [m]	Section base [mm]	Section height [mm]
471	6	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	1.000
472	6	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	1.000
473	6	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	1.000
474	6	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	1.000
475	6	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	1.000
476	6	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	1.000
477	6	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	1.000
568	6	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	1.000
562	7	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	500
487	12	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	500
488	12	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	500
489	12	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	500

Masonry panel + R.C. tie beam (2)

No.	Wall	Area [mm2]	J [mm4]	As intrados [mm2]	As extrados [mm2]	No. of intrados rebars	No. of extrados rebars	Concrete cover [mm]	Stirrup spacing [mm]	Strirrup area [mm2]	Flexible portion
471	6	380.000,00	31.666.667.500,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
472	6	380.000,00	31.666.667.500,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
473	6	380.000,00	31.666.667.500,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
474	6	380.000,00	31.666.667.500,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
475	6	380.000,00	31.666.667.500,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
476	6	380.000,00	31.666.667.500,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50

477	6	380.000,00	31.666.667.500,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
568	6	380.000,00	31.666.667.500,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
562	7	190.000,00	3.958.333.437,5	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
487	12	190.000,00	3.958.333.437,5	339,29	339,29	3	3	30	300	39,27	0,50
488	12	190.000,00	3.958.333.437,5	339,29	339,29	3	3	30	300	39,27	0,50
489	12	190.000,00	3.958.333.437,5	339,29	339,29	3	3	30	300	39,27	0,50

R.C. beam (1)

No.	Wall	Concrete material	Steel material	I elevation [m]	J elevation [m]	Section base [mm]	Section height [mm]	J [mm4]
434	2	MB220	GA240	9,000	9,000	200	200	133.333.330,1
438	3	MB220	GA240	9,000	9,000	300	600	5.400.000.000,0
455	4	MB220	GA240	9,000	9,000	200	400	1.066.666.640,6
482	10	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
483	10	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
484	10	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
492	15	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
493	15	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
494	15	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
497	17	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
498	17	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
499	17	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
502	19	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
503	19	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
504	19	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
509	22	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
510	22	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
511	22	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
514	24	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
515	24	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
517	26	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
518	26	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
519	26	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0

R.C. beam (2)

No.	Wall	As intrados [mm2]	As extrados [mm2]	Intrados rebars no.	Extrados rebars no.	Concrete cover [mm]	Stirrup spacing [mm]	Strirrup area [mm2]
434	2	402,12	402,12	2	2	30	300	56,55
438	3	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
455	4	235,62	235,62	3	3	30	250	56,55
482	10	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
483	10	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
484	10	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
492	15	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
493	15	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
494	15	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
497	17	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55

498	17	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
499	17	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
502	19	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
503	19	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
504	19	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
509	22	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
510	22	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
511	22	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
514	24	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
515	24	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
517	26	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
518	26	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
519	26	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55

R.C. column (1)

No.	Concrete material	Steel material	Elevation [m]	Section base [mm]	Section height [mm]	Area [mm2]	Rotation angle [rad]	Height [m]
525	MB220	GA240	9,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
526	MB220	GA240	9,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
527	MB220	GA240	9,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
528	MB220	GA240	9,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
529	MB220	GA240	9,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
530	MB220	GA240	9,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
531	MB220	GA240	9,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000

R.C. column (2)

No.	Side b As [mm2]	Side h As [mm2]	Side b rebars no.	Side h rebars no.	Concrete cover [mm]	Stirrup spacing [mm]	Strirrup area [mm2]
525	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
526	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
527	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
528	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
529	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
530	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
531	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55

Floor

No.	Elevation [m]	Thickness [mm]	G [kN/m2]	Ex [kN/m2]	Ey [kN/m2]	Mass loading	Type
13	9,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
14	9,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor

6. Equivalent Frame

Wall : 1

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
1	0,000	-26,600	0,000	0
44	0,000	-20,200	0,000	0
37	0,000	-14,300	0,000	0
31	0,000	-8,400	0,000	0
25	0,000	-2,500	0,000	0
4	0,000	0,000	0,000	0
2	0,000	-26,600	3,000	1
45	0,000	-20,200	3,000	1
38	0,000	-14,300	3,000	1
32	0,000	-8,400	3,000	1
26	0,000	-2,500	3,000	1
5	0,000	0,000	3,000	1
3	0,000	-26,600	6,000	2
46	0,000	-20,200	6,000	2
39	0,000	-14,300	6,000	2
33	0,000	-8,400	6,000	2
27	0,000	-2,500	6,000	2
6	0,000	0,000	6,000	2

Pier macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Top node	Bottom node
4	Muratura	-	380	7.200	3.000	3,600	1,500	44	45
5	Muratura	-	380	1.450	3.000	12,325	1,500	37	38
6	Muratura	-	380	1.650	3.000	18,275	1,500	31	32
7	Muratura	-	380	3.100	3.000	25,050	1,500	25	26
9	Muratura	-	380	1.450	2.000	12,325	4,000	38	39
10	Muratura	-	380	1.650	2.000	18,275	4,000	32	33
8	Muratura	-	380	7.200	2.600	3,600	4,300	45	46
11	Muratura	-	380	3.100	2.600	25,050	4,300	26	27

Spandrel beam macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Left node	Right node
1	Muratura	-	380	4.400	1.000	9,400	5,500	46	39
2	Muratura	-	380	4.400	1.000	15,250	5,500	39	33
3	Muratura	-	380	4.400	1.000	21,300	5,500	33	27

Wall : 2

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
63	4,400	-36,700	0,000	0
158	4,400	-34,600	0,000	0
133	4,400	-32,300	0,000	0
123	4,400	-29,450	0,000	0
55	4,400	-26,600	0,000	0
66	4,400	-20,200	0,000	0
94	4,400	-14,300	0,000	0
34	4,400	-8,400	0,000	0
28	4,400	-2,500	0,000	0
7	4,400	0,000	0,000	0
64	4,400	-36,700	3,000	1
159	4,400	-34,600	3,000	1
134	4,400	-32,300	3,000	1
124	4,400	-29,450	3,000	1
56	4,400	-26,600	3,000	1
67	4,400	-20,200	3,000	1
95	4,400	-14,300	3,000	1
35	4,400	-8,400	3,000	1
29	4,400	-2,500	3,000	1
8	4,400	0,000	3,000	1
65	4,400	-36,700	6,000	2
160	4,400	-34,600	6,000	2
135	4,400	-32,300	6,000	2
125	4,400	-29,450	6,000	2
57	4,400	-26,600	6,000	2
68	4,400	-20,200	6,000	2
96	4,400	-14,300	6,000	2
36	4,400	-8,400	6,000	2
30	4,400	-2,500	6,000	2
9	4,400	0,000	6,000	2
58	4,400	-26,600	9,000	3
117	4,400	-25,050	9,000	3
109	4,400	-21,450	9,000	3
69	4,400	-20,200	9,000	3
101	4,400	-17,850	9,000	3
97	4,400	-14,300	9,000	3
86	4,400	-10,650	9,000	3
78	4,400	-7,050	9,000	3
72	4,400	-3,450	9,000	3
10	4,400	0,000	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
167	11,650	0,000	0
168	11,650	3,000	1
169	11,650	6,000	2

Pier macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Top node	Bottom node
17	Muratura	-	380	23.750	2.662	23,525	1,331	94	95
18	Muratura	-	380	300	2.662	36,550	1,331	7	8
14	Muratura	-	380	10.100	3.000	5,050	1,500	133	134
20	Muratura	-	380	3.350	2.600	5,925	4,300	124	125
19	Muratura	-	380	2.250	2.814	1,125	4,407	159	160
21	Muratura	-	380	500	2.814	9,850	4,407	56	57
15	Muratura	-	380	25.050	3.000	24,175	4,500	95	96
16	Muratura	-	380	25.050	3.000	24,175	7,500	96	97

Spandrel beam macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Left node	Right node
12	Muratura	-	380	2.000	400	3,250	5,800	160	135
13	Muratura	-	380	2.000	400	8,600	5,800	125	57

Wall : 3

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
59	7,900	-26,600	0,000	0
47	7,900	-20,200	0,000	0
106	7,900	-17,850	0,000	0
174	7,900	-16,050	0,000	0
98	7,900	-14,300	0,000	0
177	7,900	-12,450	0,000	0
91	7,900	-10,650	0,000	0
180	7,900	-8,850	0,000	0
83	7,900	-7,050	0,000	0
183	7,900	-5,250	0,000	0
77	7,900	-3,450	0,000	0
186	7,900	-1,650	0,000	0
143	7,900	0,000	0,000	0
11	7,900	-34,600	3,000	1
139	7,900	-32,300	3,000	1
129	7,900	-29,450	3,000	1
60	7,900	-26,600	3,000	1
48	7,900	-20,200	3,000	1
173	7,900	-17,850	3,000	1
175	7,900	-16,050	3,000	1
176	7,900	-14,300	3,000	1
178	7,900	-12,450	3,000	1
179	7,900	-10,650	3,000	1
181	7,900	-8,850	3,000	1
182	7,900	-7,050	3,000	1

184	7,900	-5,250	3,000	1
185	7,900	-3,450	3,000	1
187	7,900	-1,650	3,000	1
144	7,900	0,000	3,000	1
61	7,900	-26,600	6,000	2
49	7,900	-20,200	6,000	2
62	7,900	-26,600	9,000	3
122	7,900	-25,050	9,000	3
114	7,900	-21,450	9,000	3
50	7,900	-20,200	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
170	9,550	0,000	0
189	11,975	0,000	0
171	9,550	3,000	1
190	11,975	3,000	1
172	14,950	3,000	1
188	9,550	6,000	2
191	11,975	6,000	2

Pier macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Top node	Bottom node
22	Muratura	-	380	4.850	3.000	11,975	1,500	189	190
23	Muratura	-	380	4.850	3.000	11,975	4,500	190	191
24	Muratura	-	380	4.850	3.000	11,975	7,500	191	114

Wall : 4

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
12	10,350	-36,700	0,000	0
164	10,350	-34,600	0,000	0
140	10,350	-32,300	0,000	0
130	10,350	-29,450	0,000	0
148	10,350	-26,600	0,000	0
13	10,350	-36,700	3,000	1
165	10,350	-34,600	3,000	1
141	10,350	-32,300	3,000	1
131	10,350	-29,450	3,000	1
149	10,350	-26,600	3,000	1
14	10,350	-36,700	6,000	2
166	10,350	-34,600	6,000	2
142	10,350	-32,300	6,000	2
132	10,350	-29,450	6,000	2
150	10,350	-26,600	6,000	2
151	10,350	-26,600	9,000	3

157	10,350	-25,050	9,000	3
156	10,350	-21,450	9,000	3
155	10,350	-17,850	9,000	3
147	10,350	-14,300	9,000	3
154	10,350	-10,650	9,000	3
153	10,350	-7,050	9,000	3
152	10,350	-3,450	9,000	3
15	10,350	0,000	9,000	3

Wall : 5

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
16	11,450	-26,600	0,000	0
145	11,450	-25,050	0,000	0
193	11,450	-23,250	0,000	0
115	11,450	-21,450	0,000	0
195	11,450	-19,650	0,000	0
107	11,450	-17,850	0,000	0
197	11,450	-16,050	0,000	0
99	11,450	-14,300	0,000	0
199	11,450	-12,450	0,000	0
92	11,450	-10,650	0,000	0
201	11,450	-8,850	0,000	0
84	11,450	-7,050	0,000	0
203	11,450	-5,250	0,000	0
146	11,450	-3,450	0,000	0
70	11,450	0,000	0,000	0
17	11,450	-26,600	3,000	1
194	11,450	-23,250	3,000	1
116	11,450	-21,450	3,000	1
196	11,450	-19,650	3,000	1
108	11,450	-17,850	3,000	1
198	11,450	-16,050	3,000	1
100	11,450	-14,300	3,000	1
200	11,450	-12,450	3,000	1
93	11,450	-10,650	3,000	1
202	11,450	-8,850	3,000	1
85	11,450	-7,050	3,000	1
204	11,450	-5,250	3,000	1
71	11,450	0,000	3,000	1

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
192	1,550	3,000	1
205	23,150	3,000	1

Wall : 6

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
18	16,300	-36,700	0,000	0
161	16,300	-34,600	0,000	0
136	16,300	-32,300	0,000	0
126	16,300	-29,450	0,000	0
51	16,300	-26,600	0,000	0
118	16,300	-25,050	0,000	0
110	16,300	-21,450	0,000	0
102	16,300	-17,850	0,000	0
40	16,300	-14,300	0,000	0
87	16,300	-10,650	0,000	0
79	16,300	-7,050	0,000	0
73	16,300	-3,450	0,000	0
21	16,300	0,000	0,000	0
19	16,300	-36,700	3,000	1
162	16,300	-34,600	3,000	1
137	16,300	-32,300	3,000	1
127	16,300	-29,450	3,000	1
52	16,300	-26,600	3,000	1
119	16,300	-25,050	3,000	1
111	16,300	-21,450	3,000	1
103	16,300	-17,850	3,000	1
41	16,300	-14,300	3,000	1
88	16,300	-10,650	3,000	1
80	16,300	-7,050	3,000	1
74	16,300	-3,450	3,000	1
22	16,300	0,000	3,000	1
20	16,300	-36,700	6,000	2
163	16,300	-34,600	6,000	2
138	16,300	-32,300	6,000	2
128	16,300	-29,450	6,000	2
53	16,300	-26,600	6,000	2
120	16,300	-25,050	6,000	2
112	16,300	-21,450	6,000	2
104	16,300	-17,850	6,000	2
42	16,300	-14,300	6,000	2
89	16,300	-10,650	6,000	2
81	16,300	-7,050	6,000	2
75	16,300	-3,450	6,000	2
23	16,300	0,000	6,000	2
54	16,300	-26,600	9,000	3
121	16,300	-25,050	9,000	3
113	16,300	-21,450	9,000	3
105	16,300	-17,850	9,000	3
43	16,300	-14,300	9,000	3
90	16,300	-10,650	9,000	3

82	16,300	-7,050	9,000	3
76	16,300	-3,450	9,000	3
24	16,300	0,000	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
206	34,975	0,000	0
207	34,975	3,000	1
209	10,875	6,000	2
208	34,975	6,000	2
210	10,875	9,000	3
211	34,975	9,000	3

Pier macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Top node	Bottom node
51	Muratura	-	380	11.650	3.000	5,825	1,500	136	137
52	Muratura	-	380	3.450	3.000	34,975	1,500	206	207
56	Muratura	-	380	400	1.850	11,850	1,623	118	119
57	Muratura	-	380	1.600	1.850	14,450	1,623	110	111
58	Muratura	-	380	400	1.850	15,450	1,623	110	111
59	Muratura	-	380	1.600	1.850	18,050	1,623	102	103
60	Muratura	-	380	550	1.850	19,125	1,623	102	103
61	Muratura	-	380	1.400	1.850	21,700	1,623	40	41
62	Muratura	-	380	800	1.850	22,800	1,623	40	41
63	Muratura	-	380	1.250	1.850	25,425	1,623	87	88
64	Muratura	-	380	1.000	1.850	26,550	1,623	87	88
65	Muratura	-	380	1.000	1.850	29,150	1,623	79	80
66	Muratura	-	380	1.250	1.850	30,275	1,623	79	80
67	Muratura	-	380	750	1.850	32,875	1,623	73	74
69	Muratura	-	380	3.400	2.600	5,950	4,300	127	128
68	Muratura	-	380	2.250	2.814	1,125	4,407	162	163
70	Muratura	-	380	2.000	2.814	10,650	4,407	52	209
71	Muratura	-	380	400	2.814	11,850	4,407	119	120
72	Muratura	-	380	1.600	2.814	14,450	4,407	111	112
73	Muratura	-	380	400	2.814	15,450	4,407	111	112
74	Muratura	-	380	1.600	2.814	18,050	4,407	103	104
75	Muratura	-	380	550	2.814	19,125	4,407	103	104
76	Muratura	-	380	1.400	2.814	21,700	4,407	41	42
77	Muratura	-	380	800	2.814	22,800	4,407	41	42
78	Muratura	-	380	1.250	2.814	25,425	4,407	88	89
79	Muratura	-	380	1.000	2.814	26,550	4,407	88	89
80	Muratura	-	380	1.000	2.814	29,150	4,407	80	81
81	Muratura	-	380	1.250	2.814	30,275	4,407	80	81
82	Muratura	-	380	750	2.814	32,875	4,407	74	75
53	Muratura	-	380	3.450	3.000	34,975	4,500	207	208
83	Muratura	-	380	400	1.850	11,850	7,472	120	121

84	Muratura	-	380	1.600	1.850	14,450	7,472	112	113
85	Muratura	-	380	400	1.850	15,450	7,472	112	113
86	Muratura	-	380	1.600	1.850	18,050	7,472	104	105
87	Muratura	-	380	550	1.850	19,125	7,472	104	105
88	Muratura	-	380	1.400	1.850	21,700	7,472	42	43
89	Muratura	-	380	800	1.850	22,800	7,472	42	43
90	Muratura	-	380	1.250	1.850	25,425	7,472	89	90
91	Muratura	-	380	1.000	1.850	26,550	7,472	89	90
92	Muratura	-	380	1.000	1.850	29,150	7,472	81	82
93	Muratura	-	380	1.250	1.850	30,275	7,472	81	82
94	Muratura	-	380	750	1.850	32,875	7,472	75	76
54	Muratura	-	380	1.550	3.000	10,875	7,500	209	210
55	Muratura	-	380	3.450	3.000	34,975	7,500	208	211

Spandrel beam macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Left node	Right node
25	Muratura	-	380	1.600	1.800	12,850	0,900	118	110
27	Muratura	-	380	1.600	1.800	16,450	0,900	110	102
29	Muratura	-	380	1.600	1.800	20,200	0,900	102	40
31	Muratura	-	380	1.600	1.800	24,000	0,900	40	87
33	Muratura	-	380	1.600	1.800	27,850	0,900	87	79
35	Muratura	-	380	1.600	1.800	31,700	0,900	79	73
26	Muratura	-	380	1.600	500	12,850	2,750	119	111
28	Muratura	-	380	1.600	500	16,450	2,750	111	103
30	Muratura	-	380	1.600	500	20,200	2,750	103	41
32	Muratura	-	380	1.600	500	24,000	2,750	41	88
34	Muratura	-	380	1.600	500	27,850	2,750	88	80
36	Muratura	-	380	1.600	500	31,700	2,750	80	74
37	Muratura	-	380	2.000	400	3,250	5,800	163	138
38	Muratura	-	380	2.000	400	8,650	5,800	128	53
39	Muratura	-	380	1.600	1.400	12,850	6,300	120	112
40	Muratura	-	380	1.600	1.400	16,450	6,300	112	104
41	Muratura	-	380	1.600	1.400	20,200	6,300	104	42
42	Muratura	-	380	1.600	1.400	24,000	6,300	42	89
43	Muratura	-	380	1.600	1.400	27,850	6,300	89	81
44	Muratura	-	380	1.600	1.400	31,700	6,300	81	75
45	Muratura	-	380	1.600	1.300	12,850	8,350	121	113
46	Muratura	-	380	1.600	1.300	16,450	8,350	113	105
47	Muratura	-	380	1.600	1.300	20,200	8,350	105	43
48	Muratura	-	380	1.600	1.300	24,000	8,350	43	90
49	Muratura	-	380	1.600	1.300	27,850	8,350	90	82
50	Muratura	-	380	1.600	1.300	31,700	8,350	82	76

Wall : 7

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level

4	0,000	0,000	0,000	0
7	4,400	0,000	0,000	0
143	7,900	0,000	0,000	0
70	11,450	0,000	0,000	0
21	16,300	0,000	0,000	0
5	0,000	0,000	3,000	1
8	4,400	0,000	3,000	1
144	7,900	0,000	3,000	1
71	11,450	0,000	3,000	1
22	16,300	0,000	3,000	1
6	0,000	0,000	6,000	2
9	4,400	0,000	6,000	2
23	16,300	0,000	6,000	2
10	4,400	0,000	9,000	3
15	10,350	0,000	9,000	3
24	16,300	0,000	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
212	13,625	0,000	0
213	13,625	3,000	1
217	7,550	9,000	3
218	13,625	9,000	3

Pier macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Top node	Bottom node
109	Muratura	-	380	2.500	2.662	1,250	1,331	4	5
114	Muratura	-	380	800	1.850	15,900	1,623	21	22
110	Muratura	-	380	1.200	1.450	4,600	1,625	7	8
111	Muratura	-	380	1.500	700	7,550	2,150	143	144
112	Muratura	-	380	1.850	700	10,825	2,150	70	71
113	Muratura	-	380	550	700	13,625	2,150	212	213
117	Muratura	-	380	800	3.000	15,900	4,500	22	23
115	Muratura	-	380	2.500	2.050	1,250	4,594	5	6
116	Muratura	-	380	1.200	2.050	4,600	4,675	8	9
122	Muratura	-	380	1.500	5.000	7,550	5,500	144	217
120	Muratura	-	380	1.850	5.000	10,825	5,500	71	15
121	Muratura	-	380	550	5.000	13,625	5,500	213	218
118	Muratura	-	380	800	2.600	4,800	7,300	9	10
119	Muratura	-	380	800	2.600	15,900	7,300	23	24

Spandrel beam macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Left node	Right node
96	Muratura	-	380	1.600	1.800	6,000	0,900	7	143
98	Muratura	-	380	1.600	1.800	9,100	0,900	143	70

100	Muratura	-	380	1.600	1.800	12,550	0,900	70	212
102	Muratura	-	380	1.600	1.800	14,700	0,900	212	21
97	Muratura	-	380	1.600	500	6,000	2,750	8	144
99	Muratura	-	380	1.600	500	9,100	2,750	144	71
101	Muratura	-	380	1.600	500	12,550	2,750	71	213
103	Muratura	-	380	1.600	500	14,700	2,750	213	22
95	Muratura	-	380	1.500	2.100	3,250	3,250	5	8
104	Muratura	-	380	1.500	600	3,250	5,700	6	9
105	Muratura	-	380	1.600	1.000	6,000	8,500	10	217
106	Muratura	-	380	1.600	1.000	9,100	8,500	217	15
107	Muratura	-	380	1.600	1.000	12,550	8,500	15	218
108	Muratura	-	380	1.600	1.000	14,700	8,500	218	24

Wall : 8

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
25	0,000	-2,500	0,000	0
28	4,400	-2,500	0,000	0
26	0,000	-2,500	3,000	1
29	4,400	-2,500	3,000	1
27	0,000	-2,500	6,000	2
30	4,400	-2,500	6,000	2

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
219	2,200	0,000	0
220	2,200	3,000	1
221	2,200	6,000	2

Pier macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Top node	Bottom node
123	Muratura	-	380	4.400	3.000	2,200	1,500	219	220
124	Muratura	-	380	4.400	3.000	2,200	4,500	220	221

Wall : 9

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
31	0,000	-8,400	0,000	0
34	4,400	-8,400	0,000	0
32	0,000	-8,400	3,000	1
35	4,400	-8,400	3,000	1
33	0,000	-8,400	6,000	2
36	4,400	-8,400	6,000	2

