



SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,
ARCHITECTURE AND GEODESY

ZO projekta: SDBB
Mapa 2/8

investitor:
Sveučilište u Splitu
Livanjska 5, 21000 Split
OIB: 29845096215

građevina:
STUDENSKI DOM „BRUNO BUŠIĆ“ U SPLITU
projekt:
**REKONSTRUKCIJA – NADOGRADNJA I DOGRADNJA
PROJEKT MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI
KONSTRUKCIJA**
faza projekta:
GLAVNI PROJEKT

glavni projektant:
Ante Kuzmanić, dipl.ing.arh.

projektant:
dr.sc. Alen Harapin, dipl.ing.grad.

suradnici:
Dr. sc. Marija Smilović, dipl. ing. grad.
Dr. sc. Nikola Grgić, dipl. ing. grad.
Dr. sc. Radoslav Markić, dipl. ing. grad.
Dr. sc. Goran Baloević, dipl. ing. grad.
Marina Sunara, mag. ing. aedif.
Marko Abram, mag. ing. aedif.

T.D.: 01-S154/3-1310-90-2015

datum: **Studenj 2015. god.**



POPIS MAPA PROJEKTA

INVESTITOR:	Sveučilište u Splitu Livanjska 5, 21000 Split, OIB 29845096215
IZVODITELJ:	SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE Matice hrvatske 15, Split
GRAĐEVINA:	STUDENTSKI DOM „BRUNO BUŠIĆ“ U SPLITU Spinutska 37, 21000 Split, k.č.z. 5226/6
PROJEKT:	REKONSTRUKCIJA – NADOGRADNJA I DOGRADNJA – PROJEKT MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI KONSTRUKCIJA
RAZINA RAZRADE:	GLAVNI PROJEKT
BROJ PROJEKTA:	01-S154/3-1310-90-2015
DATUM IZRADE:	Studeni 2015.
ZOP:	SDBB

Podloge za izradu GP / elaborati:

Geodetski projekt

Oznaka geodetskog projekta 147/15

Ovlašteni inženjer geodezije : Borna Cetinić, dipl.ing.geod.

„Tahimetar“ d.o.o. za geodetske poslove

Gundulićeva 26, Split

Elaborat zaštite od požara

TD 87/15-P

Izradila: Nives Aničić dipl.ing.arh.

"Saeculum" d.o.o

Karamanova 8, Split

Elaborat zaštite na radu

TD 87/14-R

Izradio: Srđan Ivković ing.građ.

"Saeculum" d.o.o

Karamanova 8, Split

Elaborat mjera zaštite od elementarnih nepogoda i ratnih opasnosti

TD 42 / 15 – GP

Izradio: Ante Kuzmanić, dipl.ing.arh.

"Arhitektonski biro Ante Kuzmanić" d.o.o za projektiranje

Trg M. Pavlinovića 1, Split

Glavni projekt se sastoji od slijedećih mapa:

M1/8 Arhitektonski projekt

TD 42 / 15 – GP

Projektant: Ante Kuzmanić, dipl.ing.arh.

Suradnici projektanta:

Darinka Kuzmanić, dipl.ing.arh.

Kate Šarić, arh.teh.



Mirjana Radoš, mag.ing.arh.
Marin Kaliterna, dipl.ing.arh.
"Arhitektonski biro Ante Kuzmanić" d.o.o za projektiranje
Trg M. Pavlinovića 1, Split

M2/8 Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti

TD . 01-S154/3-1310-90-2015

Projektant: Dr.sc. Alen Harapin, dipl.ing.građ.

Sveučilište u Splitu, Fakultet Građevinarstva, Arhitekture i Geodezije
Split, Matice hrvatske 15

M3/8 Projekt zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu, zaštita od buke

TD 87/15-F

Izradio: Srđan Ivković ing.građ.

"Saeculum" d.o.o

Karamanova 8, Split

M4/8 Projekt elektroinstalacija jake struje, slabe struje i sustav za zaštitu od munje

TD E-132/15

Projektant: Mladen Žanić, dipl.ing.el.

„Volt-ing“ d.o.o.

Jadranska 7, 21000 Split

M5/8 Projekt elektroinstalacija sustava za dojavu požara

TD E-133/15

Projektant: Mladen Žanić, dipl.ing.el.

„Volt-ing“ d.o.o.

Jadranska 7, 21000 Split

M6/8 Projekt instalacija vodovoda i kanalizacije

TD 106-VK/15-gl

Projektant: Ivo Žuvela, dipl.ing.stroj.

"Tub" d.o.o. za inženjering

Valpovačka 6, Split

M7/8 Projekt termotehničkih instalacija

TD 106-T/15-gl

Projektant: Vlado Nigojević, dipl.ing.stroj.

"Tub" d.o.o. za inženjering

Valpovačka 6, Split

M8/8 Projekt dizala

TD-G5NE2992K

Projektant: Hrvoje Puljić, dipl.ing.stroj.

OTIS DIZALA d.o.o.

Prilaz Vladislava Brajkovića 15,Zagreb

Glavni projektant:

Ante Kuzmanić, dipl.ing.arh

INVESTITOR:	Sveučilište u Splitu Livanjska 5, 21000 Split, OIB 29845096215
IZVODITELJ:	SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE Matice hrvatske 15, Split
GRAĐEVINA:	STUDENTSKI DOM „BRUNO BUŠIĆ“ U SPLITU Spinutska 37, 21000 Split, k.č.z. 5226/6
PROJEKT:	REKONSTRUKCIJA – NADOGRADNJA I DOGRADNJA – PROJEKT MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI KONSTRUKCIJA
RAZINA RAZRADE:	GLAVNI PROJEKT
BROJ PROJEKTA:	01-S154/3-1310-90-2015
DATUM IZRADE:	Studeni 2015.
ZOP:	SDBB

SADRŽAJ :

I OPĆI DIO PROJEKTA

• Naslovna strana	1
• Sadržaj knjiga glavnog projekta	2-3
• Sadržaj	4-6
• Popis projektanata	7
• Registracija poduzeća	8-9
• Izjava o usklađenosti projekta	10

II TEHNIČKI DIO PROJEKTA

II-1 TEKSTUALNI DIO	11
1 TEHNIČKI OPIS – OPĆI DIO I KONSTRUKTIVNI ZAHVAT	12
1.1 Projekt/zahvat	12
1.2 Postojeće stanje	13
1.3 Novoprojektirano stanje	13
1.4 Geomehaničko mišljenje	15
2 KONSTRUKTIVNI MATERIJALI	16
2.1 Beton	16
2.2 Armatura	17
2.3 Čelični elementi	17
2.4 Elementi za zidanje	18
3 PLAN KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE KONSTRUKCIJE	19
3.1 Općenito	19
3.2 Betonski, armiranobetonski i tesarski radovi	19
3.3 Zidarski radovi	22
3.4 Čelične konstrukcije	22
3.5 Ostali radovi i materijali	26
4 OPĆI I POSEBNI TEHNIČKI UVJETI ZA IZVOĐENJE KONSTRUKCIJE	27
4.1 Transport i ugradnja betona	27
4.2 Izvođenje zidanih zidova (ziđa)	27
5 NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA	29
6 UVJETI ODRŽAVANJA I PROJEKTIRANI VIJEK TRAJANJA	30

8	ISPITIVANJE KARAKTERISTIKA KONSTRUKTIVNIH MATERIJALA	31
8.1	Tehnički opis	31
8.2	Određivanje tlačne čvrstoće betona	31
8.3	Određivanje položaja i zaštitnog sloja armature	33
9	GLOBALNA KONTROLA GRAĐEVINE	34
9.1	Tehnički opis	34
9.2	Analiza opterećenja	34
9.3	Model i rezultati	37
9.4	Kontrola stupova	102
9.5	Kontrola zidova	107
9.6	Nastavljanje zidova	116
9.7	Rezanje zidova u istočnoj dilataciji	116
9.8	Novi zidovi 4. kata	117
9.9	Zidovi lifta	118
9.10	Kontrola temelja i temeljnog tla	119
9.11	Zatvaranje postojećih instalacijskih šahti i otvaranje novih	123
10	PRORAČUN NOVIH PLOČA	128
10.1	Opis konstrukcije	128
10.2	Analiza opterećenja	130
10.3	Proračunski model konstrukcije	132
10.4	Prikaz opterećenja i kombinacija opterećenja	133
11	PRORAČUN PODESTA U PRIZEMLJU	152
12	PRORAČUN UNUTARNJEG STUBIŠTA	153
12.1	Tehnički opis	153
12.2	Analiza opterećenja	154
12.3	Model i rezultati	155
12.4	Dimenzioniranje ploče	159
12.5	Dimenzioniranje grede	161
12.6	Tehnologija izvedbe	161
12.7	Skica armature	163
13	PRORAČUN NADSTREŠNICE NA KROVU	164
13.1	Tehnički opis	164
13.2	Analiza opterećenja	164
13.3	Model i rezultati	164
13.4	Dimenzioniranje elemenata	169
13.5	Kontrola pločice	173
14	PRORAČUN NADSTREŠNICE ISPRED ULAZA	176
14.1	Tehnički opis	176
14.2	Analiza opterećenja	178
14.3	Model i rezultati	180
14.4	Dimenzioniranje elemenata	189
15	PRORAČUN NOSAČA BALKONA	196
15.1	Tehnički opis	196
15.2	Analiza opterećenja	197
15.3	Model i rezultati	197
15.4	Dimenzioniranje elemenata	201
15.5	Tehnologija izvedbe	206
16	PRORAČUN ISTOČNOG POŽARNOG STUBIŠTA	207
16.1	Tehnički opis	207
16.2	Analiza opterećenja	207
16.3	Model i rezultati	208
16.4	Dimenzioniranje čeličnih elemenata	211
16.5	Dimenzioniranje ploče podesta u prizemlju	217



17 PRORAČUN ZAPADNOG POŽARNOG STUBIŠTA	219
17.1 Tehnički opis	219
17.2 Analiza opterećenja	219
17.3 Model i rezultati	220
17.4 Dimenzioniranje čeličnih elemenata	223
17.5 Dimenzioniranje ab ploče podesta prizemlja	229

II-3 GRAFIČKI PRILOZI

230

TLOCRT TEMELJA	1:100	PRILOG 1
PLAN POZICIJA PODRUMA	1:100	PRILOG 2
PLAN POZICIJA PRIZEMLJA	1:100; 1:20	PRILOG 3
PLAN POZICIJA 1. KATA	1:100; 1:50; 1:20	PRILOG 4
PLAN POZICIJA 2. KATA	1:100; 1:50; 1:20	PRILOG 5
PLAN POZICIJA 3. KATA	1:100; 1:50; 1:20	PRILOG 6
PLAN POZICIJA 4. KATA	1:100; 1:50; 1:20	PRILOG 7
PLAN POZICIJA KROVA	1:100	PRILOG 8
ZAPADNO POŽARNO STUBIŠTE	1:100	PRILOG 9
ISTOČNO POŽARNO STUBIŠTE	1:100	PRILOG 10
DETALJI OSLANJANJA NADSTREŠNICE NA KROVU	1:10	PRILOG 11
DETALJI OSLONACA BALKONA	1:50; 1:10	PRILOG 12
DETALJI VJEŠANJA JUŽNE NADSTREŠNICE	1:50; 1:10	PRILOG 13

INVESTITOR: Sveučilište u Splitu
Livanjska 5, 21000 Split, OIB 29845096215

IZVODITELJ: SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, Split

GRAĐEVINA: STUDENTSKI DOM „BRUNO BUŠIĆ“ U SPLITU
Spinutska 37, 21000 Split, k.č.z. 5226/6

PROJEKT: REKONSTRUKCIJA – NADOGRADNJA I DOGRADNJA –
PROJEKT MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI KONSTRUKCIJA

RAZINA RAZRADE: GLAVNI PROJEKT

BROJ PROJEKTA: 01-S154/3-1310-90-2015

DATUM IZRADE: Studeni 2015.

ZOP: SDBB

POPIS PROJEKTANATA I SURADNIKA:

Glavni Projektant:	Ante Kuzmanić, dipl.ing.arh.	Arhitektonski biro Ante Kuzmanić d.o.o., Split
Projektant:	Dr. sc. Alen Harapin dipl.ing.građ.	FGAG Split
Suradnici:	Dr. sc. Marija Smilović, dipl. ing. građ.	FGAG Split
	Dr. sc. Nikola Grgić, dipl. ing. građ.	FGAG Split
	Dr. sc. Radoslav Markić, dipl. ing. građ.	METRION Projekt d.o.o., Zagreb
	Dr. sc. Goran Baloević, dipl. ing. građ.	FGAG Split
	Marina Sunara, mag. ing. aedif.	FGAG Split
	Marko Abram, mag. ing. aedif.	FGAG Split



Registracija poduzeća:

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U SPLITU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:

060021141

OIB:

83615500218

NAZIV:

12 SVEUCILISTE U SPLITU, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

SJEDIŠTE/ADRESA:

1 Split (Grad Split)
Ulica Matice Hrvatske 15

PRAVNI OBLIK:

1 ustanova

DJELATNOSTI:

- 7 * - Ustrojava i izvodi stručni studij u znanstvenom polju građevinarstvo
- 7 * - Ustrojava i izvodi poslijediplomski sveučilišni studij u znanstvenom polju građevinarstvo za stjecanje akademskog stupnja doktora znanosti (doktorski studij)
- 7 * - Obavlja poslove stručnog obrazovanja radi stjecanja znanja i usavršavanja u provođenju zaštite okoliša
- 7 * - Ustrojava i izvodi program stručnog usavršavanja u graditeljstvu
- 7 * - drugih građevinskih i drugih tehničkih fakulteta
- 7 * - Predlaže razvojne i znanstvenistraživačke programe
- 7 * - Ustrojava i izvodi istraživački i stručni rad za potrebe gospodarstva
- 7 * - Obavlja stručne poslove prostornog uređenja u svezi s izradom dokumenata prostornog uređenja i stručnih podloga za izdavanje lokacijskih dozvola
- 7 * - Izrađuje studije za složene građevine i sustave
- 7 * - Projektira složene građevine i sustave
- 7 * - Obavlja poslove izrade geotekničkih elaborata, ispitivanja tla i stijena
- 7 * - Obavlja mjerenje i predviđanje buke
- 7 * - Obavlja laboratorijska ispitivanja iz područja građevinarstva
- 7 * - Obavlja recenzentske revidentske i eksperimentalne poslove
- 7 * - Obavlja savjetodavne i ekspertne poslove
- 7 * - Obavlja poslove izrade stručnih podloga i elaborata zaštite okoliša

D004, 2014-10-21 11:47:43

Stranica: 1 od 5

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U SPLITU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

DJELATNOSTI:

- 7 * - Obavlja poslove stručne pripreme i izrade studija utjecaja na okoliš
- 7 * - Izrađuje, testira i tumači računalne programske pakete
- 7 * - Obavlja nakladničku djelatnost
- 12 * - ustrojava i izvodi sveučilišnu preddiplomsku nastavu u znanstvenom polju građevinarstvo, znanstvenom polju arhitektura i urbanizam i znanstvenom polju geodezija i informatika
- 12 * - ustrojava i izvodi sveučilišnu diplomsku nastavu u znanstvenom polju građevinarstvo i znanstvenom polju arhitektura i urbanizam
- 12 * - ustrojava i izvodi poslijediplomske specijalističke studije u znanstvenom polju građevinarstvo i znanstvenom polju arhitektura i urbanizam
- 12 * - ustrojava i izvodi programe cjeloživotnog obrazovanja u znanstvenom polju građevinarstvo, u znanstvenom polju arhitektura i urbanizam i znanstvenom polju geodezije i informatika
- 12 * - obavlja stručni i umjetnički rad u polju arhitekture i urbanizma
- 12 * - obavlja znanstveno istraživački rad u znanstvenom polju građevinarstvo, znanstvenom polju arhitektura i urbanizam i znanstvenom polju geodezija i geoinformatika, u znanstvenim disciplinama koje su povezane sa znanstvenim poljem građevinarstvo, znanstvenim poljem arhitektura i urbanizam i znanstvenim poljem geodezija i geoinformatika
- 12 * - ustrojava i provodi znanstvenistraživačke razvojne i primijenjene poslove inženjerskog, fizikalnog i numeričkog modeliranja i analize u poljima građevinarstvo, arhitektura i urbanizam, geodezija i geoinformatika te drugim poljima koja su od razvojnog interesa za Fakultet
- 12 * - organizira i sudjeluje u realizaciji međunarodnih projekata
- 12 * - organizira domaće i međunarodne skupove, samostalno ili u suradnji sa drugim domaćim i stranim ustanovama
- 12 * - obavlja mjerenje i predviđanje toplinske zaštite i energije
- 12 * - obavlja poslove ispitivanja konstrukcija i sustava
- 12 * - obavlja kontrolu tehničke dokumentacije u skladu sa Zakonom o prostornom uređenju i gradnji i Pravilnikom o kontroli projekata
- 12 * - obavlja notifikaciju za građevinsko područje projektiranja
- 12 * - izrada elaborata stalnih geodetskih točaka za

D004, 2014-10-21 11:47:43

Stranica: 2 od 5

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U SPLITU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

DJELATNOSTI:

- 12 * - potrebe osnovnih geodetskih radova
- 12 * - izrada elaborata izmjere, označavanja i održavanja državne granice
- 12 * - izrada elaborata izrade Hrvatske osnovne karte
- 12 * - izrada elaborata izrade digitalnih ortofotokarata
- 12 * - izrada elaborata izrade detaljnih topografskih karata
- 12 * - izrada elaborata izrade preglednih topografskih karata
- 12 * - izrada elaborata katastarske izmjere
- 12 * - izrada elaborata tehničke reambulacije
- 12 * - izrada elaborata prevodenja katastarskog plana u digitalni oblik
- 12 * - izrada elaborata prevodenja digitalnog katastarskog plana u zadanu strukturu
- 12 * - izrada elaborata za homogenizaciju katastarskog plana
- 12 * - izrada parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata katastra zemljišta
- 12 * - izrada parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata katastra nekretnina
- 12 * - izrada parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata za potrebe pojedinačnog prevodenja katastarskih čestica katastra zemljišta u katastarske čestice katastra nekretnina
- 12 * - izrada elaborata katastra vodova i stručne geodetske poslove za potrebe pružanja geodetskih usluga
- 12 * - tehničko vođenje katastra vodova
- 12 * - izrada posebnih geodetskih podloga za potrebe izrade dokumenata i akata prostornog uređenja
- 12 * - izrada posebnih geodetskih podloga za potrebe projektiranja
- 12 * - izrada geodetskih elaborata stanja građevine prije rekonstrukcije
- 12 * - izrada geodetskoga projekta
- 12 * - iskolčenje građevina i izradu elaborata iskolčenja građevine
- 12 * - izrada geodetskog situacijskog nacrtu izgrađene građevine
- 12 * - geodetsko praćenje građevine u gradnji i izrada elaborata geodetskog praćenja
- 12 * - praćenje pomaka građevine u njezinom održavanju i izrada elaborata geodetskog praćenja
- 12 * - geodetski poslovi koji se obavljaju u okviru urbane komasacije
- 12 * - izrada projekta komasacije poljoprivrednog zemljišta i geodetski poslovi koji se obavljaju u okviru komasacije poljoprivrednog zemljišta
- 12 * - izrada posebnih geodetskih podloga za zaštićena područja

D004, 2014-10-21 11:47:43

Stranica: 3 od 5



REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U SPLITU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

DJELATNOSTI:

- 12 * - Obavlja nadzor u području građevinarstva, arhitekture, geodezije, ekologije, uređenja prostora i tehničke opreme

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 1 Sveučilište u Splitu, OIB: 29845096215
Split, Livanjska 5
1 - osnivač

OSOBE OVLAŠTENNE ZA ZASTUPANJE:

- 13 Boris Trogrlić, OIB: 30785702924
Podstrana, Stročanačka Cesta 23/B
13 - zastupnik
13 - dekan, zastupa Fakultet od 01. listopada 2014.g.

PRAVNI ODNOSI:

Statut:

- 7 Statut od 20. svibnja 2005. Statutom od 14. srpnja 2006. izvršeno je usklađivanje sa Zakonom o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju i Statutom Sveučilišta u Splitu od 09. 10. veljače 2005. godine, poglavito odredbe o nazivu Fakulteta (čl. 4), ovlaštenju dekana (čl. 9), djelatnosti Fakulteta (čl. 10), katedri Fakulteta (čl. 14), razinama studija, preddiplomskom, diplomskom i poslijediplomskom studiju, europskom sustavu prijenosa bodova (ECTS), načinu ocjenjivanja studenata i ispitima (čl. 54 do 95), uvjetima za izbor nastavnika i postupak izbora (čl. 123 do 125). Statut od 14. srpnja 2006. dostavljen je u Zbirku isprava suda.
- 12 Odlukom Fakultetskog vijeća od 23. rujna 2010. godine, uz suglasnost Senata Sveučilišta od 19. listopada 2010. godine, usvojen je Statut kojim su izmijenjene odredbe o nazivu, pečatu, štambilju, Akademskoj zajednici, djelatnostima, ustrojevima, tijelima, studijima, pravima i obavezama studenata, načinu izbora znanstvenika, nastavnika i sudionika, općim aktima Fakulteta te prijelazne i završne odredbe.
- Potpuni tekst Statuta od 23. rujna 2010. godine, dostavljen u Zbirku isprava.

OSTALI PODACI:

- 1 RUL - 8333

ZABILJEŽBE:

- Redni broj zabilježbe: 1
2 - U ovom predmetu rješenje od 4. listopada 1996.g. broj Tt-95/8060 očitom omaškom suca nije potpisano elektronički u

D004, 2014-10-21 11:47:43

Stranica: 4 od 5



REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U SPLITU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

ZABILJEŽBE:

Glavnoj knjigi vođenoj na računalu istog dana kada je i doneseno. Stoga je isto elektronički potpisano dana 19.12.1996.g.

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
0001 Tt-95/8060-5	19.12.1996	Trgovački sud u Splitu
0002 Tt-95/8060-6	23.12.1996	Trgovački sud u Splitu
0003 Tt-98/1785-5	15.04.1999	Trgovački sud u Splitu
0004 Tt-00/340-4	20.04.2000	Trgovački sud u Splitu
0005 Tt-00/1433-4	07.09.2000	Trgovački sud u Splitu
0006 Tt-03/1621-6	22.10.2003	Trgovački sud u Splitu
0007 Tt-06/1793-4	12.10.2006	Trgovački sud u Splitu
0008 Tt-06/2338-2	18.10.2006	Trgovački sud u Splitu
0009 Tt-08/400-2	26.02.2008	Trgovački sud u Splitu
0010 Tt-08/2946-2	05.12.2008	Trgovački sud u Splitu
0011 Tt-10/2541-2	27.10.2010	Trgovački sud u Splitu
0012 Tt-11/1248-2	11.05.2011	Trgovački sud u Splitu
0013 Tt-14/5125-2	10.10.2014	Trgovački sud u Splitu

U Splitu, 21. listopada 2014.



Ovlaštena osoba

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U SPLITU

RJ-

Ovaj izvadak istovjetan je podacima upisanim u Glavnu knjigu sudskog registra
Sudska pravomoć plaćena u iznosu 10,00 kn, po Tar. br. 2K-2111a o plaćanju pravomoćima (NN 74/95, 57/96 i 137/02)
U Splitu, 21. 10. 2014.

Ovlaštena osoba

D004, 2014-10-21 11:47:43

Stranica: 5 od 5



INVESTITOR: Sveučilište u Splitu
Livanjska 5, 21000 Split, OIB 29845096215

IZVODITELJ: SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, Split

GRAĐEVINA: STUDENTSKI DOM „BRUNO BUŠIĆ“ U SPLITU
Spinutska 37, 21000 Split, k.č.z. 5226/6

PROJEKT: REKONSTRUKCIJA – NADOGRADNJA I DOGRADNJA –
PROJEKT MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI KONSTRUKCIJA

RAZINA RAZRADE: GLAVNI PROJEKT

BROJ PROJEKTA: 01-S154/3-1310-90-2015

DATUM IZRADE: Studeni 2015.

ZOP: SDBB

Na temelju “Zakona o gradnji” (N.N. 153/13), članak 68, daje se sljedeća

IZJAVA

TVRTKA I ADRESA: SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, Split

OVLAŠTENI INŽENJERI: dr. sc. Alen Harapin, dipl. ing. građ.

OZNAKA RJEŠENJA: Klasa: UP/I-360-01/99-01/352
Urbroj: 314-01-99-1
Zagreb, 13. kolovoza 1999.

Ovaj projekt je izrađen u skladu sa slijedećim zakonima i propisima:

- Zakon o gradnji (N.N. 153/13)
- Tehnički propis za betonske konstrukcije (N.N. 139/09, 14/10, 125/10)
- Tehnički propis za zidane konstrukcije (N.N. 01/07)
- Tehnički propis za čelične konstrukcije (N.N. 112/08, 125/10, 73/12, 136/12)
- Zakon o zaštiti od požara (N.N. 92/10)
- Zakon o zaštiti na radu (N.N. 71/14, 118/14, 154/14)

Split, Studeni 2015.

Ovlašteni inženjer:
Dr. sc. Alen Harapin, dipl. ing. građ.



INVESTITOR: Sveučilište u Splitu
Livanjska 5, 21000 Split, OIB 29845096215

IZVODITELJ: SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, Split

GRADEVINA: STUDENTSKI DOM „BRUNO BUŠIĆ“ U SPLITU
Spinutska 37, 21000 Split, k.č.z. 5226/6

PROJEKT: REKONSTRUKCIJA – NADOGRADNJA I DOGRADNJA –
PROJEKT MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI KONSTRUKCIJA

RAZINA RAZRADE: GLAVNI PROJEKT

BROJ PROJEKTA: 01-S154/3-1310-90-2015

DATUM IZRADE: Studeni 2015.

ZOP: SDBB

II TEHNIČKI DIO PROJEKTA

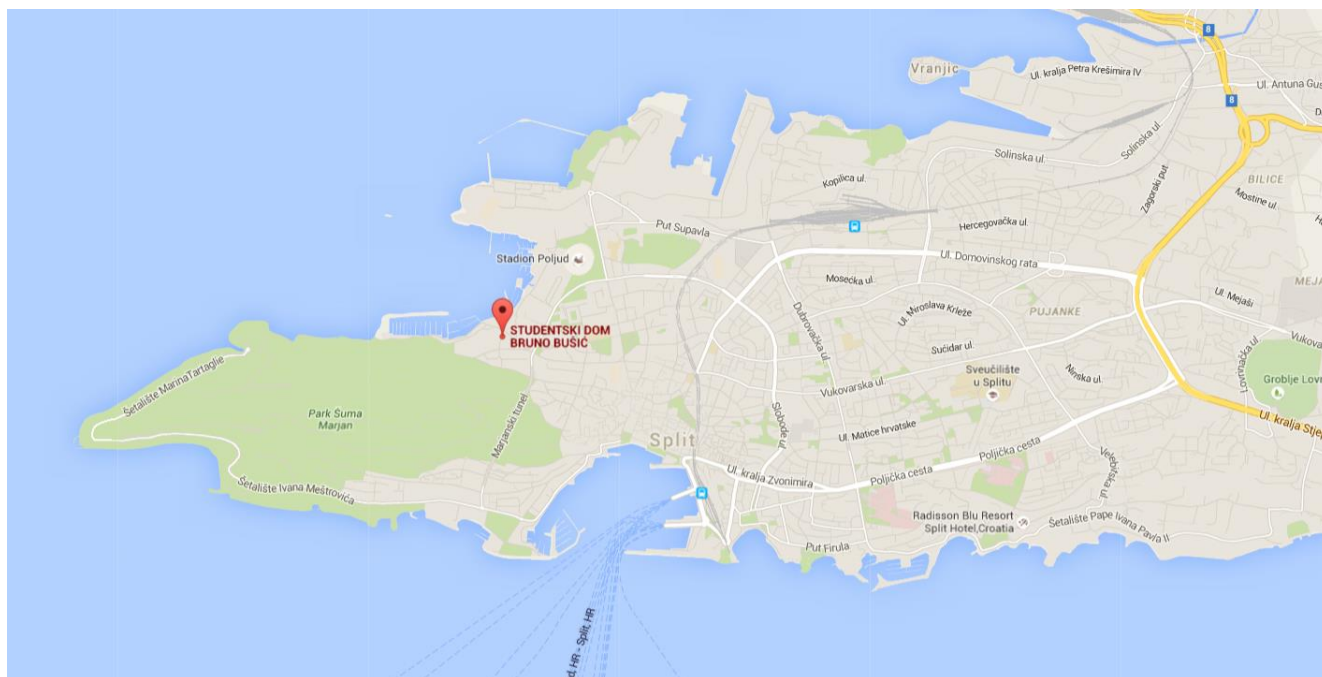
II-1 TEKSTUALNI DIO

Projektant: Dr.sc. Alen Harapin, dipl.ing.grad.

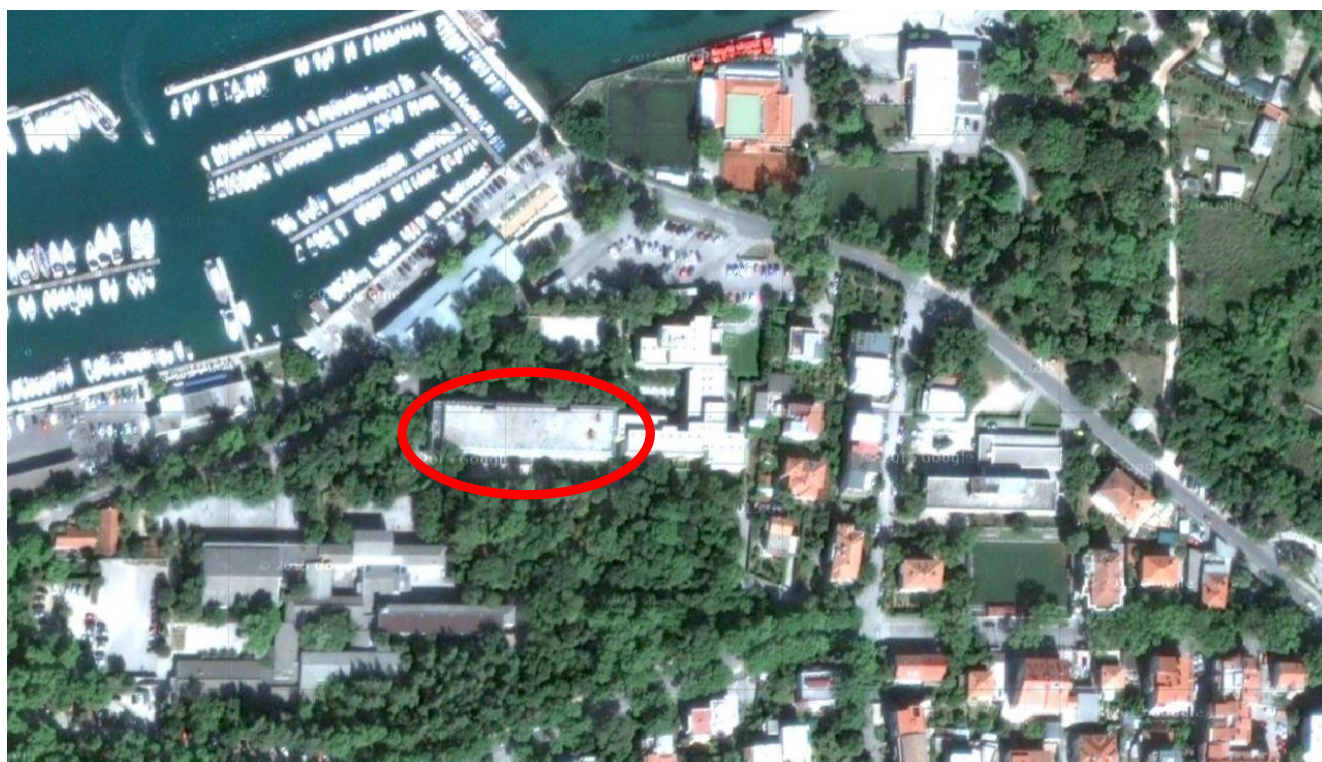
1 TEHNIČKI OPIS – OPĆI DIO I KONSTRUKTIVNI ZAHVAT

1.1 Projekt/zahvat

Projektni zadatak, a na zahtjev investitora Sveučilište u Splitu, je izraditi glavni projekt rekonstrukcije – nadogradnje i dogradnje Studentskog doma „Bruno Bušić“, na predjelu Spinut, u Splitu. Položaj građevine dan je na slikama:



Položaj studentskog doma Bruno Bušić u odnosu na grad Split



Točan položaj studentskog doma Bruno Bušić

Studentski dom „Bruno Bušić“ izgrađen je u drugoj polovici 70-ih godina 20. stoljeća. U početku je projektiran kao 4-etažna građevina (Po+Pr+2 kata), te je za taj projekt ishoda građevinska dozvola (br. 08/UP-I-1270/75, od 10.03.1976.). Prije početka gradnje projekt je proširen za još jednu etažu (3. Kat), te je za takvu građevinu ishoda nadopuna građevinske dozvole (br. 08/UP-I-3701/76, od 21.01.1977.). Uporabna dozvola je ishoda 28.04.1980. (br. 08/UP-I-1562/77), koja je postala pravomoćna 17.06.1980.

1.2 Postojeće stanje

Postojeća građevina projektirana je i izvedena kao armirano-betonska građevina, s tim što su stupovi i ploče armirano betonski dijelovi, a zidovi su čisto betonski, bez armature. U priloženim tlocrtima pojedinih etaža specifičnom šrafurom označeni su armirano-betonski i čisto betonski dijelovi građevine. Treći kat je izveden također kao armirano-betonska okvirna konstrukcija, s tim što su zidne ispune rađene siporex blokovima.

Građevina je podijeljena na dvije dilatacijske cjeline: istočnu (oko 30x20 m) i zapadnu (oko 41x20 m). Između dilatacija je dvostruki zid s reškom 2 cm. Istočna dilatacija, osim podruma u kojem se nalaze praonice, radionice i strojnica, u potpunosti je hotelskog tipa, u prizemlju i na katovima. U zapadnoj dilataciji, u prizemlju se nalazi glavni atrij i čitaonica, a ostale etaže su studentske sobe.

Međukatna konstrukcija je puna ab ploča, $d=14.0$ cm, a vertikalna komunikacija je izvedena ab stubištem, kod kojeg je glavni nosivi sustav lomljena greda.

Glavni nosivi sustav istočne dilatacije su poprečni zidovi koji se neprekinuto pružaju od podruma do vrha, te niz malih poprečnih zidova.

U zapadnoj dilataciji glavni konstruktivni sustav su također zidovi, koji se na nivou prizemlja prekidaju. U prizemlju je glavni konstruktivni sustav okvir – jaki ab stupovi sa gredama. Na katovima se ponovno nastavlja sustav zidova. Ovi sustavi se prate u tlocrtnom smislu.

Postojeće stanje konstrukcije je, moglo bi se reći, vrlo dobro, koliko se može ustanoviti vizualnim pregledom. Na dostupnim ab elementima ne vide se tragovi probijanja korozije od armature, a također nema pojava ljuštenja betona i sl.