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
222	2,200	0,000	0
223	2,200	3,000	1
224	2,200	6,000	2

Pier macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Top node	Bottom node
125	Muratura	-	250	4.400	3.000	2,200	1,500	222	223
126	Muratura	-	250	4.400	3.000	2,200	4,500	223	224

Wall : 10

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
37	0,000	-14,300	0,000	0
94	4,400	-14,300	0,000	0
98	7,900	-14,300	0,000	0
99	11,450	-14,300	0,000	0
40	16,300	-14,300	0,000	0
38	0,000	-14,300	3,000	1
95	4,400	-14,300	3,000	1
100	11,450	-14,300	3,000	1
41	16,300	-14,300	3,000	1
39	0,000	-14,300	6,000	2
96	4,400	-14,300	6,000	2
42	16,300	-14,300	6,000	2
97	4,400	-14,300	9,000	3
147	10,350	-14,300	9,000	3
43	16,300	-14,300	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
227	2,200	0,000	0
228	2,200	3,000	1
229	2,200	6,000	2
225	7,900	9,000	3
226	11,450	9,000	3

Pier macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Top node	Bottom node
127	Muratura	-	250	4.400	3.000	2,200	1,500	227	228
128	Muratura	-	250	4.400	3.000	2,200	4,500	228	229

Wall : 11

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
44	0,000	-20,200	0,000	0
66	4,400	-20,200	0,000	0
47	7,900	-20,200	0,000	0
45	0,000	-20,200	3,000	1
67	4,400	-20,200	3,000	1
48	7,900	-20,200	3,000	1
46	0,000	-20,200	6,000	2
68	4,400	-20,200	6,000	2
49	7,900	-20,200	6,000	2
69	4,400	-20,200	9,000	3
50	7,900	-20,200	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
230	6,150	6,000	2
231	6,150	9,000	3

Pier macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Top node	Bottom node
129	Muratura	-	380	7.900	3.000	3,950	1,500	66	67
130	Muratura	-	380	7.900	3.000	3,950	4,500	67	68
131	Muratura	-	380	3.500	3.000	6,150	7,500	230	231

Wall : 12

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
1	0,000	-26,600	0,000	0
55	4,400	-26,600	0,000	0
59	7,900	-26,600	0,000	0
148	10,350	-26,600	0,000	0
16	11,450	-26,600	0,000	0
51	16,300	-26,600	0,000	0
2	0,000	-26,600	3,000	1
56	4,400	-26,600	3,000	1
60	7,900	-26,600	3,000	1
149	10,350	-26,600	3,000	1
17	11,450	-26,600	3,000	1
52	16,300	-26,600	3,000	1
3	0,000	-26,600	6,000	2
57	4,400	-26,600	6,000	2
61	7,900	-26,600	6,000	2
150	10,350	-26,600	6,000	2
53	16,300	-26,600	6,000	2
58	4,400	-26,600	9,000	3

62	7,900	-26,600	9,000	3
151	10,350	-26,600	9,000	3
54	16,300	-26,600	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
232	2,025	0,000	0
233	2,163	3,000	1
234	2,300	6,000	2

Pier macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Top node	Bottom node
145	Muratura	-	380	2.100	2.200	5,150	1,100	55	56
146	Muratura	-	380	1.700	2.200	8,050	1,100	59	60
147	Muratura	-	380	6.400	2.662	13,100	1,331	16	17
144	Muratura	-	380	1.750	1.775	2,025	1,463	232	233
143	Muratura	-	380	500	2.175	0,250	1,601	1	2
151	Muratura	-	380	1.700	2.200	8,050	4,100	60	61
152	Muratura	-	380	6.400	2.662	13,100	4,331	17	150
150	Muratura	-	380	2.100	1.775	5,150	4,463	56	57
148	Muratura	-	380	500	2.175	0,250	4,601	2	3
149	Muratura	-	380	1.200	1.350	2,300	4,825	233	234
154	Muratura	-	380	1.700	2.200	8,050	7,100	61	62
153	Muratura	-	380	1.800	2.662	5,300	7,331	57	58
155	Muratura	-	380	6.400	2.662	13,100	7,331	150	151

Spandrel beam macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Left node	Right node
132	Muratura	-	380	650	1.150	0,825	0,575	1	232
135	Muratura	-	380	1.000	800	6,700	2,600	56	60
136	Muratura	-	380	1.000	800	9,400	2,600	60	149
134	Muratura	-	380	1.200	1.950	3,500	3,175	233	56
133	Muratura	-	380	925	1.650	0,963	3,325	2	233
139	Muratura	-	380	1.000	800	6,700	5,600	57	61
140	Muratura	-	380	1.000	800	9,400	5,600	61	150
137	Muratura	-	380	1.200	500	1,100	5,750	3	234
138	Muratura	-	380	1.200	500	3,500	5,750	234	57
141	Muratura	-	380	1.000	800	6,700	8,600	58	62
142	Muratura	-	380	1.000	800	9,400	8,600	62	151

Wall : 13

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
63	4,400	-36,700	0,000	0

12	10,350	-36,700	0,000	0
18	16,300	-36,700	0,000	0
64	4,400	-36,700	3,000	1
13	10,350	-36,700	3,000	1
19	16,300	-36,700	3,000	1
65	4,400	-36,700	6,000	2
14	10,350	-36,700	6,000	2
20	16,300	-36,700	6,000	2

Pier macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Top node	Bottom node
162	Muratura	-	380	2.100	1.850	1,050	1,623	63	64
164	Muratura	-	380	2.100	1.850	10,850	1,623	18	19
163	Muratura	-	380	3.300	700	5,950	2,150	12	13
166	Muratura	-	380	3.300	2.600	5,950	4,300	13	14
165	Muratura	-	380	2.100	2.814	1,050	4,407	64	65
167	Muratura	-	380	2.100	2.814	10,850	4,407	19	20

Spandrel beam macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Left node	Right node
156	Muratura	-	380	2.200	1.800	3,200	0,900	63	12
158	Muratura	-	380	2.200	1.800	8,700	0,900	12	18
157	Muratura	-	380	2.200	500	3,200	2,750	64	13
159	Muratura	-	380	2.200	500	8,700	2,750	13	19
160	Muratura	-	380	2.200	400	3,200	5,800	65	14
161	Muratura	-	380	2.200	400	8,700	5,800	14	20

Wall : 14

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
77	7,900	-3,450	0,000	0
146	11,450	-3,450	0,000	0
73	16,300	-3,450	0,000	0
235	11,450	-3,450	3,000	1
74	16,300	-3,450	3,000	1
75	16,300	-3,450	6,000	2
72	4,400	-3,450	9,000	3
152	10,350	-3,450	9,000	3
76	16,300	-3,450	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
236	3,500	9,000	3
237	7,050	9,000	3

Wall : 15

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
83	7,900	-7,050	0,000	0
84	11,450	-7,050	0,000	0
79	16,300	-7,050	0,000	0
85	11,450	-7,050	3,000	1
80	16,300	-7,050	3,000	1
81	16,300	-7,050	6,000	2
78	4,400	-7,050	9,000	3
153	10,350	-7,050	9,000	3
82	16,300	-7,050	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
238	3,500	9,000	3
239	7,050	9,000	3

Wall : 16

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
91	7,900	-10,650	0,000	0
92	11,450	-10,650	0,000	0
87	16,300	-10,650	0,000	0
93	11,450	-10,650	3,000	1
88	16,300	-10,650	3,000	1
89	16,300	-10,650	6,000	2
86	4,400	-10,650	9,000	3
154	10,350	-10,650	9,000	3
90	16,300	-10,650	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
240	3,500	9,000	3
241	7,050	9,000	3

Wall : 17

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
106	7,900	-17,850	0,000	0
107	11,450	-17,850	0,000	0
102	16,300	-17,850	0,000	0
108	11,450	-17,850	3,000	1
103	16,300	-17,850	3,000	1
104	16,300	-17,850	6,000	2
101	4,400	-17,850	9,000	3

155	10,350	-17,850	9,000	3
105	16,300	-17,850	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
242	3,500	9,000	3
243	7,050	9,000	3

Wall : 18

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
115	11,450	-21,450	0,000	0
110	16,300	-21,450	0,000	0
116	11,450	-21,450	3,000	1
111	16,300	-21,450	3,000	1
112	16,300	-21,450	6,000	2
109	4,400	-21,450	9,000	3
114	7,900	-21,450	9,000	3
156	10,350	-21,450	9,000	3
113	16,300	-21,450	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
244	7,050	9,000	3

Wall : 19

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
145	11,450	-25,050	0,000	0
118	16,300	-25,050	0,000	0
245	11,450	-25,050	3,000	1
119	16,300	-25,050	3,000	1
120	16,300	-25,050	6,000	2
117	4,400	-25,050	9,000	3
122	7,900	-25,050	9,000	3
157	10,350	-25,050	9,000	3
121	16,300	-25,050	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
246	7,050	9,000	3

Wall : 20

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
123	4,400	-29,450	0,000	0

130	10,350	-29,450	0,000	0
126	16,300	-29,450	0,000	0
124	4,400	-29,450	3,000	1
129	7,900	-29,450	3,000	1
131	10,350	-29,450	3,000	1
127	16,300	-29,450	3,000	1
125	4,400	-29,450	6,000	2
132	10,350	-29,450	6,000	2
128	16,300	-29,450	6,000	2

Wall : 21

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
133	4,400	-32,300	0,000	0
140	10,350	-32,300	0,000	0
136	16,300	-32,300	0,000	0
134	4,400	-32,300	3,000	1
139	7,900	-32,300	3,000	1
141	10,350	-32,300	3,000	1
137	16,300	-32,300	3,000	1
135	4,400	-32,300	6,000	2
142	10,350	-32,300	6,000	2
138	16,300	-32,300	6,000	2

Wall : 22

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
158	4,400	-34,600	0,000	0
164	10,350	-34,600	0,000	0
161	16,300	-34,600	0,000	0
159	4,400	-34,600	3,000	1
11	7,900	-34,600	3,000	1
165	10,350	-34,600	3,000	1
162	16,300	-34,600	3,000	1
160	4,400	-34,600	6,000	2
166	10,350	-34,600	6,000	2
163	16,300	-34,600	6,000	2

(*) Roof elements

7. Loads

Seismic Loads:

The check must be performed for the following combination of the seismic action with the other actions [Eurocode 0-p.6.5.3].

$$\gamma_I E + G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \Psi_{2i} Q_{Ki}$$

The effects of the seismic action are evaluated taking into account the masses associated with the following gravitational loads:

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_i (\Psi_{Ei} Q_{Ki})$$

Static Loads:

The verification for static loads at ultimate state limit is conducted according to the specific recommendations given in the current standards. The following combination of loads is performed:

$$\gamma_{G1} G_{k1} + \gamma_{G2} G_{k2} + \gamma_Q \Psi_0 Q_k$$

where:

γ_I Importance factor (Eurocode 8 - p.4.2.5);

E seismic action for the limit state being examined;

G_{K1}, G_{K2} permanent loads at their characteristic value;

Q_{Ki} Characteristic value of the variable action Q_k.

Ψ_2 Combination coefficient which provides the quasi-permanent value of the action variable;

Ψ_0 Combination coefficient for live loads

Ψ_{Ei} Is the combination coefficient of variable action Qi, which takes into account the probability that all the loads are present for the entire structure in the event of an earthquake, and is obtained multiplying Ψ_{2i} for φ.

γ_{G1}; γ_{G2}; γ_Q: partial safety coefficients

The values of the various coefficients are chosen based on the type of use for the various levels according to the indications found in Eurocode 0 - Table A1.1 and Eurocode 8 - p.4.2.4.

CDM : Consider only the dynamic contribution of the mass

No. Floor	Gk1 [kN/m2]	Gk2 [kN/m2]	Qk [kN/m2]	Leading variable action 1	φ	ψ0	ψ2
4	3,00	2,05	3,00	No	1,00	0,70	0,30
5	3,00	1,25	5,00	No	1,00	0,70	0,30
6	5,00	1,25	5,00	No	1,00	0,70	0,30
8	1,00	1,00	1,00	No	1,00	0,70	0,30
9	0,01	0,01	0,01	No	1,00	0,70	0,30
10	4,00	1,50	3,00	No	1,00	0,70	0,30
13	1,00	1,00	1,00	No	1,00	0,70	0,30
14	4,00	1,50	3,00	No	1,00	0,70	0,30
15	0,01	0,01	0,01	No	1,00	0,70	0,30
16	4,00	1,50	3,00	No	1,00	0,70	0,30
17	1,00	1,00	1,00	No	1,00	0,70	0,30
18	1,00	1,00	1,00	No	1,00	0,70	0,30

8. Pushover analysis

Pushover analysis description

In order to perform the required checks for the building in question, non-linear static analysis was performed [Eurocode 8 - p. 4.3.3.4.2.]. The requested checks involve a comparison between the capacity curves found for the various prescribed conditions with the displacement request required by the code.
The capacity curve is identified through a diagram showing maximum displacement-shear at the base.
According to the indications in the code [Eurocode 8 - p. 4.3.3.4.2.2], there are two types of load conditions that must be examined:

- Distribution of forces proportional to the masses:
  $F_i = \frac{m_i}{\sum_i m_i}$
- Distribution of forces proportional to the product of the masses for the deformation corresponding to the first vibration mode.

In this way, the value for the maximum displacement at the base of the building generated by the distribution of forces is calculated.
This displacement value constitutes the ultimate value for the building.
The displacement examined for tracing the capacity curve is the point of the building called the control node. Code requires that tracing of a bi-linear capacity curve for an equivalent system (SDOF).
The determination of the curve relative to the equivalent system allows determination of the period in which the maximum displacement requested by the earthquake to be found, according to the spectrums found in the code [EC8 3.2.2.2].
Code [Eurocode 8 - p.4.3.2] defines the accidental eccentricity for the centre of the masses as equal to 5% of the maximum dimensions of the building in the direction perpendicular to the earthquake.

Based on building typology and the design choices made, it is possible to choose to the seismic load conditions to be examined:

- Seismic load: Identifies which of the two distribution typologies will be examined. (proportional to the mass or first mode).
- Direction: Identifies the direction in which the structure is loaded (X or Y of the overall system) by the seismic load.

In order to identify the gravest seismic load condition, individual analyses were performed for load typology, seismic direction, and for possible accidental eccentricity.

No.	Seism dir.	Uniform pattern of lateral load	Eccentricity [mm]	Level	Node
1	+X	Uniform	0	3	24
2	+X	Static forces	0	3	24
3	-X	Uniform	0	3	24
4	-X	Static forces	0	3	24
5	+Y	Uniform	0	3	24
6	+Y	Static forces	0	3	24
7	-Y	Uniform	0	3	24
8	-Y	Static forces	0	3	24
9	+X	Uniform	1.835	3	24
10	+X	Uniform	-1.835	3	24
11	+X	Static forces	1.835	3	24
12	+X	Static forces	-1.835	3	24
13	-X	Uniform	1.835	3	24
14	-X	Uniform	-1.835	3	24
15	-X	Static forces	1.835	3	24
16	-X	Static forces	-1.835	3	24
17	+Y	Uniform	815	3	24
18	+Y	Uniform	-815	3	24
19	+Y	Static forces	815	3	24
20	+Y	Static forces	-815	3	24
21	-Y	Uniform	815	3	24
22	-Y	Uniform	-815	3	24
23	-Y	Static forces	815	3	24
24	-Y	Static forces	-815	3	24

Seismic calculation results

According to the code, different checks must be performed:

LS of Near Collapse (NC):

$d_t^{NC} \leq d_m^{NC}$

d_t^{NC}: Target displacement requested by the code identified in the elastic spectrum.

d_m^{NC}: Maximum displacement offered by the structure.

LS of Significant Damage (SD):

$d_t^{SD} \leq d_m^{SD}$

d_t^{SD}: Target displacement requested by the code.

d_m^{SD}: Global capacity at the LS of Significant Damage (SD) .

LS of Damage Limitation (DL):

$S_d(T^*) \leq d_y^*$

$S_d(T^*)$: Target displacement requested by the code in T=T*

d_y^*: Yield displacement of the equivalent Single-Degree-of-Freedom system.

Seismic vulnerability

For each performed limit state will be calculated the risk index α (α_{NC}, α_{SD}, α_{DL})

These parameters are calculated as indicated below:

$$\alpha_{NC} = \frac{PGA_{CNC}}{PGA_{DNC}} \quad ; \quad \alpha_{SD} = \frac{PGA_{CSD}}{PGA_{DSD}} \quad ; \quad \alpha_{DL} = \frac{PGA_{CDL}}{PGA_{DDL}} \quad ;$$

Capacity acceleration: the maximum amount of actions, considered in the expected project combinations that the structure is capable to sustain.

PGA_{CNC} : capacity acceleration that corresponds to NC

PGA_{CSD} : capacity acceleration that corresponds to SD

PGA_{CDL} : capacity acceleration that corresponds to DL

Demand values are defined from the seismic load specified in the shape of the spectrum.

PGA_{DNC} : peak ground acceleration that corresponds to NC

PGA_{DSD} : peak ground acceleration that corresponds to SD

PGA_{DDL} : peak ground acceleration that corresponds to DL

Result details

No.	Seism dir.	Seismic load	Ecc. [mm]	dt NC [mm]	dm NC [mm]	NC Ver.	dt SD [mm]	dm SD [mm]	SD Ver.	Sd DL [mm]	d*y DL [mm]	DL Ver.
1	+X	Uniform	0	27,18	29,41	Yes	27,18	22,06	No	4,20	2,51	No
2	+X	Static forces	0	35,23	21,20	No	35,23	15,90	No	5,97	2,52	No
3	-X	Uniform	0	29,62	32,39	Yes	29,62	24,29	No	5,15	3,49	No
4	-X	Static forces	0	41,07	21,99	No	41,07	16,50	No	7,99	3,60	No
5	+Y	Uniform	0	18,46	12,12	No	18,46	9,09	No	2,49	1,80	No
6	+Y	Static forces	0	24,14	15,47	No	24,14	11,60	No	3,61	2,30	No
7	-Y	Uniform	0	18,14	13,08	No	18,14	9,81	No	2,50	1,90	No
8	-Y	Static forces	0	24,38	23,21	No	24,38	17,41	No	3,82	2,63	No
9	+X	Uniform	1.835	27,97	32,70	Yes	27,97	24,53	No	4,39	2,57	No
10	+X	Uniform	-1.835	27,13	28,25	Yes	27,13	21,18	No	4,20	2,53	No
11	+X	Static forces	1.835	35,65	24,18	No	35,65	18,13	No	6,05	2,47	No
12	+X	Static forces	-1.835	34,48	20,34	No	34,48	15,25	No	5,73	2,41	No
13	-X	Uniform	1.835	30,89	32,34	Yes	30,89	24,25	No	5,44	3,54	No
14	-X	Uniform	-1.835	29,88	31,23	Yes	29,88	23,42	No	5,26	3,61	No
15	-X	Static forces	1.835	41,91	21,13	No	41,91	15,85	No	8,20	3,54	No
16	-X	Static forces	-1.835	40,58	22,26	No	40,58	16,70	No	7,84	3,58	No
17	+Y	Uniform	815	18,92	12,54	No	18,92	9,41	No	2,58	1,85	No
18	+Y	Uniform	-815	18,08	12,29	No	18,08	9,22	No	2,42	1,76	No
19	+Y	Static forces	815	24,68	15,68	No	24,68	11,76	No	3,75	2,39	No
20	+Y	Static forces	-815	23,56	15,11	No	23,56	11,33	No	3,45	2,19	No
21	-Y	Uniform	815	18,70	13,36	No	18,70	10,02	No	2,59	1,95	No
22	-Y	Uniform	-815	17,71	13,31	No	17,71	9,98	No	2,41	1,85	No
23	-Y	Static forces	815	25,40	17,41	No	25,40	13,06	No	4,01	2,63	No
24	-Y	Static forces	-815	23,62	22,84	No	23,62	17,13	No	3,61	2,47	No

No.	Seism dir.	Seismic load	Ecc. [mm]	α NC	α SD	α DL	dm/dt NC
1	+X	Uniform	0	1,066	0,848	0,597	1,082
2	+X	Static forces	0	0,650	0,518	0,422	0,602
3	-X	Uniform	0	1,074	0,857	0,677	1,094
4	-X	Static forces	0	0,589	0,470	0,450	0,535
5	+Y	Uniform	0	0,746	0,625	0,723	0,657
6	+Y	Static forces	0	0,717	0,591	0,637	0,641
7	-Y	Uniform	0	0,798	0,667	0,762	0,721
8	-Y	Static forces	0	0,963	0,779	0,689	0,952
9	+X	Uniform	1.835	1,138	0,900	0,586	1,169
10	+X	Uniform	-1.835	1,033	0,823	0,601	1,041
11	+X	Static forces	1.835	0,716	0,566	0,409	0,678
12	+X	Static forces	-1.835	0,640	0,511	0,420	0,590
13	-X	Uniform	1.835	1,038	0,827	0,650	1,047
14	-X	Uniform	-1.835	1,036	0,829	0,687	1,045
15	-X	Static forces	1.835	0,558	0,446	0,432	0,504
16	-X	Static forces	-1.835	0,601	0,480	0,456	0,549
17	+Y	Uniform	815	0,750	0,627	0,719	0,663
18	+Y	Uniform	-815	0,764	0,639	0,727	0,680
19	+Y	Static forces	815	0,713	0,587	0,637	0,635
20	+Y	Static forces	-815	0,719	0,593	0,635	0,641
21	-Y	Uniform	815	0,791	0,661	0,752	0,714
22	-Y	Uniform	-815	0,820	0,685	0,765	0,752
23	-Y	Static forces	815	0,753	0,618	0,656	0,685
24	-Y	Static forces	-815	0,975	0,788	0,685	0,967

Summary of results - legend

R.C.

Undamaged
Shear failure
Bending damage
Bending failure
Compression failure
Tension failure
Shear failure

Masonry

Undamaged
Plasticity incipient
Shear damage
Incipient shear failure
Shear failure
Incipient bending failure
Bending failure
Bending damage

Wood

Undamaged
Bending failure
Compression failure
Tension failure

Steel

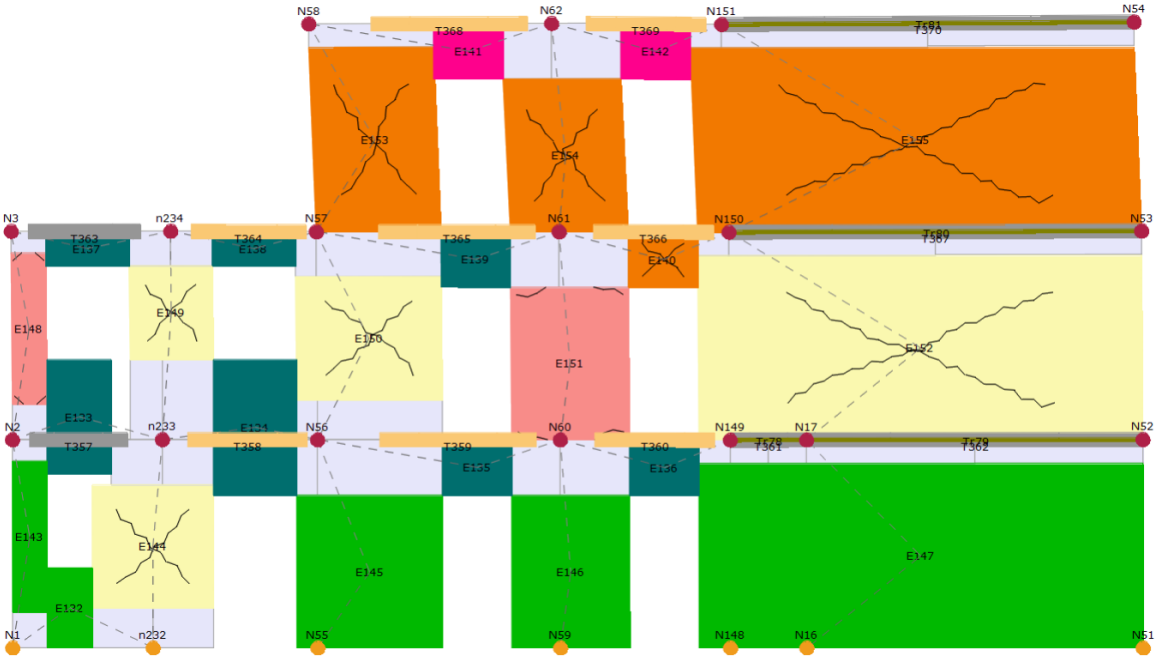
Undamaged
Bending damage
Compressive damage
Tensile damage
Ineffective element
Back to elastic condition

Seismic analysis n. 15 Direction X

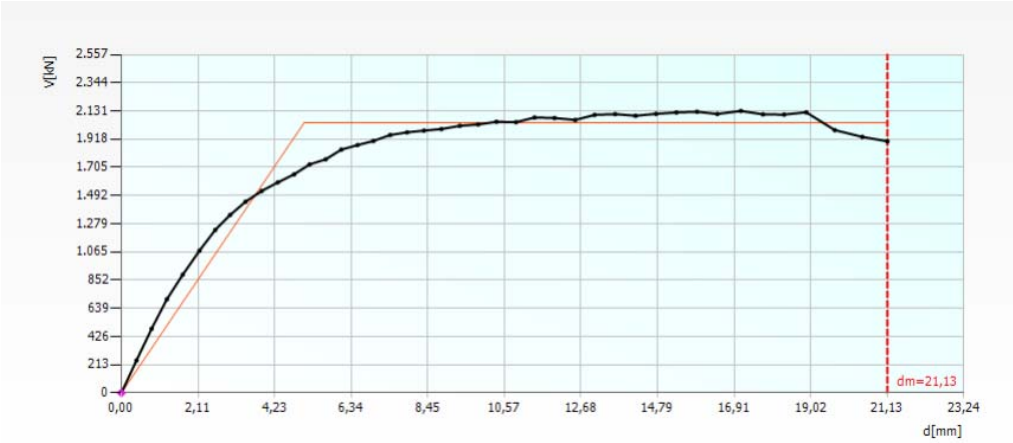
V kritični analizi v smeri X pride precej kmalu do strižnih poškodb zidov v centralni in južni steni južnega prizidka ter upogibnih poškodb visokih elementov v severni steni. Pri nekoliko večjih pomikih se pojavijo poškodbe stene v 1. nadstropju ob stopnišču, ki se tudi prva strižno poruši. Nato sledijo še močne poškodbe zidov v osrednjem zidu. Glavni razlog za odpoved konstrukcije je strižna porušitev daljših zidanih slopov v zgornjem nadstropju stene 12 (majhne vertikalne sile in posledično tudi majhna strižna nosilnost), ki povzročijo padec potisne krivulje pod 80 % nosilnosti.

Konstrukcija doseže mejno stanje velikih poškodb pri pomiku 21 mm na vrhu konstrukcije. Računsko določena nosilnost konstrukcije v smeri X v smislu maksimalne prečne sile ob vpetju je 2130 kN oziroma cca 14 % teže konstrukcije ($F_{max.x}/W = 0,14$). Potresna zahteva (projektni potres) v smislu pomika pri mejnem stanju velikih poškodb je 42 mm, česar konstrukcija ne prenese. Določeno je bilo tudi, da konstrukcija v mejnem stanju velikih poškodb v kritični analizi v smeri Y prenese pospešek tal 0,11 g, kar je manj od projektnega pospeška tal.

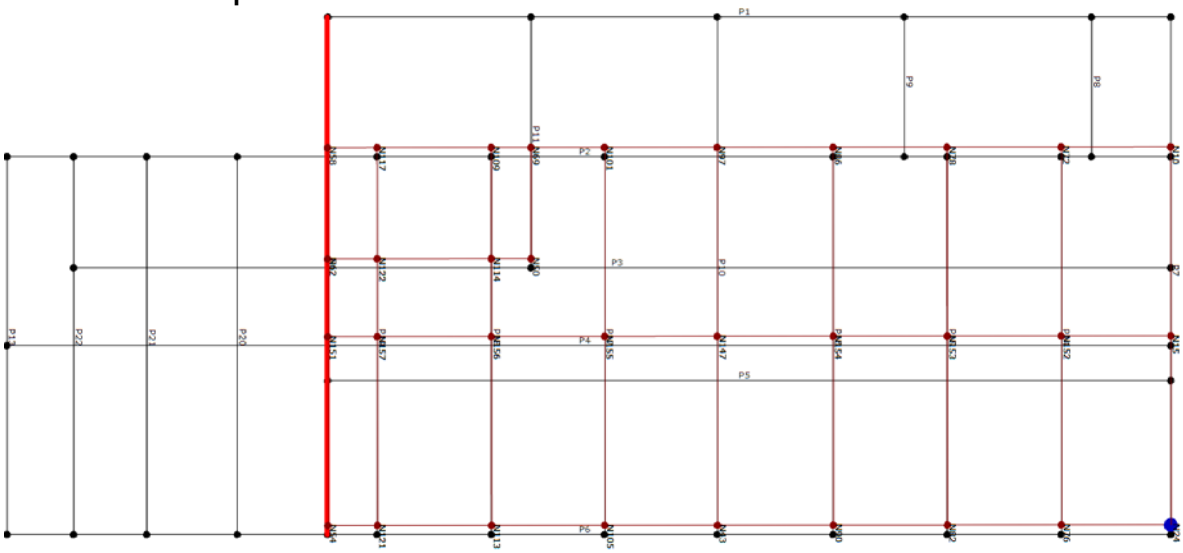
Seismic analysis n. 15 Wall 12 Substep 42



Pushover curve (analysis n. 15)



Plan deformed shape

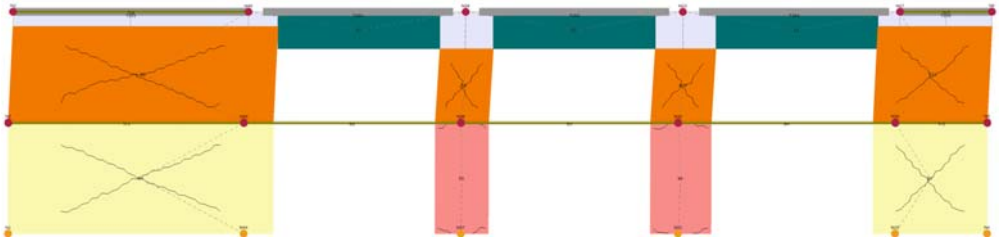


Seismic analysis n. 19 Direction Y

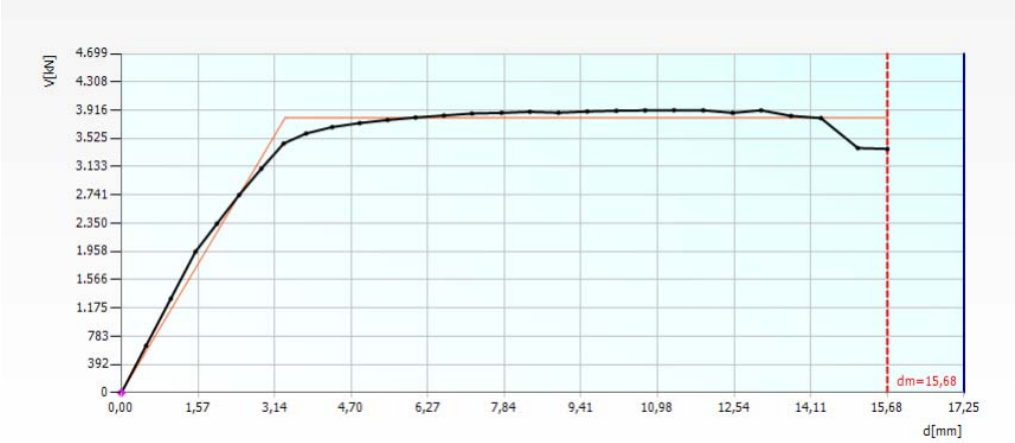
V kritični analizi v smeri Y prevladujejo strižne poškodbe v obodnih stenah glavne osrednje hale in južnega prizidka. V 1. nadstropju objekta hkrati več elementov doseže svojo nosilnost, poškodbe pa se stopnjujejo, dokler ne pride do strižne porušitve v zahodni steni. Sledi hkratna porušitev več sten v centralni in vzhodni steni, kar povzroči padec v potisni krivulji pod 80 % nosilnosti.

To se zgodi pri relativno majhnem pomiku 16 mm na vrhu konstrukcije. Nosilnost konstrukcije v smeri Y v smislu maksimalne prečne sile ob vpetju je 3900 kN oziroma cca 25 % teže konstrukcije ($F_{max.y}/W = 0{,}25$). Potresna zahteva (projektni potres) v smislu pomika pri mejnem stanju velikih poškodb je 25 mm, česar konstrukcija ne prenese. Določeno je bilo tudi, da mejno stanje velikih poškodb v konstrukciji v kritični analizi v smeri Y povzroči pospešek tal 0,145 g, kar je manj od projektnega pospeška tal.

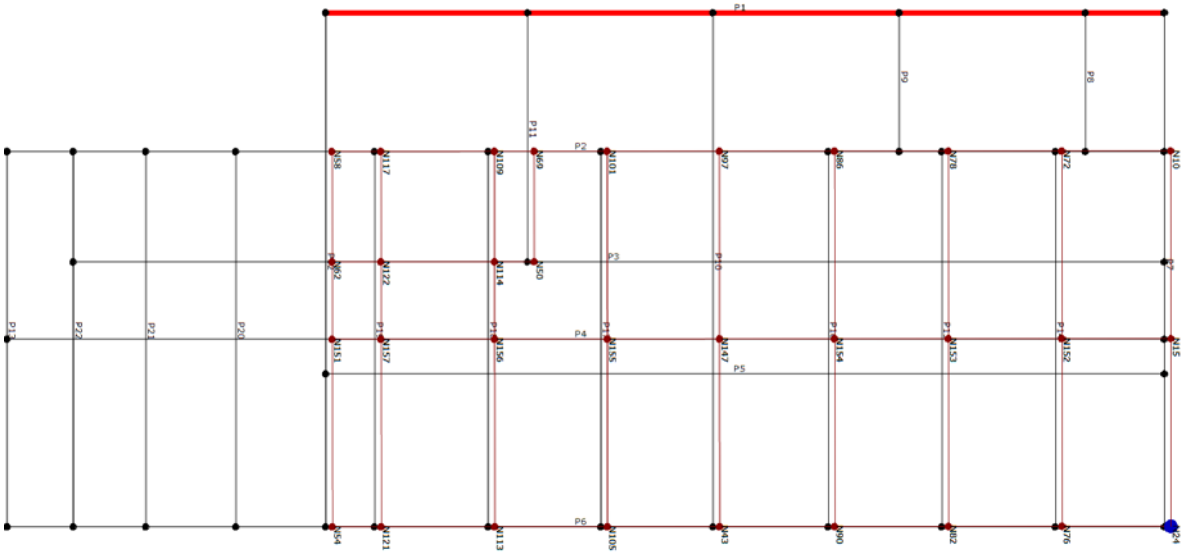
Seismic analysis n. 19 Wall 1 Substep 29



Pushover curve (analysis n. 19)



Plan deformed shape



Conclusions for pushover analysis

Konstrukcija ima tak nihajni čas, da pade na plato spektra, kar pomeni precejšnje potresne sile. Poleg tega so zidane konstrukcije zaradi nezanesljivosti materiala »kaznovane« z velikimi varnostnimi faktorji ter zaradi specifik zidu tudi z majhno redukcijo potresnih sil.

Detajlen potresni račun pokaže šibkost objekta v obeh smereh. Premajhna nosilnost v obeh smereh je pričakovana, saj ima objekt v obeh smereh samo 3 stene, ki so med seboj tudi dokaj oddaljene.

Šibka mesta so se pokazala pri praktično vseh stenah, tudi pri zelo dolgih robnih stenah, ki imajo ogromno togost in zaradi tega prevzamejo velike potresne sile. Problem je še toliko večji, ker so te stene obtežene le s streho, kar zmanjšuje nivo vertikalne osne sile v elementih in posledično tudi strižno nosilnost teh sten.

Ker je potresna odpornost obstoječega objekta premajhna, ga je potrebno utrditi.

Priloga E | Potresna analiza s programom 3Muri – UTRJENO stanje

Vse avtorske pravice, ki s pogodbo niso izrecno prenesene na naročnika, so pridržane.
Poročilo se lahko reproducira samo v celoti.

HE Medvode – potresna analiza – potresna utrditev objekta

Potresna analiza
April 2024

Building Type:
☐ New
☑ Existing

Reason for Seismic Verification:
☑ Modification/change in usage
☐ Extension

Address:

Gorenjska cesta 46, 1215 Medvode

Analysis by:

dr. Jure Snoj, u.d.i.g.
Elea iC, Dunajska cesta 21, 1000 Ljubljana

Responsible Engineer:

Andrej Pogačnik, u.d.i.g.
Elea iC, Dunajska cesta 21, 1000 Ljubljana

0. General

Building Description

HE Medvode je bila zgrajena v začetku petdesetih let 20. stoletja in sodi med bistveno infrastrukturo, ki mora ostati operativna tudi med in po potresu. Stavba transformatorske postaje HE Medvode je trietažna (K+P+1N) masivna zgradba, ki je delno zidana in delno betonska. Tlorisno jo lahko razdelimo v tri dele: glavno osrednjo halo s tlorisnimi dimenzijami cca 12,3 m x 27,0 m, zahodni prizidek s tranformatorji tlorisnih dimenzij cca 4,4 m x 27,0 m ter južni prizidek s kontrolno sobo tlorisnih dimenzij cca 12,3 m x 10,1 m.

Zidovi v objektu so zidani iz polne opeke in apnene malte. Povezani so s horizontalnimi vezmi različnih dimenzij na nivoju etaž. Medetažna konstrukcija med pritličjem in 1. nadstropje so AB plošče debelin 10 cm, 12 cm in 17 cm, ojačane pa so s številnimi armiranobetonskimi nosilci. V zahodni steni so AB stebri dimenzij 30/60 cm, ki potekajo do vrha in podpirajo strešne armiranobetonske prefabricirane nosilce. Ti podpirajo streho, ki je dvokapnica z naklonom cca 10°.

Building Complexity

☐ Simple Construction
Geometrically symmetric regarding horizontal plan and vertical section, simple and well-defined structural system, no previous modifications
☑ Normal Construction
Asymmetric regarding horizontal plan or vertical section, walls with offset, not well-defined structural system
☐ Complex Construction
Asymmetric regarding horizontal plan and/or vertical section, walls with offset, vaguely defined structural system, multiple previous modifications

1. Basics

Inspection

Računski model objekta je bil narejen na podlagi projektne dokumentacije in sond, s katerimi so preiskali vgrajen material. Materialnih karakteristik niso določili, zato smo za faktor zaupanja uporabili vrednost - CF=1.35.

Quality of Basics:

☑ Very Good
Construction Plans are available, detailed knowledge of dimensions and material properties, no uncertainties regarding relevant calculation data and quality of construction

☐ Good
Construction Plans partially available, good knowledge of dimensions and material properties, few uncertainties relevant calculation data and quality of construction

☐ Medium
Construction Plans partially available, rough knowledge of dimensions and material properties, estimated values are necessary for the calculation

☐ Low
Construction Plans are not available, basic knowledge of dimensions and material properties, considerable uncertainties regarding relevant calculation data and quality of construction

Code

- Eurocode 8: Design indications for seism resistance of structures
- Eurocode 6: Design of masonry structures

2. Project description

Basic Geometry

Length of Building: 3710 [cm]
Width of Building: 1670 [cm]
Number of Floors: 2
Total Height: 1060[cm]

Structural Class

☐ I no bigger gatherings of people, no specially valuable equipment and goods, no endangerment of environment
☐ II bigger gatherings are probable, specially valuable equipment or goods, considerable infrastructural function, limited endangerment of environment
☑ III Essential infrastructural function, considerable endangerment of environment
☐ Special definition under agreement with construction owner

Supporting Structure

Vertical Elements
AB stebri, nearmirane zidane stene s horizontalnimi vezmi, dodatne AB stene sidrane v obstoječe zidove
Horizontal Structures
AB plošče in monta strop

3. Mechanical properties of structural elements

Masonry

Name	E [kN/m2]	G [kN/m2]	Specific weight [kg/m3]	fm [kN/m2]	Shear resistance [kN/m2]
Opeka	1.500.000	500.000	18	2.222	66,67

Concrete

Name	E [kN/m2]	G [kN/m2]	Specific weight [kg/m3]	fcm [kN/m2]	fck [kN/m2]	γ c	α cc
MB220	29.000.000,00	11.600.000,00	2.500	18.333,33	22.000,00	1,50	8,50
MB160	29.000.000,00	11.600.000,00	2.500	13.583,00	16.300,00	1,50	8,50

Rebar steel grades

Name	E [kN/m2]	G [kN/m2]	Specific weight [kg/m3]	fym [kN/m2]	fyk [kN/m2]	γ s
GA240	200.000.000	76.923.000	7.850	177.777	240.000	1,15
B500	200.000.000	76.923.000	7.850	538.000	500.000	1,15

4. Seismic action

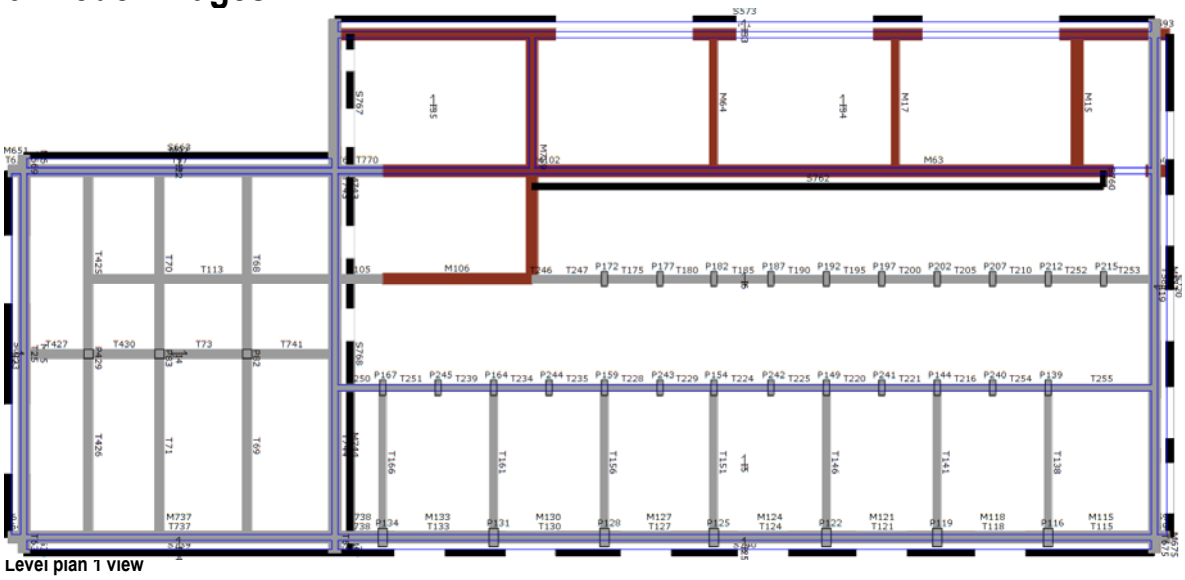
The response spectrums, according to that found in the code, are defined by the peak acceleration and the ground category in the building where construction takes place.

agR (NC) [m/s2]	agR (SD) [m/s2]	agR (DL) [m/s2]	Soil type	S	TB [s]	TC [s]	TD [s]	I
2,50	2,50	1,25	C	1,15	0,20	0,60	2,00	1,20

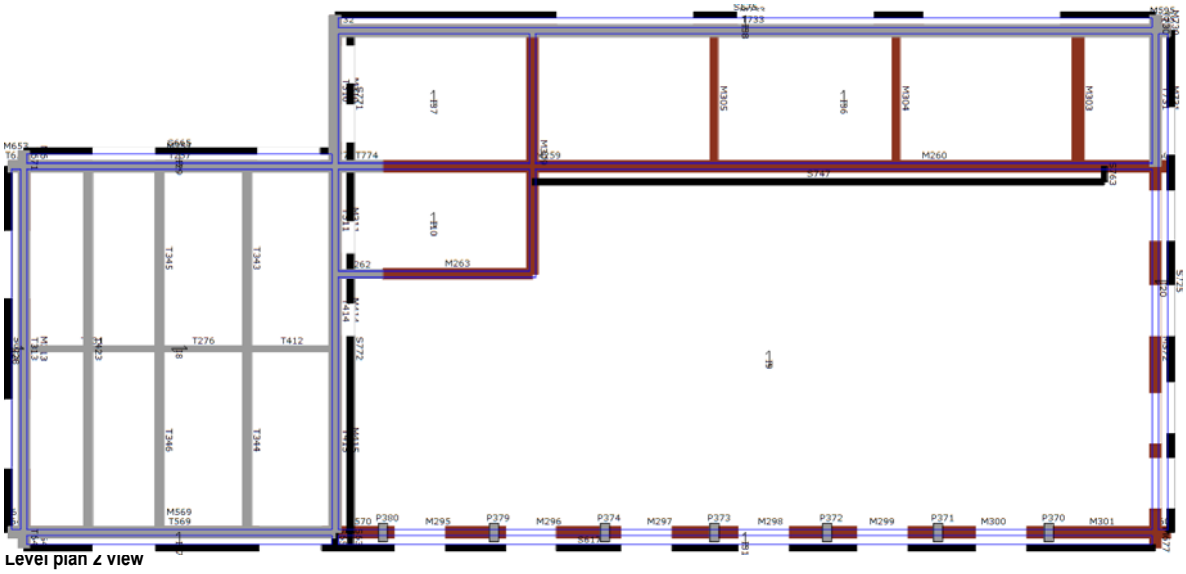
5. Static actions

No. Floor	Gk1 [kN/m2]	Gk2 [kN/m2]	Qk [kN/m2]	Leading variable action 1	φ	ψ0	ψ2
4	3,00	2,05	3,00	No	1,00	0,70	0,30
5	3,00	1,25	5,00	No	1,00	0,70	0,30
6	5,00	1,25	5,00	No	1,00	0,70	0,30
8	1,00	1,00	1,00	No	1,00	0,70	0,30
9	0,01	0,01	0,01	No	1,00	0,70	0,30
10	4,00	1,50	3,00	No	1,00	0,70	0,30
13	1,00	1,00	1,00	No	1,00	0,70	0,30
14	4,00	1,50	3,00	No	1,00	0,70	0,30
15	0,01	0,01	0,01	No	1,00	0,70	0,30
16	4,00	1,50	3,00	No	1,00	0,70	0,30
17	1,00	1,00	1,00	No	1,00	0,70	0,30
18	1,00	1,00	1,00	No	1,00	0,70	0,30