Na temelju postojećeg glavnog projekta izrađenog od firme: Projektant Split – Projekt građevinskih radova, dobivene su osnovne informacije o predviđenoj kvaliteti betona i količini i položaju armature u konstruktivnim elementima. Dokazi kvalitete betona i stvarnog položaja šipki u konstrukciji izvršeni su sklerometriranjem i nerazornim očitavanjem.

Analize su pokazale da su svi betoni čak kvalitetniji od projektiranih, što nije začuđujuće, s obzirom na vrijeme koje je poteklo od izrade do danas (35 godina). Betoni glavnih nosivih stupova su projektirani kao MB-40 (40.0 MPa), a rezultati sklerometriranja pokazuju čvrstoće preko 60.0 MPa. Betoni zidova su projektirani kao MB-30 (30.0 MPa), a rezultati sklerometriranja pokazuju čvrstoće preko 45.0 MPa. Armatura se uglavnom nalazi tamo gdje je projektom predviđena.

1.3 Novoprojektirano stanje

Rekonstrukcijom predmetne građevine vrlo se malo dira u postojeće konstruktivne elemente. Uglavnom se vrše minorni proboji kroz zidove i prenamjena prizemlja istočne dilatacije sa potpuno studentskog u dijelom i uredski dio. Kako se sobe u hotelskom dijelu potpuno preuređuju, izmješten je položaj instalacijske šahte, te je potrebno stare šahte zatvoriti, a

nove otvoriti. Zatvaranje starih otvora u podu se vrši oštēmavanjem oko otvora do armature, varenjem nove armature za staru (postojeću), te betoniranjem jame. Novi otvori će se ispiliti točno kako su projektom predviđeni, te oštēmati daljnjih 20 cm u svaku stranu. Rub ploče će se pojačati s novom armaturom, te će se taj rub ploče dobetonirati do predviđene dimenzije. Dano je i alternativno rješenje sa čeličnim nosačima koji se postavljaju s gornje i donje strane ploče i vezuju vijcima. U dogovoru sa izvođačem odabrati će se bolje rješenje.

Predviđenom nadogradnjom povećava se katnost zgrade za 1 etažu (4. kat), a na novom krovu izvodi se nadstrešnica ispod koje se smješta strojarska oprema. Da bi se omogućio pristup novom 4. katu, potrebno je isjeći sadašnju krovnu ploču na mjestu stubišta i izvesti dva nova stubišna kraka (sa trećeg na četvrti kat). Ovo stubište, za razliku od postojećeg, naslanja se na armiranobetonsku ploču, debljine $d=14.0$ cm. Za potrebe oslanjanja novog kraka na postojeći podest, na rubu podesta će se izvesti ab greda. Istočni zid stubišta će se srušiti do nivoa međupodesta, te će se skupa sa međupodestom izraditi novi. Također na podestu 3. kata će se također izvesti ab greda uklopljena u ploču stubišta. Ovo stubište se konačno povezuje sa pločom (postojećom) 3. kata, koja je odrezana na mjestu stubišta.

U zapadnoj dilataciji izvodi se novi lift kojim je omogućeno lakše penjanje na etaže. Za potrebe izvedbe lifta potrebno je ukopati šahtu lifta ispod nivoa postojećih temelja. Također je potrebno izvršiti proboj kroz postojeće ploče svih katova. U tu svrhu sve se ploče režu (uz podupiranje i osiguranje, naravno) u dimenziji unutarnjeg otvora lifta, a zatim se oštēmavaju u dimenziji debljine zidova lifta, tako da armatura ostane ogoljena. Armaturu zidova lifta potrebno je preplesti s postojećom armaturom ploča.

Postojeći brisolei (točnije, uzdužne gredice brisolea) na južnoj strani građevine se skidaju, a na njih se postavljaju novi balkoni, tako da će sve sobe imati balkon. Kako nije točno poznata armatura brisolea (kratke konzolne grede), ove grede su ojačane čeličnim „U“ profilima i zategom da mogu podnijeti nova opterećenja.

Kako je naglašeno, ovom rekonstrukcijom povećava se katnost zgrade za 1 etažu. 3. kat, koji je sada djelomičan, širi se na puni tlocrt, a dodaje se 4. kat. Također, na krovu zgrade dodaje se nadstrešnica ispod koje se nalazi strojarska oprema. Ova nadstrešnica je projektirana od čeličnih šupljih cijevi, kao stupova i ab ploče. Nadstrešnica je stabilizirana spregom u poprečnom i uzdužnom smjeru.

Vertikalna nosiva konstrukcija 4. kata prati nosivu konstrukciju 3. kata. Na mjestima gdje se nalaze stupovi, nastavljaju se stupovi i na 4. Katu, a između se postavlja ab zid koji služi kao kruti disk u prijenosu horizontalnih sila. Veza između armature stupova (zidova) trećeg i četvrtog kata, vrši se pažljivim oštēmavanjem do dubine jednake debljini ploče, tako da se sačuva armatura. Novu armaturu zavariti za staru i izvesti novi stup.

Horizontalna nosiva konstrukcija kata je armirano betonska ploča, $d=16.0$ cm. Ona se izvodi u klasičnoj oplati.

Sa istočne i zapadne strane izvode se nova pomoćna čelična požarna stubišta. Na mjestima ovih stubišta postoji požarne ljestve koje se nalaze na ab podestima. Ovi podesti se podešavaju i uklapaju u nova stubišta. Ova stubišta se kače na zabatni zid.

Ispred ulaza u objekt (južna strana) skida se postojeća nadstrešnica i izvodi nova. Ova nadstrešnica je kombinacija čeličnih stupova i pokrovne ab ploče, koja je dijelom oslonjena na čelične stupove, a dijelom obješena o konzolne nosače balkona.

Kako se dodavanjem četvrtog kata značajno povećava masa objekta (oko 20%, što je veće od projektom predviđenih 10% kod čega nije potrebno vršiti kontrolu stabilnosti), napravljen je prostorni model kojim se pokušalo simulirati

ukupno ponašanje konstrukcije (postojeće i novo projektirane). Prema izlazima iz modela vidljivo je da je postojeća konstrukcija prilično stamena i da bez većih problema može izdržati nadogradnju kata. Zbog povećanja nosivosti izvedeni su određeni zahvati na postojećoj konstrukciji, čime se još dobiva na mehaničkoj otpornosti i stabilnosti.

U tom su smislu ojačani kratki uzdužni zidovi u istočnoj dilataciji. Ovi zidovi su ojačani na način da se zidovi oštetaju po cijelom opsegu do dubine 3-4 cm. Na zidove se postavlja nova armatura, te se sitnozrnim betonom sa dodatkom vlakana vraćaju na početnu dimenziju (beton Tip D, poglavlje 2.1). Ova tehnika je također primijenjena na par drugih zidova/stupova, što je naznačeno u nacrtima.

1.4 Geomehaničko mišljenje

Geomehaničko mišljenje izradio je IGH Zagreb, Zavod za ispitivanje materijala – Split, 21. Listopada 1975. godine, RN 062-73/75. Odgovorni geotehničar bio je Tvrtko Shek, dipl. ing. građ.

Za potrebe određivanja kvalitete temeljnog tla iskopane su 4 sondažne jame. Pregledom tla ustanovljeno je da je temeljno tlo pjeskovita glina sa utruscima vapnenog kršlja u čvrstom konzistentnom stanju. Prema geološkim pokazateljima sa susjednih objekata ovaj sloj se nalazi nad slojem lapora i ima različitu debljinu. Na sjeverozapadnoj sondažnoj jami već na 1.0 m ispod kote dna temelja nalazi se sloj laporovite gline u čvrstom konzistentnom stanju.

Detaljnim pregledom postojeće građevine, za koju je građevinska dozvola izdana 1976., a uporabna dozvola izdana 1980. godine, ustanovljeno je da se slijeganja i diferencijalna slijeganja građevine ne primjećuju. Također nisu primijećene nikakve pukotine, što upućuje na vrlo mala ili nikakva diferencijalna slijeganja i solidnu gradnju. Uvidom u projekt konstrukcije, koji se poziva na stanje na terenu nakon iskopa temeljne jame, usvojena je nosivost kao i u originalnom projektu konstrukcije: $\sigma_{tla}=0.5$ MPa. Temeljno tlo ispod temelja nadstrešnice i čeličnih požarnih stubišta, zbog reaktivne plitkoće temelja, se računaju sa nosivošću: $\sigma_{tla}=0.15$ MPa.

2 KONSTRUKTIVNI MATERIJALI

2.1 Beton

Za izgradnju građevine koristit će se beton zadanog sastava ili projektiranog sastava, razreda tlačne čvrstoće normalnog betona C 30/37, a sve prema "Tehničkim propisima za betonske konstrukcije" ("TPBK" N.N. 139/09, 14/10, 125/10). Sustav potvrđivanja sukladnosti betona je 2+. Tehnički uvjeti za projektirana svojstva svježeg betona dani su u tablici.

NAMJENA	Podbeton	Beton temelja i zidića, Beton podne ploče	Beton konstruktivnih elemenata (ploče, zidovi, stupovi...)	Beton za reparaturne radove	Nadstrešnica na krovu, Balkoni	Vanjska južna nadstrešnica
TRAŽENA SVOJSTVA SVJEŽEG BETONA						
TIP	A	B	C	D	E	F
Razred čvrstoće normalnog betona	C 16/20	C 30/37	C 30/37	C 30/37	C 30/37	C 30/37
Klasa izloženosti	X0	XC2	XC1	XC1	XS1	XS1
Minimalna količina cementa	g/m ³	280	340	340	340	340
Maksimalni vodocementni faktor	(v/c)	0.55	0.47	0.45	0.45	0.42
Uz dodatak superplastifikatora	NE	DA	DA	DA	DA	DA
Posebni zahtjevi	-	-	-	Poliprop. vlakna cca 0.9 kg/m ³	-	bijeli cement i bijeli agregat
Razred slijeganja (slump)	S2 ili S3	S3 ili S4	S3 ili S4	S3 ili S4	S3 ili S4	S3 ili S4
Maksimalno zrno agregata	mm	16 ili 32	16 ili 32	16 ili 32	8	16 ili 32
Minimalni zaštitni sloj	mm	-	35	25	15	25
Razred sadržaja klorida	-	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10
Minimalno vrijeme obradivosti	min	60	90	90	90	90
Maksimalna temp. svežeg betona	+ °C	5 - 30	5 - 30	5 - 30	5 - 30	5 - 30
TRAŽENA SVOJSTVA OČVRSLJOG BETONA						
vodonepropusnost prema HRN EN 12390-8	(cm)	---	---	---	---	3 cm

Za izradu konstruktivnog betona smiju se koristiti samo CEM I ili CEM II/A-S. Zbog opasnosti od korozije armature ne smiju se upotrebljavati betoni koji sadrže cemente tipa CEM II/C, CEM IV i CEM V, prema normi HRN EN 197-1.

Sastavni materijali od kojih se beton proizvodi ili koji mu se pri proizvodnji dodaju moraju ispunjavati zahtjeve normi na koje upućuje norma HRN EN 206-1 i zahtjeve prema prilogima C, D, E i F Tehničkih propisa za betonske konstrukcije (TPBK).

Za izvedbu konstruktivnih dijelova građevine smiju se upotrijebiti samo oni sastavi betona za koje je dokazano da ispunjavaju gore navedene tehničke uvjete.

2.2 Armatura

Kao armatura koristit će se betonski čelik B 500 A ili B 500B (prema TPBK) za sve elemente, u obliku šipki ili mreža. Zaštitni slojevi betona do armature prema gornjoj tablici.

Veličinu zaštitnog sloja osigurati dostatnim brojem kvalitetnih razmačnika (distancera). Kvalitetu zaštitnog sloja osigurati kvalitetnom oplatom i ugradnjom betona, te dodacima betonu i ostalim rješenjima prema zahtjevima ovog projekta i projektu betona, kojeg je dužan izraditi izvođač radova. U potpunosti poštivati projektirani raspored i položaj armaturnih šipki, koje trebaju biti nepomične kod betoniranja. Sva uporabljena armatura treba imati odgovarajuće ateste o kakvoći.

2.3 Čelični elementi

Kvaliteta osnovnog materijala i spojna sredstva moraju odgovarati važećim standardima i propisima u Republici Hrvatskoj.

Osnovni materijal

Osnovni materijal za čelične konstrukcije je: čelični vruće valjani profili i limovi prema HRN EN 10024:2005 (I profili sa skošenim pojasnicama - IPN), HRN EN 10034:2003 (IPE i H profili), HRN EN 10056:2005 (kutnici), HRN EN 10279:2007 (U profili) i HRN EN 10210:2006 (šuplji profili) za opće konstrukcijske čelike.

Koristi se standardni čelik oznake: S 235.

Mehaničke karakteristike (prema EN 10025-2):

- Minimalna granica razvlačenja	$\Rightarrow f_y = 235.0 \text{ MN/m}^2 (23.5 \text{ kN/cm}^2)$
- Minimalna vlačna čvrstoća	$\Rightarrow f_u = 360.0 \text{ MN/m}^2 (36.0 \text{ kN/cm}^2)$
- Modul elastičnosti	$\Rightarrow E_s = 210.0 \text{ GPa}$
- Modul posmika	$\Rightarrow G_s = 81.0 \text{ GPa}$
- Poissonov koeficijent	$\Rightarrow \nu = 0.3$

Vijci

Vijčane spojeve izvesti u skladu s EN 1993-1-8 (spojevi). Ovim projektom primjenjuju se vijci dimenzija i oznaka kvaliteta prema statičkom računu ovog projekta.

Oznake (visokovrijedni vijci):

- prema EN 1993-1-8	10.9 (klasa čvrstoće)
- oblik i dimenzija vijka	EN ISO 898-1:1999
- oblik i dimenzija matice	EN ISO 4017:2001
- oblik i dimenzija podložne pločice	EN ISO 7089:2000

Mehaničke karakteristike:

- minimalna granica razvlačenja	$\Rightarrow f_{yb} = 90.0 \text{ kN/cm}^2$
- minimalno izduženje	$\Rightarrow \delta_p = 20 \%$
- minimalna vlačna čvrstoća	$\Rightarrow f_{ub} = 100.0 \text{ kN/cm}^2$
- dopušteno naprezanje na odrez	$\Rightarrow f_{sb} = 24.0 \text{ kN/cm}^2$

Varovi i dodatni materijal

Zavareni spojevi na konstrukciji izvode se kutnim varovima ili suočnim varovima normalne (II) kvalitete. Postupak izrade, oblik i kvaliteta varova mora odgovarati zahtjevima EN 1993-1-8 (spojevi) za zavarene nosive čelične konstrukcije.

Sve varove treba izvesti prema propisanoj Tehnologiji zavarivanja (izvođač radova) uz primjenu odgovarajućeg dodatnog materijala - elektroda.

Zaštita od korozije

Svi dijelovi čelične konstrukcije moraju biti zaštićeni od korozije prema odredbama "Pravilnika o tehničkim mjerama i uvjetima za zaštitu čeličnih konstrukcija od korozije" (HRN br. 32/70) i švicarskim normama SN 555 011/1990 (Prijevod IGH Zagreb, 1994.). Za praćenje antikorozivne zaštite potrebno je voditi dnevnik antikorozivne zaštite

S obzirom da se radi o lokaciji koja spada u područje agresivnije sredine za zaštitu čelične konstrukcije odabran je sljedeći antikorozivni sustav:

- Obrada površine – pjeskarenje u kvaliteti SA 2,5 prema švedskom standardu SNV – 05900, za slučaj već nastalog procesa korozije čeličnih profila ili ručno čišćenje kada je proces korozije zanemariv.
- Troslojni dvokomponentni epoksidni premaz – oko 150 μm i to: temeljni epoksidni premaz u dva sloja (2 x 50 μm) te pokrovni sloj na bazi poliuretana (50 μm).

Na mjestima gdje postoje zahtjevi za otpornost konstrukcije na djelovanje požara (vatrootpornost konstrukcije) potrebno je upotrijebiti antikorozivnu zaštitu (temeljni premaz) koja je kompatibilna s zaštitnom bojom za vatrootpornost konstrukcije, a sve u skladu s proizvođačem (broj slojeva, debljina određenog sloja) u ovisnosti o zahtjevima otpornosti konstrukcije na djelovanje požara.

Radovi na zaštiti od korozije mogu se povjeriti samo poduzeću koje je registrirano za tu djelatnost.

2.4 Elementi za zidanje

a) Blokovi za zidanje

Za eventualne zidarske radove (ispune) su predviđeni opekarski blokovi $d=20\text{ cm}$. Ovi blokovi moraju biti u skladu s normom EN 771-1, i biti 1. razreda (ovisno o kontroli proizvodnje) – tamo gdje je proizvođač sporazuman isporučivati zidne elemente određene tlačne čvrstoće a ima program kontrole kvalitete s rezultatima koji pokazuju da srednja tlačna čvrstoća pošiljke uzorkovana i ispitana prema odgovarajućoj normi ima vjerojatnost podbačaja određene tlačne čvrstoće manju od 5%. Razred izvedbe može biti A ili B. Prema udjelu šupljina blokovi mogu biti grupe 2a ili 2b.

b) Mort za zidanje

Za zidanje je predviđen produžni mort čvrstoće M5, opće namjene. Mort mora biti u skladu s normom EN 998-2.

3 PLAN KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE KONSTRUKCIJE

3.1 Općenito

Izvoditelj je odgovoran za kvaliteta izvođenja radova i za uredno poslovanje.

Izvoditelj ne smije odstupati od projekta bez pismenog odobrenja nadzornog inženjera Investitora, a uz prethodnu suglasnost projektanta. Sve izmjene se moraju unijeti u građevinsku knjigu i građevinski dnevnik.

Kvaliteta korištenog građevinskog materijala, poluproizvoda i gotovih proizvoda, kao i kvaliteta izvedenih radova mora odgovarati prethodno navedenim uvjetima propisanim važećim propisima, standardima, uvjetima iz tehničke dokumentacije, te uvjetima iz Ugovora.

Ukoliko izvoditelj ugrađuje materijal koji nije standardiziran, za isti je dužan pribaviti odgovarajuće dokaze o kakvoći i priložiti ih u pismenoj formi.

Pri izvođenju građevine, izvoditelj se dužan pridržavati navedenih propisa kao i svih ostalih Pravilnika, Tehničkih normativa, posebnih uvjeta za izradu, ugradnju i obradu pojedinih elemenata građevine, kao i standarda propisanih za izvođenje radova na građevini (temeljenje, betonski radovi, skele i oplata, armatura, čelik za armiranje, kontrola kvalitete betona i čelika, zidanje zidova, završni radovi), kako bi osigurao da izvedena građevina odgovara projektu, te svim propisima i standardima RH.

3.2 Betonski, armiranobetonski i tesarski radovi

(i) Beton

Sve komponente betona (agregat, cement, voda, dodaci), te beton kao materijal, trebaju udovoljavati zahtjevima važećih normi, propisa i pravila struke. Izvoditelj je dužan izraditi projekt betona u skladu s projektom konstrukcije i dostaviti ga na suglasnost projektantu objekta.

Kontrola kvalitete betona sastoji se od kontrole proizvodnje i kontrole suglasnosti s uvjetima projekta konstrukcije i projekta betona.

Betonski radovi moraju se izvoditi prema projektu konstrukcije i projektu betona (kojeg je dužan izraditi Izvođač), a u svemu sukladno s: Tehnički propis za betonske konstrukcije (N.N. 139/09, 14/10, 125/10), te svim pratećim normativima

Kod projektiranog betona u projektu mora biti specificiran razred tlačne čvrstoće (marka betona) i to kao karakteristična vrijednost 95%-tne vjerojatnosti s kriterijima sukladnosti prema normi HRN EN 206-1.

Sastavni materijali od kojih se beton proizvodi, ili koji mu se pri proizvodnji dodaju, moraju ispunjavati zahtjeve normi na koje upućuje norma HRN EN 206-1 i zahtjeve prema Tehničkom propisu za betonske konstrukcije.

Zahtjevi za isporuku betona i informacije proizvođača betona korisniku moraju sadržavati podatke prema normi HRN EN 206-1.

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava svježeg betona provodi se prema normama niza HRN EN 12350, a ispitivanje svojstava očvrstelog betona prema normama niza HRN EN 12390.

Eventualna vremenski ubrzana proizvodnja betonskih elemenata, u cilju ubrzanja građenja, dopuštena je samo uz poseban projekt tehnologije izvođenja i dokaz zahtijevanih svojstava prethodnim ispitivanjima.

Za svako odstupanje od projekta, nadzorni inženjer je dužan izvijestiti Projektanta i Investitora.

Nužna je njega ugrađenog betona da se ne pojave štetne pukotine, a u svemu prema projektu betona, važećim propisima i pravilima struke.

(ii) Betonski čelik

Betonski čelici trebaju udovoljavati zahtjevima važećih propisa.

Za čelik za armiranje primjenjuju se norme nHRN EN 10080-1 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 1. dio: Opći zahtjevi (prEN 10080-1:1999), nHRN EN 10080-2 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A (prEN 10080-2:1999), nHRN EN 10080-3 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B (prEN 10080-3:1999), nHRN EN 10080-4 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C (prEN 10080-4:1999), nHRN EN 10080-5 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 5. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih armaturnih mreža (prEN 10080-5:1999), nHRN EN 10080-6 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 6. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih rešetki za grede (prEN 10080-6:1999).

Potvrđivanje sukladnosti čelika za armiranje provodi se prema odredbama Dodataka A norme nHRN EN 10080-1 i odredbama posebnog propisa.

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava čelika za armiranje provodi se prema normama nizova nHRN EN 10080, odnosno nHRN EN 10138, i prema normama niza HRN EN ISO 15630 i prema normi HRN EN 10002-1.

Preklopi se izvode prema odredbama priznatim tehničkim pravilima iz Priloga H Tehničkog propisa za betonske konstrukcije, odnosno prema normi HRN ENV 1992-1-1:2004.

Sva armatura je iz čelika B500 u obliku šipki ili mreža. Osobito poštivati projektom predviđene razmake i zaštitne slojeve armature. Ni jedno betoniranje elementa ne može započeti bez prethodnog detaljnog pregleda armature od strane nadzornog inženjera i njegove dozvole.

(iii) Prekidi betoniranja

Prekid i nastavci betoniranja konstrukcija moraju biti obrađeni projektom betona.

(iv) Oplata

Za izvedbu svih betonskih i armiranobetonskih elemenata potrebno je pravovremeno izraditi, postaviti i učvrstiti odgovarajuću drvenu, metalnu ili sličnu oplatu. Oplata mora odgovarati mjerama građevinskih nacrti, detalja i planova optate. Podupiranjem i razupiranjem optate mora se osigurati njena stabilnost i nedeformabilnost pod teretom ugrađene mješavine. Unutarnje površine moraju biti ravne i glatke, bilo da su vertikalne, horizontalne ili kose. Postavljena optata mora se lako i jednostavno rastaviti, bez udaranja i upotrebe pomoćnih alata i sredstava čime bi se "mlada" konstrukcija izložila štetnim vibracijama. Ako se nakon skidanja optate ustanovi da izvedena konstrukcija dimenzijama i oblikom ne odgovara projektu Izvođač je obavezan istu srušiti i ponovo izvesti prema projektu. Prije ugradnje svježe mješavine betona u oplatu istu, ako je drvena, potrebno je dobro navlažiti, a ako je metalna mora se premazati odgovarajućim premazom.

Izvođač ne može započeti betoniranje dok Nadzor ne izvrši pregled postavljene optate i pismeno je ne odobri.

(v) Primijenjeni standardi

Standardi za beton – osnovni

HRN EN 206-1:2002	Beton – 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000)
HRN EN 206-1/A1:2004	Beton – 1. dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000/A1:2004)
nHRN EN 206-1/A2	Beton – 1. dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000/prA2:2004)

Standardi za beton - ostali

HRN EN 12350-1	Ispitivanje svježeg betona – 1. dio: Uzorkovanje
HRN EN 12350-2	Ispitivanje svježeg betona – 2. dio: Ispitivanje slijeganjem
HRN EN 12350-3	Ispitivanje svježeg betona – 3. dio: VeBe ispitivanje
HRN EN 12350-4	Ispitivanje svježeg betona – 4. dio: Stupanj zbijenosti
HRN EN 12350-5	Ispitivanje svježeg betona – 5. dio: Ispitivanje rasprostiranjem
HRN EN 12350-6	Ispitivanje svježeg betona – 6. dio: Gustoća
HRN EN 12350-7	Ispitivanje svježeg betona – 7. dio: Sadržaj pora – Tlačne metode
HRN EN 12390-1	Ispitivanje očvrslulog betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe
HRN EN 12390-2	Ispitivanje očvrslulog betona – 2. dio: Izradba i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće
HRN EN 12390-3	Ispitivanje očvrslulog betona – 3. dio: Tlačna čvrstoća uzoraka
HRN EN 12390-6	Ispitivanje očvrslulog betona – 6. dio: Vlačna čvrstoća cijepanjem uzoraka
HRN EN 12390-7	Ispitivanje očvrslulog betona – 7. dio: Gustoća očvrslulog betona
HRN EN 12390-8	Ispitivanje očvrslulog betona – 8. dio: Dubina prodiranja vode pod tlakom
prCEN/TS 12390-9	Ispitivanje očvrslulog betona – 9. dio: otpornost na smrzavanje ljuštenjem
ISO 2859-1	Plan uzorkovanja za atributni nadzor – 1. dio: Plan uzorkovanja indeksiran prihvatljivim nivoom kvalitete (AQL) za nadzor količine po količine
ISO 3951	Postupci uzorkovanja i karta nadzora s varijablama nesukladnosti
HRN U.M1.057	Granulometrijski sastav mješavina agregata za beton
HRN U.M1.016	Beton. Ispitivanje otpornosti na djelovanje mraza
HRN EN 480-11	Dodaci betonu, mortu i injekcijskim smjesama – Metode ispitivanja – 11. dio: Utvrđivanje karakteristika zračnih pora u očvrslulom betonu
HRN EN12504-1	Ispitivanje betona u konstrukcijama – 1. dio: Izvađeni uzorci – Uzimanje, pregled i ispitivanje tlačne čvrstoće



HRN EN 12504-2	Ispitivanje betona u konstrukcijama – 2. dio: Nerazorno ispitivanje – Određivanje veličine odskoka
HRN EN 12504-3	Ispitivanje betona u konstrukciji – 3. dio: Određivanje sile čupanja
HRN EN 12504-4	Ispitivanje betona u konstrukciji – 4. dio: Određivanje brzine ultrazvuka
prEN 13791:2003	Ocjena tlačne čvrstoće betona u konstrukcijama ili u konstrukcijskim elementima

Standardi za čelik za armiranje – osnovni

nHRN EN 10080-1	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 1. dio: Opći zahtjevi (prEN 10080-1:1999)
nHRN EN 10080-2	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A (prEN 10080-2:1999)
nHRN EN 10080-3	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B (prEN 10080-3:1999)
nHRN EN 10080-4	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C (prEN 10080-4:1999)
nHRN EN 10080-5	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 5. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih armaturnih mreža (prEN 10080-5:1999)
nHRN EN 10080-6	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 6. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih rešetki za gredice (prEN 10080-6:1999)

Standardi za čelik za armiranje – ostali

HRN EN 10020	Definicije i razredba vrsta čelika
HRN EN 10025	Toplovaljani proizvodi od nelegiranih konstrukcijskih čelika – Tehnički uvjeti isporuke
HRN EN 10027-1	Sustavi označivanja čelika – 1. dio: Nazivi čelika, glavni simboli
HRN EN 10027-2	Sustavi označivanja čelika – 2. dio: Brojčani sustav
EN 10079	Definicije čeličnih proizvoda
HRN EN 10204	Metalni proizvodi – Vrste dokumenata o ispitivanju (uključuje dopunu A1:1995)
prEN ISO 17660	Zavarivanje čelika za armiranje
HRN EN 287-1	Provjera osposobljenosti zavarivača – Zavarivanje taljenjem – 1. dio: Čelici
HRN EN 719	Koordinacija zavarivanja – Zadaci i odgovornosti
HRN EN 729-3	Zahtjevi za kakvoću zavarivanja – Zavarivanje taljenjem metalnih materijala – 3. dio: Standardni zahtjevi za kakvoću
HRN EN ISO 4063	Zavarivanje i srodni postupci – Nomenklatura postupaka i referentni brojevi
HRN EN ISO 377	Čelik i čelični proizvodi – Položaj i priprema uzoraka i ispitnih uzoraka za mehanička ispitivanja
HRN EN 10002-1	Metalni materijali – Vlačni pokus – 1. dio: Metoda ispitivanja (pri sobnoj temperaturi)
HRN EN ISO 15630-1	Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Ispitne metode – 1. dio: Armaturne šipke i žice
HRN EN ISO 15630-2	Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Ispitne metode – 2. dio: Zavarene mreže

Ostali standardi

ENV 1992-1-1	Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija – 1. dio: Opća pravila i pravila za zgrade
ENV 1992-1-2	Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija – 1-2 dio: Opća pravila – Projektiranje konstrukcije na požar

Ovlaštene organizacije i institucije za atestiranje su na listi u Glasniku Zavoda kojeg izdaje Državni zavod za normizaciju i graditeljstvo.

Izvoditelj je dužan osiguravati dokaze o kvaliteti radova i ugrađenih proizvoda i opreme prema Zakonu i prema zahtjevima iz projekta, te u tom smislu mora čuvati dokumentaciju o ispitivanju ugrađenog materijala, proizvoda i opreme prema programu ispitivanja iz projekta.

Nadzorni inženjer dužan je voditi računa da je kvaliteta radova, ugrađenih proizvoda i opreme u skladu sa zahtjevima projekta te da je kvaliteta dokazana propisanim ispitivanjima i dokumentima. Nadzorni inženjer dužan je da za tehnički pregled priredi završno izvješće o izvedbi građevine.

3.3 Zidarski radovi

Zidni element proizveden prema tehničkoj specifikaciji za kojeg je sukladnost potvrđena na način određen prema Tehničkom propisu za zidane konstrukcije (NN. 01/07) i izdana isprava o sukladnosti, smije se ugraditi u zide ako ispunjava zahtjeve iz projekta. Prije ugradnje predgotovljenog zidnog elementa provode se odgovarajuće nadzorne radnje određene Prilogom »J« Tehničkog propisa za zidane konstrukcije (NN. 01/07).

Proizvođač i distributer zidnih elemenata, te izvođač radova, dužni su poduzeti odgovarajuće mjere u cilju održavanja svojstava zidnih elemenata tijekom rukovanja, prijevoza, pretovara i skladištenja i ugradnje prema tehničkim uputama proizvođača.

Norme za zidne elemente

HRN EN 771-1:2005	Specifikacije za zidne elemente – 1. dio: Opečni zidni elementi (EN 771-1:2003+A1:2005)
HRN EN 771-2:2005	Specifikacije za zidne elemente – 2. dio: Vapnenosilikatni zidni elementi (EN 771-2:2003+A1:2005)
HRN EN 771-3:2005	Specifikacije za zidne elemente – 3. dio: Betonski zidni elementi (gusti i lagani agregat) (EN 771-3:2003+A1:2005)
HRN EN 771-4:2004	Specifikacije za zidne elemente – 4. dio: Zidni elementi od porastoga betona (EN 771-4:2003)
HRN EN 771-4/A1:2005	Specifikacije za zidne elemente – 4. dio: Zidni elementi od porastoga betona (EN 771-4:2003/A1:2005)
HRN EN 771-5:2005	Specifikacije za zidne elemente – 5. dio: Zidni elementi od umjetnoga kamena (EN 771-5:2003+A1:2005)
HRN EN 771-6:2006	Specifikacije za zidne elemente – 6. dio: Zidni elementi od prirodnoga kamena (EN 771-6:2005)
HRN EN 771-6:2006	Gipsani blokovi – Definicije, zahtjevi i ispitne metode (EN 12859:2001)

Kontrola morta za zidanje, prije ugradnje u zidanu konstrukciju i naknadno ispitivanje u slučaju sumnje provode se na gradilištu prema normama navedenim u točki C.6.1. Tehničkog propisa za zidane konstrukcije (NN. 01/07) i normama na koje taj propis upućuje.

Norme za mort

HRN EN 998-2:2003	Specifikacije morta za zide – 2. dio: Mort za zide (EN 998-2:2003)
HRN CEN/TR 15225:2006	Smjernice za tvorničku kontrolu proizvodnje za označavanje oznakom CE (potvrđivanje sukladnosti 2+) za projektirane mortove (CEN/TR 15225:2005)
HRN EN 13501-1:2002	Razredba građevnih proizvoda i građevnih elemenata prema ponašanju u požaru – 1. dio: Razredba prema rezultatima ispitivanja reakcije na požar (EN 13501-1:2002)

3.4 Čelične konstrukcije

ČELIČNE KONSTRUKCIJE

(i) Općenito

Radovi na čeličnim konstrukcijama moraju se izvoditi prema projektu konstrukcije a u svemu sukladno s: Tehnički propis za čelične konstrukcije (NN 112/08, 125/10, 73/12 i 136/12), te svim pratećim normativima

Izvoditelj radova čelične konstrukcije dužan je prije početka rada na zavarivanju predložiti nadzornom inženjeru, odnosno projektantu konstrukcije slijedeće:

- planove slijeda zavarivanja sa točnim odredbama u pogledu rasporeda i redoslijeda svakog pojedinog zavara,
- plan montaže konstrukcije u kojem će biti detaljno razrađen način i slijed montaže

Tek nakon ovjere navedenih planova od strane nadzornog inženjera, odnosno projektanta izvoditelj može započeti sa radom.

Također prije početka radova izvoditelj je dužan dati na uvid nadzornom inženjeru slijedeće:

- ateste materijala od kojih će biti izrađena čelična konstrukcija
- ateste za spojni materijal (vijke, elektrode i sl.)
- ateste zavarivača koji će raditi na izradi čelične konstrukcije
- prethodno navedenu dokumentaciju tj. planove slijeda zavarivanja i plan montaže konstrukcije.

Tek nakon pregleda navedene dokumentacije i upisa u građevinski dnevnik od strane nadzornog inženjera izvoditelj može započeti sa radom.

Za čitavo vrijeme izrade i montaže konstrukcije izvoditelj mora uredno voditi zakonski propisane dnevničke (radionički, montažni i dnevnik zavarivanja). Osim toga izvoditelj mora imati na skicama ucrtano slijedeće:

- brojeve atesta osnovnog i spojnog materijala iz kojeg je izrađena svaka pojedina pozicija
- označene zavare sa brojem atesta elektrode i oznakom zavarivača koji je zavarivao.

Dužnost nadzornog inženjera je:

- kontrolirati u svim fazama izvedbu i montažu. Izvedba i montaža mora biti u suglasnosti sa zahtjevima ove projektne dokumentacije, pravila i standarda.
- ovjeravati prethodno navedene dokumente
- ovjeravati sve eventualno potrebne dokumente međufaznog atestiranja
- ovjeriti zapisnik o kontroli, odnosno pregledu izrađenih elemenata u radionici prije isporuke na gradilište. Ova kontrola se odnosi na izradu pojedinog montažnog elementa i pripremu površine i nanošenju prvog antikorozivnog premaza.