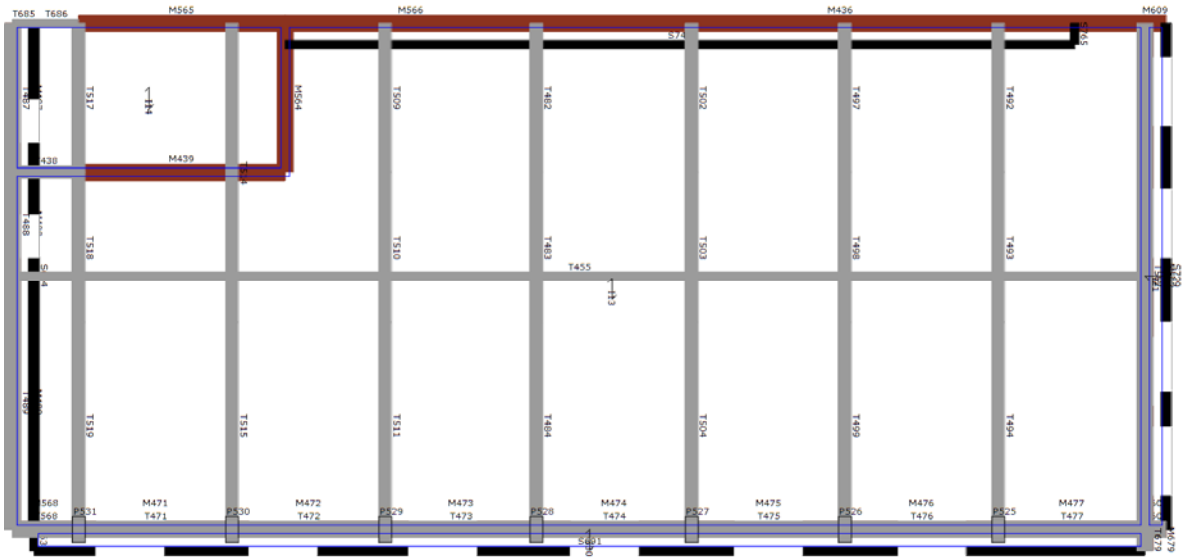
6. Model images

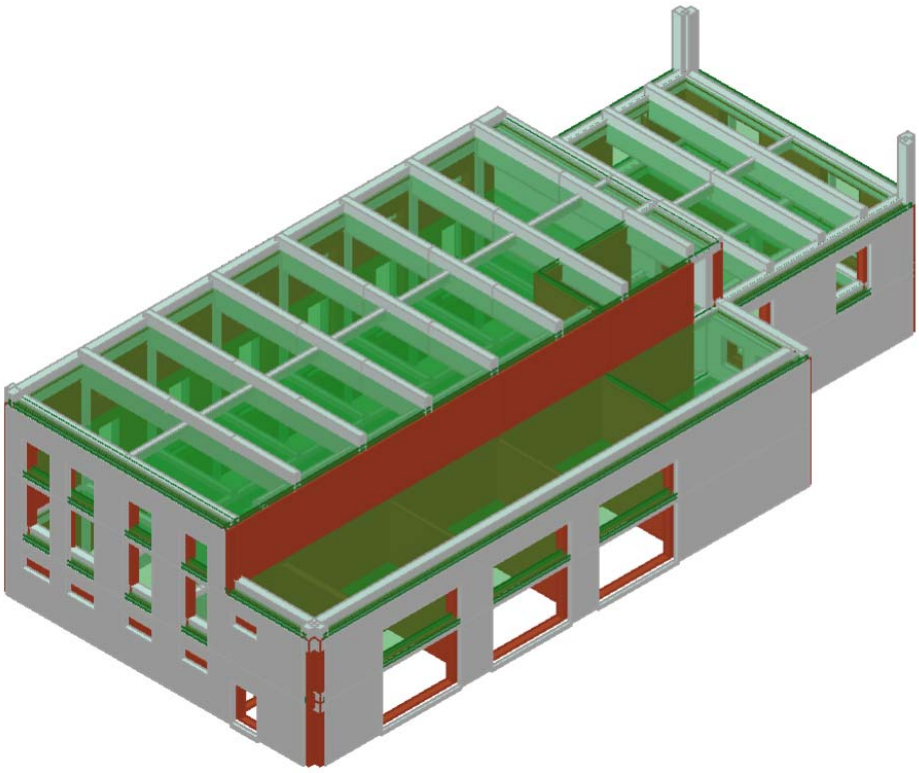


Level plan 1 view

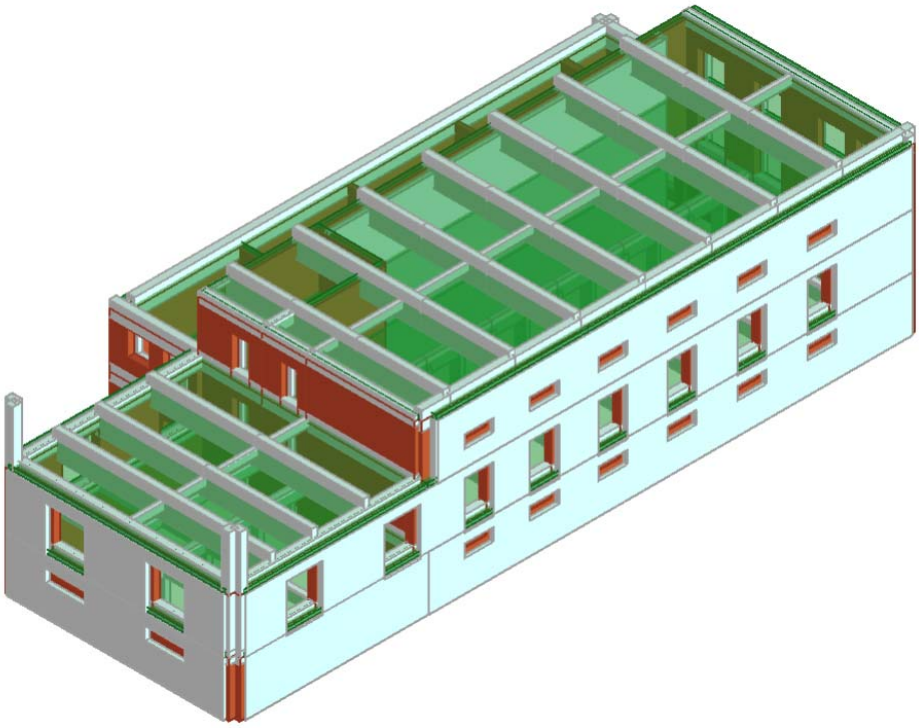


Level plan 2 view





3D view (1)



3D view (2)

4. Model description

Materials

Name	Type	Colour	Description
Muratura	Masonry		
C30-37	Concrete		EN 1992-1-1:2005
B500	Rebar steel grades		EN 1992-1-1:2005
MB160	Concrete		
MB220	Concrete		
GA240	Rebar steel grades		

Model geometry

Modelling of the building is done by insertion of walls which are made into discrete macro elements. These represent deformable masonry piers and spandrel beams on the level. Rigid nodes are indicated in the areas of the masonry that are typically less subject to earthquake damage. Generally, the piers and the spandrel beams are contiguous at the openings, and the rigid nodes are an element that connects the piers and spandrel beams. The mathematical concept behind the use of this element allows the damage mechanism to be found. This is shear damage in the central part, or compression-bending at the edges of the element. In this way, the damage dynamic can be understood in the way that it actually occurs in reality.

The nodes of the model are three-dimensional, with five degrees of liberty. (three displacement components in the overall reference system and the rotation around the X and Y axes) Alternatively, they are two-dimensional nodes with three degrees of liberty. (two transfers and the rotation of the level of the wall) The three-dimensional nodes are used to allow transfer of the actions from one wall to a second wall which is located transversally to the first. The two-dimensional nodes only have degrees of liberty on the level where the wall is found, allowing transfer of the force states between the various points of the wall.

The horizontal structures are modelled with the three node floor elements connected to three-dimensional nodes. They can be loaded perpendicularly to their level using accidental or permanent loads. Seismic actions load the floor along the direction of the level. For this reason, the floor finite element is defined with axial rigidity, but without bending rigidity. This is because the main mechanical behaviour of interest is that receiving horizontal loads due to the seismic action.

5. Structural elements

Level 1

Masonry panel

No.	Wall	Material	Reinforcement	Elevation [m]	Height [m]	Thickness [mm]
1	1	Muratura	-	3,000	3,000	380
593	1	Muratura	-	3,000	3,000	380
63	2	Muratura	-	3,000	3,000	380
102	2	Muratura	-	3,000	3,000	380
605	2	Muratura	-	3,000	3,000	380
106	3	Muratura	-	3,000	3,000	380
15	8	Muratura	-	3,000	3,000	380
17	9	Muratura	-	3,000	3,000	250
64	10	Muratura	-	3,000	3,000	250
759	11	Muratura	-	3,000	3,000	380

Masonry panel + R.C. tie beam (1)

No.	Wall	Masonry wall material	Reinforcement	Wall elevation [m]	Height [m]	Thickness [mm]	Concrete material	Steel material	Tie beam elevation [m]	Section base [mm]	Section height [mm]
97	2	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB160	GA240	3,000	380	600
651	2	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB160	GA240	3,000	380	600
115	6	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	700
118	6	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	700
121	6	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	700
124	6	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	700
127	6	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	700
130	6	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	700
133	6	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	700
599	6	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	700
645	6	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB160	GA240	3,000	380	600
737	6	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB160	GA240	3,000	380	600
738	6	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	700
583	7	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	800
675	7	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	800
657	12	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	800
743	12	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	800
744	12	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB220	GA240	3,000	380	800
25	13	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB160	GA240	3,000	380	600
639	13	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB160	GA240	3,000	380	600
669	13	Muratura	-	3,000	3,000	380	MB160	GA240	3,000	380	600

Masonry panel + R.C. tie beam (2)

No.	Wall	Area [mm2]	J [mm4]	As intrados [mm2]	As extrados [mm2]	No. of intrados rebars	No. of extrados rebars	Concrete cover [mm]	Stirrup spacing [mm]	Strirrup area [mm2]	Flexible portion
97	2	228.000,00	6.840.000.000,0	226,19	226,19	2	2	30	300	39,27	0,50
651	2	228.000,00	6.840.000.000,0	226,19	226,19	2	2	30	300	39,27	0,50

115	6	266.000,00	10.861.666.250,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
118	6	266.000,00	10.861.666.250,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
121	6	266.000,00	10.861.666.250,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
124	6	266.000,00	10.861.666.250,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
127	6	266.000,00	10.861.666.250,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
130	6	266.000,00	10.861.666.250,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
133	6	266.000,00	10.861.666.250,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
599	6	266.000,00	10.861.666.250,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
645	6	228.000,00	6.840.000.000,0	226,19	226,19	2	2	30	300	39,27	0,50
737	6	228.000,00	6.840.000.000,0	226,19	226,19	2	2	30	300	39,27	0,50
738	6	266.000,00	10.861.666.250,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
583	7	304.000,00	16.213.333.750,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
675	7	304.000,00	16.213.333.750,0	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55	0,50
657	12	304.000,00	16.213.333.750,0	603,00	603,00	3	3	30	300	56,55	0,50
743	12	304.000,00	16.213.333.750,0	339,29	339,29	3	3	30	300	39,27	0,50
744	12	304.000,00	16.213.333.750,0	339,29	339,29	3	3	30	300	39,27	0,50
25	13	228.000,00	6.840.000.000,0	226,19	226,19	2	2	30	300	39,27	0,50
639	13	228.000,00	6.840.000.000,0	226,19	226,19	2	2	30	300	39,27	0,50
669	13	228.000,00	6.840.000.000,0	226,19	226,19	2	2	30	300	39,27	0,50

R.C. wall (1)

No.	Wall	Concrete material	Steel material	Elevation [m]	Height [m]	Thickness [mm]
760	14	C30-37	B500	3,000	3,000	200
573	32	C30-37	B500	3,000	3,000	200
720	33	C30-37	B500	3,000	3,000	250
739	34	C30-37	B500	3,000	3,000	200
740	34	C30-37	B500	3,000	3,000	200
621	35	C30-37	B500	3,000	3,000	250
633	36	C30-37	B500	3,000	3,000	200
767	36	C30-37	B500	3,000	3,000	250
768	36	C30-37	B500	3,000	3,000	250
663	37	C30-37	B500	3,000	3,000	200
762	38	C30-37	B500	3,000	3,000	200

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
760	14	12	150	150	12	150	30

2

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
760	14	0,00	0	0	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados			Stirrups				Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
760	14	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
573	32	10	150	150	10	150	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
573	32	2.000,00	10	400	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados			Stirrups				Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
573	32	1.256,00	4	1.256,00	4	30	12	2	100	100	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
720	33	12	100	100	12	100	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
720	33	0,00	0	0	0	0	0,00

2

Link beam

		Intrados		Extrados			Stirrups				Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
720	33	1.256,00	4	1.256,00	4	30	14	2	100	100	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter	Horiz. rebar average spacing	Horiz. rebar end spacing	Side b rebars diameter	Side b rebars spacing	Side b rebar concrete cover

		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
739	34	10	150	150	10	150	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
739	34	2.000,00	10	400	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados			Stirrups				Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
739	34	628,00	2	628,00	2	30	10	2	100	100	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
740	34	10	150	150	10	150	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
740	34	0,00	0	0	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados			Stirrups				Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
740	34	628,00	2	628,00	2	30	10	2	100	100	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
621	35	12	150	150	10	150	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
621	35	2.400,00	12	400	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados			Stirrups				Diagonal rebars	

No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
621	35	628,00	2	628,00	2	30	10	2	100	100	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
633	36	10	150	150	10	150	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
633	36	0,00	0	0	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados					Stirrups		Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
633	36	9,42	3	9,42	3	30	10	2	100	100	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
767	36	10	150	150	10	150	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
767	36	0,00	0	0	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados					Stirrups		Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
767	36	628,00	2	628,00	2	30	10	2	100	100	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]

768	36	12	100	100	12	100	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
768	36	2.400,00	12	400	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados				Stirrups			Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
768	36	628,00	2	628,00	2	30	12	2	100	100	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
663	37	10	150	150	10	150	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
663	37	2.000,00	10	400	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados				Stirrups			Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
663	37	628,00	2	628,00	2	30	10	2	100	100	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
762	38	10	150	150	10	150	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
762	38	2.800,00	14	600	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados				Stirrups			Diagonal rebars	
No.	Wall	As	Rebars	As	Rebars	Concrete	Diameter	Legs no.	Average	End	As	Rotation

		[mm2]	no.	[mm2]	no.	cover [mm]	[mm]		spacing	spacing [mm]	[mm2]	angle [rad]
762	38	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00

R.C. beam (1)

No.	Wall	Concrete material	Steel material	I elevation [m]	J elevation [m]	Section base [mm]	Section height [mm]	J [mm4]
769	2	MB220	GA240	3,000	3,000	380	400	2.026.666.718,8
770	2	MB220	GA240	3,000	3,000	380	400	2.026.666.718,8
105	3	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0
113	3	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0
175	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
180	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
185	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
190	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
195	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
200	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
205	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
210	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
246	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
247	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
252	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
253	3	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
73	4	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0
427	4	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0
430	4	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0
741	4	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0
216	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
220	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
221	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
224	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
225	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
228	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
229	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
234	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
235	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
239	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
250	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
251	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
254	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
255	5	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
151	10	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
138	15	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
141	17	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
146	19	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
156	22	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
161	24	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0
166	26	MB220	GA240	3,000	3,000	250	800	10.666.666.250,0

68	27	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0
69	27	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0
70	28	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0
71	28	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0
425	31	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0
426	31	MB220	GA240	3,000	3,000	300	600	5.400.000.000,0

R.C. beam (2)

No.	Wall	As intrados [mm2]	As extrados [mm2]	Intrados rebars no.	Extrados rebars no.	Concrete cover [mm]	Stirrup spacing [mm]	Strirrup area [mm2]
769	2	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
770	2	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
105	3	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55
113	3	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
175	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
180	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
185	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
190	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
195	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
200	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
205	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
210	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
246	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
247	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
252	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
253	3	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
73	4	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
427	4	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
430	4	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
741	4	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
216	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
220	5	603,19	603,19	3	3	30	30	56,55
221	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
224	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
225	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
228	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
229	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
234	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
235	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
239	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
250	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
251	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
254	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
255	5	339,29	339,29	3	3	30	250	56,55
151	10	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
138	15	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
141	17	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
146	19	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
156	22	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55

161	24	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
166	26	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
68	27	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
69	27	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
70	28	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
71	28	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
425	31	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
426	31	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55

R.C. column (1)

No.	Concrete material	Steel material	Elevation [m]	Section base [mm]	Section height [mm]	Area [mm2]	Rotation angle [rad]	Height [m]
82	MB220	GA240	3,000	300	300	90.000,00	0,00	3,000
83	MB220	GA240	3,000	300	300	90.000,00	0,00	3,000
116	MB220	GA240	3,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
119	MB220	GA240	3,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
122	MB220	GA240	3,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
125	MB220	GA240	3,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
128	MB220	GA240	3,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
131	MB220	GA240	3,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
134	MB220	GA240	3,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
139	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
144	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
149	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
154	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
159	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
164	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
167	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
172	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
177	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
182	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
187	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
192	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
197	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
202	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
207	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
212	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
215	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
240	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
241	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
242	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
243	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
244	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
245	MB220	GA240	3,000	200	500	100.000,00	90,00	3,000
429	MB220	GA240	3,000	300	300	90.000,00	0,00	3,000

R.C. column (2)

No.	Side b As [mm2]	Side h As [mm2]	Side b rebars	Side h rebars	Concrete cover	Stirrup spacing [mm]	Strirrup area [mm2]

			no.	no.	[mm]		
82	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
83	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
116	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
119	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
122	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
125	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
128	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
131	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
134	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
139	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
144	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
149	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
154	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
159	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
164	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
167	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
172	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
177	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
182	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
187	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
192	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
197	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
202	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
207	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
212	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
215	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
240	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
241	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
242	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
243	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
244	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
245	307,88	307,88	2	2	30	300	56,55
429	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55

Floor

No.	Elevation [m]	Thickness [mm]	G [kN/m2]	Ex [kN/m2]	Ey [kN/m2]	Mass loading	Type
4	3,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
5	3,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
6	3,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
19	3,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
22	3,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
23	3,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
24	3,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
25	3,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
33	3,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
34	3,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
35	3,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor

Level 2

Masonry panel

No.	Wall	Material	Reinforcement	Elevation [m]	Height [m]	Thickness [mm]
259	2	Muratura	-	6,000	3,000	380
260	2	Muratura	-	6,000	3,000	380
607	2	Muratura	-	6,000	3,000	380
263	3	Muratura	-	6,000	3,000	380
295	6	Muratura	-	6,000	3,000	380
296	6	Muratura	-	6,000	3,000	380
297	6	Muratura	-	6,000	3,000	380
298	6	Muratura	-	6,000	3,000	380
299	6	Muratura	-	6,000	3,000	380
300	6	Muratura	-	6,000	3,000	380
301	6	Muratura	-	6,000	3,000	380
570	6	Muratura	-	6,000	3,000	380
601	6	Muratura	-	6,000	3,000	380
572	7	Muratura	-	6,000	3,000	380
677	7	Muratura	-	6,000	3,000	380
303	8	Muratura	-	6,000	3,000	380
304	9	Muratura	-	6,000	3,000	250
305	10	Muratura	-	6,000	3,000	250
309	11	Muratura	-	6,000	3,000	380

Masonry panel + R.C. tie beam (1)

No.	Wall	Masonry wall material	Reinforcement	Wall elevation [m]	Height [m]	Thickness [mm]	Concrete material	Steel material	Tie beam elevation [m]	Section base [mm]	Section height [mm]
595	1	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB220	GA240	6,000	380	1.000
733	1	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB220	GA240	6,000	380	1.000
257	2	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB160	GA240	6,000	380	600
653	2	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB160	GA240	6,000	380	6.000
569	6	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB160	GA240	6,000	380	600
647	6	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB160	GA240	6,000	380	6.000
730	7	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB220	GA240	6,000	380	1.000
731	7	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB220	GA240	6,000	380	1.000
310	12	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB220	GA240	6,000	380	800
311	12	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB220	GA240	6,000	380	800
414	12	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB220	GA240	6,000	380	800
415	12	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB220	GA240	6,000	380	800
313	13	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB160	GA240	6,000	380	600
641	13	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB160	GA240	6,000	380	6.000
671	13	Muratura	-	6,000	3,000	380	MB160	GA240	6,000	380	6.000

Masonry panel + R.C. tie beam (2)

No.	Wall	Area [mm2]	J [mm4]	As intrados [mm2]	As extrados [mm2]	No. of intrados rebars	No. of extrados rebars	Concrete cover [mm]	Stirrup spacing [mm]	Strirrup area [mm2]	Flexible portion
595	1	380.000,00	31.666.667.500,0	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55	0,50

733	1	380.000,00	31.666.667.500,0	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55	0,50
257	2	228.000,00	6.840.000.000,0	226,19	226,19	2	2	30	300	39,27	0,50
653	2	228.000,00	6.840.000.000,0	226,19	226,19	2	2	30	300	39,27	0,50
569	6	228.000,00	6.840.000.000,0	226,19	226,19	2	2	30	300	39,27	0,50
647	6	228.000,00	6.840.000.000,0	226,19	226,19	2	2	30	300	39,27	0,50
730	7	380.000,00	31.666.667.500,0	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55	0,50
731	7	380.000,00	31.666.667.500,0	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55	0,50
310	12	304.000,00	16.213.333.750,0	339,29	339,29	3	3	30	300	39,27	0,50
311	12	304.000,00	16.213.333.750,0	339,29	339,29	3	3	30	300	39,27	0,50
414	12	304.000,00	16.213.333.750,0	339,29	339,29	3	3	30	300	39,27	0,50
415	12	304.000,00	16.213.333.750,0	339,29	339,29	3	3	30	300	39,27	0,50
313	13	228.000,00	6.840.000.000,0	226,19	226,19	2	2	30	300	39,27	0,50
641	13	228.000,00	6.840.000.000,0	226,19	226,19	2	2	30	300	39,27	0,50
671	13	228.000,00	6.840.000.000,0	226,19	226,19	2	2	30	300	39,27	0,50

R.C. wall (1)