Ako izvoditelj radova smatra da pojedinom odredbom projekta dolazi do štetnih posljedica po kvaliteti, stabilnost ili trajnost konstrukcije, ili da su one u suprotnosti sa ostalim podacima danim u projektu, dužan je da pravodobno zatraži odluku o tom pitanju.

Izvoditelj radova garantira za kvalitetu materijala, konstrukcije i izvedbe 10 godina nakon izvršene montaže. Početak garantnog roka utvrđuje se u zapisniku tehničkog pregleda.

Investitor može predanu mu tehničku dokumentaciju upotrebljavati isključivo za izradu konstrukcije obrađene u ovom elaboratu.

Čelična konstrukcija se antikorozivno zaštićuje i to u dva osnovna i dva završna premaza. Odabir materijala za antikorozivnu zaštitu vršiti u dogovoru sa projektantom konstrukcije.

(ii) Izrada u radionici

Zahtjevi za kvalitetu materijala moraju odgovarati važećim standardima i propisima u Republici Hrvatskoj, a dani su specifikaciji materijala za svaku pojedinu poziciju i toga se treba u potpunosti pridržavati. Primijenjeni su materijali prema standardu za nosive čelične konstrukcije. Kao osnovni materijal za nosivu čeličnu konstrukciju primjenjuju se opći konstruktivni čelici rednog broja i oznake prema statičkom proračunu ovog projekta.

Pojedine vrste čelika odabrane su prema namjeni i statičkom opterećenju konstrukcije, pa se kod nabave materijala treba obvezno pridržavati oznake kvalitete iz ovog elaborata. U čeličnim konstrukcijama upotrebljavaju se vijci sa propisanim osobinama prema odgovarajućim propisima. Ovim elaboratom primjenjuju se vijci dimenzija i oznaka kvaliteta prema statičkom računu ovog elaborata. Izbor vrste i proizvodnje elektroda ili žice treba povjeriti nadležnom zavodu, tako da odabrana elektroda ili žica za konkretni materijal daje optimalne spojeve sa minimalnim deformacijama.

Zavarivanje nosivih čeličnih konstrukcija se mora vršiti u skladu sa odgovarajućim propisima za zavarene čelične konstrukcije.

Kontrole kvalitete materijala (atestiranje) treba izvršiti u skladu sa odgovarajućim propisima, a uz dogovor sa nadzornim inženjerom. Voditi računa da limove treba kontrolirati na dvoslojnost.

Detaljnu tehnologiju zavarivanja suglasno raspoloživoj opremi i kadrovima predlaže Izvoditelj investitoru, odnosno nadzornom inženjeru i projektantu konstrukcije. Osnovni je zahtjev da predviđeni način, odnosno postupak ne daje spojeve koji imaju lošija mehanička svojstva od osnovnog materijala. Naročito se mora paziti na žilavost spoja, a koncentracije napona od zavarivanja u spojevima se moraju svesti na najmanju mjeru.

Prema izabranom i ovjerenom postupku zavarivanja, ručnom, poluautomatskom, automatskom, pod zaštitom praška ili u zaštiti plinova izvoditelj naručuje i odgovarajući materijal.

Izvoditelj je dužan u punoj mjeri primijeniti sve postupke za sprječavanje deformacija kod zavarivanja.

Naročitu pažnju treba posvetiti lokalnim zarezima koji bi se mogli pojaviti kod sječenja, posebno kod elemenata napregnutih na vlak. Svaki se zarez mora izbrusiti ili dovariti i izbrusiti.

Ne dozvoljava se zavarivanje na temperaturi nižoj od 0°C, ili na prostoru koji nije zaštićen od kiše.

Predviđeni postupak mora biti takav da su termički naponi u konstrukciji budu što manji.

Čitav postupak izrade i zavarivanja mora osigurati prema projektu predviđene dimenzije konstrukcije uvažavajući dozvoljene tolerancije.

Prije zavarivanja treba pregledati površine koje će se zavarivati. One moraju biti metalno čiste bez rđe, masnoća i drugih prljavština.

Svi zavari moraju biti kvalitete I. Sučeone zavare u vlačnim elementima treba izbrusiti.

Ako zavari nisu besprijeckornog oblika treba ih obavezno obraditi. Netočnosti u izvedbi zavora na dolje neće se tolerirati.

Radove zavarivanja smije vršiti atestirani zavarivač. Atesti zavarivača daju se na uvid nadzornom inženjeru investitora i to prije početka izvedbe. Atesti zavarivača koji će zavarivati konstrukciju ne smiju biti stariji od 6 mjeseci.

Paljenje luka može se vršiti samo na mjestima koja se naknadno zavaruju. Kapljice od prskanja luka kao i šljake moraju se u cijelosti odstraniti poslije zavarivanja.

Treba voditi računa da se sav potrebni materijal uskladištava u suhim prostorijama. Eventualno ovlaženi materijal prije upotrebe treba prosušiti u pećima.

Izvoditelj je dužan izraditi detaljan plan tehnološkog procesa izrade. Plan treba sadržavati, suglasno zahtjevu projekta, raspored limova i radioničkih nastavaka, oblik i dimenzije zavora, način radioničkog sklapanja konstrukcije, postupak zavarivanja s karakterističnim uputama svih faznih operacija od početka do završetka radioničkih radova.

Poslije završetka radioničkih radova na konstrukcijskim sklopovima vrši se geometrijska kontrola konstrukcije kao i ostali opsezi dogovorenog načina kontrole. Nadzorni inženjer preuzima konstrukciju zapisnički u cjelini ili dijelovima i odobrava otpremu na gradilište. Temeljem ovih uvjeta čitava konstrukcija se isporučuje na gradilište sa prvim temeljnim premazom antikorozivne zaštite.

(iii) Montaža

Kako za radioničke tako i za montažne radove Izvoditelj prethodno mora predložiti nadzornom inženjeru detaljni tehnološki postupak radova, te sve suglasnosti i potvrde. Tehnološki postupak montažnih radova spada u sastav tehničke dokumentacije za prijem čelične konstrukcije.

Teren na gradilištu treba tako pripremiti da može primiti opterećenje od barem 1.50 kN/m², a iz razloga da se omogući sigurno kretanje vozila i dizalice koji su potrebni za montažu konstrukcije.

Investitor daje na raspolaganje potrebnu električnu energiju za montažne radove napona 380/220 V, ako se drugačije ne dogovori u ugovoru.

Izvoditelj montažerskih radova vrši radove po potvrđenom tehnološkom postupku koji mora obuhvatiti jasno razrađene detalje kao: obrada montažnih spojeva, pomoćnih priprema i alata, načina sastava, postupak zavarivanja, postupak dizanja i namještanja čeličnih konstrukcija u pravilan položaj, te sve ostale detalje koji utječu na pravilno, sigurno i kvalitetno izvođenje montažerskih radova.

Izvoditelj je dužan kod radova osigurati odgovarajuću kvalificiranu radnu snagu za montažerske i zavarivačke radove. Također je dužan raditi protokole koje periodički uz ugovor potpisuje i nadzorni inženjer.

Protokoli obuhvaćaju karakteristične faze rada sa svim nivelmanima i međufaznom kontrolom geometrije konstrukcije. Dužan je voditi i montažni dnevnik koji supotpisuje nadzorni inženjer.

Prispjela konstrukcija iz radionice deponira se na podloge i to po redu montaže. Obavezno prije početka montaže zapisnički se u dnevnik unose podaci o kontroli nivelmana betonskih radova, odnosno betonskih elemenata na koje se montira čelična konstrukcija.

(iv) Antikorozivna zaštita

Radovi na zaštiti od korozije mogu se povjeriti samo poduzeću koje je registrirano za tu djelatnost. Za izvedbu radova smiju se koristiti samo materijali s atestom izdanim od stručne organizacije registrirane za djelatnost u koju spada ispitivanje kvalitete tih materijala. Tijekom izvedbe radova na zaštiti od korozije mora se kontrolirati svaka radna operacija i rad u cjelini. Prije nanošenja premaza mora se kontrolirati:

- podobnost pripremljene čelične površine
- stanje prethodnog sloja namaza

Treba kontrolirati i debljinu slojeva namaza. Čelična konstrukcija i svi njeni dijelovi ne mogu se staviti u uporabu prije nego što se utvrdi da su zaštićeni od korozije na način kako je to projektom predviđeno.

(v) Primijenjeni standardi

Norme za konstrukcijski čelik – osnovni materijal

HRN EN 10020:2000	Definicije i razredba vrsta čelika
HRN EN 10021:2006	Opći tehnički uvjeti isporuke za čelik i čelične proizvode
HRN EN 10024:2005	Toplo valjani I-profil sa skošenim pojasnicama – Dopuštena odstupanja oblika i mjera
HRN EN 10025:2006	Toplo valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika
HRN EN 10027:2007	Sustavi označivanja za čelike
HRN EN 10034:2003	I-profil i H-profil od konstrukcijskih čelika

HRN EN 10048:2003	Toplo valjana čelična traka - Dopuštena odstupanja mjera i oblika
HRN EN 10051:2003	Neprekinuti, neprevučeni toplo valjani lim i traka od nelegiranih ili legiranih čelika -- Dopuštena odstupanja mjera i oblika
HRN EN 10055:2005	Toplo valjani T-profil s istokračnom pojasnicom zaobljenih rubova i prijelaza -- Mjere i dopuštena odstupanja oblika i mjera
HRN EN 10056:2005	Čelični kutnici s jednakim i nejednakim krakovima
HRN EN 10210:2006	Toplo oblikovani šuplji profili od nelegiranih i sitnozmatih konstrukcijskih čelika
HRN EN 10219:2006	Hladno oblikovani šuplji profili za čelične konstrukcije od nelegiranih i sitnozmatih čelika
HRN EN 10279:2007	Toplo valjani čelični U profili

Norme za konstrukcijski čelik – spojevi sa zakovicama i vijcima

HRN EN 15048-1:2006	Neprednapeti konstrukcijski vijčani spojni elementi – Dio 1: Opći zahtjevi
HRN EN 20898:2005	Mehanička svojstva spojnih elemenata izrađenih od ugljičnih i legiranih čelika
HRN EN ISO 3269:2005	Spojni elementi – Prijamno ispitivanje
HRN EN ISO 1479:2005	Vijci za lim sa šesterokutnom glavom
HRN EN ISO 1481:2005	Vijci za lim valjkaste glave s urezom
HRN EN ISO 2320:2005	Šesterokutne čelične matice s osiguranjem od odvijanja – Mehanička i uporabna svojstva
HRN EN ISO 3506:200	Mehanička svojstva spojnih elemenata izrađenih od korozijski postojanih (nehrđajućih) čelika
HRN EN ISO 7040:2005	Šesterokutna matica osigurana od odvijanja nemetalnim uloškom oblik 1 – Razred čvrstoće 5, 8 i 10
HRN EN ISO 7042:2005	Šesterokutna matica osigurana od odvijanja, oblik 2 – Razred čvrstoće 5, 8, 10 i 12
HRN EN ISO 7719:2005	Šesterokutne matice s osiguranjem od odvijanja u cijelosti izrađene od metala, tip 1 – Razredi čvrstoće 5, 8 i 10
HRN EN ISO 10511:2005	Šesterokutna niska matica osigurana od odvijanja nemetalnim uloškom (nemetalni uložak
HRN EN ISO 10512:2005	Šesterokutna matica osigurana od odvijanja nemetalnim uloškom, oblik 1, fini metrički navoj – Razred čvrstoće materijala 6, 8 i 10
HRN EN ISO 10513:2005	Šesterokutna matica osigurana od odvijanja, tip 2, fini metrički navoj – Razred čvrstoće 8, 10 i 12
HRN EN ISO 15480:2005	Samonarezni vijci sa šesterokutnom prirubnom glavom

Norme za konstrukcijski čelik – zavarene čelične konstrukcije

HRN EN 13479:2007	Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje – Opća norma za dodatne materijale i praškove za zavarivanje metalnih materijala taljenjem
HRN EN ISO 2560:2007	Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje – Obložene elektrode za ručno elektrolučno zavarivanje nelegiranih i sitnozmatih čelika – Razredba
HRN EN 439:1999	Dodatni i potrošni materijali – Zaštitni plinovi za elektrolučno zavarivanje i rezanje
HRN EN 440:1997	Dodatni materijali za zavarivanje – Žice za elektrolučno zavarivanje metalnom taljivom elektrodom u zaštitnoj atmosferi plinova i metal zavora, namijenjeni za nelegirane i sitnozmate čelike – Razvrstavanje
HRN EN 756:2004	Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje – Kombinacije žica i praškova za zavarivanje pod praškom nelegiranih i sitnozmatih čelika – Razredba
HRN EN 757:1999	Dodatni i potrošni materijali – Obložene elektrode za REL zavarivanje čelika povišene čvrstoće – Razredba
HRN EN 758:1999	Dodatni i potrošni materijali – Praškom punjene žice za MIG/MAG zavarivanje nelegiranih i sitnozmatih čelika sa zaštitnim plinom i bez njega – Razredba
HRN EN 760:1999	Dodatni i potrošni materijali – Praškovi za zavarivanje pod praškom – Razredba
HRN EN 14295:2004	Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje – Kombinacija žica i praškova za zavarivanje pod praškom čelika povišene čvrstoće – Razredba
HRN EN 13918:2001	Zavarivanje – Svornjaci i keramički prstenovi za elektrolučno zavarivanje svornjaka
HRN EN ISO 14343:2004	Dodatni materijal za zavarivanje – Žičane elektrode, trakaste elektrode, žice i štapovi za zavarivanje fuzijom nehrđajućih i čelika otpornih na toplinu – Razredba
HRN EN ISO 16834:2006	Dodatni materijal za zavarivanje – Žičane elektrode, žice, štapovi i depoziti za zavarivanje čelika visoke čvrstoće pod zaštitom plina – Razredba
HRN EN ISO 17633:2005	Dodatni materijal za zavarivanje – Cjevaste obložene elektrode i štapovi za zavarivanje nehrđajućih i čelika otpornih na toplinu, pod zaštitom i bez zaštite plina

HRN EN ISO 18276:2005	Dodatni materijal za zavarivanje – Cjevaste obložene elektrode za zavarivanje čelika visoke čvrstoće pod zaštitom i bez zaštite plina – Razredba
HRN EN 1600:1999	Dodatni i potrošni materijali – Obložene elektrode za REL zavarivanje nehrdajućih čelika i čelika otpornih na povišene temperature – Razredba
HRN EN 1668:1999	Dodatni i potrošni materijali – Šipke, žice i metal zavara/navara pri TIG zavarivanju nelegiranih i sitnozrnih čelika – Razredba

3.5 *Ostali radovi i materijali*

Svi ostali materijali i proizvodi koji se ugrađuju u objekt trebaju biti kvalitetni i trajni, uz zadovoljenje svih važećih normi, propisa i pravila struke. Za sve se upotrijebljene materijale provode tekuća i kontrolna ispitivanja, odnosno prilažu atesti isporučitelja. Izvedba svih radova treba biti ispravna, kvalitetna i pod stalnim stručnim nadzorom. Za svako odstupanje primijenjenog gradiva ili gotovog proizvoda od projekta, potrebna je suglasnost Projektanta i Investitora.

4 OPĆI I POSEBNI TEHNIČKI UVJETI ZA IZVOĐENJE KONSTRUKCIJE

4.1 Transport i ugradnja betona

S betoniranjem se može početi samo na osnovi pismene potvrde o preuzimanju podloge, skele, oplata i armature te po odobrenju programa betoniranja od nadzornog inženjera.

Beton se mora ugrađivati prema unaprijed izrađenom programu i izabranom sistemu.

Vrijeme transporta i drugih manipulacija sa svježim betonom ne smije biti duže od onog koje je utvrđeno u toku prethodnih ispitivanja (promjena konzistencije s vremenom pri raznim temperaturama).

Transportna sredstva ne smiju izazivati segregaciju smjese betona.

U slučaju transporta betona auto-miješalicama, poslije pražnjenja auto-miješalice treba oprati bubanj, a prije punjenja treba provjeriti je li ispražnjena sva voda iz bubnja.

Zabranjeno je korigiranje sadržaja vode u gotovom svježem betonu bez prisustva tehnologa za beton.

Dozvoljena visina slobodnog pada betona je 1,0 m. Nije dozvoljeno transportiranje betona po kosinama.

Transportna sredstva se ne smiju oslanjati na oplatu ili armaturu kako ne bi dovela u pitanje njihov projektirani položaj.

Svaki započeti betonski odsjek, konstruktivni dio ili element objekta mora biti neprekidno izbetoniran u opsegu, koji je predviđen programom betoniranja, bez obzira na radno vrijeme, brze vremenske promjene ili isključenja pojedinih uređaja mehanizacije pogona.

Ako dođe do neizbježnog, nepredvidljivog prekida rada, betoniranje mora biti završeno tako da se na mjestu prekida može izraditi konstruktivno i tehnološki odgovarajući radni spoj. Izrada takvog radnog spoja moguća je samo uz odobrenje nadzornog inženjera.

Svježi beton mora se ugrađivati vibriranjem u slojevima čija debljina ne smije biti veća od 70 cm. Sloj betona koji se ugrađuje mora vibriranjem biti dobro spojen s prethodnim donjim slojem betona. Ako dođe do prekida betoniranja, prije nastavka betoniranja površina donjeg sloja betona mora biti dobro očišćena ispuhivanjem i ispiranjem, a po potrebi i pjeskarenjem.

Beton treba ubaciti što bliže njegovom konačnom položaju u konstrukciji da bi se izbjegla segregacija. Smije se vibrirati samo oplatom ukliješten beton. Nije dozvoljeno transportiranje betona pomoću pervibratora.

Ugrađeni beton ne smije imati temperaturu veću od 45 °C u periodu od 3 dana nakon ugradnje.

4.2 Izvođenje zidanih zidova (ziđa)

Zidni elementi na gradilištu moraju biti složeni po vrstama i razredima i osigurani od djelovanja atmosferilija (kiše, snijega, leda). Zidni elementi ne smiju se postavljati na stropne konstrukcije ako imaju ukupnu masu kojom bi se izazvale trajne deformacije na konstrukciji.

Mort mora biti transportiran do gradilišta i skladišten na način da je zaštićen od utjecaje vlage i drugih štetnih utjecaja na specificirana tehnička svojstva. Mort mora biti složen po vrstama i razredima.

Mort i veziva ne smiju se, bez prethodnih kontrolnih ispitivanja, ugrađivati odnosno primjenjivati nakon provedena 3 mjeseca na gradilištu. Mort se mora miješati strojno i ne smije se ugrađivati ukoliko je započeo proces stvrdnjavanja.

Prije zidanja ziđa mora se provesti sljedeće:

- pregled svake otpremnice i oznaka na zidnim elementima, mortu i drugim građevnim proizvodima, koji se koriste,
- vizualnu kontrolu zidnih elemenata, vreća morta i ambalaže ostalih građevnih proizvoda da se utvrde moguća oštećenja,
- utvrđivanje razreda kontrole proizvodnje zidnih elemenata (I ili II).

Kontrolu provodi izvođač.

Kontrolu razreda izvedbe ziđa (A, B, C) provodi nadzorni inženjer i utvrđuje da postoji osposobljenost izvođača za provedbu projektom propisanog razreda izvedbe.

Pri izvedbi ziđa zidane konstrukcije zidni elementi povezuju se mortom uz potpuno ispunjavanje horizontalnih i vertikalnih sljubnica.

Pri zidanju ziđa zidni elementi zida trebaju se preklapati za pola duljine zidnog elementa, mjereno u smjeru zida, a iznimno za 0,4 visine zidnog elementa, ali ne manje od 4,5 cm.

Horizontalni serklaži u razini stropne konstrukcije betoniraju se zajedno s izvedbom stropne konstrukcije.



Vertikalni serklaži pojedine etaže betoniraju se nakon izvedbe ziđa te etaže pri čemu se mora osigurati veza zid – serklaž, bilo načinom gradnje (istacima zidnih elemenata svakog drugog reda za najmanje 0,4 visine zidnog elementa, ali ne manje od 4,5 cm), ili mehaničkim spojnim sredstvima u skladu s projektom zidane konstrukcije.

Temperatura svježeg morta ne smije biti niža od $+5^{\circ}\text{C}$, niti viša od $+35^{\circ}\text{C}$.

Kada je srednja dnevna temperatura zraka manja od $+50^{\circ}\text{C}$ ili viša od $+35^{\circ}\text{C}$, zidanje ziđa treba izvoditi pod posebnim uvjetima.

Dokazivanje uporabljivosti ziđa i potvrđivanje sukladnosti provodi se, ovisno o razredu izvedbe ziđa, sukladno odredbama Tehničkog propisa za zidane konstrukcije (01/07).

Ako se naknadno dokaže da nisu ostvarene sve pretpostavke iz projekta u svezi s razredom kontrole proizvodnje zidnih elemenata i razredom izvedbe ziđa potrebno je provesti ispitivanje ziđa in situ od strane ovlaštene pravne osobe.

5 NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA

Način zbrinjavanja građevnog otpada mora biti u skladu s propisima o otpadu. Osnovni propis iz tog područja je: Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13), koji u sebi sadrži sve ostale relevantne pravilnike: Pravilnik o vrstama otpada, Pravilnik o postupanju s otpadom...

Prema navedenom zakonu građevni otpad spada u inertni otpad jer uopće ne sadrži ili sadrži malo tvari koje podliježu fizikalnoj, kemijskoj i biološkoj razgradnji pa ne ugrožavaju okoliš.

Nakon završetka radova gradilište treba očistiti od otpadaka i suvišnog materijala i okolni dio terena dovesti u prvobitno stanje.

Pravilnikom o vrstama otpada određeno je da je proizvođač otpada čija se vrijedna sredstva mogu iskoristiti dužan otpad razvrstavati na mjestu nastanka, odvojeno skupljati po vrstama i osigurati uvjete skladištenja za očuvanje kakvoće u svrhu ponovne obrade.

Taj pravilnik predviđa slijedeće moguće postupke s otpadom:

- kemijsko-fizikalna obrada,
- biološka obrada,
- termička obrada,
- kondicioniranje otpada i
- odlaganje otpada.

Kemijsko-fizikalna obrada otpada je obrada kemijsko-fizikalnim metodama s ciljem mijenjanja njegovih kemijsko-fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: neutralizacija, taloženje, ekstrakcija, redukcija, oksidacija, dezinfekcija, centrifugiranje, filtracija, sedimentacija, rezervna osmoza.

Biološka obrada je obrada biološkim metodama s ciljem mijenjanja kemijskih, fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: aerobna i anaerobna razgradnja.

Termička obrada je obrada termičkim postupkom. Provodi se s ciljem mijenjanja kemijskih, fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: spaljivanje, piroliza, isparavanje, destilacija, sinteriranje, žarenje, taljenje, zataljivanje u staklo.

Kondicioniranje otpada je priprema za određeni način obrade ili odlaganja, a može biti: usitnjavanje, ovlaživanje, pakiranje, odvodnjavanje, oprušivanje, očvršćivanje te postupci kojima se smanjuje utjecaj štetnih tvari koje sadrži otpad.

S građevnim otpadom treba postupiti u skladu s Pravilnikom o uvjetima za postupanje s otpadom.

Taj pravilnik predviđa moguću termičku obradu za slijedeći otpad:

- drvo,
- plastiku,
- asfalt koji sadrži katran, i
- katran i proizvodi koji sadrže katran.

Kondicioniranjem se može obraditi slijedeći otpad:

- građevinski materijali na bazi azbesta,
- asfalt koji sadrži katran,
- asfalt (bez katrana),
- katran i proizvodi koji sadrže katran,
- izolacijski materijal koji sadrži azbest, i
- miješani građevni otpad i otpad od rušenja.

Najveći dio građevnog otpada (prethodno obrađen ili neobrađen) može se odvesti u najbliže javno odlagalište otpada: ostaci betona i armature, građevinski materijali na bazi gipsa, drvo, staklo, plastika, bakar, bronca, mjed, aluminij, olovo, cink, željezo i čelik, kositar, miješani materijali, kablovi, zemlja i kamenje i ostali izolacijski materijali.

Nakon završetka radova gradilište treba očistiti od otpada i suvišnog materijala, postupiti prema iznesenom, a okolni dio terena dovesti u prvobitno stanje.

6 UVJETI ODRŽAVANJA I PROJEKTIRANI VIJEK TRAJANJA

Predmetna građevina ne zahtijeva poseban tretman održavanja.

Ipak, relativna blizina agresivne sredine (mora) zahtijeva povećanu mjeru opreza i pojačani nadzor nad svim elementima (konstruktivnim i nekonstruktivnim) građevina. Tehnološkim mjerama, koje su navedene u ovom projektu pokušalo se dobiti što kvalitetniju i trajniju konstrukciju. U tom smislu neophodno je poštovati mjere za postizanje kvalitete materijala i konstrukcija, kao i posebne tehničke uvjete.

Radnje u okviru održavanja betonskih konstrukcija treba provoditi prema odredbama Priloga J.3. Održavanje betonskih konstrukcija, Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (N.N. 139/09, 14/10, 125/10) i normama na koje upućuje Prilog J.3., te odgovarajućom primjenom odredaba ostalih priloga Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (N.N. 139/09, 14/10, 125/10).

Redoviti pregled predmetne građevine, od strane kvalificiranih osoba, a u svrhu održavanja konstrukcije za predmetnu građevinu treba provoditi najmanje svakih 5 godina (zgrade javne namjene). Izvanredne preglede građevine provoditi nakon nekog izvanrednog događaja (ekstremne vremenske neprilike, potres, požar, eksplozija i slično) ili prema zahtjevu inspekcije.

Osim ovih pregleda preporučuje se da korisnici građevine vrše godišnje preglede i ukoliko primijete neku nepravilnost na konstrukciji zatraže redoviti ili izvanredni pregled i prije roka predviđenog ovim projektom. Način obavljanja pregleda uključuje:

- vizualni pregled, u kojeg je uključeno utvrđivanje položaja i veličine napuklina i pukotina te drugih oštećenja bitnih za očuvanje mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine,
- Utvrđivanje stanja drvenih konstrukcija (trulež, ugroženost kukcima i sl.)
- utvrđivanje veličine progiba glavnih nosivih elemenata konstrukcije za slučaj osnovnog djelovanja, ako se na temelju vizualnog pregleda sumnja u ispunjavanje bitnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti.

Nakon obavljenih pregleda konstrukcije potrebno je izraditi dokumentaciju o stanju konstrukcije nakon pregleda sa potrebnim mjerama i radovima na saniranju i održavanju konstrukcije. Ovu i drugu dokumentaciju o održavanju betonske konstrukcije dužan je trajno čuvati vlasnik građevine.

Manje nedostatke može ispraviti stručna osoba (zanatlija) na licu mjesta, a kod većih zahvata vlasnik (ili korisnici) građevine dužni su postupiti prema potrebnim zahtjevima i mjerama iz dokumentacije o stanju konstrukcije te izvesti neophodne radove održavanja, obnove i izmjene uređaja i dijelova te radove popravka, ojačanja i rekonstrukcije.

Sve radove pregleda i izvedbe radova na konstrukciji potrebno je povjeriti za to ovlaštenim osobama.

Norme za ispitivanje i održavanje građevina :

HRN ENV 13269	Održavanje – Smjernice za izradu ugovora o održavanju
HRN EN 13306	Nazivlje u održavanju
HRN ENV 13670-1:2002	Izvedba betonskih konstrukcija – 1. dio: Općenito (ENV 13670-1:2000)
HRN U.M1.047:1987	Ispitivanje konstrukcija visokogradnje pokusnim opterećenjem i ispitivanje do sloma
HRN EN 4866:1999	Mehaničke vibracije i udari – Vibracije građevina – Smjernice za mjerenje vibracija i ocjenjivanje njihova utjecaja na građevine (ISO 4866:1990+Dopuna 1:1994+Dopuna 2:1996)
prEN 13791:2003	Ocjena tlačne čvrstoće betona u konstrukcijama ili u konstrukcijskim elementima
HRN ISO 15686-1:2002	Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 1. dio: Opća načela (ISO 15686-1:2000)
HRN ISO 15686-2:2002	Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 2. dio: Postupci predviđanja vijeka uporabe (ISO 15686-2:2001)
HRN ISO 15686-3:2004	Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 3. dio: Neovisne ocjene (auditi) i pregledi svojstava (ISO 15686-3:2002)
HRN 12504-1:2000	Ispitivanje betona u konstrukcijama – 1. dio: Izvađeni uzorci – Uzimanje, pregled i ispitivanje tlačne čvrstoće (EN 12504-1:2000)
HRN 12504-2:2001	Svojstva betona u konstrukcijama – 2.dio: Nerozorno ispitivanje – Određivanje indeksa sklerometra (EN 12504-2:2001)
nHRN EN 12504-3	Ispitivanje betona u konstrukcijama – 3. dio: Određivanje sile čupanja (pull-out) (prEN 12504-3:2003)
HRN EN 12504-4:2004	Ispitivanje betona – 4. dio: Određivanje brzine ultrazvučnog impulsa (EN 12504-4:2004)
HRN EN 12390-1:2001	Ispitivanje očvrslaga betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe (EN 12390-1:2000)
HRN EN 12390-3:2002	Ispitivanje očvrslaga betona – 3. dio: Tlačna čvrstoća ispitnih uzoraka (EN 12390-3:2001)

Očekivani vijek trajanja građevine je 50 godina.

Preduvjet za postizanje očekivanog vijeka trajanja je pravilna izvedba te pravilno održavanje u skladu s prethodno navedenim zahtjevima te zakonima i pravilima struke.

8 ISPITIVANJE KARAKTERISTIKA KONSTRUKTIVNIH MATERIJALA

8.1 Tehnički opis

U svrhu određivanja karakteristika konstruktivnih materijala izvršena su ispitivanja s ciljem utvrđivanja stvarnih čvrstoća betona te profila, položaja i zaštitnog sloja armature.

8.2 Određivanje tlačne čvrstoće betona

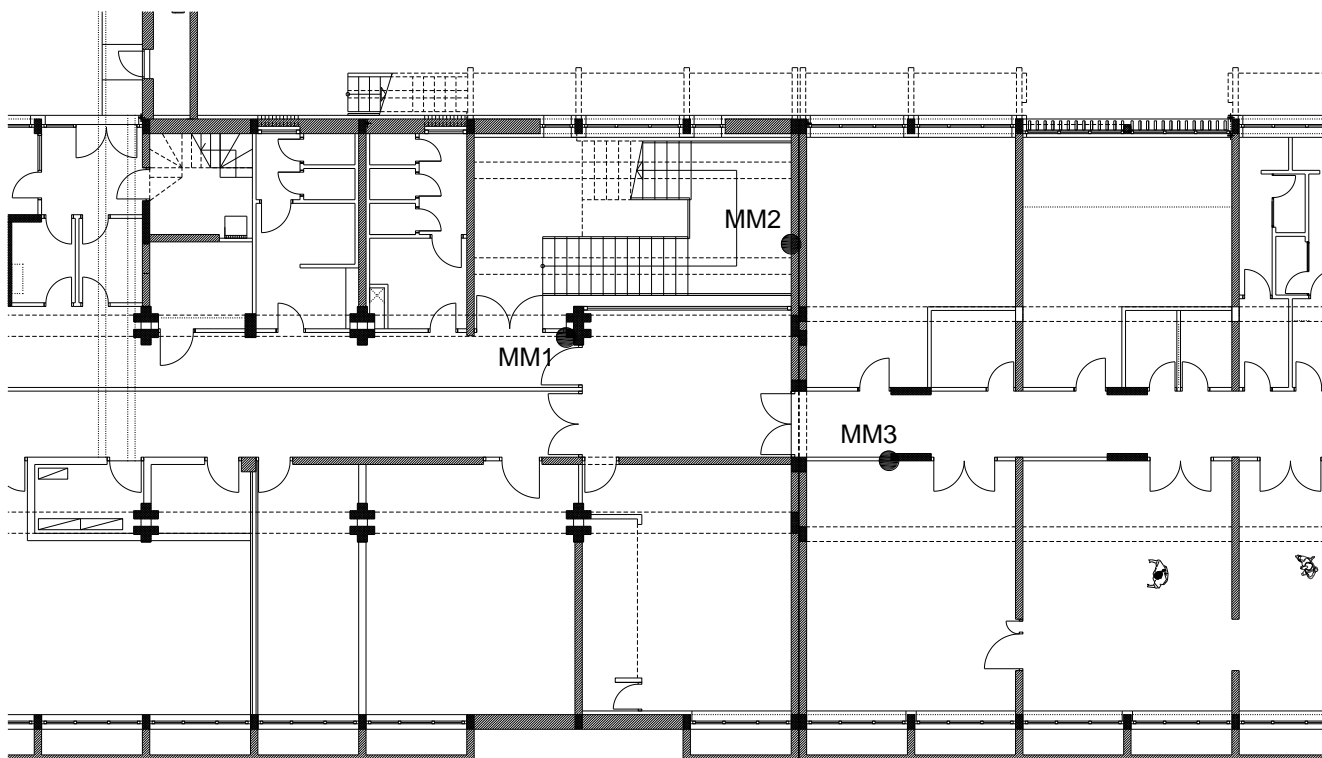
Izvršeno je ispitivanje indeksa sklerometra na predmetnoj građevini u svrhu procjene tlačne čvrstoće betona. Ispitivanje je rađeno prema preporukama norme EN 12504-2:2001 (Ispitivanje betona u konstrukcijama – 2.dio: Nerazorno ispitivanje – Određivanje indeksa sklerometra).

Korišten je analogni mjerac čvrstoće betona, sklerometar Matest C380, sljedećih karakteristika: energija udarca 2.207 Nm, mjerno područje 10 do 70 MPa, težine uređaja oko 2.6 kg.

Korišteno je najmanje 9 očitavanja za određivanje pouzdane vrijednost indeksa sklerometra pri ispitivanju. Kao mjerodavna vrijednost, usvojen je medijan svih očitavanja. Tlačna čvrstoća betona procijenjena je pomoću referentnih krivulja danih od proizvođača.

Ispitivanje je vršeno na tri konstruktivna elementa koji se nalaze u podrumu građevine: Položaj mjernih mjesta je vidljiv na crtežu.

- 1) Glavni nosivi stup uz stubište (oznaka MM1)
- 2) Zid ispod stubišta – poprečni zid zapadne dilatacije (oznaka MM2)
- 3) Uzdužni zid istočne dilatacije (oznaka MM3)



M.M.		I	II	III
Oznaka		MM1	MM2	MM3
Orijentacija		horizontalna	horizontalna	horizontalna
		→	→	→
Redni broj	1	54	42	42
	2	53	40	43
	3	50	42	42
	4	51	46	44
	5	51	43	42
	6	50	46	43
	7	51	42	44
	8	54	41	41
	9	52	44	44
	10	54		
	11	53		
	12	52		
	13			
	14			
	15			

Medijan	52	42	43
Devijacija	2	2	1
Korekcija	0	0	0
Korigirana vrijednost	52	42	43
Tlačna čvrstoća (MPa)	62	44	45

Prema prethodnoj tablici, procijenjena tlačna čvrstoća betona na mjernom mjestu MM1 iznosi 62 MPa, a na mjernom mjestu MM2 i MM3 iznosi 44 MPa, odnosno 45 MPa.