No.	Wall	Concrete material	Steel material	Elevation [m]	Height [m]	Thickness [mm]
659	12	C30-37	B500	6,000	3,000	200
763	14	C30-37	B500	6,000	3,000	200
575	32	C30-37	B500	6,000	3,000	200
725	33	C30-37	B500	6,000	3,000	250
617	34	C30-37	B500	6,000	3,000	200
623	35	C30-37	B500	6,000	3,000	250
635	36	C30-37	B500	6,000	3,000	200
771	36	C30-37	B500	6,000	3,000	250
772	36	C30-37	B500	6,000	3,000	250
665	37	C30-37	B500	6,000	3,000	200
747	38	C30-37	B500	6,000	3,000	200

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
659	12	10	150	150	10	150	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
659	12	0,00	0	0	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados			Stirrups				Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
659	12	9,42	3	9,42	3	30	10	2	100	100	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
763	14	12	150	150	12	150	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
763	14	0,00	0	0	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados			Stirrups				Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
763	14	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
575	32	10	150	150	10	150	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
575	32	2.000,00	10	400	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados			Stirrups				Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
575	32	1.256,00	4	1.256,00	4	30	12	2	100	100	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
725	33	12	100	100	12	100	30

2

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter	Inclined reinforcement spacing	Inclined reinforcement angle

					[mm]	[mm]	[m]
725	33	0,00	0	0	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados				Stirrups			Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
725	33	1.256,00	4	1.256,00	4	30	14	2	100	100	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
617	34	10	150	150	10	150	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
617	34	0,00	0	0	0	0	0,00

2

Link beam

		Intrados		Extrados				Stirrups			Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
617	34	628,00	2	628,00	2	30	10	2	100	100	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
623	35	12	150	150	10	150	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
623	35	2.000,00	10	400	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados				Stirrups			Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
623	35	628,00	2	628,00	2	30	10	2	100	100	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
635	36	10	150	150	10	150	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
635	36	0,00	0	0	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados					Stirrups			Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]	
635	36	9,42	3	9,42	3	30	10	2	100	100	0,00	0,00	

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
771	36	10	150	150	10	150	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
771	36	0,00	0	0	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados					Stirrups			Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]	
771	36	628,00	2	628,00	2	30	10	2	100	100	0,00	0,00	

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
772	36	12	100	100	12	100	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]

772	36	2.400,00	12	400	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados			Stirrups				Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
772	36	628,00	2	628,00	2	30	12	2	100	100	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
665	37	10	150	150	10	150	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
665	37	0,00	0	0	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados			Stirrups				Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
665	37	628,00	2	628,00	2	30	10	2	100	100	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
747	38	10	150	150	10	150	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
747	38	2.800,00	14	600	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados			Stirrups				Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
747	38	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00

R.C. beam (1)

No.	Wall	Concrete material	Steel material	I elevation [m]	J elevation [m]	Section base [mm]	Section height [mm]	J [mm4]
732	1	MB220	GA240	6,000	6,000	380	500	3.958.333.437,5
773	2	MB220	GA240	6,000	6,000	380	400	2.026.666.718,8
774	2	MB220	GA240	6,000	6,000	380	400	2.026.666.718,8
262	3	MB220	GA240	6,000	6,000	300	600	5.400.000.000,0
276	4	MB220	GA240	6,000	6,000	200	400	1.066.666.640,6
412	4	MB220	GA240	6,000	6,000	200	400	1.066.666.640,6
431	4	MB220	GA240	6,000	6,000	200	400	1.066.666.640,6
343	27	MB220	GA240	6,000	6,000	300	1.400	68.600.000.000,0
344	27	MB220	GA240	6,000	6,000	300	1.400	68.600.000.000,0
345	28	MB220	GA240	6,000	6,000	300	1.400	68.600.000.000,0
346	28	MB220	GA240	6,000	6,000	300	1.400	68.600.000.000,0
423	31	MB220	GA240	6,000	6,000	300	1.400	68.600.000.000,0

R.C. beam (2)

No.	Wall	As intrados [mm2]	As extrados [mm2]	Intrados rebars no.	Extrados rebars no.	Concrete cover [mm]	Stirrup spacing [mm]	Strirrup area [mm2]
732	1	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
773	2	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
774	2	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
262	3	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55
276	4	235,62	235,62	3	3	30	250	56,55
412	4	235,62	235,62	3	3	30	250	56,55
431	4	235,62	235,62	3	3	30	250	56,55
343	27	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
344	27	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
345	28	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
346	28	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
423	31	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55

R.C. column (1)

No.	Concrete material	Steel material	Elevation [m]	Section base [mm]	Section height [mm]	Area [mm2]	Rotation angle [rad]	Height [m]
370	MB220	GA240	6,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
371	MB220	GA240	6,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
372	MB220	GA240	6,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
373	MB220	GA240	6,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
374	MB220	GA240	6,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
379	MB220	GA240	6,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
380	MB220	GA240	6,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000

R.C. column (2)

No.	Side b As [mm2]	Side h As [mm2]	Side b rebars no.	Side h rebars no.	Concrete cover [mm]	Stirrup spacing [mm]	Strirrup area [mm2]
370	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
371	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
372	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
373	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55

374	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
379	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
380	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55

Floor

No.	Elevation [m]	Thickness [mm]	G [kN/m2]	Ex [kN/m2]	Ey [kN/m2]	Mass loading	Type
8	6,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
9	6,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
10	6,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
20	6,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
27	6,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
28	6,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
29	6,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
31	6,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
36	6,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
37	6,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
38	6,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor

Level 3

Masonry panel

No.	Wall	Material	Reinforcement	Elevation [m]	Height [m]	Thickness [mm]
436	2	Muratura	-	9,000	3,000	380
565	2	Muratura	-	9,000	3,000	380
566	2	Muratura	-	9,000	3,000	380
609	2	Muratura	-	9,000	3,000	380
439	3	Muratura	-	9,000	3,000	380
564	11	Muratura	-	9,000	3,000	380

Masonry panel + R.C. tie beam (1)

No.	Wall	Masonry wall material	Reinforcement	Wall elevation [m]	Height [m]	Thickness [mm]	Concrete material	Steel material	Tie beam elevation [m]	Section base [mm]	Section height [mm]
471	6	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	1.000
472	6	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	1.000
473	6	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	1.000
474	6	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	1.000
475	6	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	1.000
476	6	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	1.000
477	6	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	1.000
568	6	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	1.000
603	6	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	1.000
562	7	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	500
679	7	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	800
487	12	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	500
488	12	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	500
489	12	Muratura	-	9,000	3,000	380	MB220	GA240	9,000	380	500

Masonry panel + R.C. tie beam (2)

No.	Wall	Area [mm2]	J [mm4]	As intrados [mm2]	As extrados [mm2]	No. of intrados rebars	No. of extrados rebars	Concrete cover [mm]	Stirrup spacing [mm]	Strirrup area [mm2]	Flexible portion
471	6	380.000,00	31.666.667.500,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
472	6	380.000,00	31.666.667.500,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
473	6	380.000,00	31.666.667.500,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
474	6	380.000,00	31.666.667.500,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
475	6	380.000,00	31.666.667.500,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
476	6	380.000,00	31.666.667.500,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
477	6	380.000,00	31.666.667.500,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
568	6	380.000,00	31.666.667.500,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
603	6	380.000,00	31.666.667.500,0	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
562	7	190.000,00	3.958.333.437,5	339,29	339,29	3	3	30	300	56,55	0,50
679	7	304.000,00	16.213.333.750,0	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55	0,50
487	12	190.000,00	3.958.333.437,5	339,29	339,29	3	3	30	300	39,27	0,50
488	12	190.000,00	3.958.333.437,5	339,29	339,29	3	3	30	300	39,27	0,50
489	12	190.000,00	3.958.333.437,5	339,29	339,29	3	3	30	300	39,27	0,50

R.C. wall (1)

No.	Wall	Concrete material	Steel material	Elevation [m]	Height [m]	Thickness [mm]
765	14	C30-37	B500	9,000	3,000	200
729	33	C30-37	B500	9,000	3,000	250
691	34	C30-37	B500	9,000	3,000	200
637	36	C30-37	B500	9,000	3,000	200
684	36	C30-37	B500	9,000	3,000	250
749	38	C30-37	B500	9,000	3,000	200

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
765	14	12	150	150	12	150	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
765	14	0,00	0	0	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados			Stirrups				Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
765	14	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
729	33	12	100	100	12	100	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
729	33	0,00	0	0	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados					Stirrups		Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
729	33	1.256,00	4	1.256,00	4	30	16	2	100	100	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
691	34	10	150	150	10	150	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
691	34	0,00	0	0	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados					Stirrups		Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
691	34	628,00	2	628,00	2	30	10	2	100	100	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
637	36	10	150	150	10	150	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter	Inclined reinforcement spacing	Inclined reinforcement angle

					[mm]	[mm]	[m]
637	36	0,00	0	0	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados				Stirrups			Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
637	36	9,42	3	9,42	3	30	10	2	100	100	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
684	36	12	100	100	12	100	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
684	36	0,00	0	0	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados				Stirrups			Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
684	36	628,00	2	628,00	2	30	12	2	100	100	0,00	0,00

R.C. wall (2)

Wall

No.	Wall	Horiz. rebars diameter [mm]	Horiz. rebar average spacing [mm]	Horiz. rebar end spacing [mm]	Side b rebars diameter [mm]	Side b rebars spacing [mm]	Side b rebar concrete cover [mm]
749	38	10	150	150	10	150	30

No.	Wall	As rebars zone E [mm2]	Zone E rebars no.	Zone E width [mm]	Inclined reinforcement diameter [mm]	Inclined reinforcement spacing [mm]	Inclined reinforcement angle [m]
749	38	2.800,00	14	600	0	0	0,00

Link beam

		Intrados		Extrados				Stirrups			Diagonal rebars	
No.	Wall	As [mm2]	Rebars no.	As [mm2]	Rebars no.	Concrete cover [mm]	Diameter [mm]	Legs no.	Average spacing	End spacing [mm]	As [mm2]	Rotation angle [rad]
749	38	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00

R.C. beam (1)

No.	Wall	Concrete material	Steel material	I elevation [m]	J elevation [m]	Section base [mm]	Section height [mm]	J [mm4]
685	2	MB220	GA240	9,000	9,000	200	200	133.333.330,1
686	2	MB220	GA240	9,000	9,000	200	200	133.333.330,1
438	3	MB220	GA240	9,000	9,000	300	600	5.400.000.000,0
455	4	MB220	GA240	9,000	9,000	200	400	1.066.666.640,6
482	10	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
483	10	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
484	10	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
492	15	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
493	15	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
494	15	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
497	17	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
498	17	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
499	17	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
502	19	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
503	19	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
504	19	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
509	22	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
510	22	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
511	22	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
514	24	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
515	24	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
517	26	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
518	26	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0
519	26	MB220	GA240	9,000	9,000	300	1.400	68.600.000.000,0

R.C. beam (2)

No.	Wall	As intrados [mm2]	As extrados [mm2]	Intrados rebars no.	Extrados rebars no.	Concrete cover [mm]	Stirrup spacing [mm]	Strirrup area [mm2]
685	2	402,12	402,12	2	2	30	300	56,55
686	2	402,12	402,12	2	2	30	300	56,55
438	3	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
455	4	235,62	235,62	3	3	30	250	56,55
482	10	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
483	10	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
484	10	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
492	15	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
493	15	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
494	15	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
497	17	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
498	17	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
499	17	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
502	19	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
503	19	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
504	19	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
509	22	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
510	22	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55

511	22	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
514	24	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
515	24	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
517	26	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
518	26	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55
519	26	1.005,31	1.005,31	5	5	30	250	56,55

R.C. column (1)

No.	Concrete material	Steel material	Elevation [m]	Section base [mm]	Section height [mm]	Area [mm2]	Rotation angle [rad]	Height [m]
525	MB220	GA240	9,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
526	MB220	GA240	9,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
527	MB220	GA240	9,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
528	MB220	GA240	9,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
529	MB220	GA240	9,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
530	MB220	GA240	9,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000
531	MB220	GA240	9,000	300	600	180.000,00	90,00	3,000

R.C. column (2)

No.	Side b As [mm2]	Side h As [mm2]	Side b rebars no.	Side h rebars no.	Concrete cover [mm]	Stirrup spacing [mm]	Strirrup area [mm2]
525	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
526	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
527	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
528	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
529	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
530	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55
531	603,19	603,19	3	3	30	300	56,55

Floor

No.	Elevation [m]	Thickness [mm]	G [kN/m2]	Ex [kN/m2]	Ey [kN/m2]	Mass loading	Type
13	9,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
14	9,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
21	9,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor
30	9,000	-	-	-	-	Bidirectional	Rigid floor

6. Equivalent Frame

Wall : 1

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
198	0,000	-26,100	0,000	0
44	0,000	-20,200	0,000	0
37	0,000	-14,300	0,000	0
31	0,000	-8,400	0,000	0
25	0,000	-2,500	0,000	0
171	0,000	0,000	0,000	0
174	0,000	0,500	0,000	0
199	0,000	-26,100	3,000	1
45	0,000	-20,200	3,000	1
38	0,000	-14,300	3,000	1
32	0,000	-8,400	3,000	1
26	0,000	-2,500	3,000	1
172	0,000	0,000	3,000	1
175	0,000	0,500	3,000	1
200	0,000	-26,100	6,000	2
46	0,000	-20,200	6,000	2
39	0,000	-14,300	6,000	2
33	0,000	-8,400	6,000	2
27	0,000	-2,500	6,000	2
173	0,000	0,000	6,000	2
176	0,000	0,500	6,000	2

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
242	0,000	6,000	2

Pier macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Top node	Bottom node
4	Muratura	-	380	7.200	3.000	3,600	1,500	44	45
5	Muratura	-	380	1.450	3.000	12,325	1,500	37	38
6	Muratura	-	380	1.650	3.000	18,275	1,500	31	32
7	Muratura	-	380	3.600	3.000	25,300	1,500	25	26
9	Muratura	-	380	1.450	2.000	12,325	4,000	38	39
10	Muratura	-	380	1.650	2.000	18,275	4,000	32	33
8	Muratura	-	380	6.700	2.600	3,850	4,300	45	46
11	Muratura	-	380	3.600	2.600	25,300	4,300	26	27

Spandrel beam macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Left node	Right node

1	Muratura	-	380	4.400	1.000	9,400	5,500	46	39
2	Muratura	-	380	4.400	1.000	15,250	5,500	39	33
3	Muratura	-	380	4.400	1.000	21,300	5,500	33	27

Wall : 2

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
192	4,400	-37,200	0,000	0
63	4,400	-36,700	0,000	0
162	4,400	-34,600	0,000	0
137	4,400	-32,300	0,000	0
127	4,400	-29,450	0,000	0
55	4,400	-26,600	0,000	0
205	4,400	-26,100	0,000	0
66	4,400	-20,200	0,000	0
98	4,400	-14,300	0,000	0
34	4,400	-8,400	0,000	0
28	4,400	-2,500	0,000	0
70	4,400	-1,650	0,000	0
7	4,400	0,000	0,000	0
181	4,400	0,500	0,000	0
193	4,400	-37,200	3,000	1
64	4,400	-36,700	3,000	1
163	4,400	-34,600	3,000	1
138	4,400	-32,300	3,000	1
128	4,400	-29,450	3,000	1
56	4,400	-26,600	3,000	1
206	4,400	-26,100	3,000	1
67	4,400	-20,200	3,000	1
99	4,400	-14,300	3,000	1
35	4,400	-8,400	3,000	1
29	4,400	-2,500	3,000	1
71	4,400	-1,650	3,000	1
8	4,400	0,000	3,000	1
182	4,400	0,500	3,000	1
194	4,400	-37,200	6,000	2
65	4,400	-36,700	6,000	2
164	4,400	-34,600	6,000	2
139	4,400	-32,300	6,000	2
129	4,400	-29,450	6,000	2
57	4,400	-26,600	6,000	2
207	4,400	-26,100	6,000	2
68	4,400	-20,200	6,000	2
100	4,400	-14,300	6,000	2
36	4,400	-8,400	6,000	2
30	4,400	-2,500	6,000	2
72	4,400	-1,650	6,000	2
9	4,400	0,000	6,000	2

183	4,400	0,500	6,000	2
58	4,400	-26,600	9,000	3
208	4,400	-26,100	9,000	3
121	4,400	-25,050	9,000	3
113	4,400	-21,450	9,000	3
69	4,400	-20,200	9,000	3
105	4,400	-17,850	9,000	3
101	4,400	-14,300	9,000	3
90	4,400	-10,650	9,000	3
82	4,400	-7,050	9,000	3
76	4,400	-3,450	9,000	3
73	4,400	-1,650	9,000	3
10	4,400	0,000	9,000	3
184	4,400	0,500	9,000	3

2

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
243	12,150	0,000	0
244	12,150	3,000	1
245	12,150	6,000	2

Pier macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Top node	Bottom node
17	Muratura	-	380	23.750	2.662	24,025	1,331	98	99
18	Muratura	-	380	800	2.662	37,300	1,331	7	8
14	Muratura	-	380	10.600	3.000	5,300	1,500	137	138
20	Muratura	-	380	3.350	2.600	6,425	4,300	128	129
19	Muratura	-	380	2.750	2.814	1,375	4,407	64	65
21	Muratura	-	380	500	2.814	10,350	4,407	56	57
15	Muratura	-	380	25.550	3.000	24,925	4,500	99	100
16	Muratura	-	380	25.550	3.000	24,925	7,500	100	90

Spandrel beam macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Left node	Right node
12	Muratura	-	380	2.000	400	3,750	5,800	164	139
13	Muratura	-	380	2.000	400	9,100	5,800	129	57

Wall : 3

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
59	7,900	-26,600	0,000	0
209	7,900	-26,100	0,000	0
47	7,900	-20,200	0,000	0
110	7,900	-17,850	0,000	0

250	7,900	-16,050	0,000	0
102	7,900	-14,300	0,000	0
253	7,900	-12,450	0,000	0
95	7,900	-10,650	0,000	0
256	7,900	-8,850	0,000	0
87	7,900	-7,050	0,000	0
259	7,900	-5,250	0,000	0
81	7,900	-3,450	0,000	0
262	7,900	-1,650	0,000	0
147	7,900	0,000	0,000	0
11	7,900	-34,600	3,000	1
143	7,900	-32,300	3,000	1
133	7,900	-29,450	3,000	1
60	7,900	-26,600	3,000	1
210	7,900	-26,100	3,000	1
48	7,900	-20,200	3,000	1
249	7,900	-17,850	3,000	1
251	7,900	-16,050	3,000	1
252	7,900	-14,300	3,000	1
254	7,900	-12,450	3,000	1
255	7,900	-10,650	3,000	1
257	7,900	-8,850	3,000	1
258	7,900	-7,050	3,000	1
260	7,900	-5,250	3,000	1
261	7,900	-3,450	3,000	1
263	7,900	-1,650	3,000	1
148	7,900	0,000	3,000	1
61	7,900	-26,600	6,000	2
211	7,900	-26,100	6,000	2
49	7,900	-20,200	6,000	2
62	7,900	-26,600	9,000	3
212	7,900	-26,100	9,000	3
126	7,900	-25,050	9,000	3
118	7,900	-21,450	9,000	3
50	7,900	-20,200	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
246	9,550	0,000	0
265	11,975	0,000	0
247	9,550	3,000	1
266	11,975	3,000	1
248	14,950	3,000	1
264	9,550	6,000	2
267	11,975	6,000	2

Pier macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass	Z centre of mass	Top node	Bottom node

						[m]	[m]		
22	Muratura	-	380	4.850	3.000	11,975	1,500	265	266
23	Muratura	-	380	4.850	3.000	11,975	4,500	266	267
24	Muratura	-	380	4.850	3.000	11,975	7,500	267	118

Wall : 4

2

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
12	10,350	-36,700	0,000	0
168	10,350	-34,600	0,000	0
144	10,350	-32,300	0,000	0
134	10,350	-29,450	0,000	0
152	10,350	-26,600	0,000	0
13	10,350	-36,700	3,000	1
169	10,350	-34,600	3,000	1
145	10,350	-32,300	3,000	1
135	10,350	-29,450	3,000	1
153	10,350	-26,600	3,000	1
14	10,350	-36,700	6,000	2
170	10,350	-34,600	6,000	2
146	10,350	-32,300	6,000	2
136	10,350	-29,450	6,000	2
154	10,350	-26,600	6,000	2
155	10,350	-26,600	9,000	3
213	10,350	-26,100	9,000	3
161	10,350	-25,050	9,000	3
160	10,350	-21,450	9,000	3
159	10,350	-17,850	9,000	3
151	10,350	-14,300	9,000	3
158	10,350	-10,650	9,000	3
157	10,350	-7,050	9,000	3
156	10,350	-3,450	9,000	3
15	10,350	0,000	9,000	3

Wall : 5

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
16	11,450	-26,600	0,000	0
214	11,450	-26,100	0,000	0
149	11,450	-25,050	0,000	0
269	11,450	-23,250	0,000	0
119	11,450	-21,450	0,000	0
271	11,450	-19,650	0,000	0
111	11,450	-17,850	0,000	0
273	11,450	-16,050	0,000	0
103	11,450	-14,300	0,000	0
275	11,450	-12,450	0,000	0

96	11,450	-10,650	0,000	0
277	11,450	-8,850	0,000	0
88	11,450	-7,050	0,000	0
279	11,450	-5,250	0,000	0
150	11,450	-3,450	0,000	0
74	11,450	0,000	0,000	0
17	11,450	-26,600	3,000	1
215	11,450	-26,100	3,000	1
270	11,450	-23,250	3,000	1
120	11,450	-21,450	3,000	1
272	11,450	-19,650	3,000	1
112	11,450	-17,850	3,000	1
274	11,450	-16,050	3,000	1
104	11,450	-14,300	3,000	1
276	11,450	-12,450	3,000	1
97	11,450	-10,650	3,000	1
278	11,450	-8,850	3,000	1
89	11,450	-7,050	3,000	1
280	11,450	-5,250	3,000	1
75	11,450	0,000	3,000	1

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
268	1,550	3,000	1
281	23,150	3,000	1

Wall : 6

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
195	16,300	-37,200	0,000	0
18	16,300	-36,700	0,000	0
165	16,300	-34,600	0,000	0
140	16,300	-32,300	0,000	0
130	16,300	-29,450	0,000	0
51	16,300	-26,600	0,000	0
201	16,300	-26,100	0,000	0
122	16,300	-25,050	0,000	0
114	16,300	-21,450	0,000	0
106	16,300	-17,850	0,000	0
40	16,300	-14,300	0,000	0
91	16,300	-10,650	0,000	0
83	16,300	-7,050	0,000	0
77	16,300	-3,450	0,000	0
21	16,300	0,000	0,000	0
177	16,300	0,500	0,000	0
196	16,300	-37,200	3,000	1
19	16,300	-36,700	3,000	1
166	16,300	-34,600	3,000	1