8.3 Određivanje položaja i zaštitnog sloja armature

Uz sklerometriranje također je izvršen i pregled položaja i zaštitnog sloja armature. U tu svrhu oštemano je mjerno mjesto MM1 i mjerno mjesto MM3. Na mjestu MM1 pronađena je glatka šipka Ø20 na dubini od oko 6 cm. Na mjestu MM3 pronađena je na kutu, na dubini od oko 3.5 cm glatka šipka Ø14.

Također je uređajem za detektiranje metala, pregledano više konstruktivnih elemenata (zidovi, stupovi) na više katova, pri čemu je utvrđeno da je građevina izgrađena po projektu (postojeće stanje se nalazi u mapi 1, a djelomično i u ovoj mapi). Pri tome nije bilo moguće detektirati točni profil i razmake šipki, ali j moguće razlikovati armirane od nearmiranih dijelova.

9 GLOBALNA KONTROLA GRAĐEVINE

9.1 Tehnički opis

Kao prvi korak u proračunu predmetne građevine izvršena je kontrola mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine za novo projektirano stanje. Kontrola je izvršena kroz numerički model napravljen u programskom paketu Tower, te kontrolom nosivosti karakterističnih elemenata.

Iako su mjereni podaci pokazali znatno veću čvrstoću betona od projektirane u modelu je korištena projektirana čvrstoća betona. Razlika je na strani sigurnosti.

U nastavku je prikazan model i dio rezultata.

9.2 Analiza opterećenja

9.2.1 Stalno i dodatno stalno opterećenje

Stalno opterećenje – vlastita težina konstruktivnih elemenata, je uključeno kroz sami program. Na pločama je još zadano dodatno stalno opterećenje od $\Delta g = 2.0 \text{ kN/m}^2$.

9.2.2 Pokretno (korisno) opterećenje

Korisno opterećenje u stambenom dijelu je uzeto u iznosu $q = 2.0 \text{ kN/m}^2$, prema HRN EC1991-1-1. Za stubišta je uzeto $q = 3.0 \text{ kN/m}^2$ a balkone $q = 4.0 \text{ kN/m}^2$. Valja napomenuti da je i izvorni proračun rađen sa istim vrijednostima (sobe i hodnici: $q = 2.0 \text{ kN/m}^2$, stubišta i balkoni: $q = 3.0 \text{ kN/m}^2$). Čitaonica i atrij su računati sa opterećenje: $q = 3.0 \text{ kN/m}^2$.

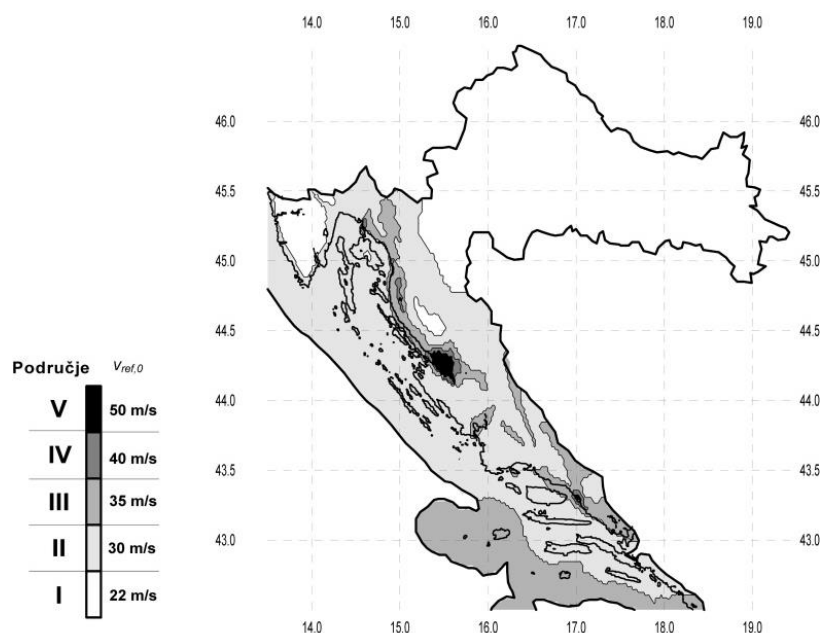
Tablica 4.5 Razredi površina u zgradama i odgovarajuća uporabna opterećenja

	$q_k \text{ [kN/m}^2\text{]}$	$Q_k \text{ [kN]}$
A Stambene prostorije, odjeli u bolnicama, hotelske sobe		
uobičajene prostorije	2,0	2,0
stubišta	3,0	2,0
balkoni	4,0	2,0
B Uredi		
uredi	3,0	2,0
C Prostorije na kojima je moguće okupljanje ljudi		
C1 (prostorije sa stolovima, škole, kavane, restorani, čitaonice, recepcije)	3,0	4,0
C2 (prostorije s nepomičnim sjedalima, crkve, kina, predavaonice, čekaonice, konferencijske dvorane)	4,0	4,0
C3 (prostorije bez prepreka za kretanje ljudi, izložbeni prostori, pristupi u javnim i državnim zgradama, hotelima i sl.)	5,0	4,0
C4 (športske prostorije i prostori za igru, plesne dvorane, gimnastičke dvorane)	5,0	7,0
C5 (prostorije za velika okupljanja ljudi, zgrade za javne priredbe, koncertne dvorane, športske dvorane)	5,0	4,0
D Prodajne prostorije		
D1 (prostorije u trgovinama)	5,0	4,0
D2 (prostorije u robnim kućama i trgovinama na veliko)	5,0	7,0
E Prostorije s mogućnošću gomilanja robe i stvari		
(skladišta uključujući i knjižnice)	6,0	7,0

9.2.3 Vjetar

Opterećenje vjetrom određeno je prema: EC1, Dio 2-4: Djelovanja vjetra i Europskoj normi EN 1991-2-4: Djelovanja na konstrukcije opterećenje vjetrom, te Nacionalnom dokumentu za primjenu u Republici Hrvatskoj.

Građevina je na poziciji gdje je uglavnom zaštićena od djelovanja vjetra. Prema navedenim normama, predmetna lokacija je smještena u III područje djelovanja vjetra, te je osnovno djelovanje vjetra:



$$v_{b,0} = 35.0 \text{ m/s}$$

$$C_{dir} = 1.0$$

$$C_{tem} = 1.0$$

$$C_{alt} = 1.0 + 0.0001 \cdot a_s \quad ; \quad a_s = 0 \text{ m n.m.} \quad ; \quad C_{alt} = 1.0$$

$$v_{ref} = C_{dir} \cdot C_{tem} \cdot C_{alt} \cdot v_{b,0} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 35.0 = 35.0 \text{ m/s}$$

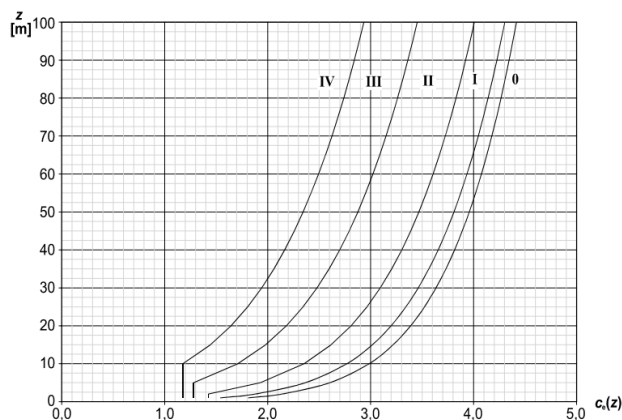
Koeficijent položaja $c_e(z)$ za ktg. terena IV i prosječnu visinu do 12 m iznad terena:

$$c_e(z) \approx 1.2$$

Rezultirajuće opterećenje vjetrom:

$$\rho_{zr} = 1.25 \text{ kg/m}^3 \approx 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$q_p(z) = 1.2 \cdot \frac{1.25}{2} \cdot 35.00^2 = 920.0 \text{ N/m}^2 = 0.92 \text{ kN/m}^2$$

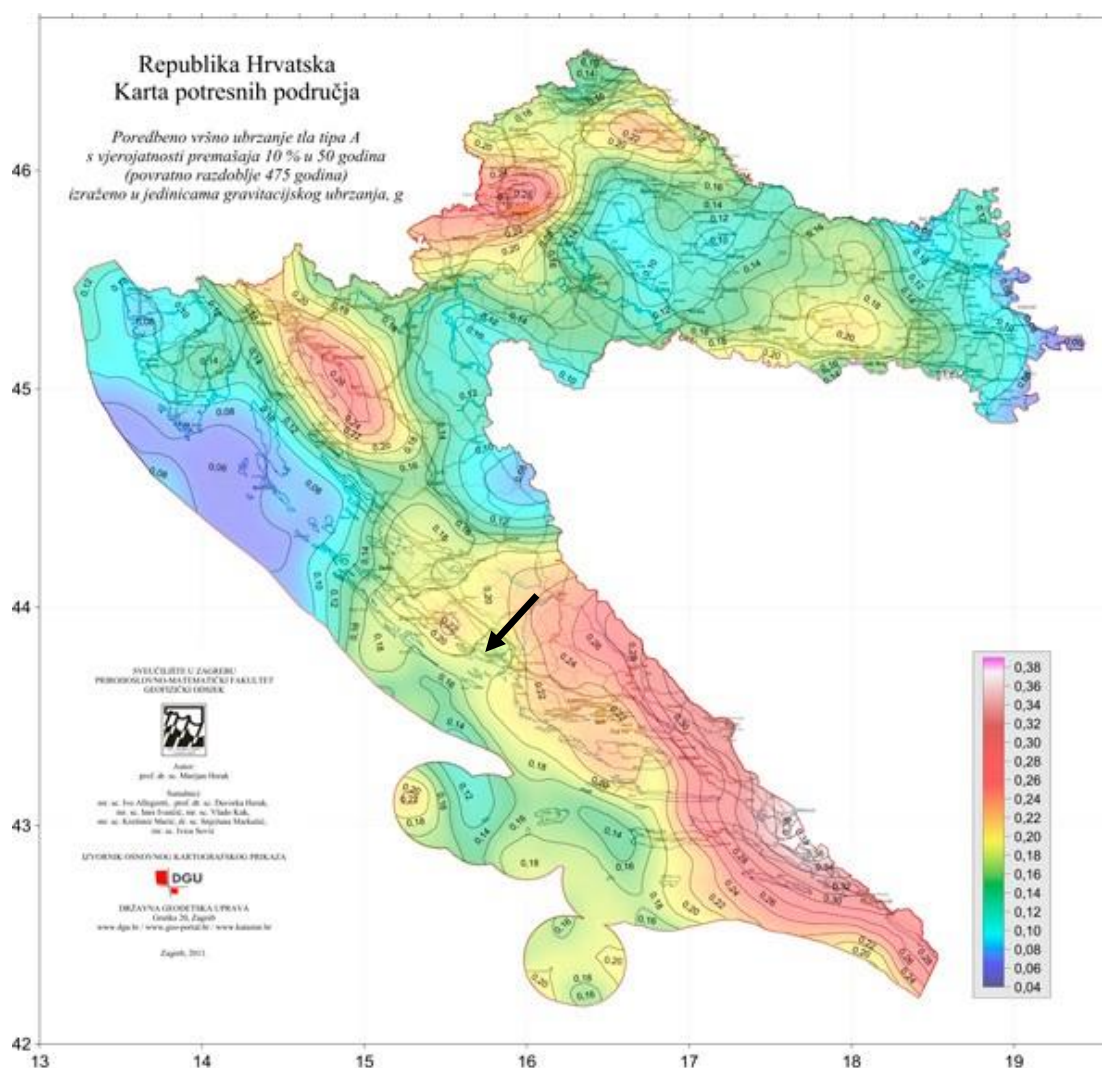


9.2.4 Potres

Potresne sile proračunate su postupkom spektralne analize prema EC-8. Građevina se nalazi u Splitu, predio Spinut i smještena je u zonu projektnog ubrzanja tla $\alpha = 0.22 \text{ g}$, prema važećoj seizmičkoj karti.

Građevina je oslonjena na sloj prekonsolidirane gline, sa kvalitetnim tlom (laporovita stijena) na dohvatnoj, ali nepoznatoj dubini. Radi sigurnosti temeljno tlo je svrstano u klasu B.

Proračun je izvršen za faktor ponašanja $q=3.0$, što odgovara sustavu nepovezanih zidova i za kategoriju značaja II ($\psi=1.0$).



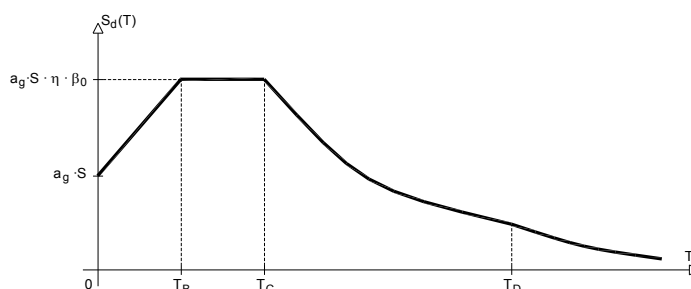
Faktor važnosti $\psi=1.0$

Faktor ponašanja $q=3.0$

$S=1.2$, $\beta_0=2.5$, $T_B=0.15 \text{ s}$, $T_C=0.5 \text{ s}$, $T_D=2.0 \text{ s}$

Računsko ubrzanje tla $\alpha = 0.22 \text{ g}$

Kategorija tla B.



9.2.5 Snijeg

Nadmorska visina [m]	s_k [kN/m ²]			
	I	II	III	IV
0	0,88	0,75	0,14	0,18
100	1,09	1,05	0,45	0,33
200	1,31	1,38	0,80	0,50
300	1,55	1,76	1,20	0,70
400	1,80	2,18	1,65	0,92
500	2,06	2,63	2,15	1,16
600	2,34	3,13	2,70	



Predmetni objekti se nalaze u Splitu. Prema prijedlogu NAD-a i istraživanja opterećenja snijegom na području republike Hrvatske (K. Zaninović, M. Gajić-Čapka, B. Andrić, I. Džeba, D. Dujmović - Određivanje karakterističnog opterećenja snijegom, Građevinar, 6, 59, 2001.), te preporukama europske norme ENV 1991-2-3:1995, karakteristično opterećenje snijegom je $s_k = 0.14 \text{ kN/m}^2$ (Zona III).

Kako je ova veličina znatno manja od pretpostavljenog korisnog opterećenja, opterećenje snijegom se zanemaruje.

9.3 Model i rezultati

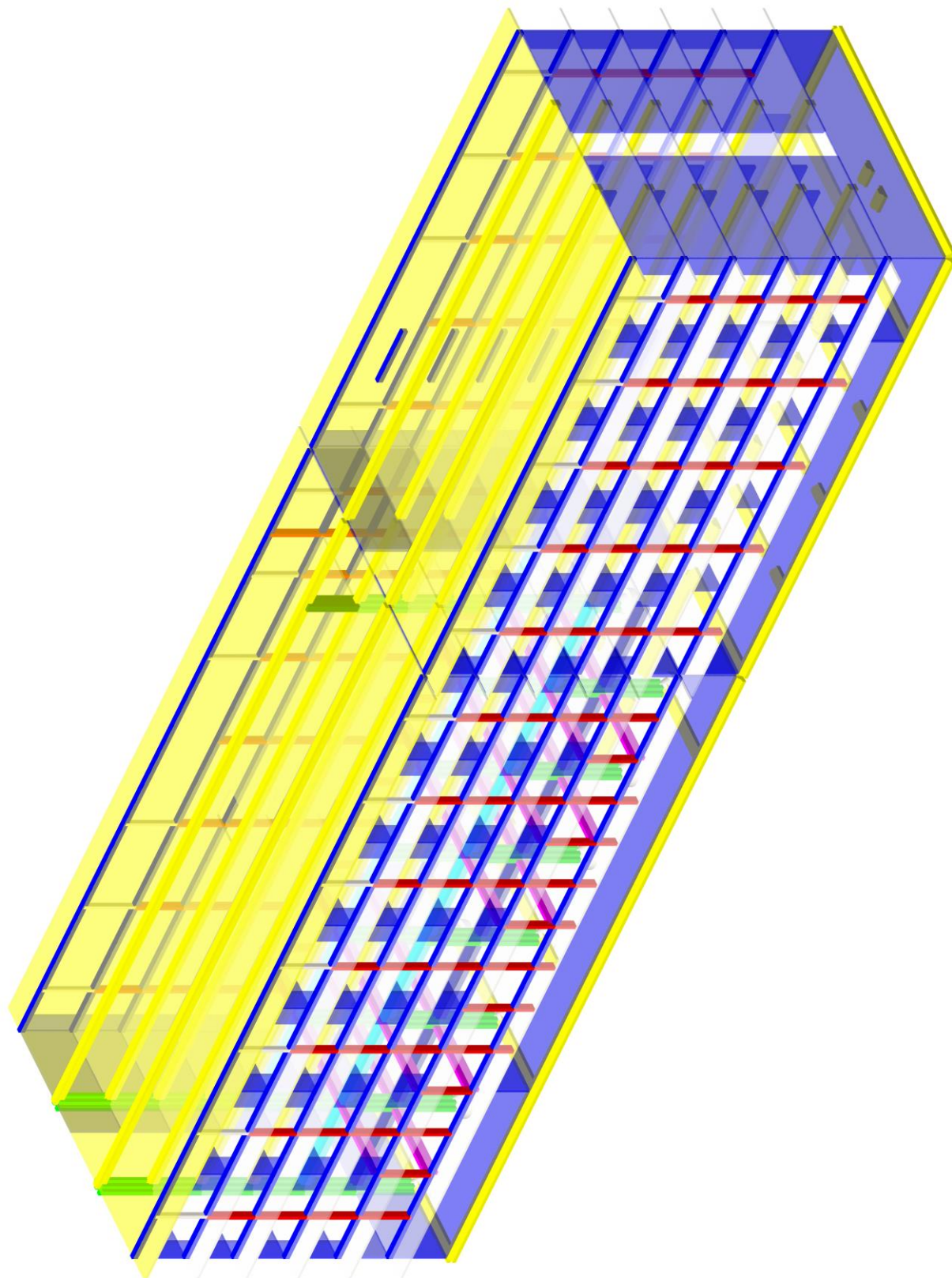
Kako je navedeno, za potrebe kontrole postojeće građevine i proračuna potrebnih ojačanja, napravljen je prostorni 3D model sastavljen od štapnih elemenata (stupovi, grede) i pločastih elemenata (ploče, zidovi). Model je napravljen u programskom paketu Tower 6.

Model je opterećen vlastitom težinom (uključeno kroz sami program), dodatnim stalnim opterećenjem, korisnim opterećenjem, snijegom i potresom. Potres je izračunat tzv. CQC postupkom, na osnovi prvih 40 vlastitih vektora, kojima se angažiralo preko 90% efektivne mase konstrukcije.

Istočna i zapadna dilatacija su fizički razdvojene, osim na nivou temelja.

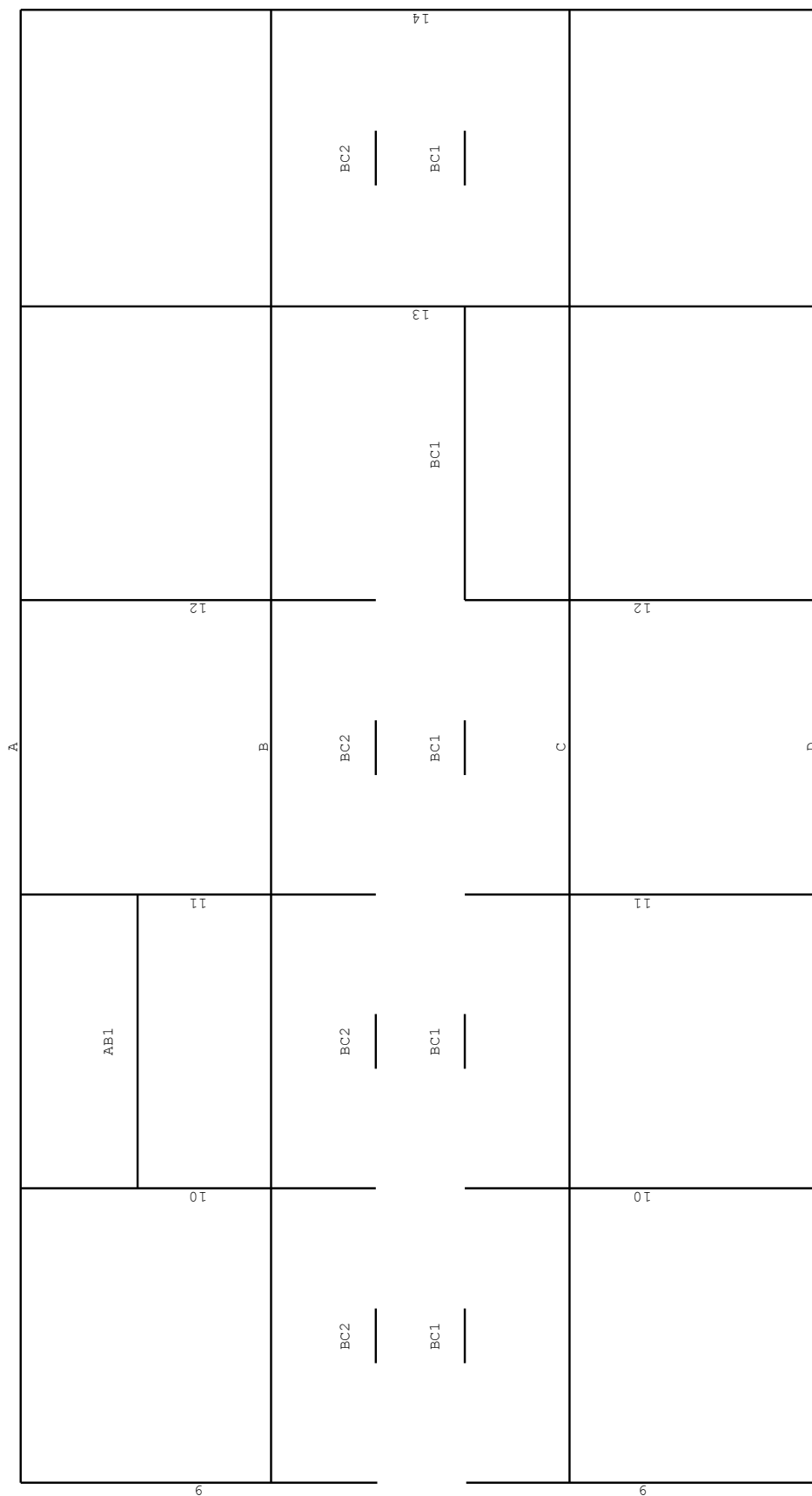
Model i rezultati prikazani su na sljedećim stranicama.

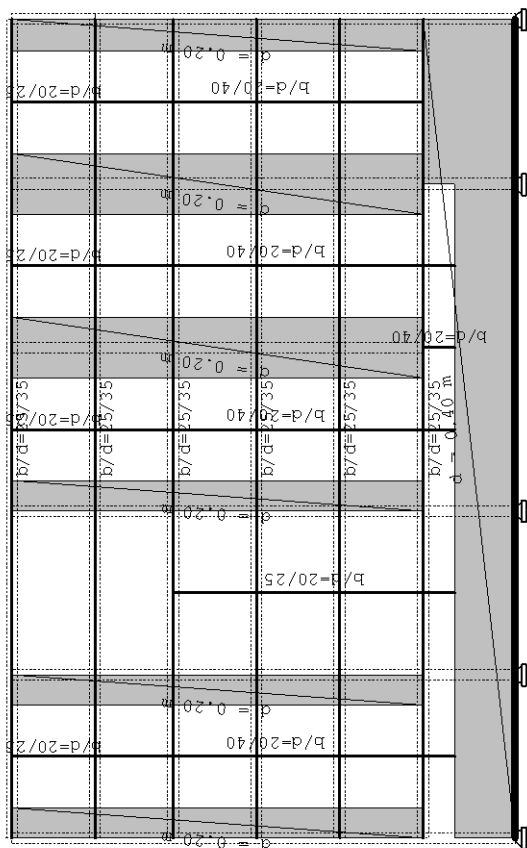
9.3.1 Renderirani prikaz cijelog modela



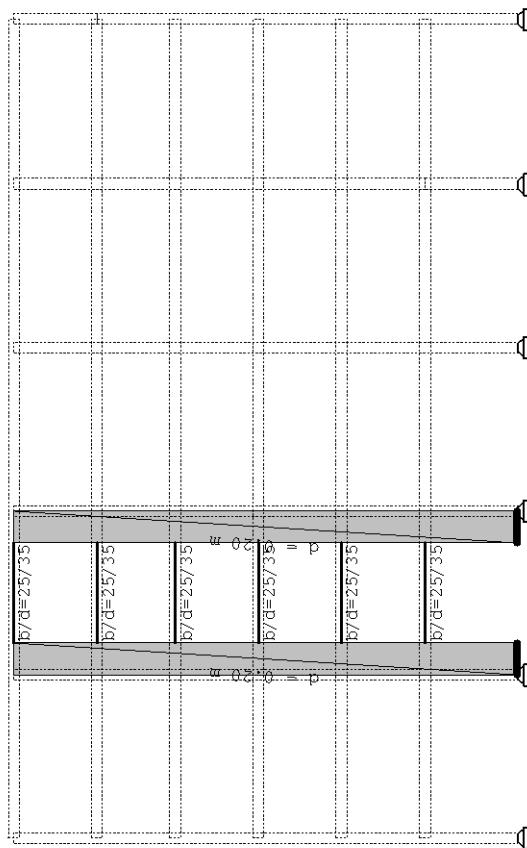
.Izometrija

9.3.2 Istočna dilatacija

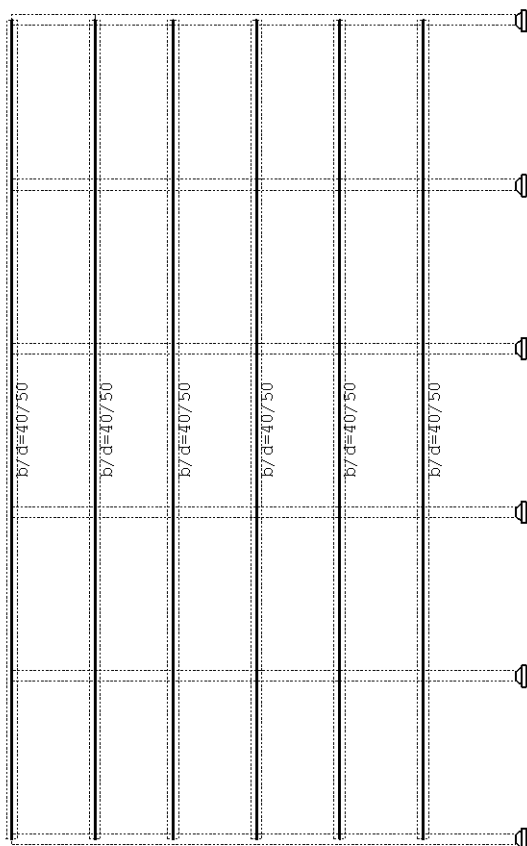




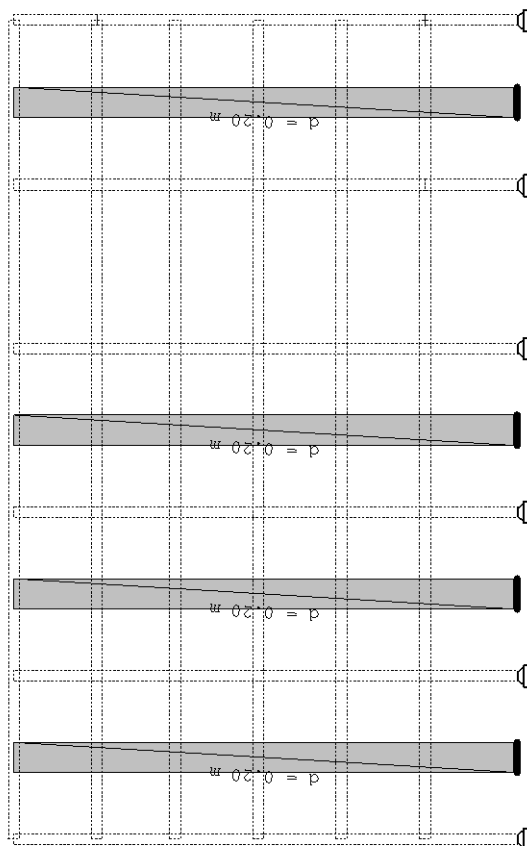
Okvir: A



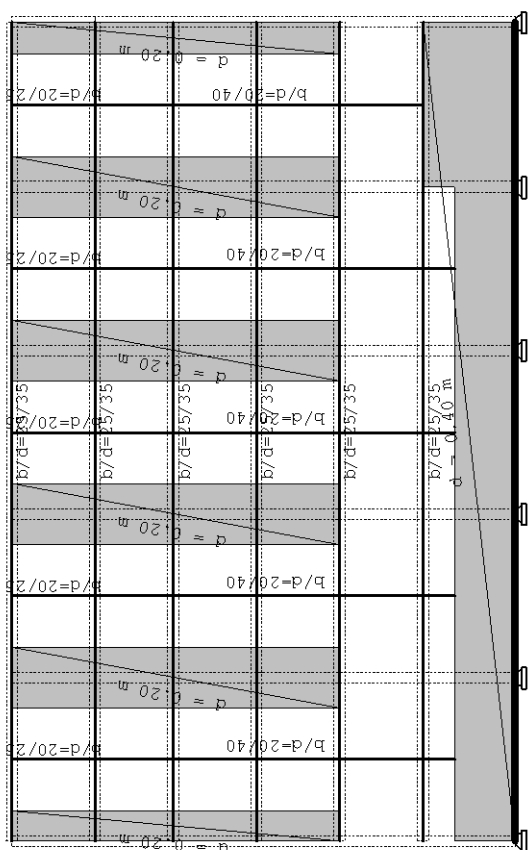
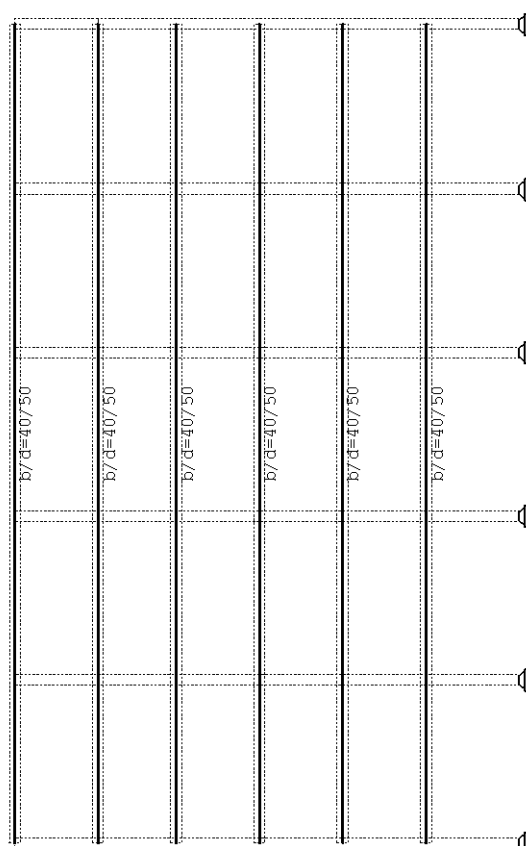
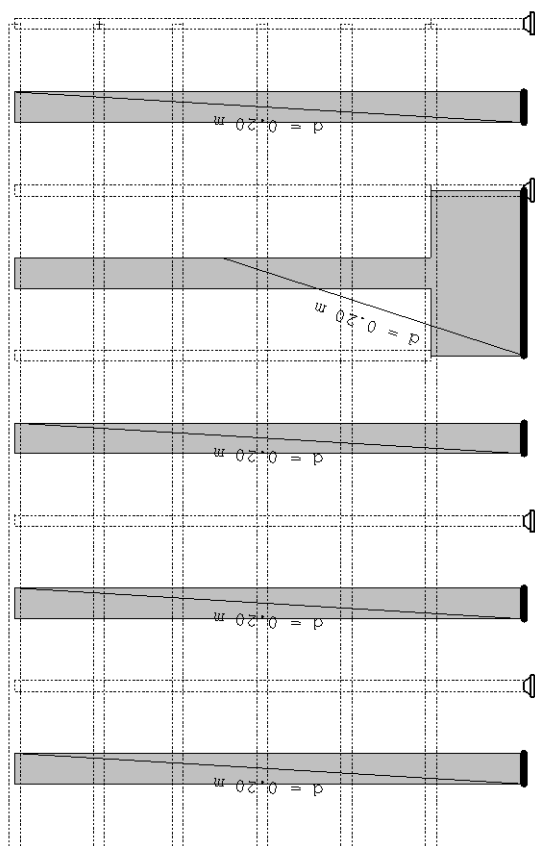
Okvir: AB1