141	16,300	-32,300	3,000	1
131	16,300	-29,450	3,000	1
52	16,300	-26,600	3,000	1
202	16,300	-26,100	3,000	1
123	16,300	-25,050	3,000	1
115	16,300	-21,450	3,000	1
107	16,300	-17,850	3,000	1
41	16,300	-14,300	3,000	1
92	16,300	-10,650	3,000	1
84	16,300	-7,050	3,000	1
78	16,300	-3,450	3,000	1
22	16,300	0,000	3,000	1
178	16,300	0,500	3,000	1
197	16,300	-37,200	6,000	2
20	16,300	-36,700	6,000	2
167	16,300	-34,600	6,000	2
142	16,300	-32,300	6,000	2
132	16,300	-29,450	6,000	2
53	16,300	-26,600	6,000	2
203	16,300	-26,100	6,000	2
124	16,300	-25,050	6,000	2
116	16,300	-21,450	6,000	2
108	16,300	-17,850	6,000	2
42	16,300	-14,300	6,000	2
93	16,300	-10,650	6,000	2
85	16,300	-7,050	6,000	2
79	16,300	-3,450	6,000	2
23	16,300	0,000	6,000	2
179	16,300	0,500	6,000	2
54	16,300	-26,600	9,000	3
204	16,300	-26,100	9,000	3
125	16,300	-25,050	9,000	3
117	16,300	-21,450	9,000	3
109	16,300	-17,850	9,000	3
43	16,300	-14,300	9,000	3
94	16,300	-10,650	9,000	3
86	16,300	-7,050	9,000	3
80	16,300	-3,450	9,000	3
24	16,300	0,000	9,000	3
180	16,300	0,500	9,000	3

Pier macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Top node	Bottom node
51	Muratura	-	380	12.150	3.000	6,075	1,500	140	141
52	Muratura	-	380	3.950	3.000	35,725	1,500	21	22
56	Muratura	-	380	400	1.850	12,350	1,623	122	123
57	Muratura	-	380	1.600	1.850	14,950	1,623	114	115

58	Muratura	-	380	400	1.850	15,950	1,623	114	115
59	Muratura	-	380	1.600	1.850	18,550	1,623	106	107
60	Muratura	-	380	550	1.850	19,625	1,623	106	107
61	Muratura	-	380	1.400	1.850	22,200	1,623	40	41
62	Muratura	-	380	800	1.850	23,300	1,623	40	41
63	Muratura	-	380	1.250	1.850	25,925	1,623	91	92
64	Muratura	-	380	1.000	1.850	27,050	1,623	91	92
65	Muratura	-	380	1.000	1.850	29,650	1,623	83	84
66	Muratura	-	380	1.250	1.850	30,775	1,623	83	84
67	Muratura	-	380	750	1.850	33,375	1,623	77	78
69	Muratura	-	380	3.400	2.600	6,450	4,300	131	132
68	Muratura	-	380	2.750	2.814	1,375	4,407	19	20
70	Muratura	-	380	2.000	2.814	11,150	4,407	202	203
71	Muratura	-	380	400	2.814	12,350	4,407	123	124
72	Muratura	-	380	1.600	2.814	14,950	4,407	115	116
73	Muratura	-	380	400	2.814	15,950	4,407	115	116
74	Muratura	-	380	1.600	2.814	18,550	4,407	107	108
75	Muratura	-	380	550	2.814	19,625	4,407	107	108
76	Muratura	-	380	1.400	2.814	22,200	4,407	41	42
77	Muratura	-	380	800	2.814	23,300	4,407	41	42
78	Muratura	-	380	1.250	2.814	25,925	4,407	92	93
79	Muratura	-	380	1.000	2.814	27,050	4,407	92	93
80	Muratura	-	380	1.000	2.814	29,650	4,407	84	85
81	Muratura	-	380	1.250	2.814	30,775	4,407	84	85
82	Muratura	-	380	750	2.814	33,375	4,407	78	79
53	Muratura	-	380	3.950	3.000	35,725	4,500	22	23
83	Muratura	-	380	400	1.850	12,350	7,472	124	125
84	Muratura	-	380	1.600	1.850	14,950	7,472	116	117
85	Muratura	-	380	400	1.850	15,950	7,472	116	117
86	Muratura	-	380	1.600	1.850	18,550	7,472	108	109
87	Muratura	-	380	550	1.850	19,625	7,472	108	109
88	Muratura	-	380	1.400	1.850	22,200	7,472	42	43
89	Muratura	-	380	800	1.850	23,300	7,472	42	43
90	Muratura	-	380	1.250	1.850	25,925	7,472	93	94
91	Muratura	-	380	1.000	1.850	27,050	7,472	93	94
92	Muratura	-	380	1.000	1.850	29,650	7,472	85	86
93	Muratura	-	380	1.250	1.850	30,775	7,472	85	86
94	Muratura	-	380	750	1.850	33,375	7,472	79	80
54	Muratura	-	380	1.550	3.000	11,375	7,500	203	204
55	Muratura	-	380	3.950	3.000	35,725	7,500	23	24

Spandrel beam macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Left node	Right node
25	Muratura	-	380	1.600	1.800	13,350	0,900	122	114
27	Muratura	-	380	1.600	1.800	16,950	0,900	114	106
29	Muratura	-	380	1.600	1.800	20,700	0,900	106	40
31	Muratura	-	380	1.600	1.800	24,500	0,900	40	91

33	Muratura	-	380	1.600	1.800	28,350	0,900	91	83
35	Muratura	-	380	1.600	1.800	32,200	0,900	83	77
26	Muratura	-	380	1.600	500	13,350	2,750	123	115
28	Muratura	-	380	1.600	500	16,950	2,750	115	107
30	Muratura	-	380	1.600	500	20,700	2,750	107	41
32	Muratura	-	380	1.600	500	24,500	2,750	41	92
34	Muratura	-	380	1.600	500	28,350	2,750	92	84
36	Muratura	-	380	1.600	500	32,200	2,750	84	78
37	Muratura	-	380	2.000	400	3,750	5,800	167	142
38	Muratura	-	380	2.000	400	9,150	5,800	132	53
39	Muratura	-	380	1.600	1.400	13,350	6,300	124	116
40	Muratura	-	380	1.600	1.400	16,950	6,300	116	108
41	Muratura	-	380	1.600	1.400	20,700	6,300	108	42
42	Muratura	-	380	1.600	1.400	24,500	6,300	42	93
43	Muratura	-	380	1.600	1.400	28,350	6,300	93	85
44	Muratura	-	380	1.600	1.400	32,200	6,300	85	79
45	Muratura	-	380	1.600	1.300	13,350	8,350	125	117
46	Muratura	-	380	1.600	1.300	16,950	8,350	117	109
47	Muratura	-	380	1.600	1.300	20,700	8,350	109	43
48	Muratura	-	380	1.600	1.300	24,500	8,350	43	94
49	Muratura	-	380	1.600	1.300	28,350	8,350	94	86
50	Muratura	-	380	1.600	1.300	32,200	8,350	86	80

Wall : 7

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
4	-0,500	0,000	0,000	0
171	0,000	0,000	0,000	0
7	4,400	0,000	0,000	0
147	7,900	0,000	0,000	0
74	11,450	0,000	0,000	0
21	16,300	0,000	0,000	0
188	16,800	0,000	0,000	0
5	-0,500	0,000	3,000	1
172	0,000	0,000	3,000	1
8	4,400	0,000	3,000	1
148	7,900	0,000	3,000	1
75	11,450	0,000	3,000	1
22	16,300	0,000	3,000	1
189	16,800	0,000	3,000	1
6	-0,500	0,000	6,000	2
173	0,000	0,000	6,000	2
9	4,400	0,000	6,000	2
23	16,300	0,000	6,000	2
190	16,800	0,000	6,000	2
10	4,400	0,000	9,000	3
15	10,350	0,000	9,000	3
24	16,300	0,000	9,000	3

191	16,800	0,000	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
282	14,150	0,000	0
283	14,150	3,000	1
287	8,050	9,000	3
288	14,150	9,000	3

Pier macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Top node	Bottom node
109	Muratura	-	380	3.000	2.662	1,500	1,331	171	172
114	Muratura	-	380	1.300	1.850	16,650	1,623	21	22
110	Muratura	-	380	1.200	1.450	5,100	1,625	7	8
111	Muratura	-	380	1.500	700	8,050	2,150	147	148
112	Muratura	-	380	1.900	700	11,350	2,150	74	75
113	Muratura	-	380	500	700	14,150	2,150	282	283
117	Muratura	-	380	1.300	3.000	16,650	4,500	22	23
115	Muratura	-	380	3.000	1.850	1,500	4,623	172	173
116	Muratura	-	380	1.200	1.850	5,100	4,825	8	9
122	Muratura	-	380	1.500	5.000	8,050	5,500	148	287
121	Muratura	-	380	1.900	5.000	11,350	5,500	75	15
120	Muratura	-	380	500	5.000	14,150	5,500	283	288
118	Muratura	-	380	800	2.600	5,300	7,300	9	10
119	Muratura	-	380	1.300	2.600	16,650	7,300	23	24

Spandrel beam macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Left node	Right node
96	Muratura	-	380	1.600	1.800	6,500	0,900	7	147
98	Muratura	-	380	1.600	1.800	9,600	0,900	147	74
100	Muratura	-	380	1.600	1.800	13,100	0,900	74	282
102	Muratura	-	380	1.600	1.800	15,200	0,900	282	21
97	Muratura	-	380	1.600	500	6,500	2,750	8	148
99	Muratura	-	380	1.600	500	9,600	2,750	148	75
101	Muratura	-	380	1.600	500	13,100	2,750	75	283
103	Muratura	-	380	1.600	500	15,200	2,750	283	22
95	Muratura	-	380	1.500	2.600	3,750	3,500	172	8
104	Muratura	-	380	1.500	500	3,750	5,750	173	9
105	Muratura	-	380	1.600	1.000	6,500	8,500	10	287
106	Muratura	-	380	1.600	1.000	9,600	8,500	287	15
107	Muratura	-	380	1.600	1.000	13,100	8,500	15	288
108	Muratura	-	380	1.600	1.000	15,200	8,500	288	24

Wall : 8

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
25	0,000	-2,500	0,000	0
28	4,400	-2,500	0,000	0
26	0,000	-2,500	3,000	1
29	4,400	-2,500	3,000	1
27	0,000	-2,500	6,000	2
30	4,400	-2,500	6,000	2

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
289	2,200	0,000	0
290	2,200	3,000	1
291	2,200	6,000	2

Pier macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Top node	Bottom node
123	Muratura	-	380	4.400	3.000	2,200	1,500	289	290
124	Muratura	-	380	4.400	3.000	2,200	4,500	290	291

Wall : 9

2

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
31	0,000	-8,400	0,000	0
34	4,400	-8,400	0,000	0
32	0,000	-8,400	3,000	1
35	4,400	-8,400	3,000	1
33	0,000	-8,400	6,000	2
36	4,400	-8,400	6,000	2

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
292	2,200	0,000	0
293	2,200	3,000	1
294	2,200	6,000	2

Pier macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Top node	Bottom node
125	Muratura	-	250	4.400	3.000	2,200	1,500	292	293
126	Muratura	-	250	4.400	3.000	2,200	4,500	293	294

Wall : 10

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
37	0,000	-14,300	0,000	0
98	4,400	-14,300	0,000	0
102	7,900	-14,300	0,000	0
103	11,450	-14,300	0,000	0
40	16,300	-14,300	0,000	0
38	0,000	-14,300	3,000	1
99	4,400	-14,300	3,000	1
104	11,450	-14,300	3,000	1
41	16,300	-14,300	3,000	1
39	0,000	-14,300	6,000	2
100	4,400	-14,300	6,000	2
42	16,300	-14,300	6,000	2
101	4,400	-14,300	9,000	3
237	4,900	-14,300	9,000	3
151	10,350	-14,300	9,000	3
43	16,300	-14,300	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
297	2,200	0,000	0
298	2,200	3,000	1
299	2,200	6,000	2
295	7,900	9,000	3
296	11,450	9,000	3

Pier macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Top node	Bottom node
127	Muratura	-	250	4.400	3.000	2,200	1,500	297	298
128	Muratura	-	250	4.400	3.000	2,200	4,500	298	299

Wall : 11

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
44	0,000	-20,200	0,000	0
66	4,400	-20,200	0,000	0
229	4,900	-20,200	0,000	0
47	7,900	-20,200	0,000	0
45	0,000	-20,200	3,000	1
67	4,400	-20,200	3,000	1
230	4,900	-20,200	3,000	1
48	7,900	-20,200	3,000	1
46	0,000	-20,200	6,000	2
68	4,400	-20,200	6,000	2
231	4,900	-20,200	6,000	2
49	7,900	-20,200	6,000	2

69	4,400	-20,200	9,000	3
232	4,900	-20,200	9,000	3
50	7,900	-20,200	9,000	3

Pier macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Top node	Bottom node
129	Muratura	-	380	7.900	3.000	3,950	1,500	66	67
130	Muratura	-	380	7.900	3.000	3,950	4,500	67	68
131	Muratura	-	380	3.500	3.000	6,150	7,500	231	232

Wall : 12

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
1	-0,500	-26,600	0,000	0
226	3,900	-26,600	0,000	0
55	4,400	-26,600	0,000	0
59	7,900	-26,600	0,000	0
152	10,350	-26,600	0,000	0
16	11,450	-26,600	0,000	0
51	16,300	-26,600	0,000	0
220	16,800	-26,600	0,000	0
2	-0,500	-26,600	3,000	1
227	3,900	-26,600	3,000	1
56	4,400	-26,600	3,000	1
60	7,900	-26,600	3,000	1
153	10,350	-26,600	3,000	1
17	11,450	-26,600	3,000	1
52	16,300	-26,600	3,000	1
303	16,550	-26,600	3,000	1
221	16,800	-26,600	3,000	1
3	-0,500	-26,600	6,000	2
228	3,900	-26,600	6,000	2
57	4,400	-26,600	6,000	2
61	7,900	-26,600	6,000	2
154	10,350	-26,600	6,000	2
53	16,300	-26,600	6,000	2
304	16,550	-26,600	6,000	2
222	16,800	-26,600	6,000	2
58	4,400	-26,600	9,000	3
62	7,900	-26,600	9,000	3
155	10,350	-26,600	9,000	3
54	16,300	-26,600	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level

300	2,275	0,000	0
301	2,413	3,000	1
302	2,550	6,000	2

Pier macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Top node	Bottom node
145	Muratura	-	380	2.600	2.200	5,400	1,100	55	56
146	Muratura	-	380	1.700	2.200	8,550	1,100	59	60
147	Muratura	-	380	6.900	2.662	13,850	1,331	16	17
144	Muratura	-	380	1.250	1.775	2,275	1,463	300	301
143	Muratura	-	380	1.000	2.175	0,500	1,601	1	2
151	Muratura	-	380	1.700	2.200	8,550	4,100	60	61
152	Muratura	-	380	6.400	2.662	13,600	4,331	17	154
150	Muratura	-	380	2.600	1.775	5,400	4,463	56	57
148	Muratura	-	380	1.000	2.175	0,500	4,601	2	3
149	Muratura	-	380	700	1.350	2,550	4,825	301	302
154	Muratura	-	380	1.700	2.200	8,550	7,100	61	62
153	Muratura	-	380	1.800	2.662	5,800	7,331	57	58
155	Muratura	-	380	6.400	2.662	13,600	7,331	154	155

Spandrel beam macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Left node	Right node
132	Muratura	-	380	650	1.150	1,325	0,575	1	300
135	Muratura	-	380	1.000	800	7,200	2,600	56	60
136	Muratura	-	380	1.000	800	9,900	2,600	60	153
134	Muratura	-	380	1.200	1.950	3,500	3,175	301	227
133	Muratura	-	380	925	1.650	1,463	3,325	2	301
139	Muratura	-	380	1.000	800	7,200	5,600	57	61
140	Muratura	-	380	1.000	800	9,900	5,600	61	154
137	Muratura	-	380	1.200	500	1,600	5,750	3	302
138	Muratura	-	380	1.200	500	3,500	5,750	302	228
141	Muratura	-	380	1.000	800	7,200	8,600	58	62
142	Muratura	-	380	1.000	800	9,900	8,600	62	155

Wall : 13

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
223	3,900	-36,700	0,000	0
63	4,400	-36,700	0,000	0
12	10,350	-36,700	0,000	0
18	16,300	-36,700	0,000	0
185	16,800	-36,700	0,000	0
224	3,900	-36,700	3,000	1
64	4,400	-36,700	3,000	1

13	10,350	-36,700	3,000	1
19	16,300	-36,700	3,000	1
186	16,800	-36,700	3,000	1
225	3,900	-36,700	6,000	2
65	4,400	-36,700	6,000	2
14	10,350	-36,700	6,000	2
20	16,300	-36,700	6,000	2
187	16,800	-36,700	6,000	2

2

Pier macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Top node	Bottom node
162	Muratura	-	380	2.600	1.850	1,300	1,623	63	64
164	Muratura	-	380	2.600	1.850	11,600	1,623	18	19
163	Muratura	-	380	3.300	700	6,450	2,150	12	13
166	Muratura	-	380	3.300	2.600	6,450	4,300	13	14
165	Muratura	-	380	2.600	2.814	1,300	4,407	64	65
167	Muratura	-	380	2.600	2.814	11,600	4,407	19	20

Spandrel beam macroelements

No.	Material	Reinforcement	Thickness [mm]	Basis [mm]	Height [mm]	X centre of mass [m]	Z centre of mass [m]	Left node	Right node
156	Muratura	-	380	2.200	1.800	3,700	0,900	63	12
158	Muratura	-	380	2.200	1.800	9,200	0,900	12	18
157	Muratura	-	380	2.200	500	3,700	2,750	64	13
159	Muratura	-	380	2.200	500	9,200	2,750	13	19
160	Muratura	-	380	2.200	400	3,700	5,800	65	14
161	Muratura	-	380	2.200	400	9,200	5,800	14	20

Wall : 14

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
70	4,400	-1,650	0,000	0
305	4,650	-1,650	0,000	0
233	4,900	-1,650	0,000	0
71	4,400	-1,650	3,000	1
306	4,650	-1,650	3,000	1
234	4,900	-1,650	3,000	1
72	4,400	-1,650	6,000	2
307	4,650	-1,650	6,000	2
235	4,900	-1,650	6,000	2
73	4,400	-1,650	9,000	3
308	4,650	-1,650	9,000	3
236	4,900	-1,650	9,000	3

Wall : 15

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
81	7,900	-3,450	0,000	0
150	11,450	-3,450	0,000	0
77	16,300	-3,450	0,000	0
309	11,450	-3,450	3,000	1
78	16,300	-3,450	3,000	1
79	16,300	-3,450	6,000	2
76	4,400	-3,450	9,000	3
238	4,900	-3,450	9,000	3
156	10,350	-3,450	9,000	3
80	16,300	-3,450	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
310	3,500	9,000	3
311	7,050	9,000	3

Wall : 16

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
87	7,900	-7,050	0,000	0
88	11,450	-7,050	0,000	0
83	16,300	-7,050	0,000	0
89	11,450	-7,050	3,000	1
84	16,300	-7,050	3,000	1
85	16,300	-7,050	6,000	2
82	4,400	-7,050	9,000	3
239	4,900	-7,050	9,000	3
157	10,350	-7,050	9,000	3
86	16,300	-7,050	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
312	3,500	9,000	3
313	7,050	9,000	3

Wall : 17

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
95	7,900	-10,650	0,000	0
96	11,450	-10,650	0,000	0
91	16,300	-10,650	0,000	0
97	11,450	-10,650	3,000	1
92	16,300	-10,650	3,000	1
93	16,300	-10,650	6,000	2

90	4,400	-10,650	9,000	3
240	4,900	-10,650	9,000	3
158	10,350	-10,650	9,000	3
94	16,300	-10,650	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
314	3,500	9,000	3
315	7,050	9,000	3

Wall : 18

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
110	7,900	-17,850	0,000	0
111	11,450	-17,850	0,000	0
106	16,300	-17,850	0,000	0
112	11,450	-17,850	3,000	1
107	16,300	-17,850	3,000	1
108	16,300	-17,850	6,000	2
105	4,400	-17,850	9,000	3
241	4,900	-17,850	9,000	3
159	10,350	-17,850	9,000	3
109	16,300	-17,850	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
316	3,500	9,000	3
317	7,050	9,000	3

Wall : 19

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
119	11,450	-21,450	0,000	0
114	16,300	-21,450	0,000	0
120	11,450	-21,450	3,000	1
115	16,300	-21,450	3,000	1
116	16,300	-21,450	6,000	2
113	4,400	-21,450	9,000	3
118	7,900	-21,450	9,000	3
160	10,350	-21,450	9,000	3
117	16,300	-21,450	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
318	7,050	9,000	3

Wall : 20

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
149	11,450	-25,050	0,000	0
122	16,300	-25,050	0,000	0
319	11,450	-25,050	3,000	1
123	16,300	-25,050	3,000	1
124	16,300	-25,050	6,000	2
121	4,400	-25,050	9,000	3
126	7,900	-25,050	9,000	3
161	10,350	-25,050	9,000	3
125	16,300	-25,050	9,000	3

2D Nodes

Node	Local X [m]	Z [m]	Level
320	7,050	9,000	3

Wall : 21

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
127	4,400	-29,450	0,000	0
134	10,350	-29,450	0,000	0
130	16,300	-29,450	0,000	0
128	4,400	-29,450	3,000	1
133	7,900	-29,450	3,000	1
135	10,350	-29,450	3,000	1
131	16,300	-29,450	3,000	1
129	4,400	-29,450	6,000	2
136	10,350	-29,450	6,000	2
132	16,300	-29,450	6,000	2

Wall : 22

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
137	4,400	-32,300	0,000	0
144	10,350	-32,300	0,000	0
140	16,300	-32,300	0,000	0
138	4,400	-32,300	3,000	1
143	7,900	-32,300	3,000	1
145	10,350	-32,300	3,000	1
141	16,300	-32,300	3,000	1
139	4,400	-32,300	6,000	2
146	10,350	-32,300	6,000	2
142	16,300	-32,300	6,000	2

Wall : 23

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
162	4,400	-34,600	0,000	0
168	10,350	-34,600	0,000	0
165	16,300	-34,600	0,000	0
163	4,400	-34,600	3,000	1
11	7,900	-34,600	3,000	1
169	10,350	-34,600	3,000	1
166	16,300	-34,600	3,000	1
164	4,400	-34,600	6,000	2
170	10,350	-34,600	6,000	2
167	16,300	-34,600	6,000	2

2

Wall : 24

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
1	-0,500	-26,600	0,000	0
321	-0,500	-14,275	0,000	0
323	-0,500	-8,325	0,000	0
4	-0,500	0,000	0,000	0
2	-0,500	-26,600	3,000	1
5	-0,500	0,000	3,000	1
3	-0,500	-26,600	6,000	2
325	-0,500	-14,275	6,000	2
326	-0,500	-8,325	6,000	2
6	-0,500	0,000	6,000	2

Wall : 25

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
174	0,000	0,500	0,000	0
181	4,400	0,500	0,000	0
327	7,550	0,500	0,000	0
329	10,675	0,500	0,000	0
331	13,475	0,500	0,000	0
177	16,300	0,500	0,000	0
175	0,000	0,500	3,000	1
182	4,400	0,500	3,000	1
328	7,550	0,500	3,000	1
330	10,675	0,500	3,000	1
332	13,475	0,500	3,000	1
178	16,300	0,500	3,000	1
176	0,000	0,500	6,000	2
183	4,400	0,500	6,000	2
179	16,300	0,500	6,000	2
184	4,400	0,500	9,000	3
336	7,550	0,500	9,000	3