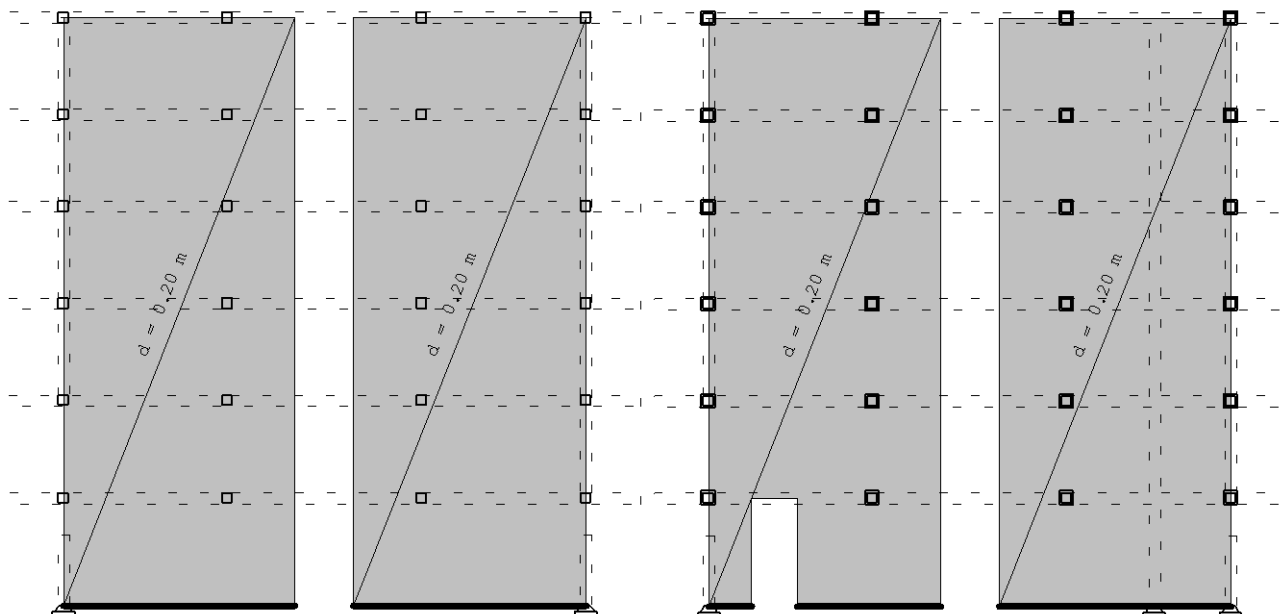


Okvir: B



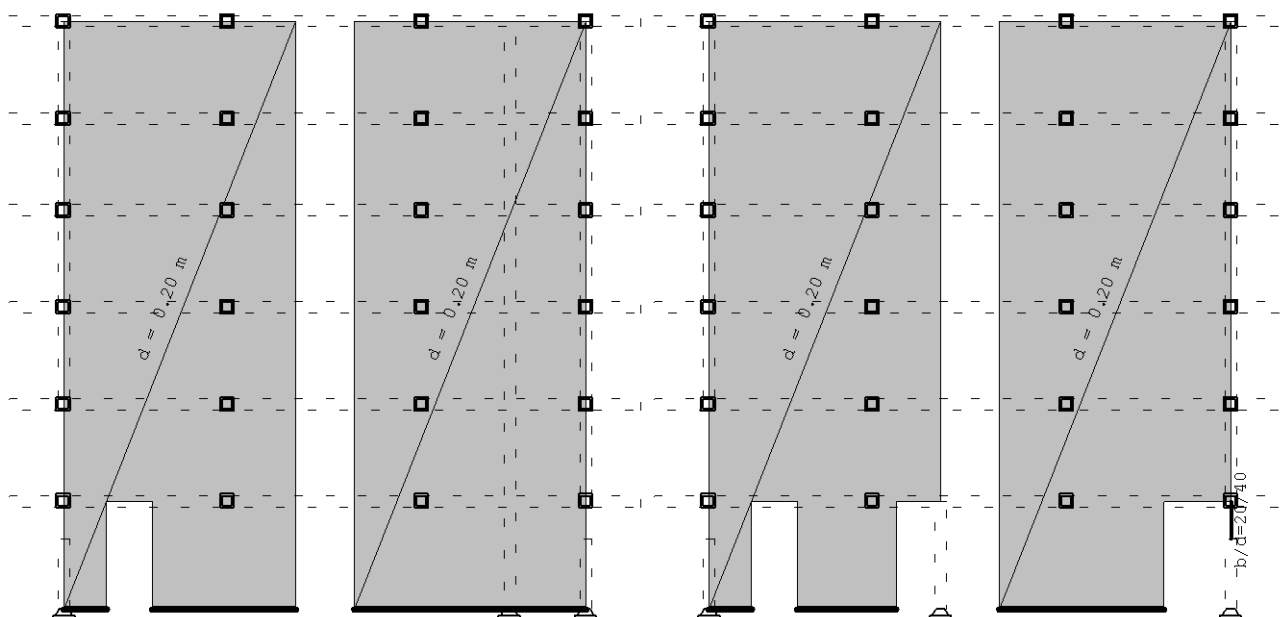
Okvir: BC2





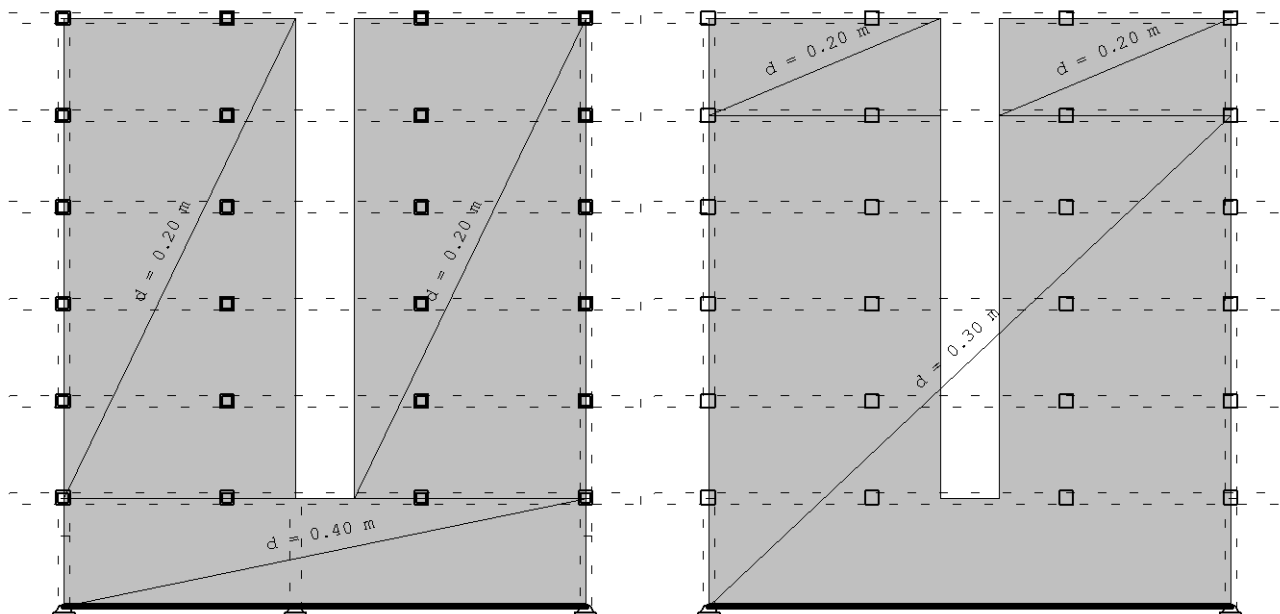
Okvir: 9

Okvir: 10



Okvir: 11

Okvir: 12



Okvir: 13

Okvir: 14

Modalna analiza

Faktori opterećenja za proračun masa

No	Naziv	Koeficijent
1	(g)	1.00
2	dg	1.00
3	q	0.30

Raspored masa po visini objekta

.Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	.Masa [T]	T/m2
Ploca krova	18.04	56.33	-8.05	618.98	1.08
Ploca treceg kata	15.04	56.45	-8.06	641.16	1.12
Ploca drugog kata	12.22	56.58	-8.06	647.85	1.13
Ploca prvog kata	9.22	56.57	-8.05	653.94	1.14
Ploca prizemlja	6.22	56.57	-7.94	645.49	1.12
Ploca podruma	3.22	57.07	-7.93	713.85	1.24
Temelji	-0.10	57.61	-7.96	188.23	
.Ukupno:	9.99	56.65	-8.01	4109.51	

Položaj centara krutosti po visini objekta

.Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
Ploca krova	18.04	56.33	-9.52
Ploca treceg kata	15.04	56.92	-9.51
Ploca drugog kata	12.22	57.47	-9.50
Ploca prvog kata	9.22	57.47	-9.50
Ploca prizemlja	6.22	57.47	-7.34
Ploca podruma	3.22	61.80	-7.81
Temelji	-0.10	65.50	-8.05

Ekscentricitet po visini objekta

.Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
Ploca krova	18.04	0.00	1.47
Ploca treceg kata	15.04	0.47	1.45
Ploca drugog kata	12.22	0.89	1.44
Ploca prvog kata	9.22	0.90	1.44
Ploca prizemlja	6.22	0.89	0.59
Ploca podruma	3.22	4.72	0.12
Temelji	-0.10	7.89	0.09



Periodi konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	0.5517	1.8126
2	0.1841	5.4310
3	0.1492	6.7043
4	0.1450	6.8970
5	0.0688	14.5330
6	0.0443	22.5740
7	0.0423	23.6286
8	0.0402	24.8761
9	0.0364	27.4620
10	0.0347	28.8478
11	0.0290	34.5236
12	0.0279	35.8505
13	0.0277	36.1251
14	0.0273	36.6820
15	0.0266	37.5727
16	0.0264	37.8826
17	0.0260	38.3987
18	0.0260	38.5219
19	0.0258	38.7814
20	0.0257	38.8611
21	0.0256	39.0064
22	0.0256	39.0465
23	0.0256	39.1064
24	0.0255	39.2555
25	0.0253	39.4592
26	0.0252	39.7525
27	0.0250	39.9627
28	0.0250	40.0371
29	0.0249	40.2228
30	0.0248	40.2511
31	0.0248	40.2677
32	0.0248	40.3632
33	0.0245	40.8929
34	0.0239	41.7723
35	0.0234	42.6452
36	0.0233	42.8282
37	0.0229	43.5839
38	0.0228	43.9365
39	0.0224	44.5695
40	0.0215	46.5953

Seizmicki proračun

.Seizmicki proračun: .EUROCODE

.Kategorija tla:	B
.Kategorija značaja:	II ($\gamma=1.0$)
.Odnos a_g/g :	0.22
.Faktor ponasanja:	3
.Koeficijent prigusenja:	0.05
S:	1.2
Tb:	0.15
Tc:	0.5
Td:	2

.Faktori pravca potresa:

Naziv	Kx	Ky	Kz
Sx	1.000	0.300	0.000
Sy	0.300	1.000	0.000

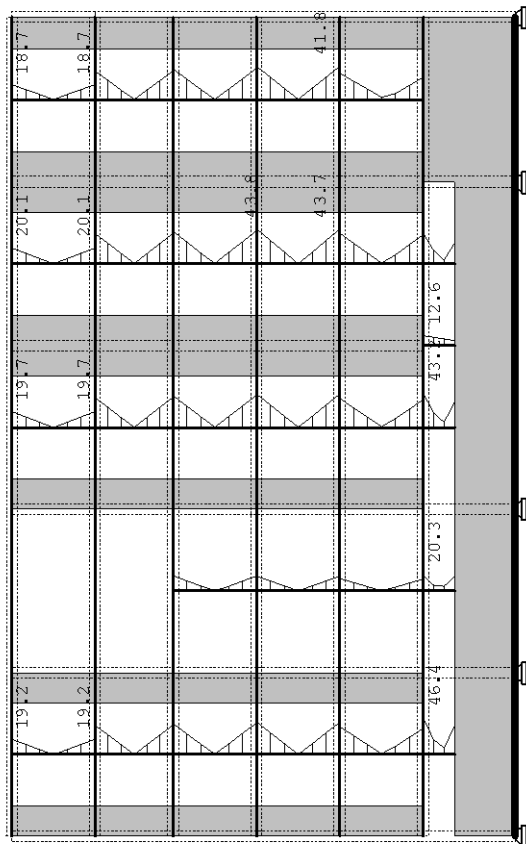
.Faktori participacije - .relativno ucesce

.Ton \ Naziv	1. x	2. y
1	0.647	0.056
2	0.034	0.402
3	0.053	0.310
4	0.107	0.000
5	0.049	0.004
6	0.016	0.093
7	0.055	0.003
8	0.005	0.089
9	0.000	0.003
10	0.018	0.002
11	0.000	0.001
12	0.001	0.004
13	0.000	0.000
14	0.000	0.002
15	0.001	0.000
16	0.000	0.000
17	0.000	0.000
18	0.000	0.000
19	0.000	0.000
20	0.000	0.000
21	0.000	0.000
22	0.000	0.000
23	0.000	0.000
24	0.000	0.000
25	0.000	0.000
26	0.000	0.001
27	0.001	0.006
28	0.001	0.000
29	0.000	0.000
30	0.000	0.000
31	0.000	0.000
32	0.000	0.000
33	0.000	0.000
34	0.000	0.005
35	0.000	0.002
36	0.000	0.004
37	0.001	0.002
38	0.006	0.004
39	0.000	0.003
40	0.002	0.000

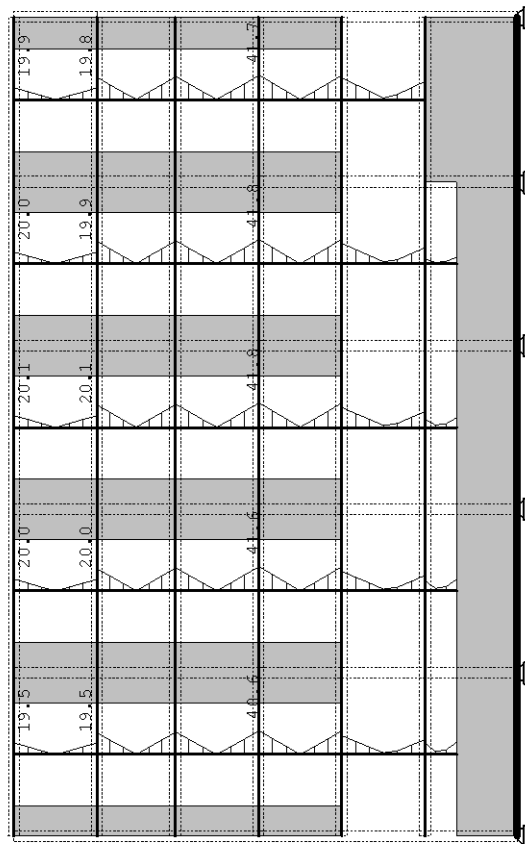
.Faktori participacije - mase

.Ton	UX (%)	UY (%)	UZ (%)	ΣUX (%)	ΣUY (%)	ΣUZ (%)
1	67.49	0.00	0.00	67.49	0.00	0.00
2	0.01	38.94	0.00	67.50	38.94	0.00
3	0.44	27.65	0.00	67.94	66.59	0.00
4	11.92	0.73	0.00	79.86	67.32	0.00
5	5.19	0.00	0.00	85.05	67.32	0.00
6	0.14	9.71	0.00	85.19	77.03	0.00
7	6.31	0.03	0.00	91.50	77.06	0.00
8	0.04	10.33	0.00	91.54	87.39	0.00
9	0.01	0.32	0.00	91.55	87.71	0.00
10	1.99	0.01	0.00	93.54	87.72	0.00
11	0.00	0.13	0.00	93.54	87.85	0.00
12	0.00	0.48	0.00	93.54	88.33	0.00
13	0.02	0.00	0.00	93.56	88.33	0.00
14	0.00	0.23	0.00	93.56	88.56	0.00
15	0.06	0.00	0.00	93.62	88.56	0.00
16	0.01	0.07	0.00	93.63	88.63	0.00
17	0.00	0.05	0.00	93.63	88.68	0.00
18	0.01	0.00	0.00	93.64	88.68	0.00
19	0.05	0.01	0.00	93.69	88.69	0.00
20	0.03	0.00	0.00	93.71	88.69	0.00
21	0.00	0.04	0.00	93.71	88.74	0.00
22	0.00	0.00	0.00	93.71	88.74	0.00
23	0.01	0.00	0.00	93.72	88.74	0.00
24	0.00	0.01	0.00	93.72	88.75	0.00
25	0.00	0.01	0.00	93.73	88.76	0.00
26	0.04	0.18	0.00	93.76	88.94	0.00
27	0.00	0.68	0.00	93.76	89.62	0.00
28	0.15	0.00	0.00	93.92	89.62	0.00
29	0.00	0.07	0.00	93.92	89.68	0.00
30	0.00	0.00	0.00	93.92	89.69	0.00
31	0.00	0.01	0.00	93.92	89.70	0.00
32	0.02	0.00	0.00	93.94	89.70	0.00
33	0.04	0.02	0.00	93.98	89.71	0.00
34	0.01	0.61	0.00	93.99	90.32	0.00
35	0.04	0.31	0.00	94.03	90.63	0.00
36	0.00	0.50	0.00	94.03	91.12	0.00
37	0.08	0.13	0.00	94.12	91.25	0.00
38	0.40	0.28	0.00	94.52	91.53	0.00
39	0.04	0.39	0.00	94.56	91.91	0.00
40	0.26	0.06	0.00	94.82	91.97	0.00

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

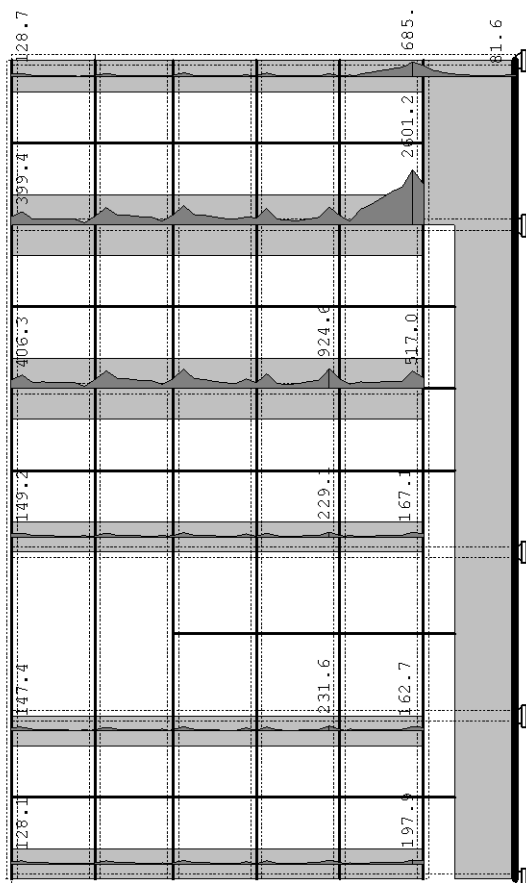


Okvir: A
Utjecaji u stupovima: max. Mx (kNm)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

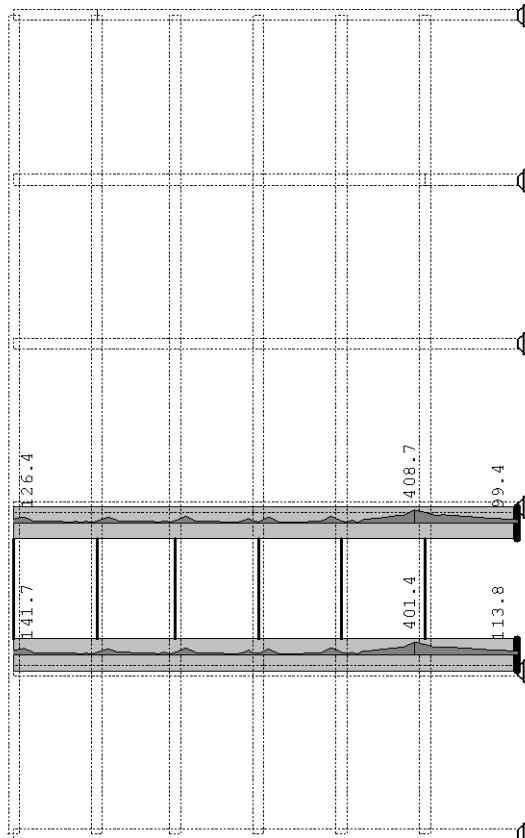


Okvir: D
Utjecaji u stupovima: max. Mx (kNm)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

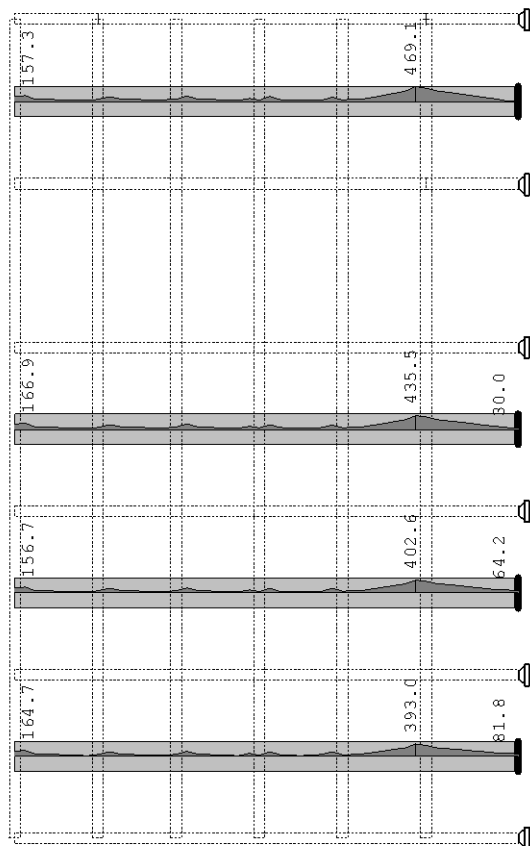


Okvir: A
Utjecaji u zidovima: max. M (kNm)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

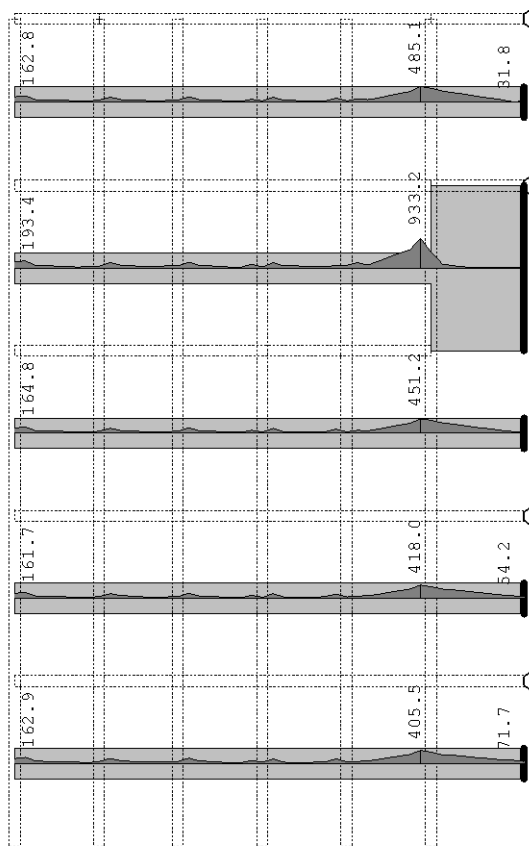


Okvir: AB1
Utjecaji u zidovima: max. M (kNm)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

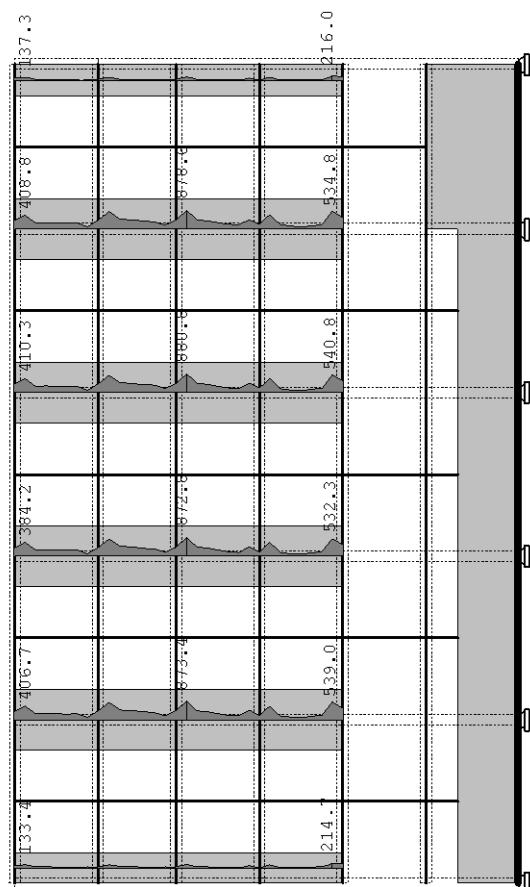


Okvir: BC2
Uticaji u zidovima: max .M (kNm)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

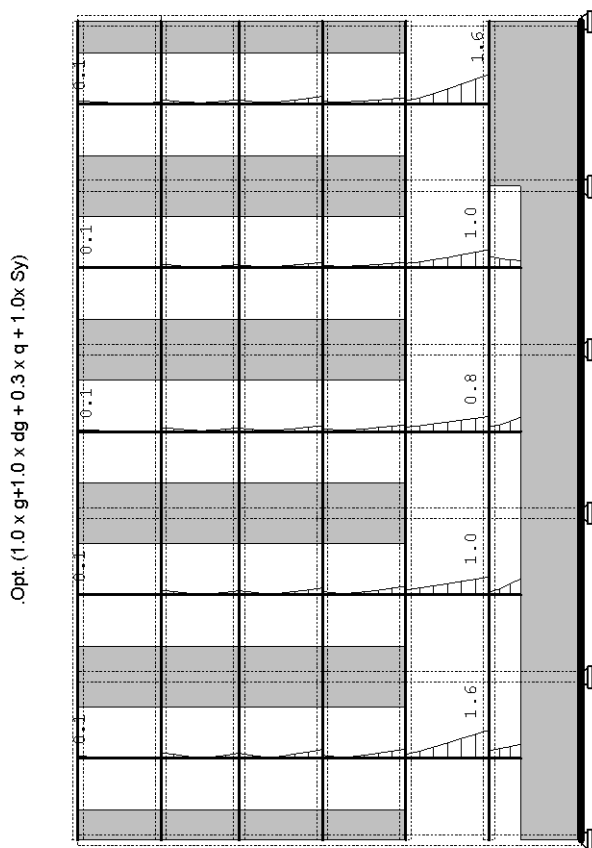


Okvir: BC1
Uticaji u zidovima: max .M (kNm)

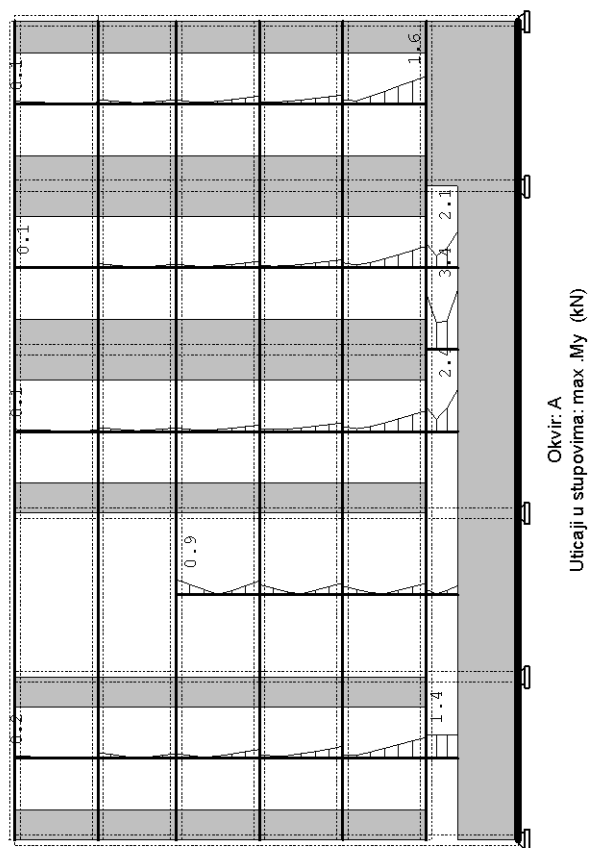
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)



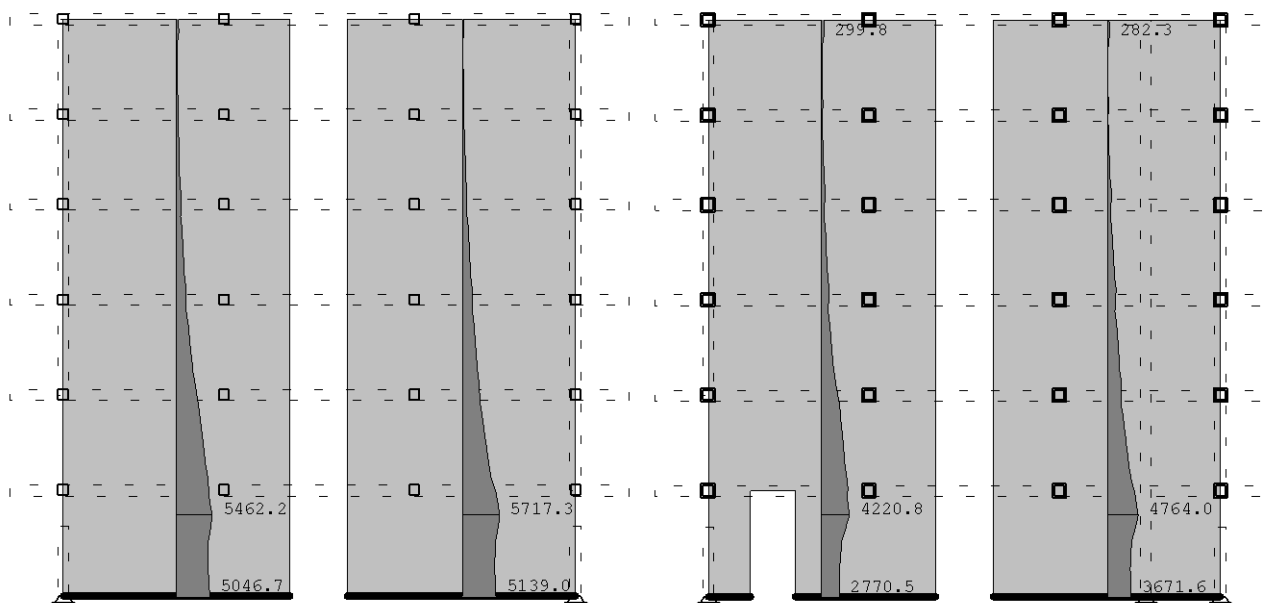
Okvir: D
Uticaji u zidovima: max .M (kNm)



.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

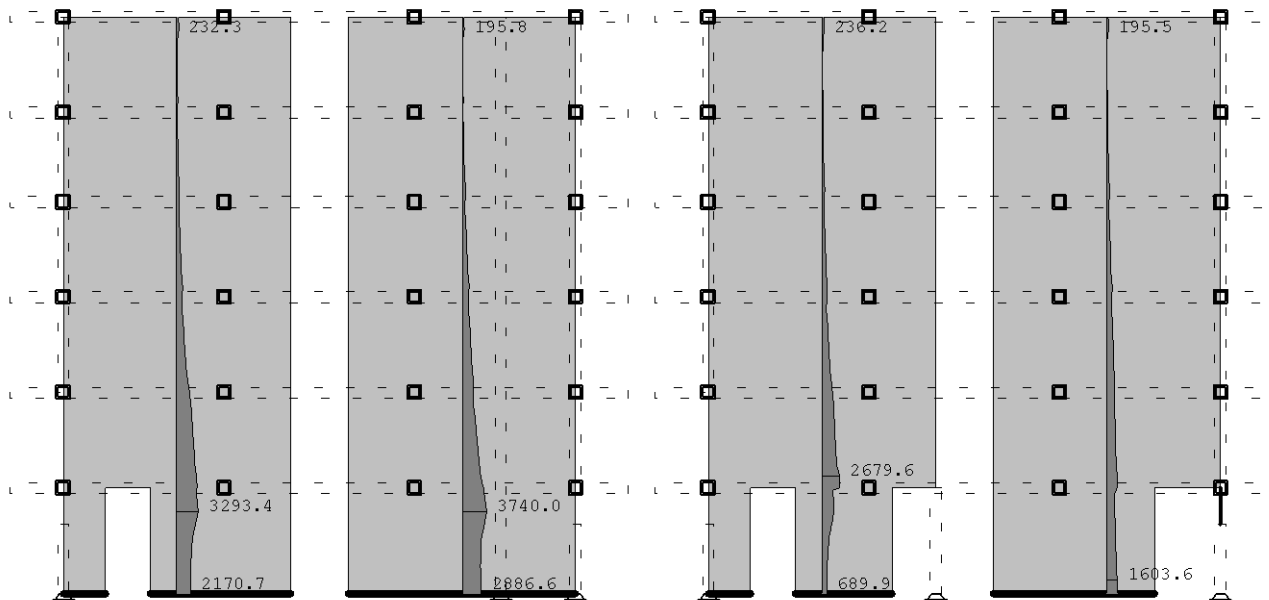


.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



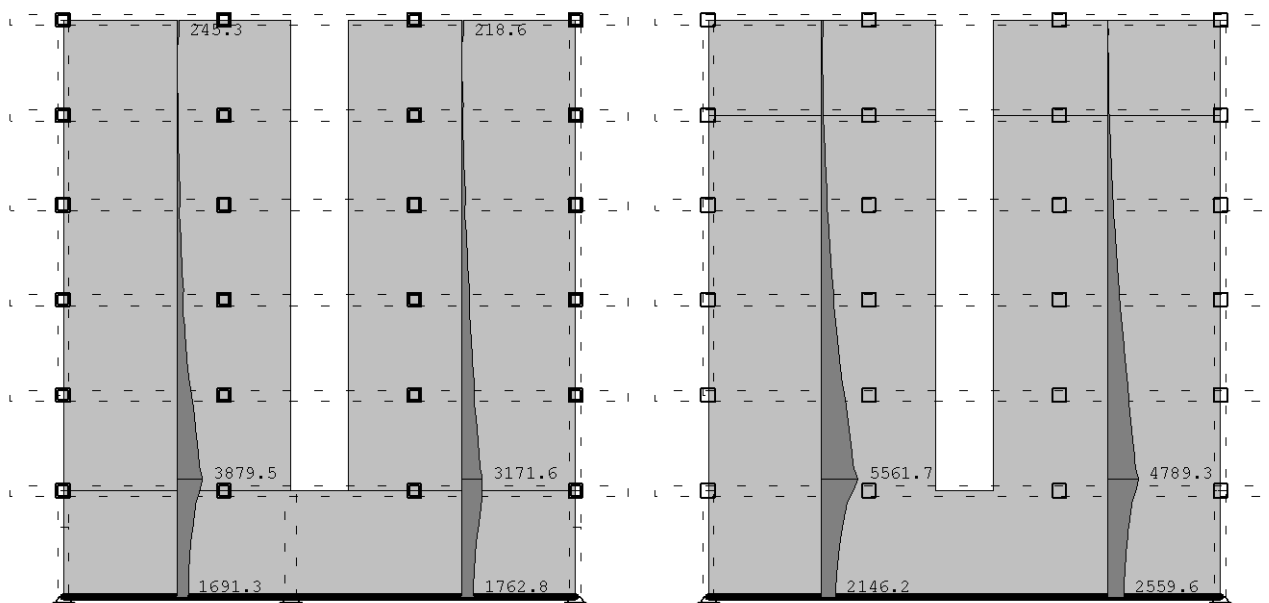
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



Okvir: 11
Utjecaji u zidovima: max .M (kNm)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

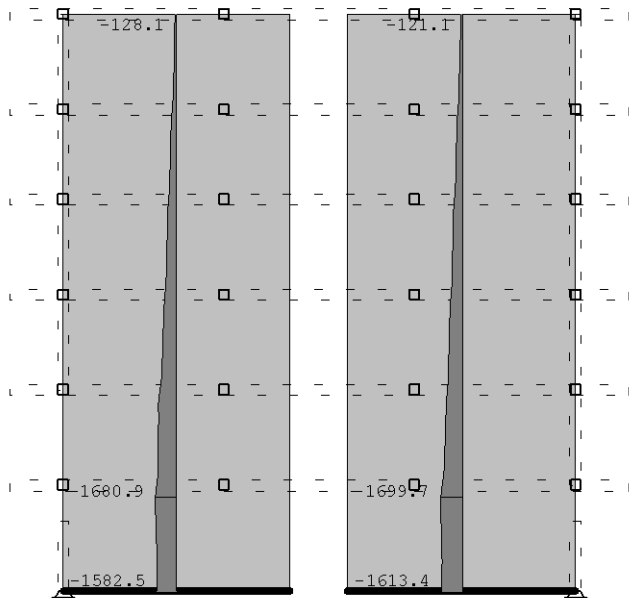
Okvir: 12
Utjecaji u zidovima: max .M (kNm)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