337	10,675	0,500	9,000	3
338	13,475	0,500	9,000	3
180	16,300	0,500	9,000	3

Wall : 26

2

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
185	16,800	-36,700	0,000	0
339	16,800	-31,650	0,000	0
220	16,800	-26,600	0,000	0
216	16,800	-26,100	0,000	0
341	16,800	-22,050	0,000	0
343	16,800	-18,375	0,000	0
345	16,800	-14,600	0,000	0
347	16,800	-10,775	0,000	0
349	16,800	-6,925	0,000	0
188	16,800	0,000	0,000	0
186	16,800	-36,700	3,000	1
340	16,800	-31,650	3,000	1
221	16,800	-26,600	3,000	1
217	16,800	-26,100	3,000	1
342	16,800	-22,050	3,000	1
344	16,800	-18,375	3,000	1
346	16,800	-14,600	3,000	1
348	16,800	-10,775	3,000	1
350	16,800	-6,925	3,000	1
189	16,800	0,000	3,000	1
187	16,800	-36,700	6,000	2
351	16,800	-30,750	6,000	2
222	16,800	-26,600	6,000	2
218	16,800	-26,100	6,000	2
352	16,800	-22,050	6,000	2
353	16,800	-18,375	6,000	2
354	16,800	-14,600	6,000	2
355	16,800	-10,775	6,000	2
356	16,800	-6,925	6,000	2
190	16,800	0,000	6,000	2
219	16,800	-26,100	9,000	3
357	16,800	-22,050	9,000	3
358	16,800	-18,375	9,000	3
359	16,800	-14,600	9,000	3
360	16,800	-10,775	9,000	3
361	16,800	-6,925	9,000	3
191	16,800	0,000	9,000	3

Wall : 27

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
192	4,400	-37,200	0,000	0
362	10,350	-37,200	0,000	0
195	16,300	-37,200	0,000	0
193	4,400	-37,200	3,000	1
363	10,350	-37,200	3,000	1
196	16,300	-37,200	3,000	1
194	4,400	-37,200	6,000	2
364	10,350	-37,200	6,000	2
197	16,300	-37,200	6,000	2

Wall : 28

2

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
198	0,000	-26,100	0,000	0
365	1,775	-26,100	0,000	0
205	4,400	-26,100	0,000	0
209	7,900	-26,100	0,000	0
214	11,450	-26,100	0,000	0
201	16,300	-26,100	0,000	0
367	16,550	-26,100	0,000	0
216	16,800	-26,100	0,000	0
199	0,000	-26,100	3,000	1
366	1,913	-26,100	3,000	1
206	4,400	-26,100	3,000	1
210	7,900	-26,100	3,000	1
215	11,450	-26,100	3,000	1
202	16,300	-26,100	3,000	1
368	16,550	-26,100	3,000	1
217	16,800	-26,100	3,000	1
200	0,000	-26,100	6,000	2
369	2,050	-26,100	6,000	2
207	4,400	-26,100	6,000	2
211	7,900	-26,100	6,000	2
203	16,300	-26,100	6,000	2
370	16,550	-26,100	6,000	2
218	16,800	-26,100	6,000	2
208	4,400	-26,100	9,000	3
212	7,900	-26,100	9,000	3
213	10,350	-26,100	9,000	3
204	16,300	-26,100	9,000	3
371	16,550	-26,100	9,000	3
219	16,800	-26,100	9,000	3

Wall : 29

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level

223	3,900	-36,700	0,000	0
372	3,900	-31,650	0,000	0
226	3,900	-26,600	0,000	0
224	3,900	-36,700	3,000	1
373	3,900	-31,650	3,000	1
227	3,900	-26,600	3,000	1
225	3,900	-36,700	6,000	2
374	3,900	-30,775	6,000	2
228	3,900	-26,600	6,000	2

Wall : 30

3D Nodes

Node	X [m]	Y [m]	Z [m]	Level
229	4,900	-20,200	0,000	0
375	4,900	-10,925	0,000	0
233	4,900	-1,650	0,000	0
230	4,900	-20,200	3,000	1
376	4,900	-10,925	3,000	1
234	4,900	-1,650	3,000	1
231	4,900	-20,200	6,000	2
377	4,900	-10,925	6,000	2
235	4,900	-1,650	6,000	2
232	4,900	-20,200	9,000	3
241	4,900	-17,850	9,000	3
237	4,900	-14,300	9,000	3
240	4,900	-10,650	9,000	3
239	4,900	-7,050	9,000	3
238	4,900	-3,450	9,000	3
236	4,900	-1,650	9,000	3

(*) Roof elements

7. Loads

Seismic Loads:

The check must be performed for the following combination of the seismic action with the other actions [Eurocode 0-p.6.5.3].

$$\gamma_I E + G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \Psi_{2i} Q_{Ki}$$

The effects of the seismic action are evaluated taking into account the masses associated with the following gravitational loads:

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_i (\Psi_{Ei} Q_{Ki})$$

Static Loads:

The verification for static loads at ultimate state limit is conducted according to the specific recommendations given in the current standards. The following combination of loads is performed:

$$\gamma_{G1} G_{k1} + \gamma_{G2} G_{k2} + \gamma_Q \Psi_0 Q_k$$

where:

γ_I Importance factor (Eurocode 8 - p.4.2.5);

E seismic action for the limit state being examined;

G_{K1}, G_{K2} permanent loads at their characteristic value;

Q_{Ki} Characteristic value of the variable action Q_k.

Ψ_2 Combination coefficient which provides the quasi-permanent value of the action variable;

Ψ_0 Combination coefficient for live loads

Ψ_{Ei} Is the combination coefficient of variable action Qi, which takes into account the probability that all the loads are present for the entire structure in the event of an earthquake, and is obtained multiplying Ψ_{2i} for φ.

γ_{G1}; γ_{G2}; γ_Q: partial safety coefficients

The values of the various coefficients are chosen based on the type of use for the various levels according to the indications found in Eurocode 0 - Table A1.1 and Eurocode 8 - p.4.2.4.

CDM : Consider only the dynamic contribution of the mass

No. Floor	Gk1 [kN/m2]	Gk2 [kN/m2]	Qk [kN/m2]	Leading variable action 1	φ	ψ0	ψ2
4	3,00	2,00	3,00	No	1,00	0,70	0,30
5	2,50	1,20	5,00	No	1,00	0,70	0,30
6	4,50	1,20	5,00	No	1,00	0,70	0,30
8	1,60	0,60	1,00	No	1,00	0,70	0,30
9	0,01	0,01	0,01	No	1,00	0,70	0,30
10	4,50	1,20	3,00	No	1,00	0,70	0,30
13	1,60	0,60	1,00	No	1,00	0,70	0,30
14	1,60	0,60	1,00	No	1,00	0,70	0,30
19	0,01	0,01	0,01	No	1,00	0,70	0,30

20	0,01	0,01	0,01	No	1,00	0,70	0,30
21	0,01	0,01	0,01	No	1,00	0,70	0,30
22	0,01	0,01	0,01	No	1,00	0,70	0,30
23	0,01	0,01	0,01	No	1,00	0,70	0,30
24	0,01	0,01	0,01	No	1,00	0,70	0,30
25	0,01	0,01	0,01	No	1,00	0,70	0,30
27	0,01	0,01	0,01	No	1,00	0,70	0,30
28	0,01	0,01	0,01	No	1,00	0,70	0,30
29	0,01	0,01	0,01	No	1,00	0,70	0,30
30	0,01	0,01	0,01	No	1,00	0,70	0,30
31	0,01	0,01	0,01	No	1,00	0,70	0,30
33	0,01	0,01	0,01	No	1,00	0,70	0,30
34	0,01	0,01	0,01	No	1,00	0,70	0,30
35	4,50	1,20	3,00	No	1,00	0,70	0,30
36	1,60	0,60	1,00	No	1,00	0,70	0,30
37	1,60	0,60	1,00	No	1,00	0,70	0,30
38	0,01	0,01	0,01	No	1,00	0,70	0,30

8. Pushover analysis

Pushover analysis description

In order to perform the required checks for the building in question, non-linear static analysis was performed [Eurocode 8 - p. 4.3.3.4.2.]. The requested checks involve a comparison between the capacity curves found for the various prescribed conditions with the displacement request required by the code.
The capacity curve is identified through a diagram showing maximum displacement-shear at the base.
According to the indications in the code [Eurocode 8 - p. 4.3.3.4.2.2], there are two types of load conditions that must be examined:

- Distribution of forces proportional to the masses:
  $F_i = \frac{m_i}{\sum_i m_i}$
- Distribution of forces proportional to the product of the masses for the deformation corresponding to the first vibration mode.

In this way, the value for the maximum displacement at the base of the building generated by the distribution of forces is calculated.
This displacement value constitutes the ultimate value for the building.
The displacement examined for tracing the capacity curve is the point of the building called the control node. Code requires that tracing of a bi-linear capacity curve for an equivalent system (SDOF).
The determination of the curve relative to the equivalent system allows determination of the period in which the maximum displacement requested by the earthquake to be found, according to the spectrums found in the code [EC8 3.2.2.2].
Code [Eurocode 8 - p.4.3.2] defines the accidental eccentricity for the centre of the masses as equal to 5% of the maximum dimensions of the building in the direction perpendicular to the earthquake.

Based on building typology and the design choices made, it is possible to choose to the seismic load conditions to be examined:

- Seismic load: Identifies which of the two distribution typologies will be examined. (proportional to the mass or first mode).
- Direction: Identifies the direction in which the structure is loaded (X or Y of the overall system) by the seismic load.

In order to identify the gravest seismic load condition, individual analyses were performed for load typology, seismic direction, and for possible accidental eccentricity.

No.	Seism dir.	Uniform pattern of lateral load	Eccentricity [mm]	Level	Node
1	+X	Uniform	0	3	24
2	+X	Static forces	0	3	24
3	-X	Uniform	0	3	24
4	-X	Static forces	0	3	24
5	+Y	Uniform	0	3	24
6	+Y	Static forces	0	3	24
7	-Y	Uniform	0	3	24
8	-Y	Static forces	0	3	24
9	+X	Uniform	1.885	3	24
10	+X	Uniform	-1.885	3	24
11	+X	Static forces	1.885	3	24
12	+X	Static forces	-1.885	3	24
13	-X	Uniform	1.885	3	24
14	-X	Uniform	-1.885	3	24
15	-X	Static forces	1.885	3	24
16	-X	Static forces	-1.885	3	24
17	+Y	Uniform	865	3	24
18	+Y	Uniform	-865	3	24
19	+Y	Static forces	865	3	24
20	+Y	Static forces	-865	3	24
21	-Y	Uniform	865	3	24
22	-Y	Uniform	-865	3	24
23	-Y	Static forces	865	3	24
24	-Y	Static forces	-865	3	24

Seismic calculation results

According to the code, different checks must be performed:

LS of Near Collapse (NC):

$$d_t^{NC} \leq d_m^{NC}$$

d_t^{NC}: Target displacement requested by the code identified in the elastic spectrum.

d_m^{NC}: Maximum displacement offered by the structure.

LS of Significant Damage (SD):

$$d_t^{SD} \leq d_m^{SD}$$

d_t^{SD}: Target displacement requested by the code.

d_m^{SD}: Global capacity at the LS of Significant Damage (SD) .

LS of Damage Limitation (DL):

$$S_d(T^*) \leq d_y^*$$

$S_d(T^*)$: Target displacement requested by the code in T=T*

d_y^*: Yield displacement of the equivalent Single-Degree-of-Freedom system.

Seismic vulnerability

For each performed limit state will be calculated the risk index α (α_{NC}, α_{SD}, α_{DL})

These parameters are calculated as indicated below:

$$\alpha_{NC} = \frac{PGA_{CNC}}{PGA_{DNC}} \quad ; \quad \alpha_{SD} = \frac{PGA_{CSD}}{PGA_{DSD}} \quad ; \quad \alpha_{DL} = \frac{PGA_{CDL}}{PGA_{DDL}} \quad ;$$

Capacity acceleration: the maximum amount of actions, considered in the expected project combinations that the structure is capable to sustain.

PGA_{CNC} : capacity acceleration that corresponds to NC

PGA_{CSD} : capacity acceleration that corresponds to SD

PGA_{CDL} : capacity acceleration that corresponds to DL

Demand values are defined from the seismic load specified in the shape of the spectrum.

PGA_{DNC} : peak ground acceleration that corresponds to NC

PGA_{DSD} : peak ground acceleration that corresponds to SD

PGA_{DDL} : peak ground acceleration that corresponds to DL

Result details

No.	Seism dir.	Seismic load	Ecc. [mm]	dt NC [mm]	dm NC [mm]	NC Ver.	dt SD [mm]	dm SD [mm]	SD Ver.	Sd DL [mm]	d*y DL [mm]	DL Ver.
1	+X	Uniform	0	8,38	19,38	Yes	8,38	14,53	Yes	2,93	7,44	Yes
2	+X	Static forces	0	13,49	27,22	Yes	13,49	20,42	Yes	4,71	9,73	Yes
3	-X	Uniform	0	7,32	17,16	Yes	7,32	12,87	Yes	2,56	5,12	Yes
4	-X	Static forces	0	14,67	27,16	Yes	14,67	20,37	Yes	4,50	8,27	Yes
5	+Y	Uniform	0	1,22	3,63	Yes	1,22	2,72	Yes	0,43	1,68	Yes
6	+Y	Static forces	0	2,13	4,83	Yes	2,13	3,62	Yes	0,76	2,82	Yes
7	-Y	Uniform	0	1,35	3,34	Yes	1,35	2,51	Yes	0,48	2,14	Yes
8	-Y	Static forces	0	2,22	7,09	Yes	2,22	5,32	Yes	0,79	2,93	Yes
9	+X	Uniform	1.885	9,68	26,08	Yes	9,68	19,56	Yes	3,38	8,27	Yes
10	+X	Uniform	-1.885	7,62	16,57	Yes	7,62	12,43	Yes	2,66	7,11	Yes
11	+X	Static forces	1.885	15,91	21,07	Yes	15,91	15,80	No	4,94	9,11	Yes
12	+X	Static forces	-1.885	12,24	21,71	Yes	12,24	16,29	Yes	4,28	9,27	Yes
13	-X	Uniform	1.885	8,36	16,66	Yes	8,36	12,50	Yes	2,92	6,16	Yes
14	-X	Uniform	-1.885	7,14	12,06	Yes	7,14	9,04	Yes	2,49	6,40	Yes
15	-X	Static forces	1.885	17,90	26,49	Yes	17,90	19,87	Yes	4,68	7,47	Yes
16	-X	Static forces	-1.885	12,05	17,57	Yes	12,05	13,17	Yes	4,21	9,67	Yes
17	+Y	Uniform	865	1,37	3,25	Yes	1,37	2,44	Yes	0,49	2,12	Yes
18	+Y	Uniform	-865	1,19	3,06	Yes	1,19	2,29	Yes	0,42	1,74	Yes
19	+Y	Static forces	865	2,25	5,35	Yes	2,25	4,01	Yes	0,80	2,76	Yes
20	+Y	Static forces	-865	1,97	3,99	Yes	1,97	2,99	Yes	0,70	2,83	Yes
21	-Y	Uniform	865	1,52	3,96	Yes	1,52	2,97	Yes	0,54	2,39	Yes
22	-Y	Uniform	-865	1,19	3,00	Yes	1,19	2,25	Yes	0,42	1,65	Yes
23	-Y	Static forces	865	2,35	9,25	Yes	2,35	6,94	Yes	0,83	2,76	Yes
24	-Y	Static forces	-865	2,03	4,38	Yes	2,03	3,28	Yes	0,72	3,11	Yes

No.	Seism dir.	Seismic load	Ecc. [mm]	α NC	α SD	α DL	dm/dt NC
1	+X	Uniform	0	1,581	1,409	2,543	2,313
2	+X	Static forces	0	1,403	1,214	2,066	2,018
3	-X	Uniform	0	1,382	1,216	2,005	2,344
4	-X	Static forces	0	1,357	1,163	1,839	1,851
5	+Y	Uniform	0	2,079	1,976	3,872	2,975
6	+Y	Static forces	0	1,935	1,699	3,732	2,268
7	-Y	Uniform	0	2,272	1,854	4,476	2,474
8	-Y	Static forces	0	2,096	1,955	3,721	3,194
9	+X	Uniform	1.885	1,692	1,477	2,446	2,694
10	+X	Uniform	-1.885	1,576	1,420	2,671	2,175
11	+X	Static forces	1.885	1,141	0,997	1,844	1,324
12	+X	Static forces	-1.885	1,331	1,172	2,169	1,774
13	-X	Uniform	1.885	1,334	1,186	2,110	1,993
14	-X	Uniform	-1.885	1,397	1,267	2,567	1,689
15	-X	Static forces	1.885	1,240	1,055	1,597	1,480
16	-X	Static forces	-1.885	1,259	1,093	2,299	1,458
17	+Y	Uniform	865	2,205	1,774	4,355	2,372
18	+Y	Uniform	-865	2,141	1,935	4,143	2,571
19	+Y	Static forces	865	1,846	1,740	3,462	2,378
20	+Y	Static forces	-865	2,028	1,521	4,057	2,025
21	-Y	Uniform	865	2,269	1,951	4,419	2,605
22	-Y	Uniform	-865	2,035	1,891	3,916	2,521
23	-Y	Static forces	865	2,068	1,890	3,311	3,936
24	-Y	Static forces	-865	2,159	1,619	4,318	2,158

Summary of results - legend

R.C.

Undamaged
Shear failure
Bending damage
Bending failure
Compression failure
Tension failure
Shear failure

Masonry

Undamaged
Plasticity incipient
Shear damage
Incipient shear failure
Shear failure
Incipient bending failure
Bending failure
Bending damage

Wood

Undamaged
Bending failure
Compression failure
Tension failure

Steel

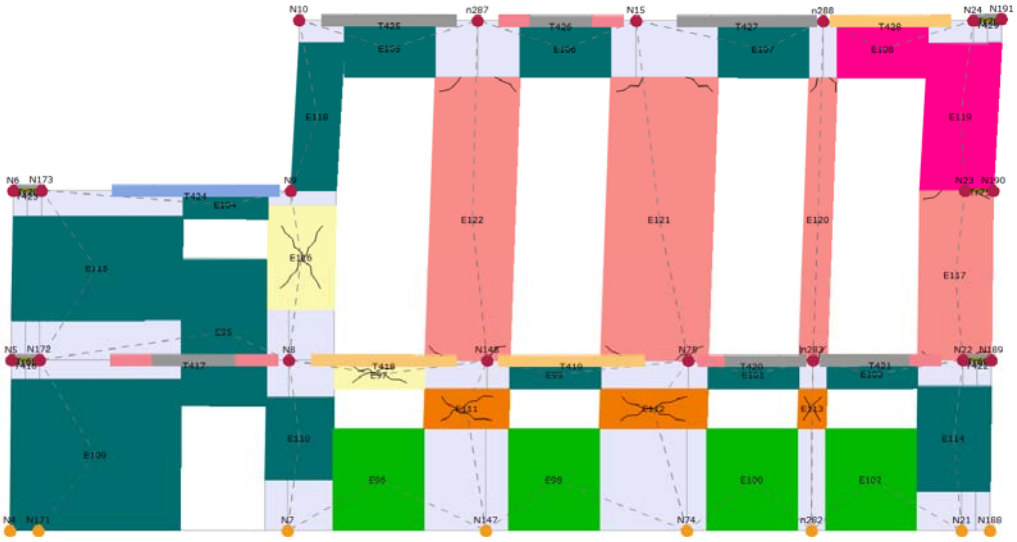
Undamaged
Bending damage
Compressive damage
Tensile damage
Ineffective element
Back to elastic condition

Seismic analysis n. 11 Direction X

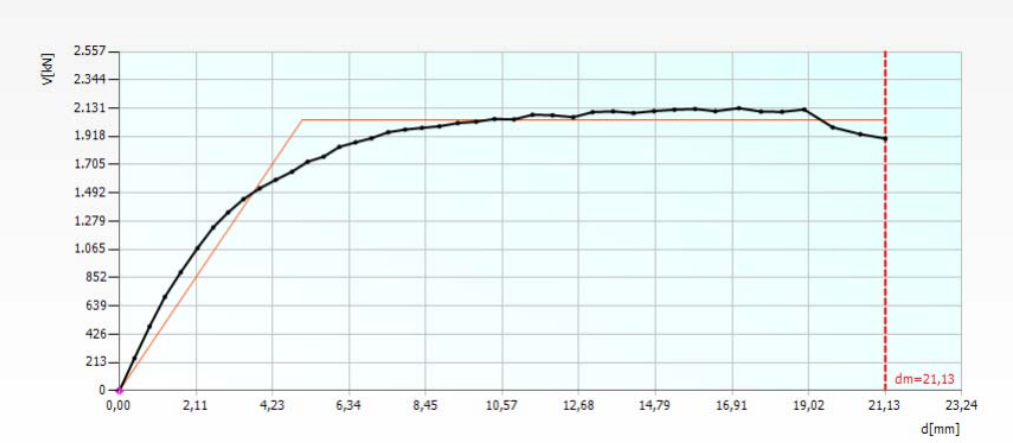
V kritični analizi v smeri X pride najprej do strižnih poškodb zidov v prečnih stenah oziroma do upogibnih poškodb v zidovih severne stene objekta (slika 37). Strižno se poškodujejo tudi zidovi v pritličju zahodne stene. Pri nekoliko večjih pomikih se pojavi strižna porušitev v severni steni ob stopnišču, poškodbe v zahodni fasadni steni se tudi širijo. Kasneje upogibno odpove stene v 1. nadstropju, kar povzroči padec krivulje potisne analize za več kot 20 %. Obstoječi zidovi se poškodujejo, se pa niso porušili, ker obtežbo prevzamejo tudi bolj toge AB stene.

Konstrukcija doseže mejno stanje velikih poškodb pri pomiku 21 mm na vrhu konstrukcije. Računsko določena nosilnost konstrukcije v smeri X v smislu maksimalne prečne sile ob vpetju je 11700 kN oziroma cca 58 % teže konstrukcije ($F_{max.x}/W = 0,58$) (slika 38). Določeno je bilo, da konstrukcija v mejnem stanju velikih poškodb v kritični analizi v smeri X prenese pospešek tal 0,25 g, kar je ravno toliko kot je projektni pospeška tal na skali za ta objekt.

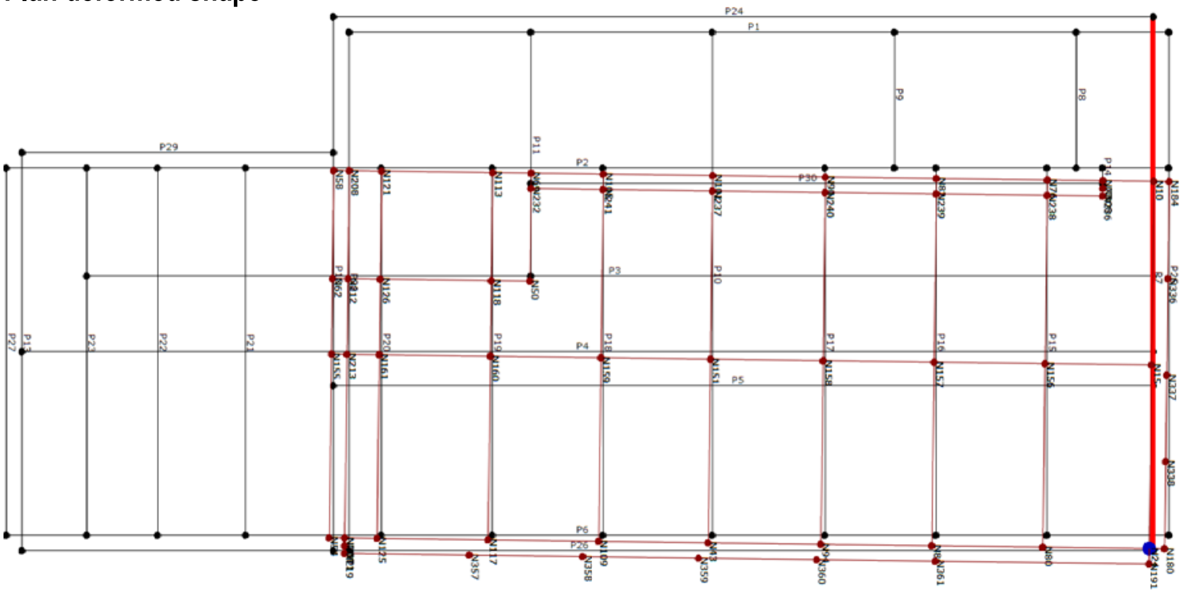
Seismic analysis n. 11 Wall 7 Substep 58



Pushover curve (analysis n. 15)



Plan deformed shape

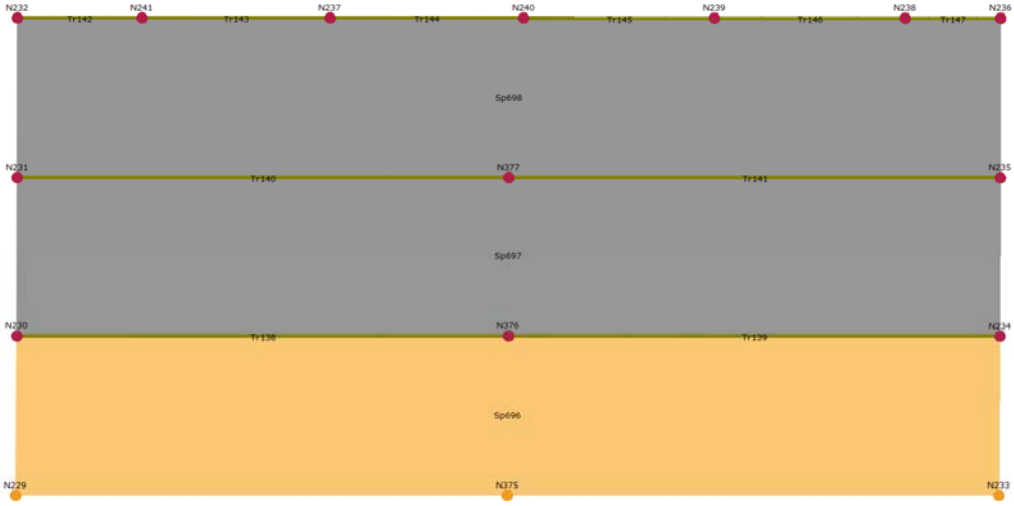


Seismic analysis n. 19 Direction Y

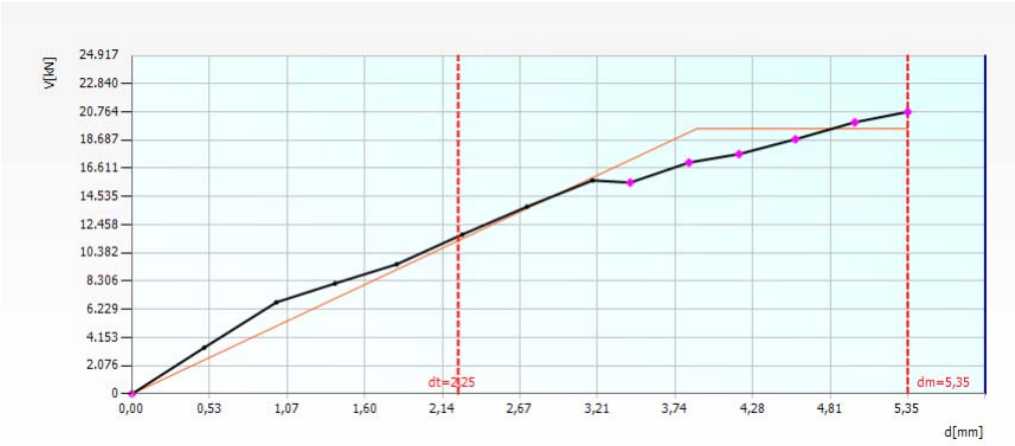
V kritični analizi v smeri Y prevladujejo strižne poškodbe v novih armiranobetonskih obodnih stenah v vzdolžni smeri (slika 40). Še v koraku 13 je poškodovanih nekaj manjših elementov novih AB sten, v koraku 15 pa se hkrati strižno porušita dve novi relativno dolgi armiranobetonski steni v pritličju ob glavni osrednji hali, kar ima za posledico padec v potisni krivulji pod 80 % nosilnosti in posledično odpoved konstrukcije.

To se zgodi pri relativno majhnem pomiku 5 mm na vrhu konstrukcije (slika 40). Nosilnost konstrukcije v smeri Y v smislu maksimalne prečne sile ob vpetju je 20700 kN oziroma cca 100 % teže konstrukcije ($F_{max,y}/W = 1,00$). Nosilnost konstrukcije se je zaradi dodanih AB sten bistveno povečala, zaradi velike togosti pa je dosežena pri majhnem pomiku. Posledično je bilo določeno, da mejno stanje velikih poškodb v konstrukciji v kritični analizi v smeri Y povzroči pospešek tal 0,435 g, kar je precej več od projektnega pospeška tal. Utrjena konstrukcija je v vzdolžni smeri sposobna prenesti precej večji potres od projektnega.

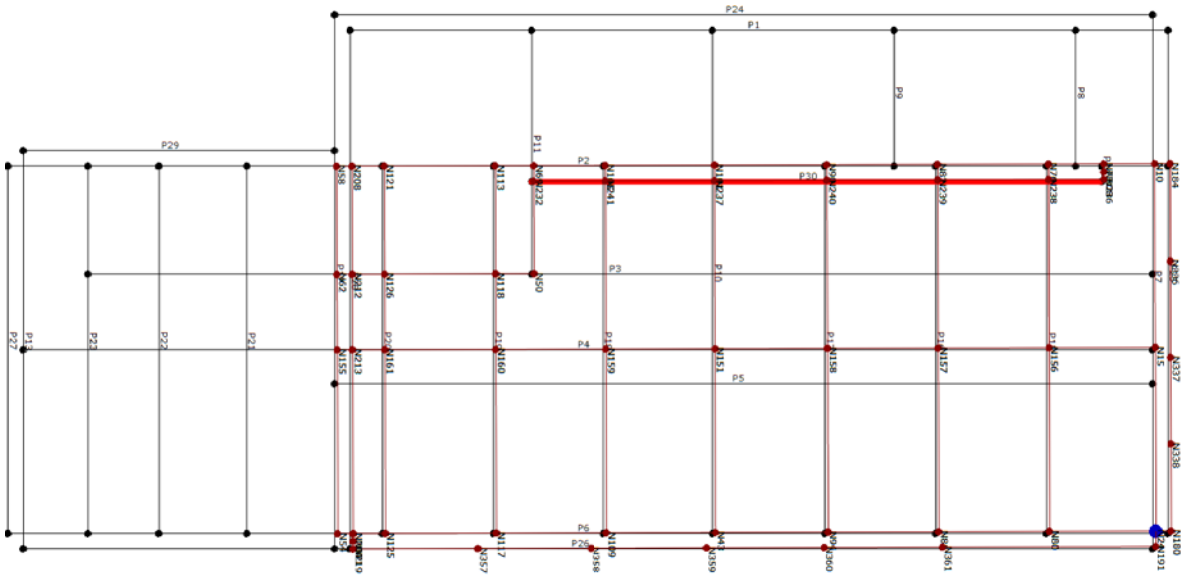
Seismic analysis n. 19 Wall 30 Substep 14



Pushover curve (analysis n. 19)



Plan deformed shape



Conclusions for pushover analysis

Pokazano je bilo, da je konstrukcija utrjena z dodatnimi AB stenami pretežno na zunanji strani objekta sposobna prenesti projektni potres. Dodatne AB stene so povečale togost konstrukcije, zmanjšale njen nihajni čas ter do neke mere posledično tudi zmanjšale potresne sile. Dodatne AB stene so močno povečale nosilnost objekta, obenem pa so bolj toge AB stene prevzele večji del obtežbe in razbremenile zidane stene, ki so edine, ki prenašajo vertikalno obtežbo v temelje.

9. Global static verification

Slenderness of masonry walls

The slenderness verification is performed in accordance to the EN 1996-1-1 §5.5.1.4(2)

The slenderness ratio of a masonry wall is obtained by dividing h_{ef}/t_{ef} where:

- h_{ef}: the effective height of the wall equal to $\rho \cdot h$
- t_{ef}: the effective thickness of the wall equal to $\rho_t \cdot t$
- h: the level's internal height
- t: wall thickness
- ρ: lateral constraint factor
- ρ_t: the stiffening factor

The slenderness verification is satisfied if the following is verified:

$h_{ef}/t_{ef} < 27$

Verification to the vertical loads

The slenderness verification is performed in accordance to the EN 1996-1-1 §6.1.2.

Such verification is satisfied if the following is verified:

$N_{ed} \leq N_{Rd}$

where:

- N_{ed}: design value of the vertical load applied to a masonry
- N_{Rd}: design value of the wall's vertical resistance; $N_{Rd} = \Phi \cdot f_d \cdot A$
- A: loaded horizontal gross cross-sectional area of the wall,
- f_d: design compressive strength of the masonry;
- Φ: capacity reduction factor of the wall

These verifications have been performed on each pier wall of the structure, in the three principal sections (at the top, in the middle and at the bottom of the wall). Following the verification details for the single walls.

		Top				Middle				Bottom				
Pier	hef/tef	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Satisfied
4	0	253	0,773	2.349	0,108	351	0,743	2.258	0,155	449	0,856	2.604	0,172	Yes
5	0	115	0,900	551	0,210	135	0,820	502	0,269	155	0,900	551	0,281	Yes
6	0	131	0,900	627	0,209	153	0,820	571	0,269	176	0,900	627	0,280	Yes
7	0	84	0,900	1.368	0,062	133	0,820	1.246	0,107	182	0,900	1.368	0,133	Yes
8	0	117	0,825	2.335	0,050	196	0,801	2.265	0,086	275	0,900	2.546	0,108	Yes
9	0	112	0,869	532	0,210	125	0,798	489	0,255	138	0,888	543	0,254	Yes
10	0	124	0,872	607	0,204	139	0,801	558	0,249	154	0,890	620	0,249	Yes
11	0	52	0,831	1.263	0,041	94	0,811	1.232	0,076	137	0,900	1.368	0,100	Yes

		Top				Middle				Bottom				
Pier	hef/tef	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Satisfied
14	0	350	0,885	3.962	0,088	494	0,820	3.669	0,135	638	0,900	4.028	0,158	Yes
15	0	317	0,876	9.450	0,034	664	0,820	8.844	0,075	1.011	0,900	9.709	0,104	Yes
16	0	125	0,632	6.813	0,018	125	0,539	5.812	0,021	472	0,877	9.458	0,050	Yes
17	0	1.324	0,900	9.025	0,147	1.611	0,820	8.221	0,196	1.897	0,900	9.025	0,210	Yes
18	0	18	0,865	292	0,060	27	0,820	277	0,098	37	0,900	304	0,121	Yes
19	0	112	0,879	1.021	0,110	147	0,820	952	0,155	182	0,900	1.045	0,174	Yes
20	0	307	0,888	1.257	0,244	347	0,817	1.155	0,300	386	0,900	1.273	0,303	Yes
21	0	11	0,821	173	0,064	17	0,792	167	0,105	24	0,898	190	0,126	Yes

		Top				Middle				Bottom				
Pier	hef/tef	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Satisfied
22	0	358	0,900	1.843	0,194	424	0,820	1.679	0,253	490	0,900	1.843	0,266	Yes
23	0	195	0,900	1.843	0,106	260	0,820	1.679	0,155	326	0,900	1.843	0,177	Yes
24	0	170	0,900	1.843	0,092	236	0,820	1.679	0,141	302	0,900	1.843	0,164	Yes

		Top				Middle				Bottom				
Pier	hef/tef	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Satisfied
51	0	325	0,876	4.491	0,072	490	0,820	4.206	0,117	655	0,900	4.617	0,142	Yes
52	0	120	0,900	1.501	0,080	174	0,820	1.367	0,127	228	0,900	1.501	0,152	Yes
53	0	59	0,900	1.501	0,039	113	0,820	1.367	0,083	167	0,900	1.501	0,111	Yes
54	0	4	0,632	414	0,011	20	0,809	530	0,037	41	0,900	589	0,069	Yes
55	0	32	0,667	1.113	0,029	86	0,771	1.286	0,067	140	0,896	1.495	0,093	Yes
56	0	11	0,900	152	0,074	15	0,820	138	0,105	18	0,900	152	0,118	Yes
57	0	125	0,891	602	0,208	139	0,818	553	0,251	152	0,900	608	0,250	Yes
58	0	34	0,899	152	0,223	37	0,820	138	0,269	41	0,900	152	0,267	Yes
59	0	156	0,897	606	0,258	170	0,820	554	0,306	183	0,900	608	0,301	Yes
60	0	53	0,900	209	0,255	58	0,820	190	0,304	63	0,900	209	0,299	Yes
61	0	139	0,900	532	0,261	151	0,820	485	0,311	162	0,900	532	0,305	Yes
62	0	79	0,900	304	0,260	86	0,820	277	0,309	92	0,900	304	0,304	Yes
63	0	124	0,900	475	0,262	135	0,820	433	0,312	145	0,900	475	0,306	Yes
64	0	99	0,900	380	0,261	108	0,820	346	0,311	116	0,900	380	0,305	Yes
65	0	101	0,900	380	0,265	109	0,820	346	0,315	117	0,900	380	0,309	Yes
66	0	128	0,900	475	0,269	138	0,820	433	0,319	149	0,900	475	0,313	Yes

67	0	72	0,900	285	0,252	78	0,820	260	0,301	84	0,900	285	0,296	Yes
68	0	114	0,878	1.020	0,112	149	0,818	950	0,157	184	0,900	1.045	0,176	Yes
69	0	292	0,892	1.280	0,228	332	0,820	1.177	0,282	372	0,900	1.292	0,288	Yes
70	0	5	0,672	567	0,009	29	0,820	692	0,043	55	0,900	760	0,072	Yes
71	0	1	0,900	152	0,006	5	0,820	138	0,037	10	0,900	152	0,067	Yes
72	0	44	0,900	608	0,073	65	0,820	554	0,117	85	0,900	608	0,140	Yes
73	0	11	0,900	152	0,073	16	0,820	138	0,117	21	0,900	152	0,140	Yes
74	0	61	0,900	608	0,100	81	0,820	554	0,146	101	0,900	608	0,167	Yes
75	0	19	0,900	209	0,092	26	0,820	190	0,138	33	0,900	209	0,159	Yes
76	0	54	0,900	532	0,102	72	0,820	485	0,149	90	0,900	532	0,169	Yes
77	0	29	0,900	304	0,096	39	0,820	277	0,142	50	0,900	304	0,163	Yes
78	0	48	0,900	475	0,101	64	0,820	433	0,147	80	0,900	475	0,168	Yes
79	0	37	0,900	380	0,098	50	0,820	346	0,145	63	0,900	380	0,165	Yes
80	0	38	0,900	380	0,101	51	0,820	346	0,148	64	0,900	380	0,168	Yes
81	0	49	0,900	475	0,104	65	0,820	433	0,151	81	0,900	475	0,171	Yes
82	0	24	0,900	285	0,083	33	0,820	260	0,128	43	0,900	285	0,150	Yes
83	0	12	0,871	147	0,081	15	0,811	137	0,112	19	0,900	152	0,123	Yes
84	0	40	0,844	570	0,070	53	0,793	536	0,100	67	0,892	603	0,111	Yes
85	0	13	0,867	146	0,087	16	0,806	136	0,118	19	0,900	152	0,128	Yes
86	0	54	0,849	573	0,094	68	0,790	534	0,127	81	0,887	599	0,135	Yes
87	0	21	0,865	201	0,106	26	0,802	186	0,139	30	0,895	208	0,147	Yes
88	0	51	0,852	504	0,102	63	0,792	468	0,135	75	0,887	525	0,143	Yes
89	0	31	0,862	291	0,105	37	0,799	270	0,138	44	0,893	302	0,146	Yes
90	0	46	0,854	451	0,102	57	0,794	419	0,135	67	0,889	469	0,143	Yes
91	0	38	0,860	363	0,105	46	0,798	337	0,138	55	0,892	377	0,146	Yes
92	0	39	0,862	364	0,108	48	0,799	337	0,141	56	0,892	377	0,149	Yes
93	0	48	0,856	452	0,105	58	0,794	419	0,138	68	0,889	469	0,146	Yes
94	0	29	0,859	272	0,106	35	0,796	252	0,140	42	0,891	282	0,147	Yes

2

		Top				Middle				Bottom				
Pier	**hef/tef**	**Ned**	**Φ**	**NRd**	**Ned/NRd**	**Ned**	**Φ**	**NRd**	**Ned/NRd**	**Ned**	**Φ**	**NRd**	**Ned/NRd**	**Satisfied**
109	0	48	0,900	1.140	0,042	84	0,820	1.038	0,081	121	0,900	1.140	0,106	Yes
110	0	71	0,882	447	0,159	79	0,810	410	0,192	87	0,897	454	0,191	Yes
111	0	335	0,814	515	0,649	339	0,732	464	0,732	344	0,818	518	0,664	Yes
112	0	460	0,825	662	0,694	466	0,744	597	0,781	472	0,829	665	0,709	Yes
113	0	106	0,900	190	0,560	108	0,820	173	0,624	110	0,900	190	0,577	Yes
114	0	60	0,900	494	0,121	71	0,820	450	0,157	82	0,900	494	0,165	Yes
115	0	28	0,874	1.107	0,025	53	0,820	1.038	0,051	78	0,900	1.140	0,069	Yes
116	0	18	0,898	455	0,040	28	0,820	415	0,068	38	0,900	456	0,084	Yes
117	0	12	0,900	494	0,024	30	0,820	450	0,066	47	0,900	494	0,096	Yes
118	0	13	0,632	214	0,060	15	0,589	199	0,076	24	0,789	267	0,092	Yes
119	0	16	0,678	372	0,044	32	0,732	402	0,079	47	0,865	475	0,099	Yes
120	0	27	0,854	180	0,150	38	0,806	170	0,225	50	0,900	190	0,261	Yes
121	0	82	0,900	722	0,113	125	0,820	658	0,190	168	0,900	722	0,232	Yes
122	0	46	0,835	529	0,086	80	0,810	513	0,155	114	0,900	570	0,199	Yes

		Top				Middle				Bottom				
Pier	hef/tef	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Satisfied
123	0	145	0,900	1.672	0,087	205	0,820	1.523	0,134	264	0,900	1.672	0,158	Yes
124	0	54	0,829	1.540	0,035	114	0,820	1.523	0,075	174	0,900	1.672	0,104	Yes

		Top				Middle				Bottom				
Pier	hef/tef	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Satisfied
125	0	175	0,900	1.100	0,159	214	0,702	858	0,250	253	0,900	1.100	0,230	Yes
126	0	74	0,900	1.100	0,068	114	0,702	858	0,133	153	0,900	1.100	0,139	Yes

		Top				Middle				Bottom				
Pier	hef/tef	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Satisfied
127	0	183	0,900	1.100	0,166	222	0,702	858	0,259	261	0,900	1.100	0,238	Yes
128	0	81	0,900	1.100	0,073	120	0,702	858	0,140	159	0,900	1.100	0,145	Yes

		Top				Middle				Bottom				
Pier	hef/tef	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Satisfied
129	0	527	0,734	2.449	0,215	635	0,687	2.293	0,277	742	0,801	2.672	0,278	Yes
130	0	225	0,900	3.002	0,075	333	0,820	2.735	0,122	440	0,900	3.002	0,147	Yes
131	0	110	0,900	1.330	0,083	158	0,820	1.212	0,130	205	0,900	1.330	0,154	Yes

		Top				Middle				Bottom				
Pier	hef/tef	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Satisfied
143	0	9	0,900	380	0,025	19	0,820	346	0,056	29	0,900	380	0,077	Yes
144	0	51	0,812	428	0,119	61	0,754	398	0,153	71	0,855	451	0,157	Yes
145	0	158	0,900	988	0,160	184	0,820	900	0,205	210	0,900	988	0,213	Yes
146	0	184	0,870	624	0,294	201	0,797	572	0,351	218	0,885	635	0,343	Yes
147	0	330	0,900	2.622	0,126	413	0,820	2.388	0,173	496	0,900	2.622	0,189	Yes
148	0	0	0,900	380	0,001	7	0,820	346	0,021	17	0,900	380	0,045	Yes
149	0	17	0,900	266	0,066	22	0,820	242	0,090	26	0,900	266	0,098	Yes
150	0	98	0,900	988	0,100	119	0,820	900	0,133	140	0,900	988	0,142	Yes
151	0	64	0,900	646	0,100	81	0,820	588	0,138	98	0,900	646	0,152	Yes
152	0	129	0,878	2.373	0,054	206	0,820	2.215	0,093	283	0,900	2.432	0,117	Yes
153	0	11	0,798	607	0,019	33	0,820	623	0,053	55	0,900	684	0,080	Yes
154	0	3	0,655	470	0,006	20	0,820	588	0,034	37	0,900	646	0,057	Yes
155	0	9	0,632	1.707	0,005	68	0,820	2.215	0,031	146	0,900	2.432	0,060	Yes

		Top				Middle				Bottom				
Pier	hef/tef	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Ned	Φ	NRd	Ned/NRd	Satisfied
162	0	147	0,900	988	0,149	169	0,820	900	0,188	191	0,900	988	0,193	Yes
163	0	332	0,900	1.254	0,265	342	0,820	1.142	0,300	353	0,900	1.254	0,281	Yes
164	0	151	0,900	988	0,153	172	0,820	900	0,192	194	0,900	988	0,197	Yes
165	0	45	0,783	859	0,053	79	0,777	853	0,092	112	0,891	978	0,114	Yes
166	0	122	0,806	1.123	0,109	161	0,761	1.061	0,152	200	0,868	1.209	0,166	Yes
167	0	46	0,783	860	0,053	79	0,777	853	0,093	112	0,891	978	0,115	Yes

(*) Roof elements