Okvir: 13
Utjecaji u zidovima: max .M (kNm)

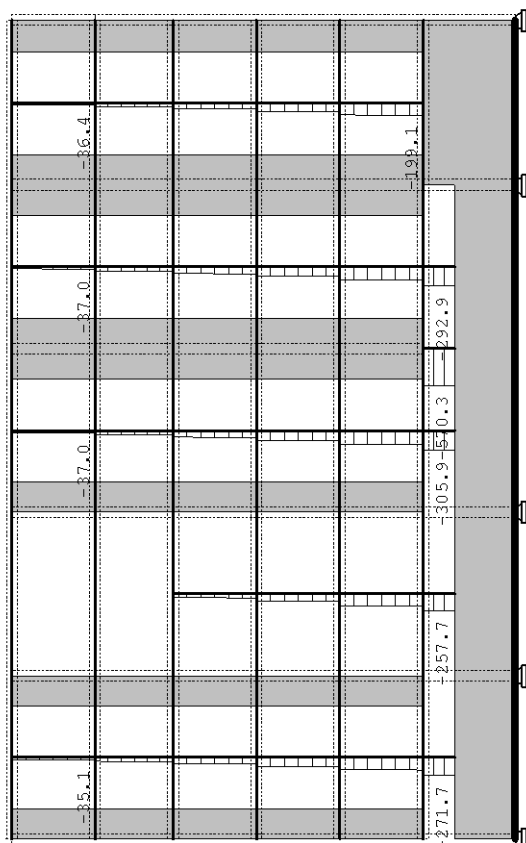
Okvir: 14
Utjecaji u zidovima: max .M (kNm)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

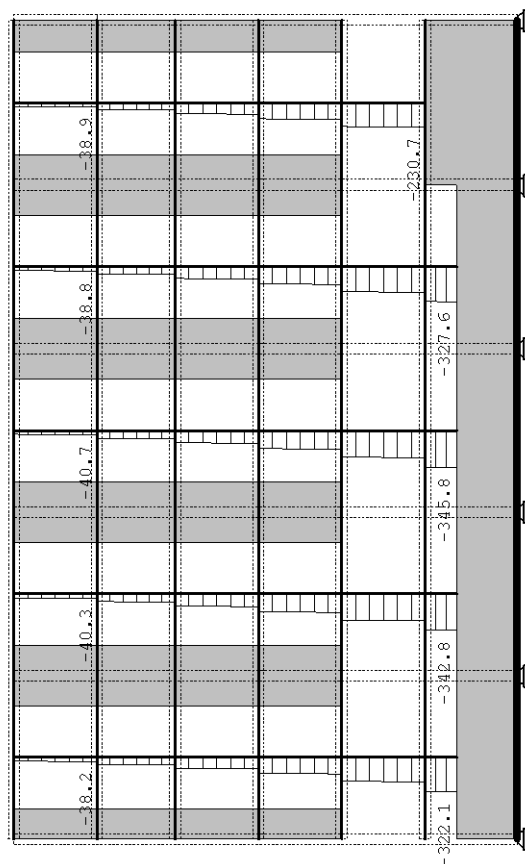


Okvir: 9
Utjecaji u zidovima: max .M (kNm)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

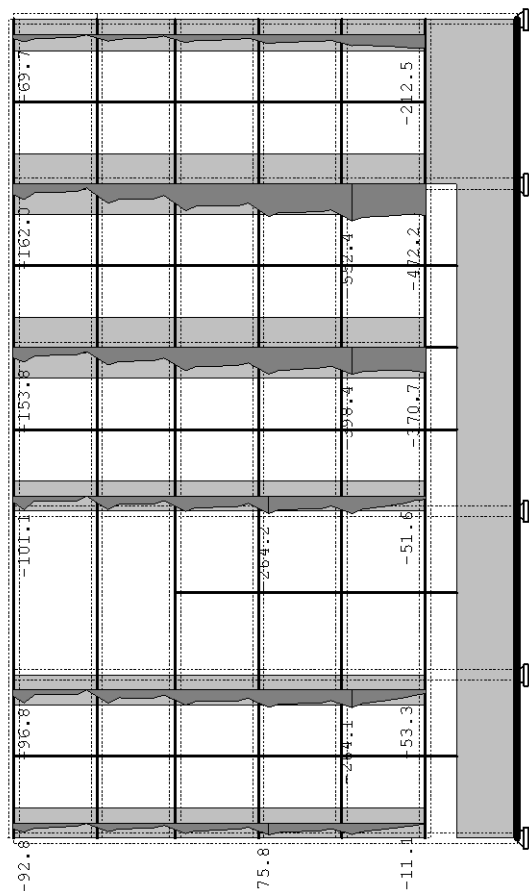


Okvir: A
Utjecaji u stupovima: max .N (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

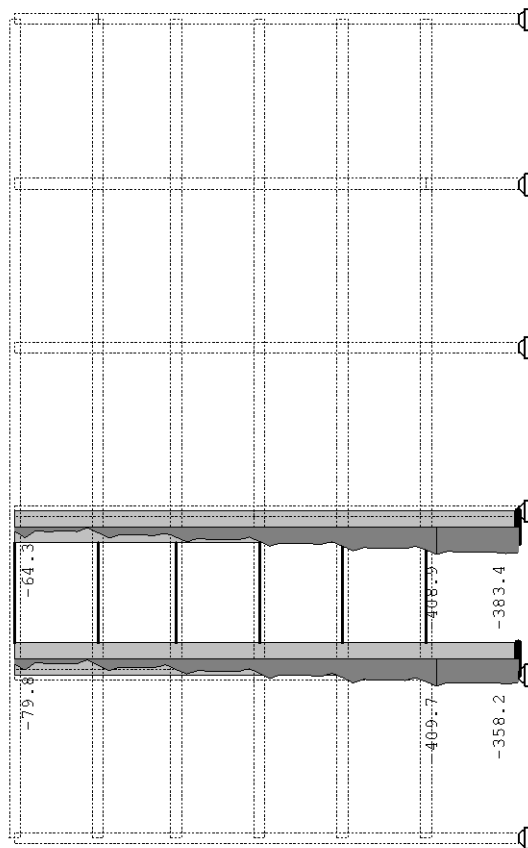


Okvir: D
Utjecaji u stupovima: max .N (kN)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

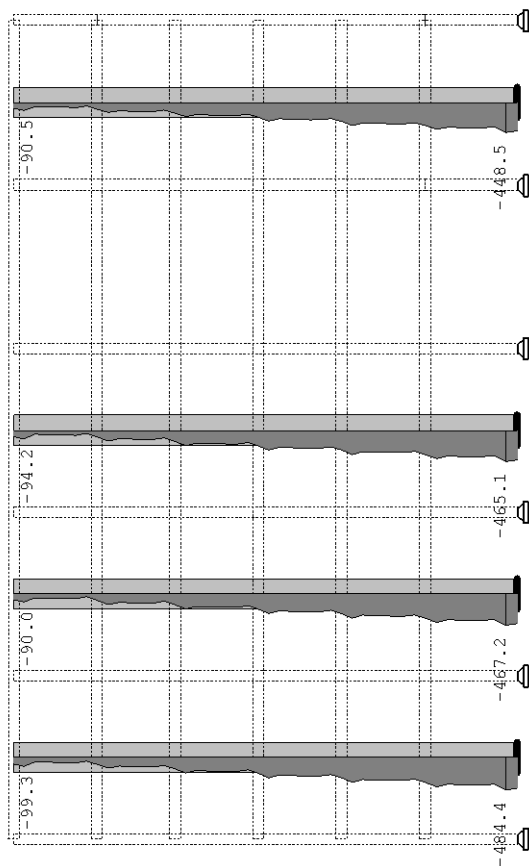


Okvir: A
Uticaji u zidovima: max N (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

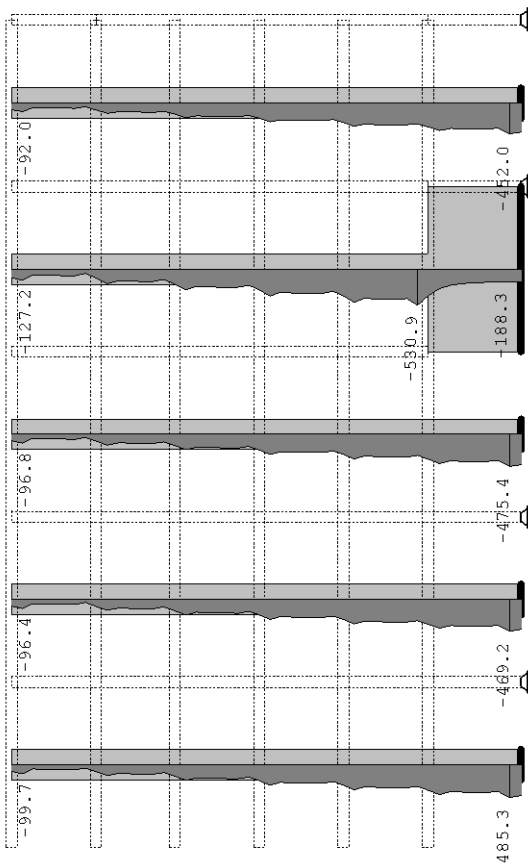


Okvir: AB1
Uticaji u zidovima: max N (kN)

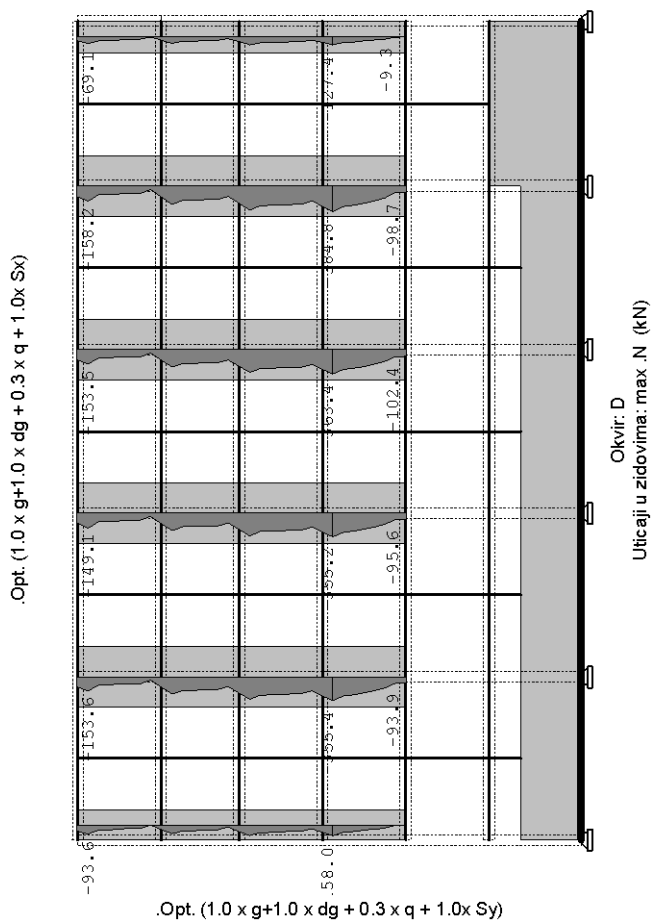
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)



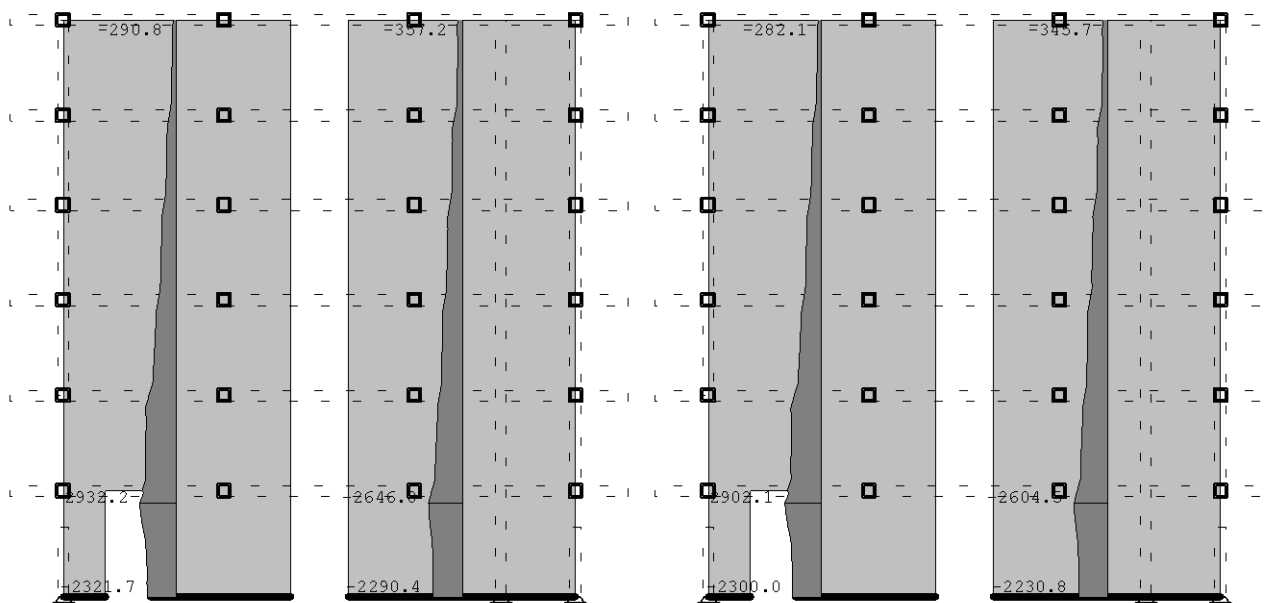
Okvir: BC2
Uticaji u zidovima: max N (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)



Okvir: BC1
Uticaji u zidovima: max N (kN)



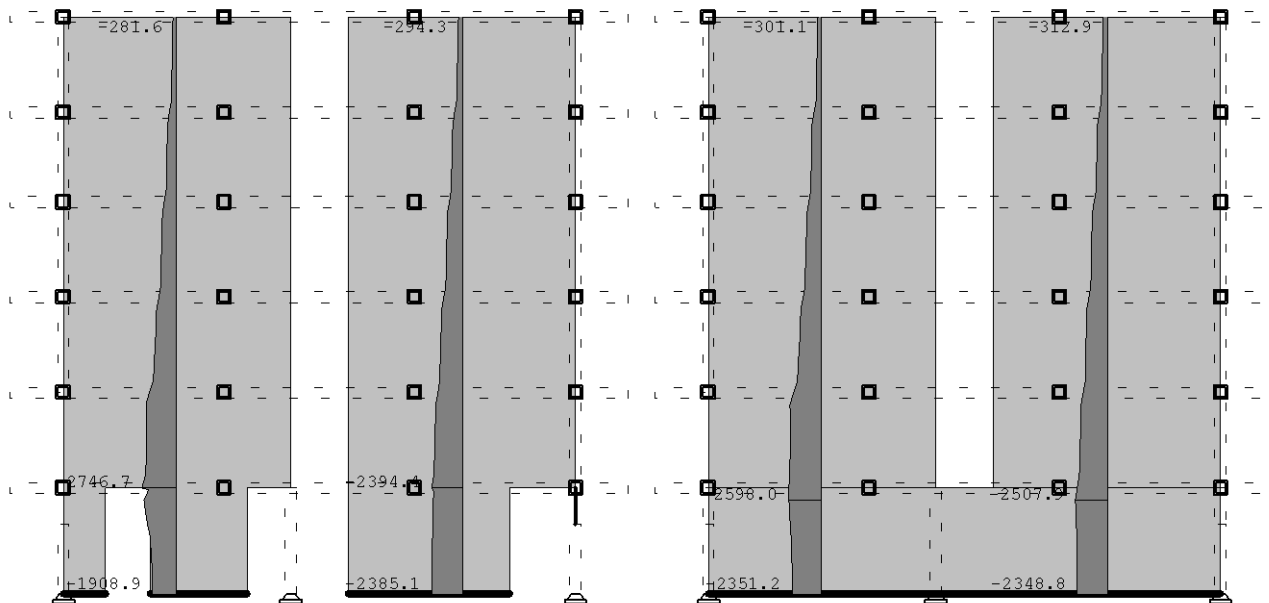
Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



Okvir: 11
Uticaji u zidovima: max .N (kN)

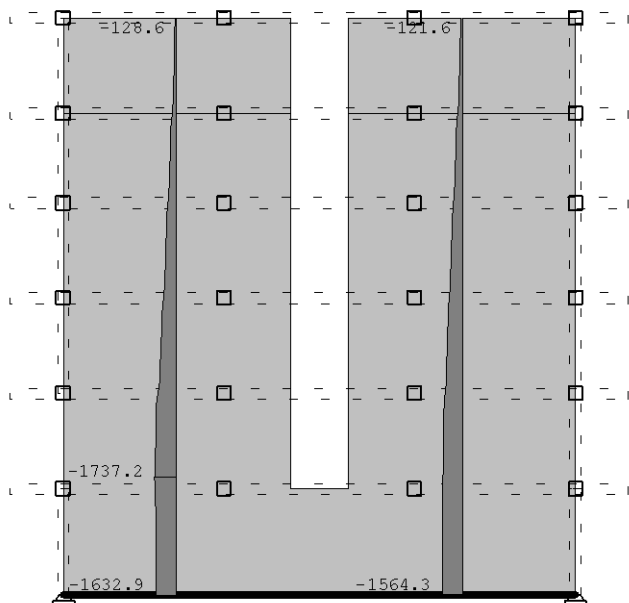
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



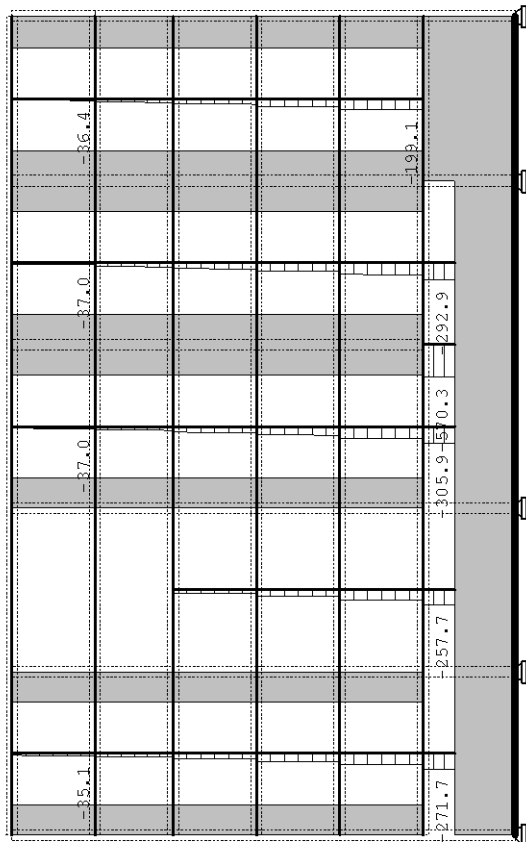
Okvir: 12
Uticaji u zidovima: max .N (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

Okvir: 12
Uticaji u zidovima: max .N (kN)

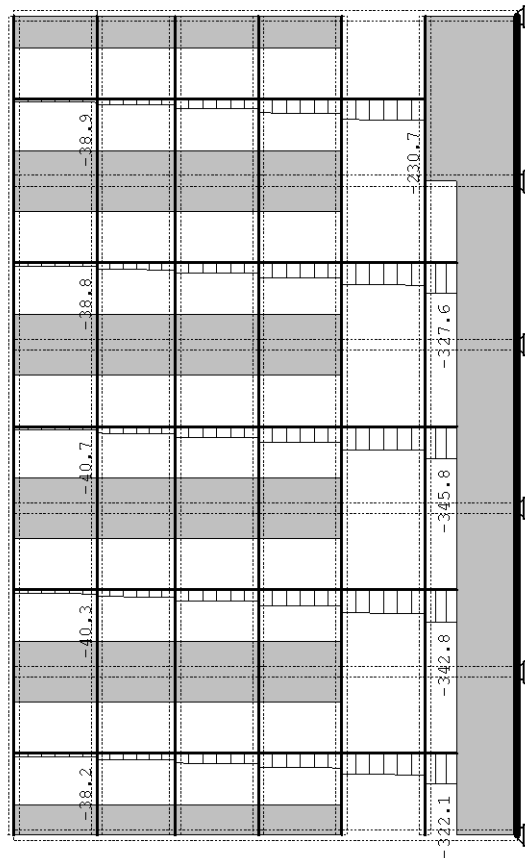


Okvir: 14
Uticaji u zidovima: max .N (kN)

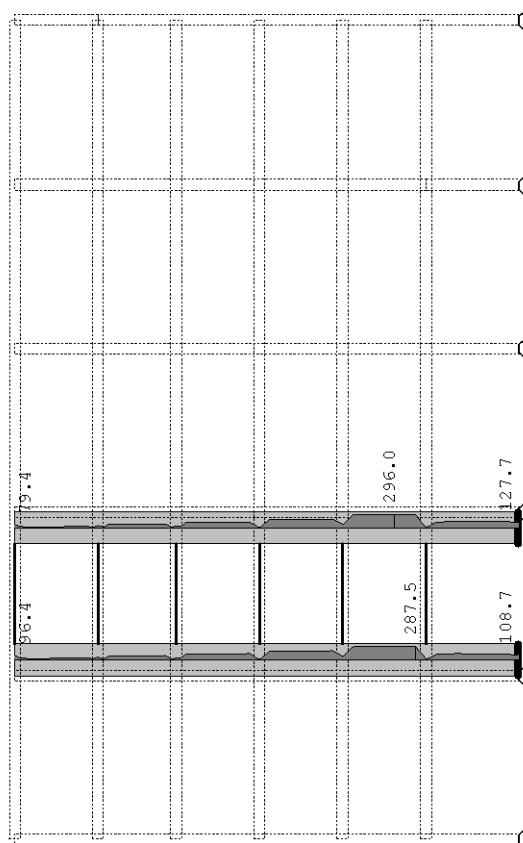
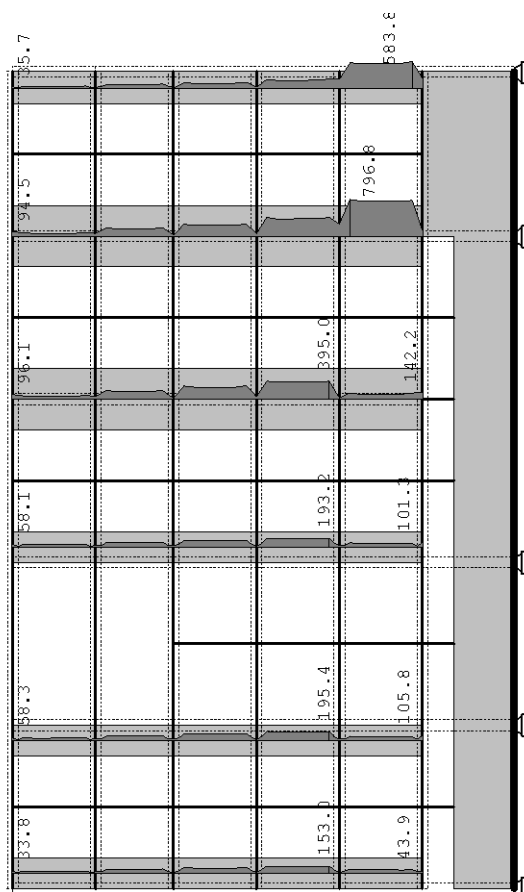
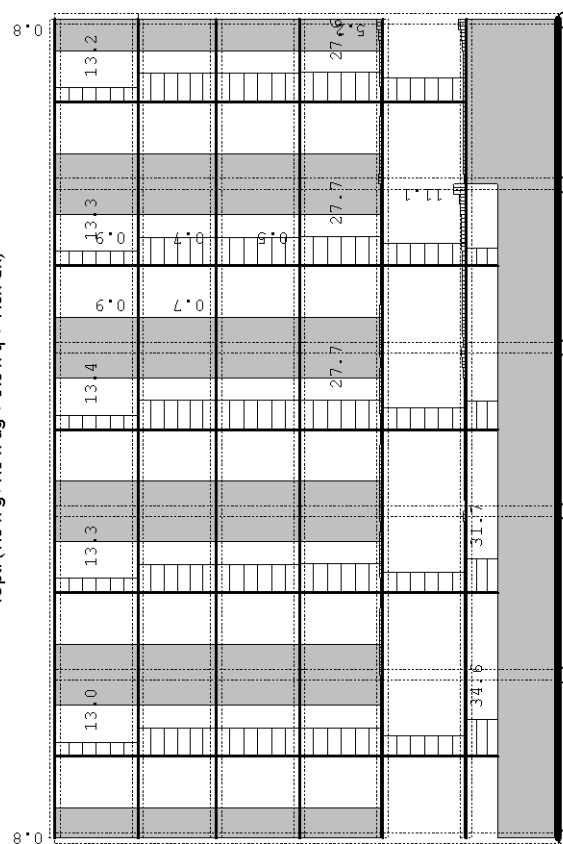
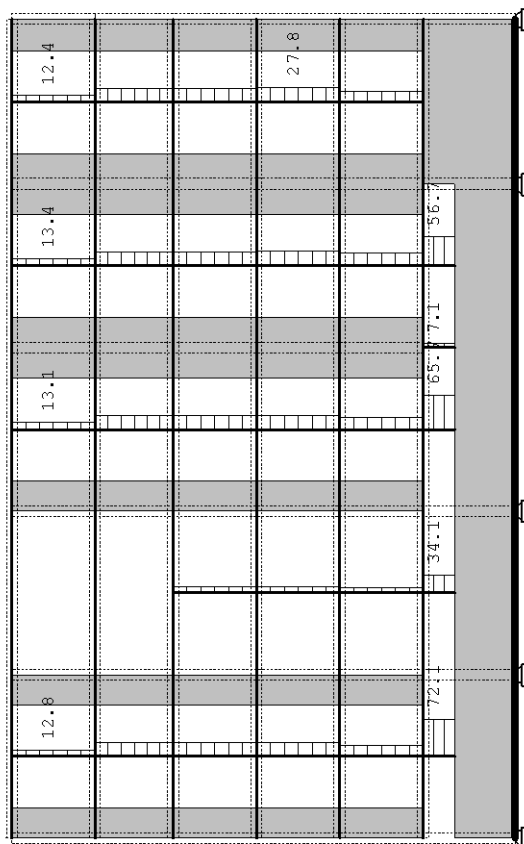
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



Okvir: A
Utjecaji u stupovima: max N (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

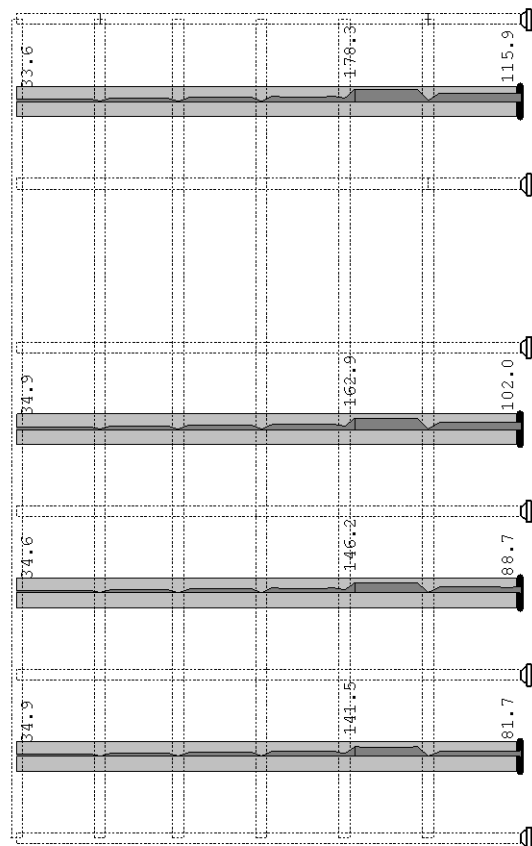


Okvir: D
Utjecaji u stupovima: max N (kN)

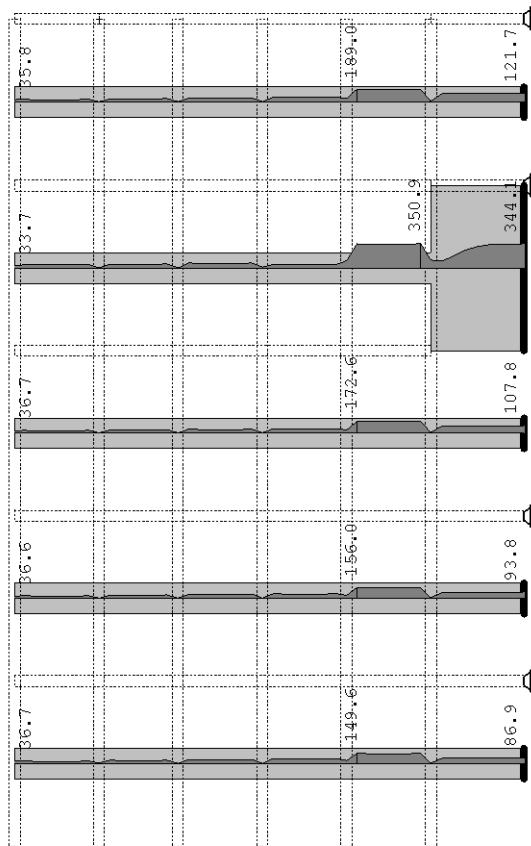


Okvir: AB1
Utjecaji u zidovima: max .T (kN)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

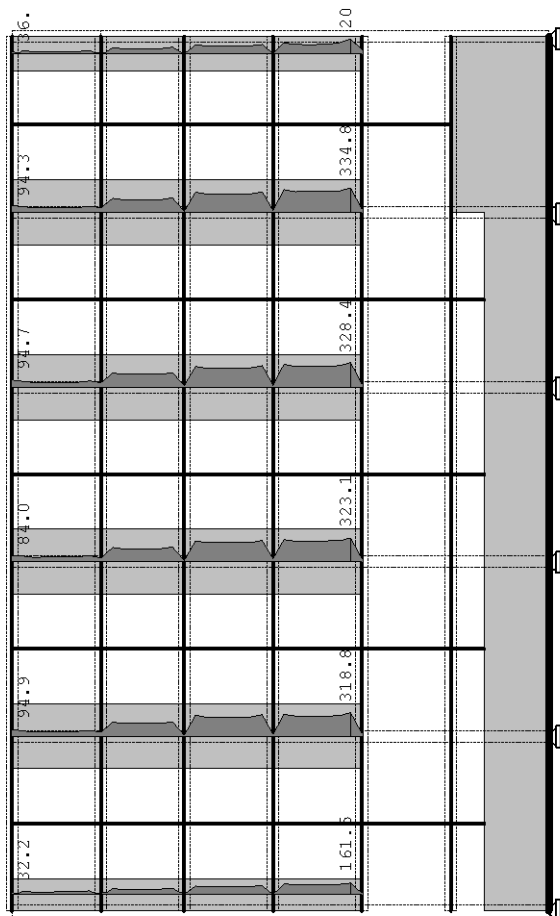


Okvir: BC2
Uticaji u zidovima: max. T (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)



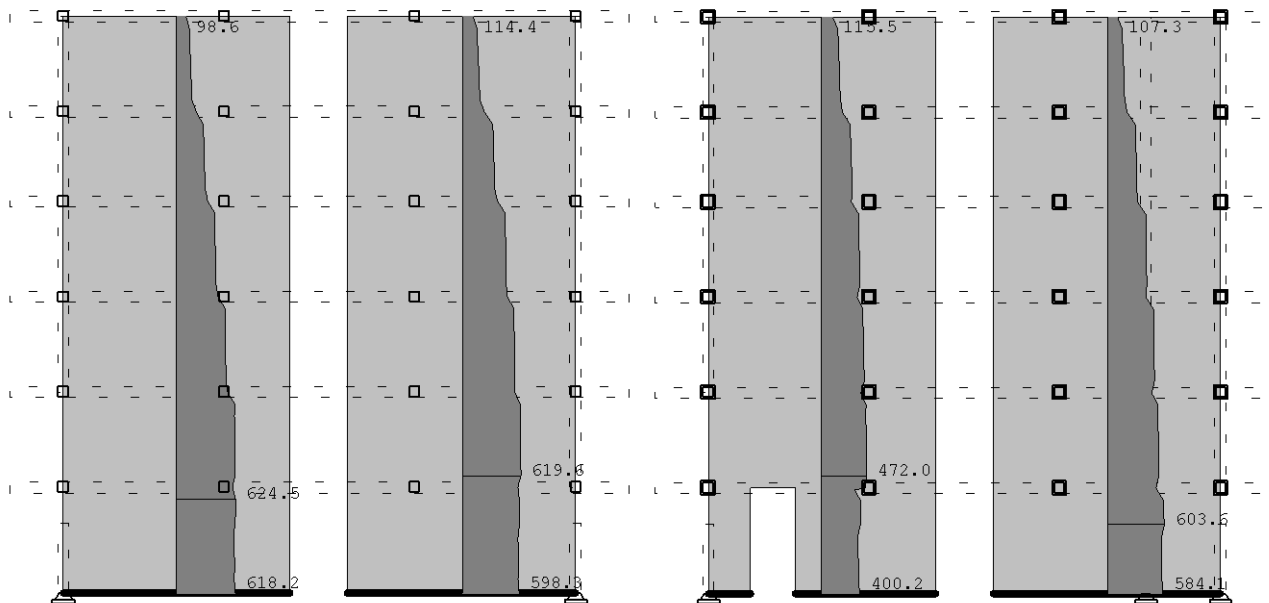
Okvir: BC1
Uticaji u zidovima: max. T (kN)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)



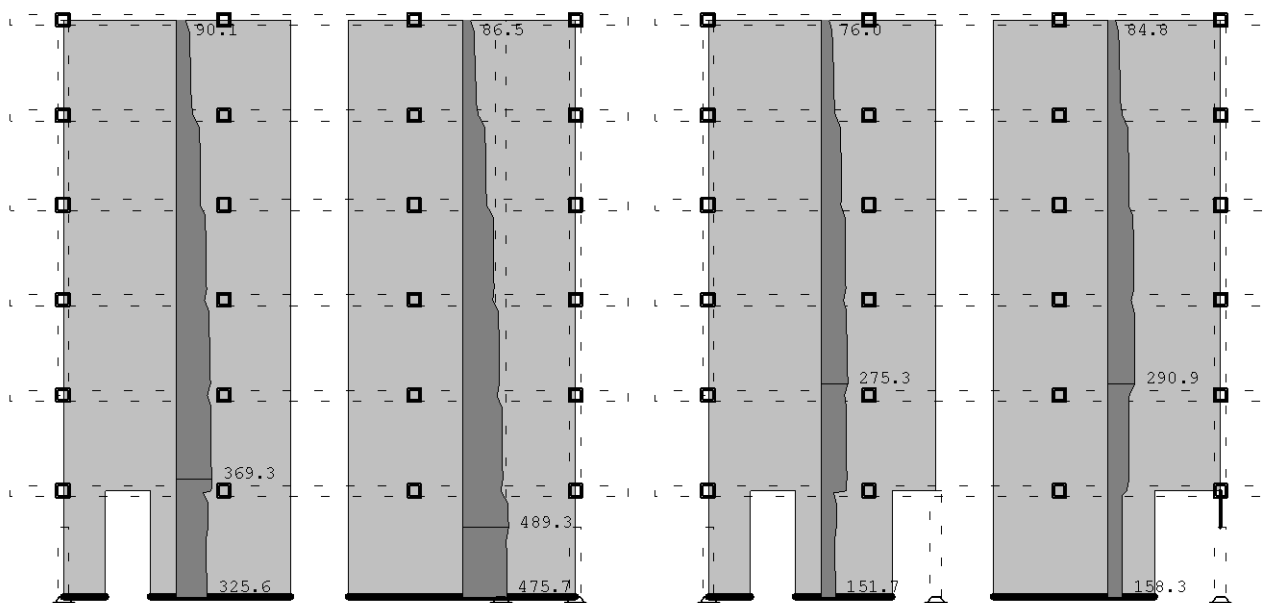
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



Okvir: 9
Uticaji u zidovima: max .T (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

Okvir: 10
Uticaji u zidovima: max .T (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

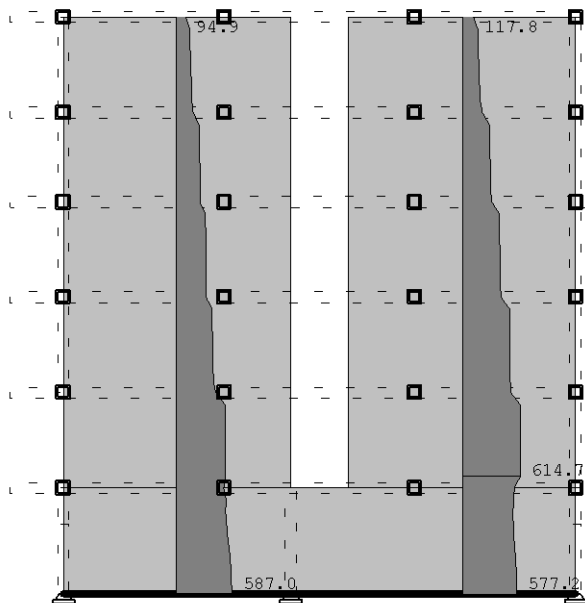


Okvir: 11
Uticaji u zidovima: max .T (kN)

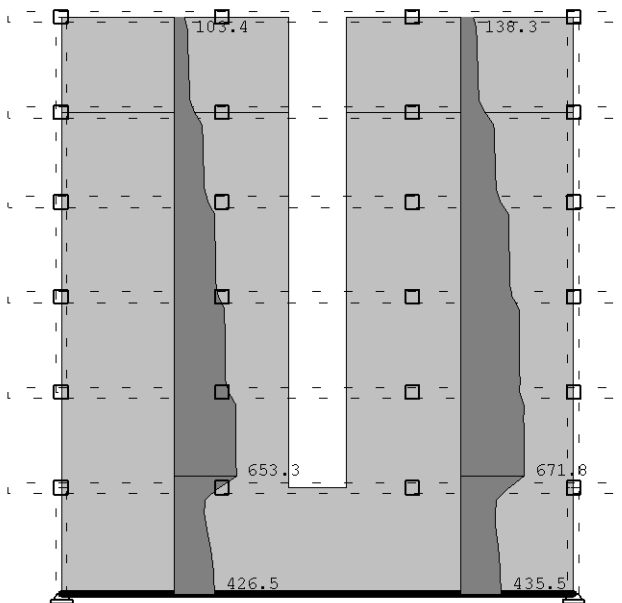
Okvir: 12
Uticaji u zidovima: max .T (kN)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

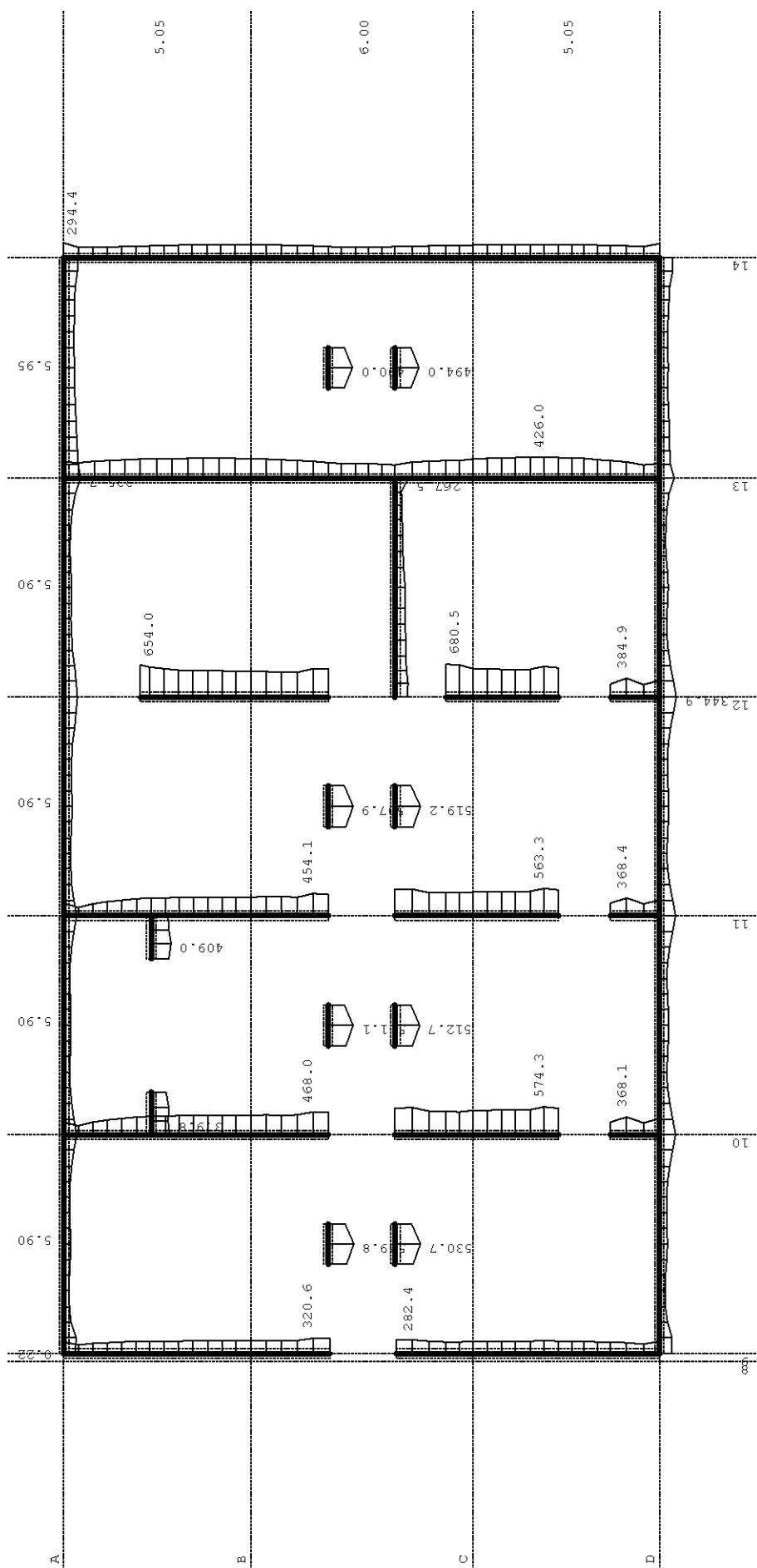


Okvir: 13
Uticaji u zidovima: max .T (kN)



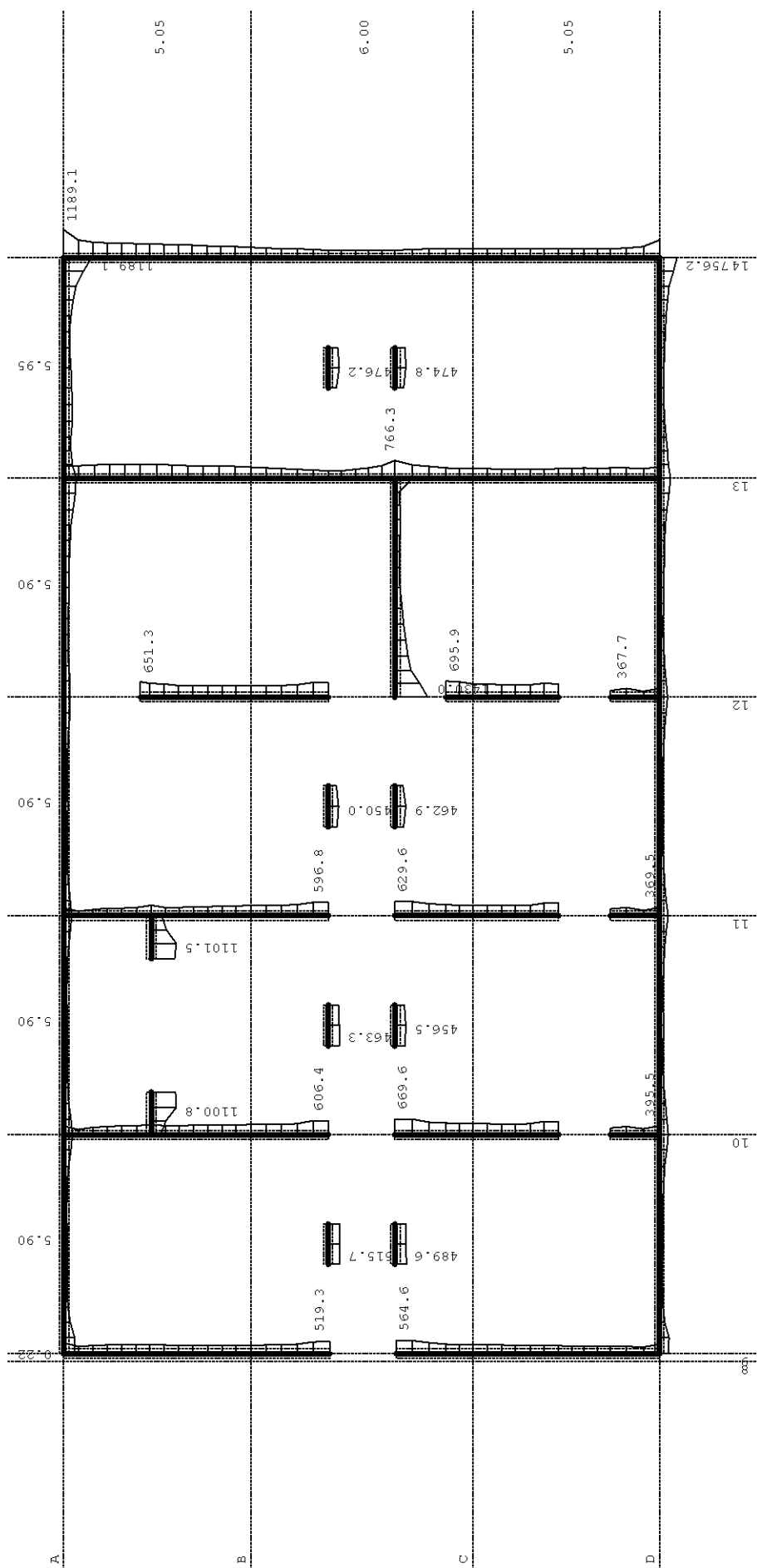
Okvir: 14
Uticaji u zidovima: max .T (kN)

.Opt. $(1.0 \times g + 1.0 \times dg + 1.0 \times q)$



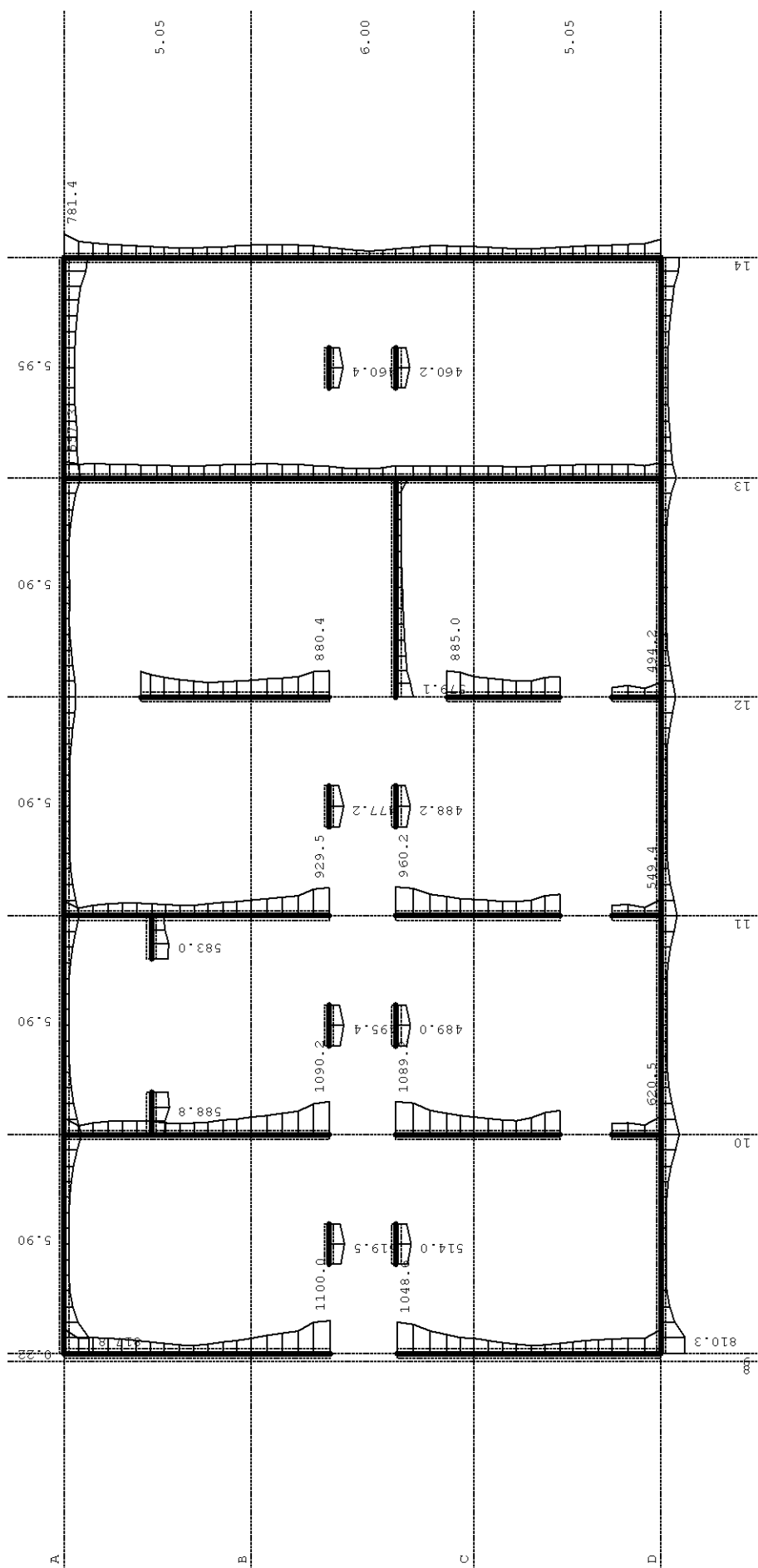
Temelji
Utjecaji u lin. osloncu kN/m

Opt. $(1.0 \times g + 1.0 \times dg + 0.3 \times q + 1.0 \times Sx)$



Temelji
Utjecaji u lin. osloncu kN/m

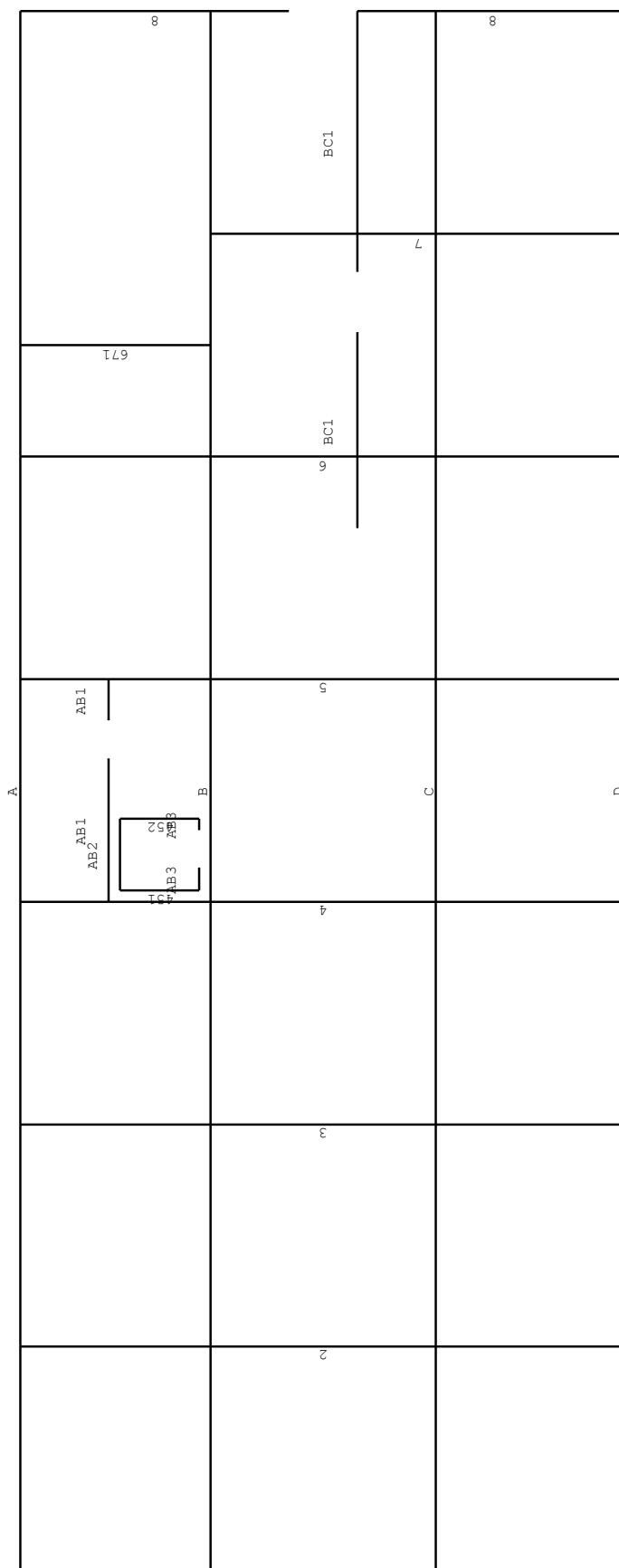
.Opt. (1.0 x g + 1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0 x Sy)



Temelji
.Uticaji u lin. osloncu kN/m



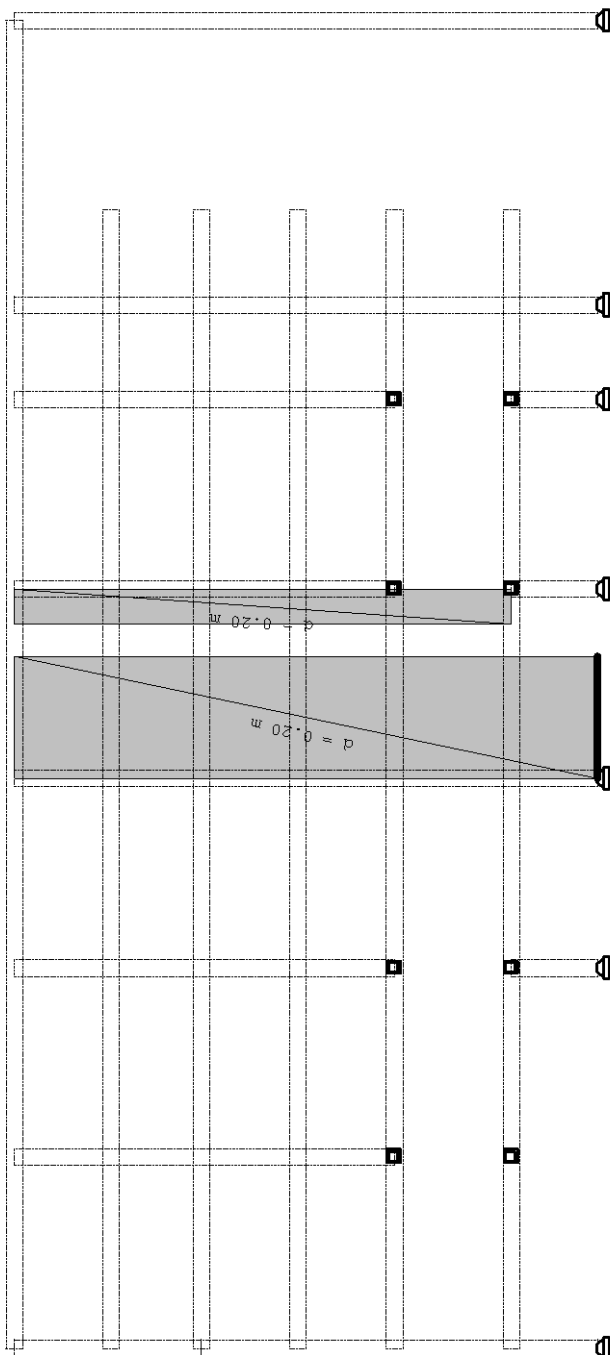
9.3.3 Zapadna dilatacija



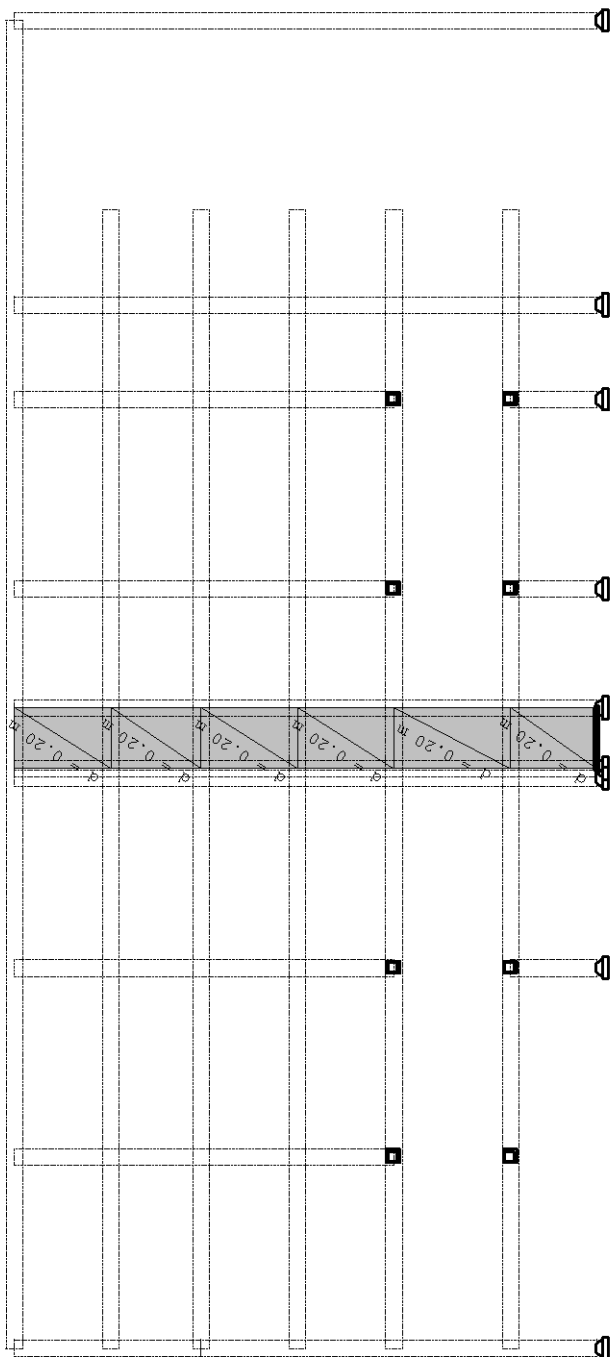
Dispozicija okvira



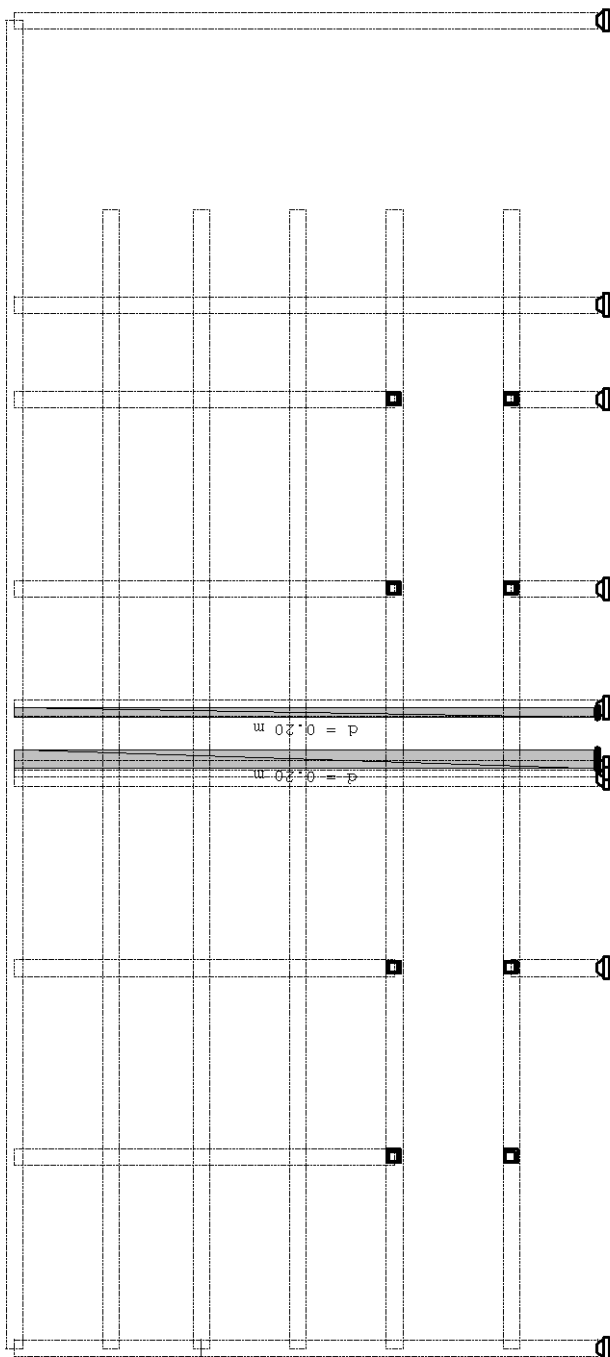
Okvir: A



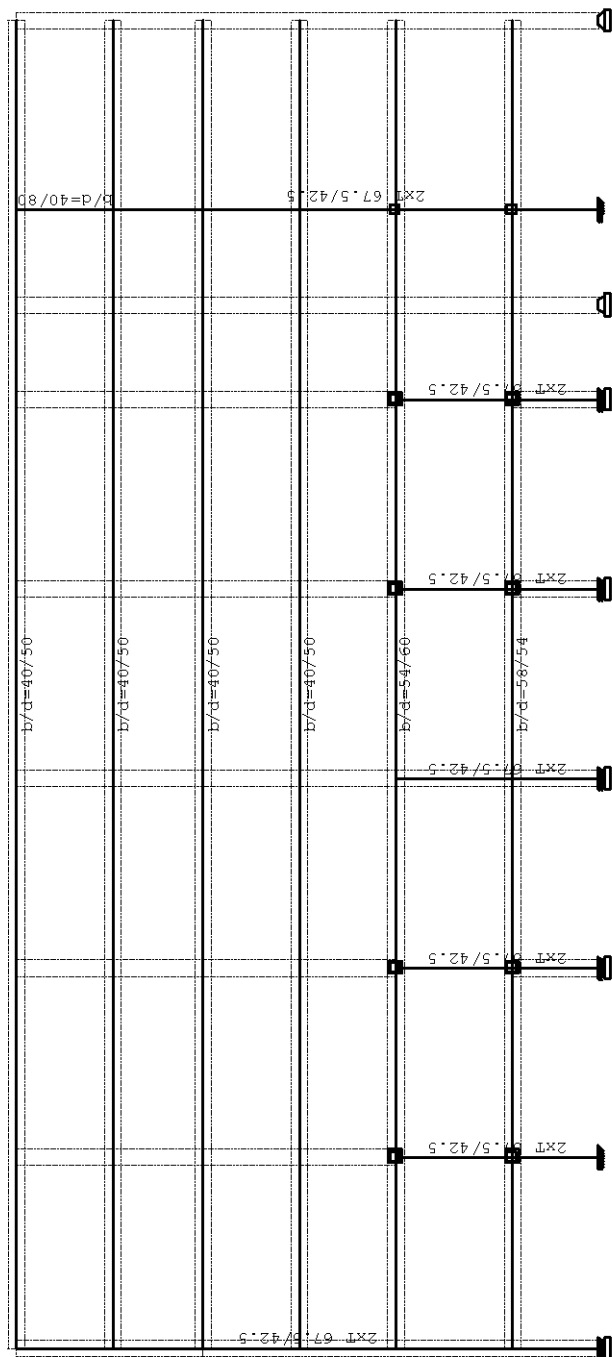
Okvir: AB1



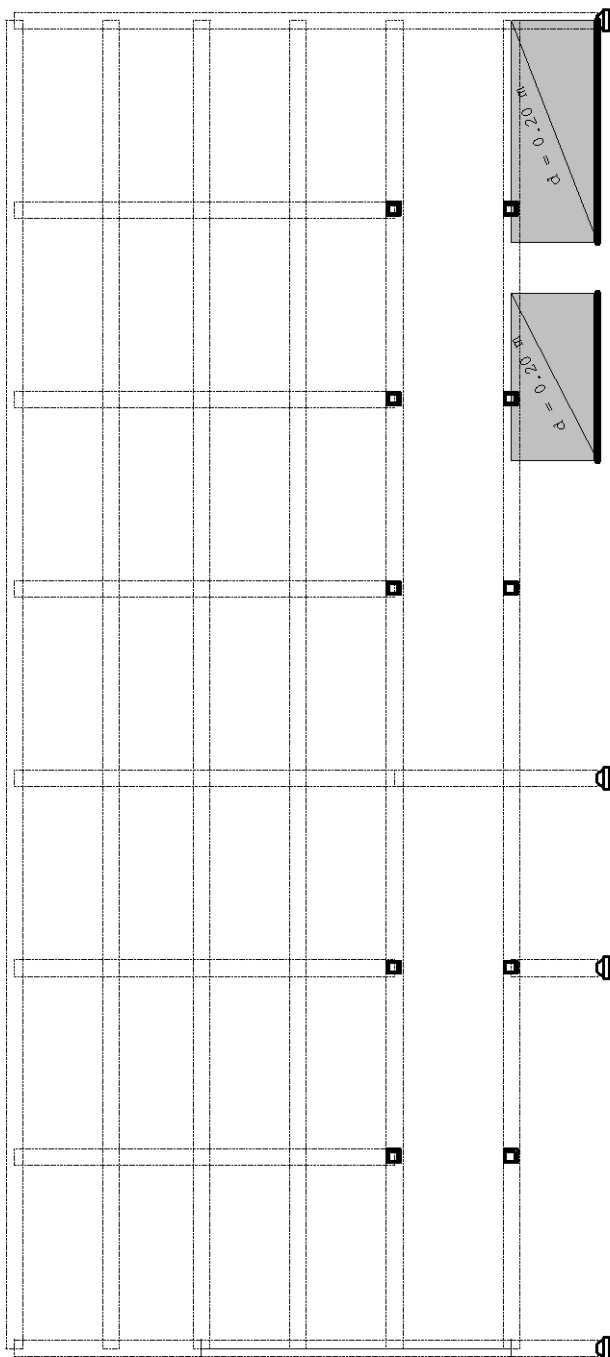
Okrir: AB2



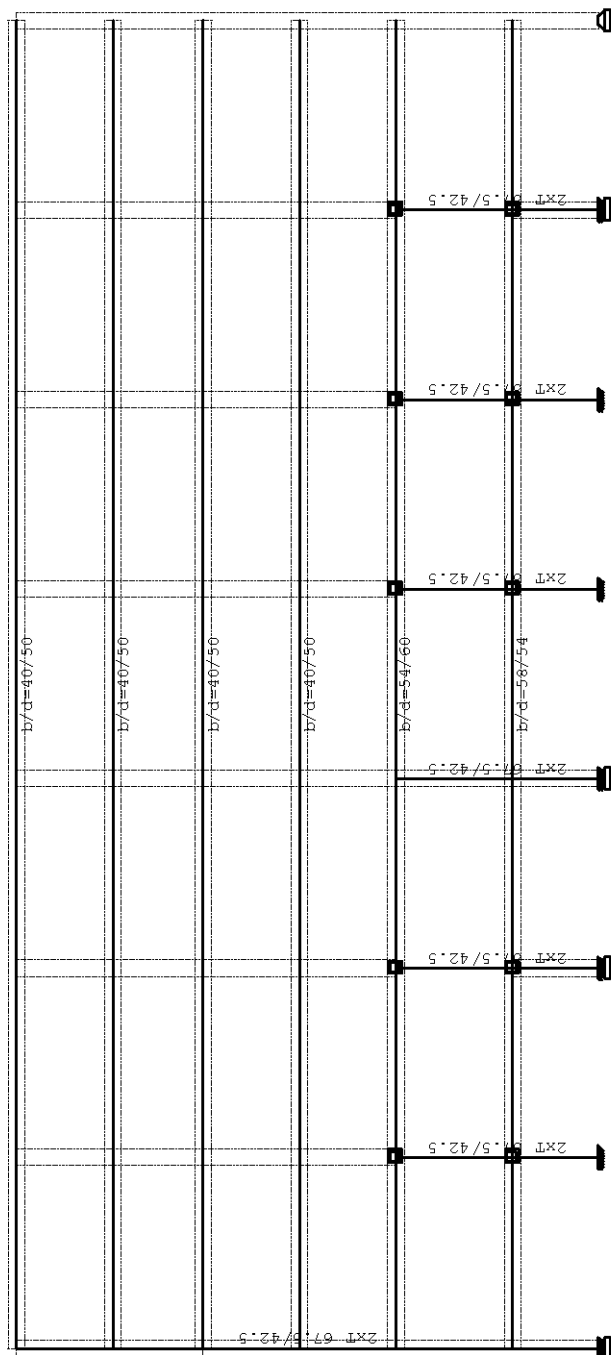
Okrir: AB3



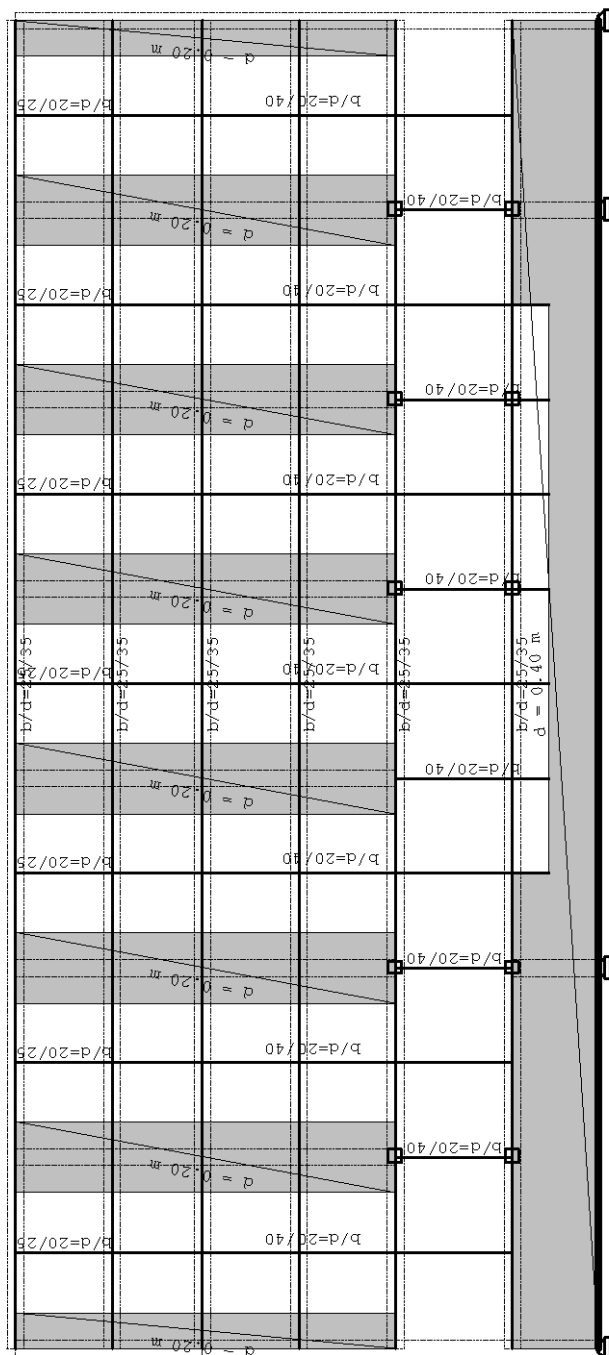
Okvir: B



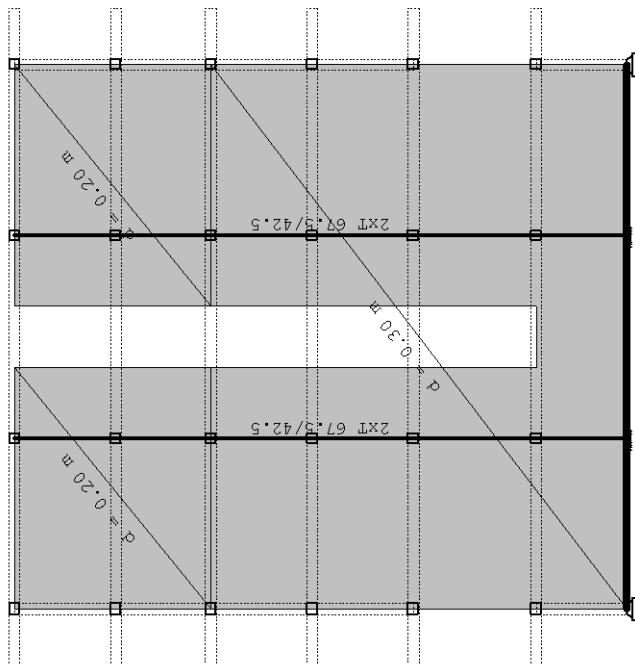
Okvir: BC1



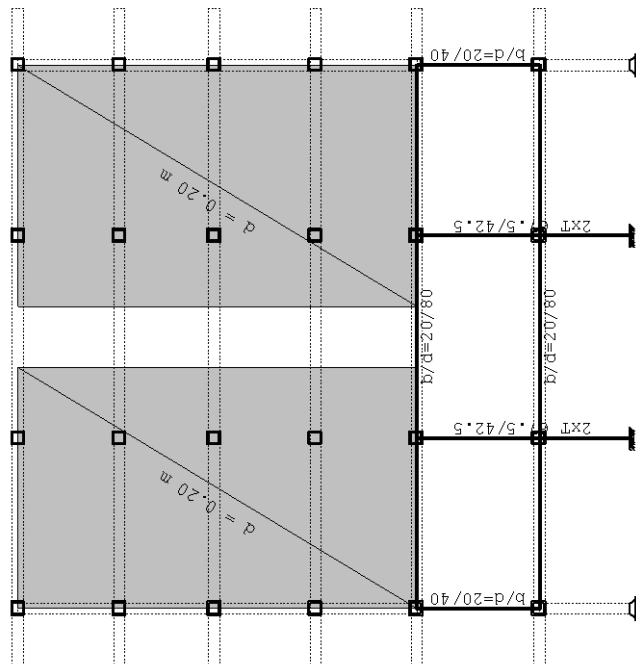
Okvir: C



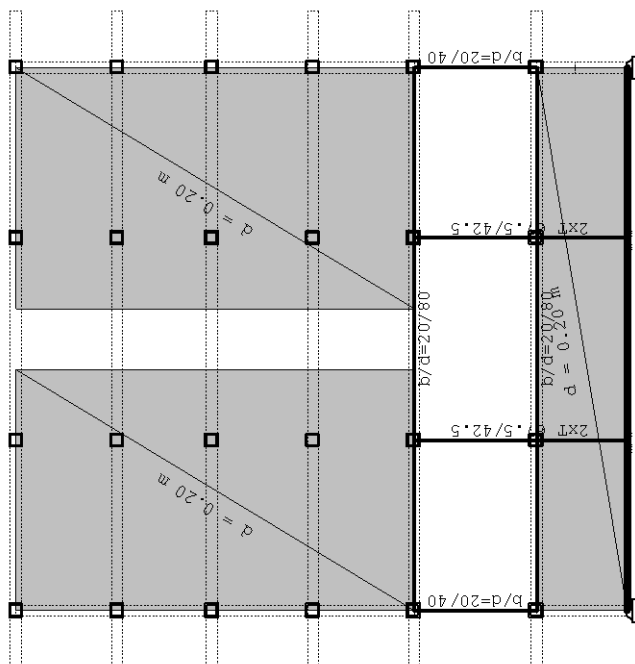
Okvir: D



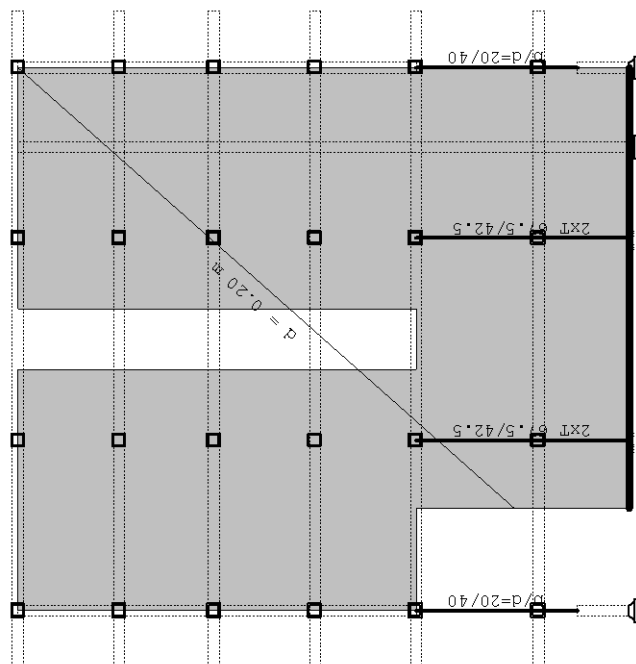
Okvir: 1



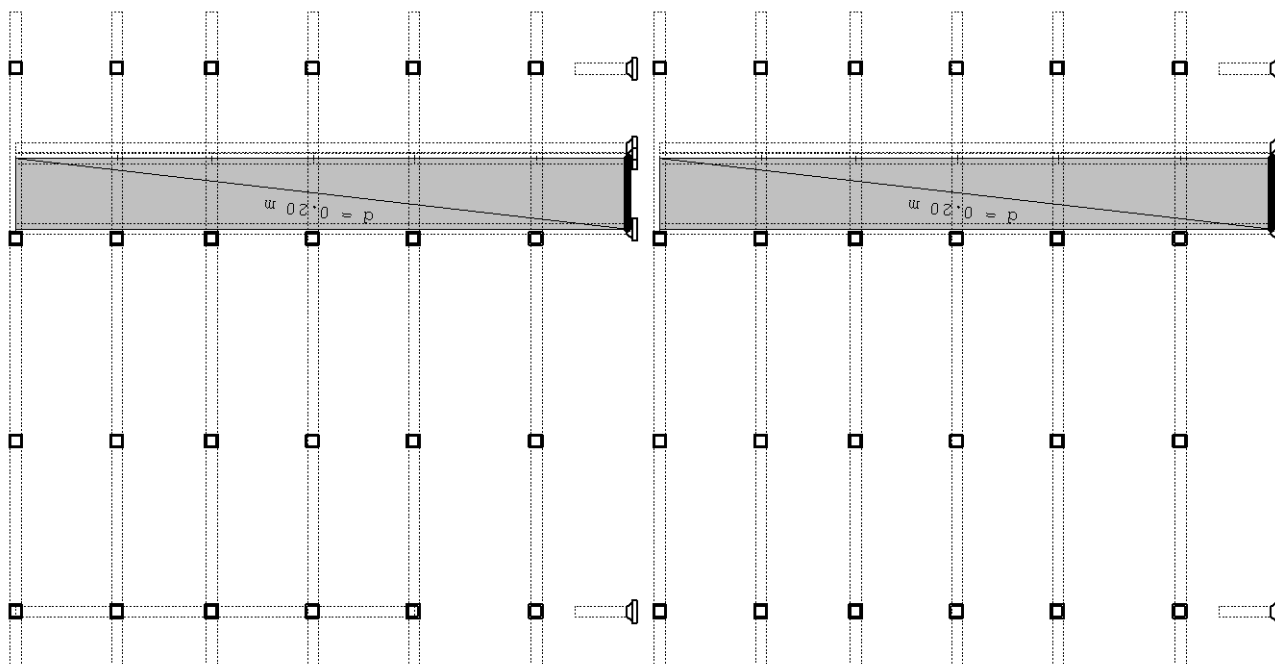
Okvir: 2



Okvir: 3

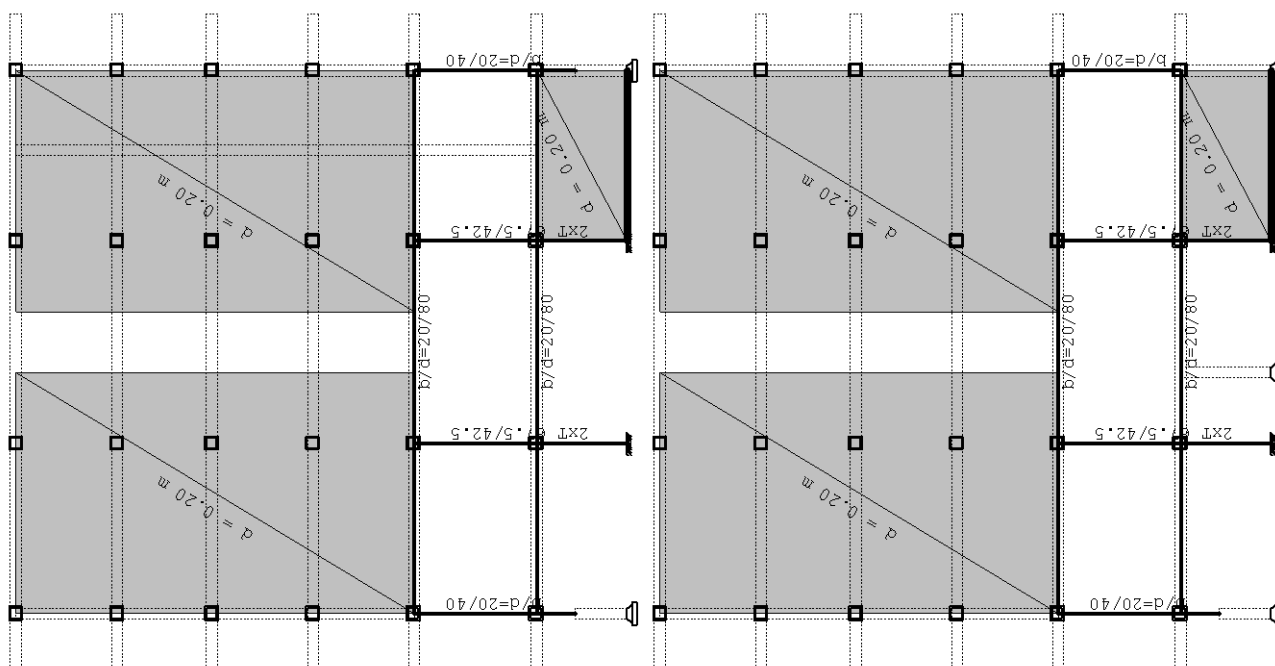


Okvir: 4



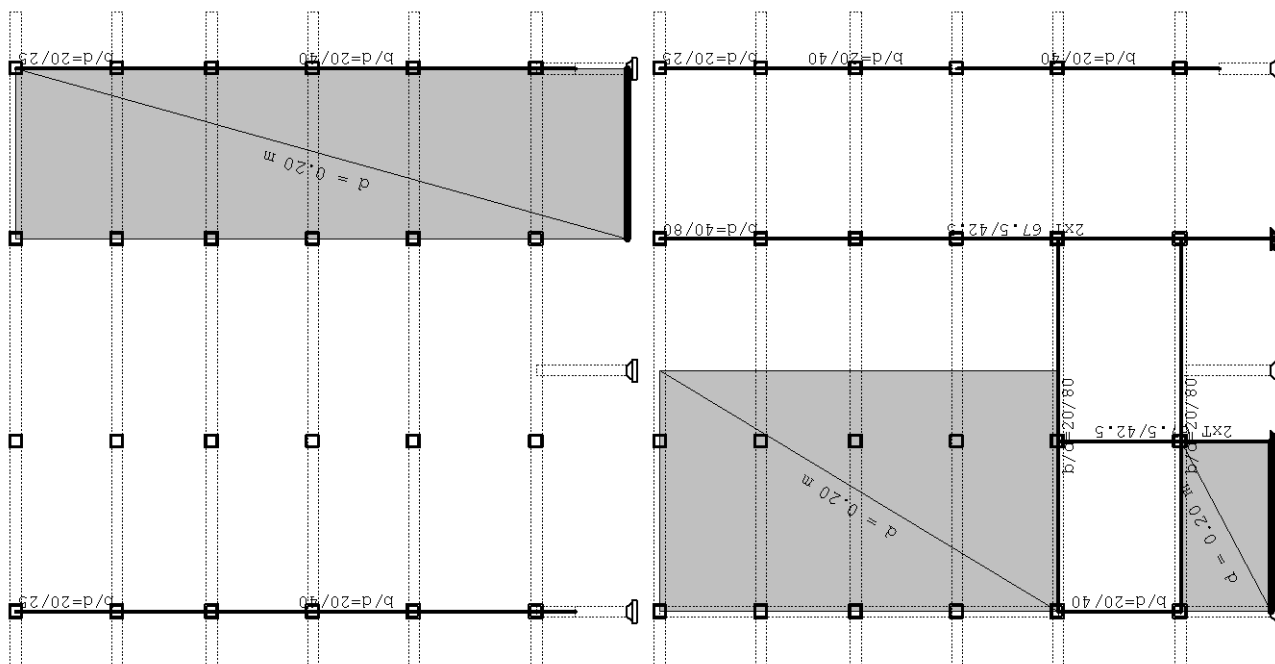
Okvir: 451

Okvir: 452



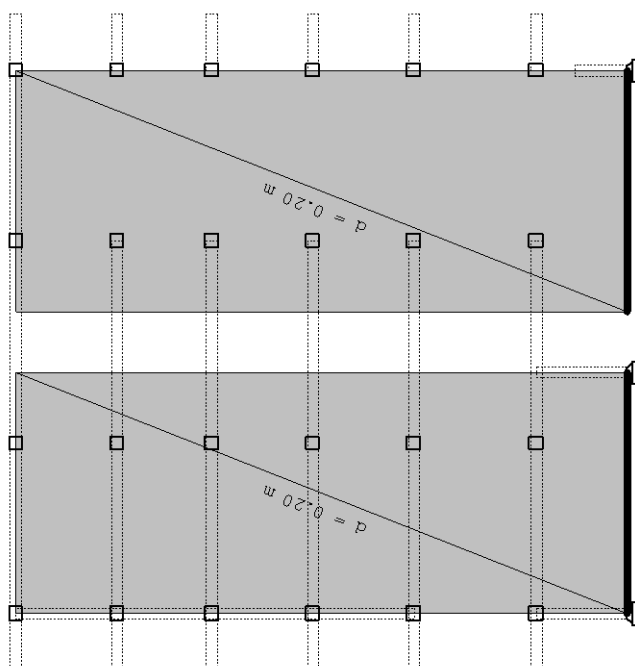
Okvir: 5

Okvir: 6



Okvir: 671

Okvir: 7



Okvir: 8



.Modalna analiza

.Faktori opterećenja za proračun masa

No	Naziv	Koeficijent
1	(g)	1.00
2	dg	1.00
3	q	0.30

.Raspored masa po visini objekta

.Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	.Masa [T]	T/m2
Ploca krova	18.04	20.51	-8.03	857.85	1.07
Ploca trećeg kata	15.04	19.96	-8.17	851.18	1.11
Ploca drugog kata	12.22	19.81	-8.16	858.89	1.12
Ploca prvog kata	9.22	19.71	-8.16	872.06	1.13
Ploca prizmlja	6.22	19.77	-8.08	897.43	1.17
Ploca podruma	2.58	19.76	-8.03	932.12	1.21
Temelji	-0.10	20.27	-7.66	209.42	
.Ukupno:	10.00	19.93	-8.09	5478.95	

.Polozaj centara krutosti po visini objekta

.Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
Ploca krova	18.04	19.99	-7.39
Ploca trećeg kata	15.04	19.99	-7.39
Ploca drugog kata	12.22	19.36	-7.39
Ploca prvog kata	9.22	18.77	-7.39
Ploca prizmlja	6.22	18.47	-6.16
Ploca podruma	2.58	16.16	-9.94
Temelji	-0.10	9.75	-8.05

.Ekscentricitet po visini objekta

.Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
Ploca krova	18.04	0.52	0.64
Ploca trećeg kata	15.04	0.03	0.79
Ploca drugog kata	12.22	0.45	0.77
Ploca prvog kata	9.22	0.93	0.77
Ploca prizmlja	6.22	1.31	1.92
Ploca podruma	2.58	3.61	1.91
Temelji	-0.10	10.52	0.39

.Periodi konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	0.5122	1.9522
2	0.2136	4.6819
3	0.1780	5.6177
4	0.1414	7.0741
5	0.1052	9.5094
6	0.0704	14.1990
7	0.0661	15.1269
8	0.0603	16.5924
9	0.0558	17.9209
10	0.0511	19.5515
11	0.0490	20.4160
12	0.0463	21.6096
13	0.0418	23.9341
14	0.0393	25.4406
15	0.0368	27.2094
16	0.0357	28.0451
17	0.0348	28.7372
18	0.0340	29.4026
19	0.0334	29.9834
20	0.0321	31.1784
21	0.0312	32.0299
22	0.0303	32.9756
23	0.0291	34.4170
24	0.0284	35.1665
25	0.0277	36.1163
26	0.0266	37.6487
27	0.0264	37.9194
28	0.0262	38.1467
29	0.0253	39.6000
30	0.0251	39.8632
31	0.0247	40.4095
32	0.0245	40.8823
33	0.0239	41.7606
34	0.0238	42.0525
35	0.0235	42.4658
36	0.0234	42.8001
37	0.0231	43.2021
38	0.0231	43.2551
39	0.0229	43.7405
40	0.0224	44.6280



Seizmički proračun

.Seizmicki proracun: .EUROCODE

.Kategorija tla: B
.Kategorija znacaja: II ($\gamma=1.0$)
.Odnos ag/g: 0.22
.Faktor ponasanja: 3
.Koeficijent prigusenja: 0.05
S: 1.2
Tb: 0.15
Tc: 0.5
Td: 2

.Faktori pravca potresa:

Naziv	Kx	Ky	Kz
Sx	1.000	0.300	0.000
Sy	0.300	1.000	0.000

.Faktori participacije - .relativno ucesce

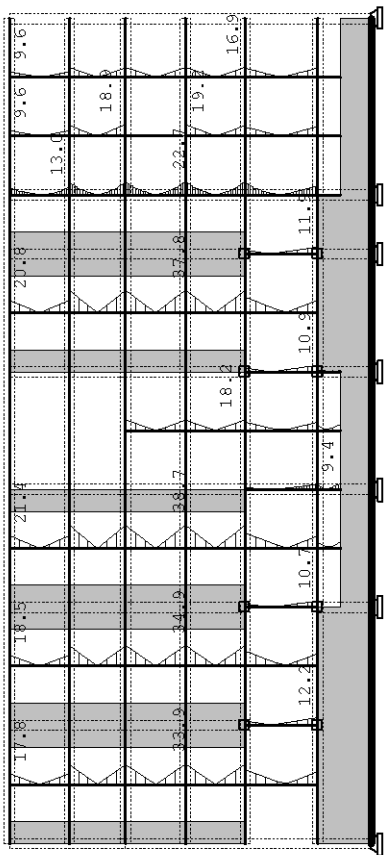
.Ton \ Naziv	1.	2.
1	0.679	0.056
2	0.046	0.496
3	0.023	0.207
4	0.117	0.010
5	0.000	0.000
6	0.012	0.002
7	0.000	0.000
8	0.008	0.097
9	0.001	0.014
10	0.001	0.003
11	0.001	0.007
12	0.000	0.000
13	0.003	0.001
14	0.000	0.000
15	0.000	0.002
16	0.000	0.006
17	0.001	0.004
18	0.000	0.001
19	0.002	0.000
20	0.001	0.000
21	0.001	0.001
22	0.002	0.000
23	0.001	0.000
24	0.022	0.004
25	0.067	0.013
26	0.003	0.001
27	0.001	0.005
28	0.000	0.029
29	0.001	0.000
30	0.000	0.000
31	0.001	0.004
32	0.000	0.002
33	0.001	0.004
34	0.001	0.003
35	0.000	0.001
36	0.000	0.000
37	0.003	0.020
38	0.000	0.000
39	0.001	0.004
40	0.000	0.000

.Faktori participacije - .angazovanje mase

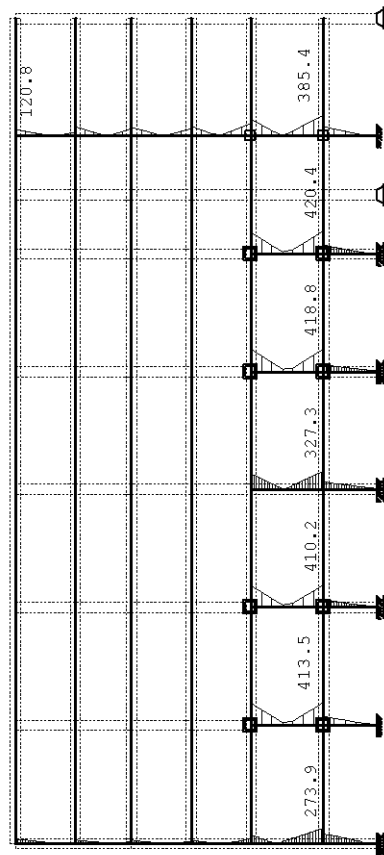
.Ton	UX (%)	UY (%)	UZ (%)	ΣUX (%)	ΣUY (%)	ΣUZ (%)
1	68.50	0.01	0.00	68.50	0.01	0.00
2	0.00	49.19	0.00	68.50	49.20	0.00
3	0.02	20.20	0.00	68.52	69.40	0.00
4	11.57	0.00	0.00	80.09	69.40	0.00
5	0.00	0.00	0.00	80.09	69.40	0.00
6	1.23	0.01	0.00	81.32	69.41	0.00
7	0.00	0.05	0.00	81.32	69.46	0.00
8	0.01	11.15	0.00	81.33	80.61	0.00
9	0.00	1.56	0.00	81.33	82.17	0.00
10	0.05	0.26	0.00	81.38	82.43	0.00
11	0.01	0.76	0.00	81.39	83.19	0.00
12	0.03	0.01	0.00	81.42	83.20	0.00
13	0.27	0.01	0.00	81.69	83.21	0.00
14	0.00	0.03	0.00	81.69	83.24	0.00
15	0.02	0.33	0.00	81.71	83.57	0.00
16	0.00	0.71	0.00	81.71	84.28	0.00
17	0.01	0.44	0.00	81.72	84.72	0.00
18	0.00	0.10	0.00	81.72	84.82	0.00
19	0.21	0.01	0.00	81.94	84.82	0.00
20	0.07	0.00	0.00	82.00	84.83	0.00
21	0.03	0.08	0.00	82.03	84.91	0.00
22	0.28	0.00	0.00	82.31	84.91	0.00
23	0.27	0.14	0.00	82.58	85.05	0.00
24	2.33	0.04	0.00	84.91	85.09	0.00
25	7.14	0.18	0.00	92.05	85.27	0.00
26	0.23	0.07	0.00	92.28	85.34	0.00
27	0.32	0.93	0.00	92.59	86.27	0.00
28	0.33	4.07	0.00	92.92	90.34	0.00
29	0.14	0.02	0.00	93.06	90.36	0.00
30	0.04	0.00	0.00	93.10	90.36	0.00
31	0.00	0.49	0.00	93.10	90.85	0.00
32	0.00	0.22	0.00	93.10	91.07	0.00
33	0.00	0.51	0.00	93.10	91.57	0.00
34	0.01	0.32	0.00	93.11	91.90	0.00
35	0.01	0.06	0.00	93.12	91.95	0.00
36	0.06	0.04	0.00	93.18	91.99	0.00
37	0.04	2.24	0.00	93.22	94.22	0.00
38	0.03	0.06	0.00	93.25	94.28	0.00
39	0.00	0.46	0.00	93.26	94.74	0.00
40	0.09	0.04	0.00	93.35	94.79	0.00

.Statički proračun

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

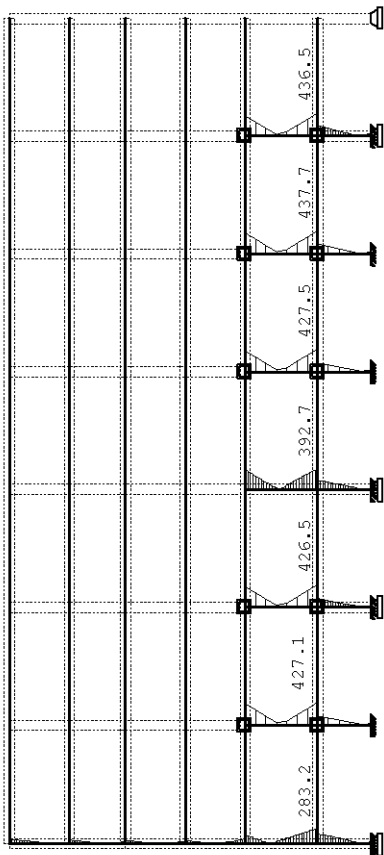


Okvir: A
Uticaji u stupovima: max .M (kNm)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

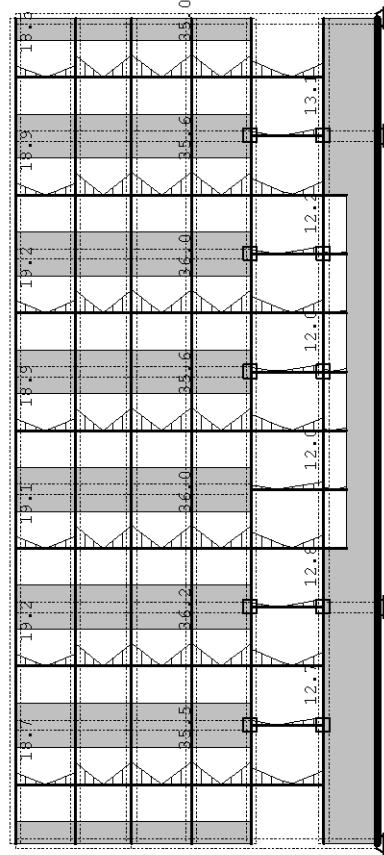


Okvir: B
Uticaji u stupovima: max .M (kNm)

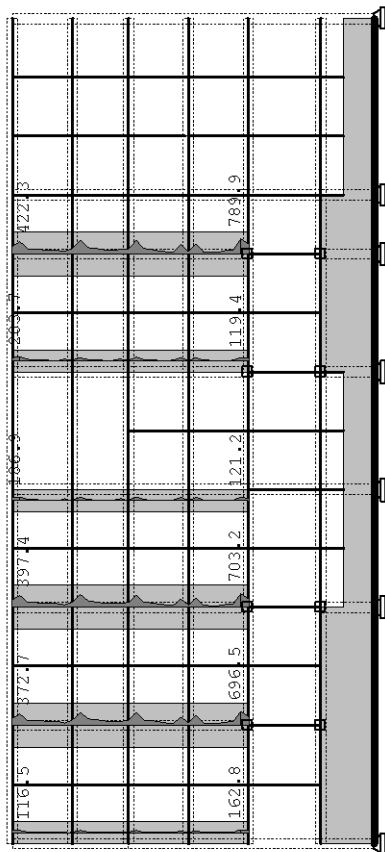
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)



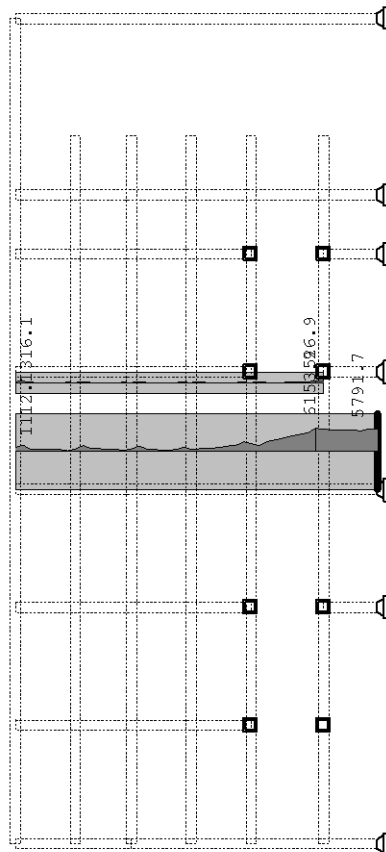
Okvir: C
Uticaji u stupovima: max .M (kNm)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)



.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

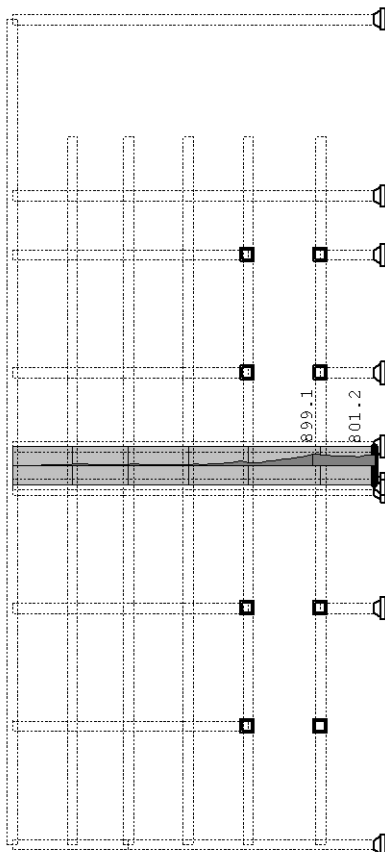


Okvir: A
Uticaji u zidovima: max .M (kNm)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

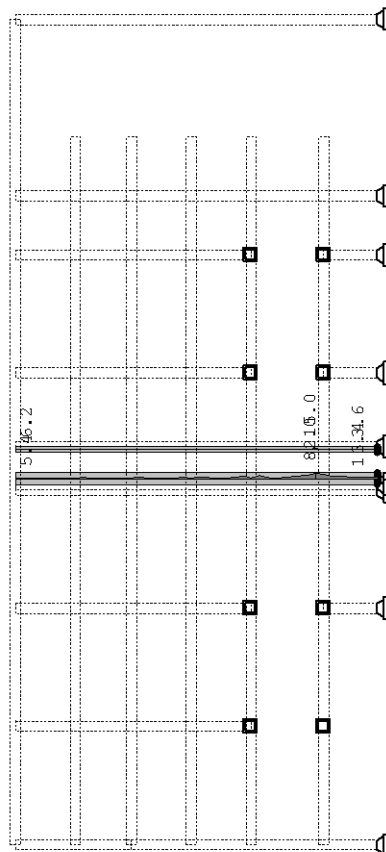


Okvir: AB1
Uticaji u zidovima: max .M (kNm)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

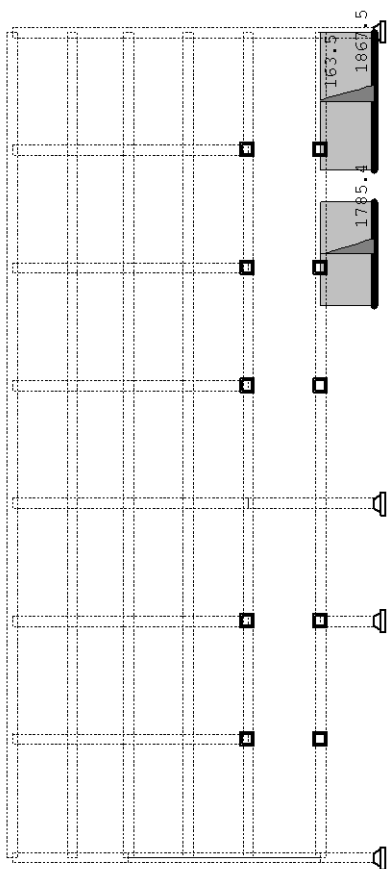


Okvir: AB2
Uticaji u zidovima: max .M (kNm)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

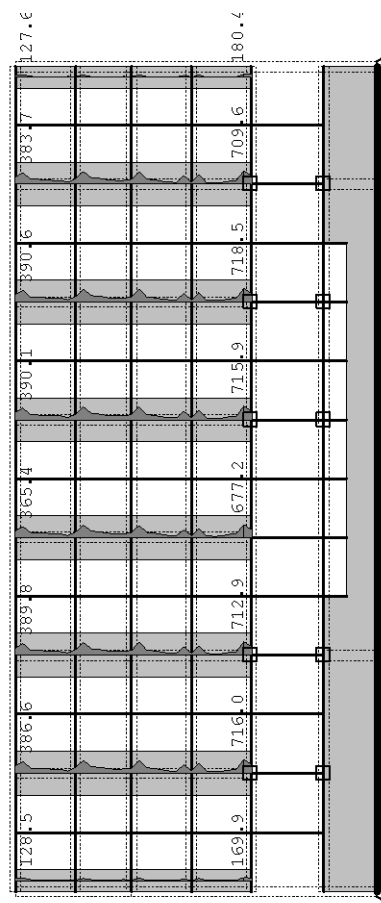


Okvir: AB3
Uticaji u zidovima: max .M (kNm)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

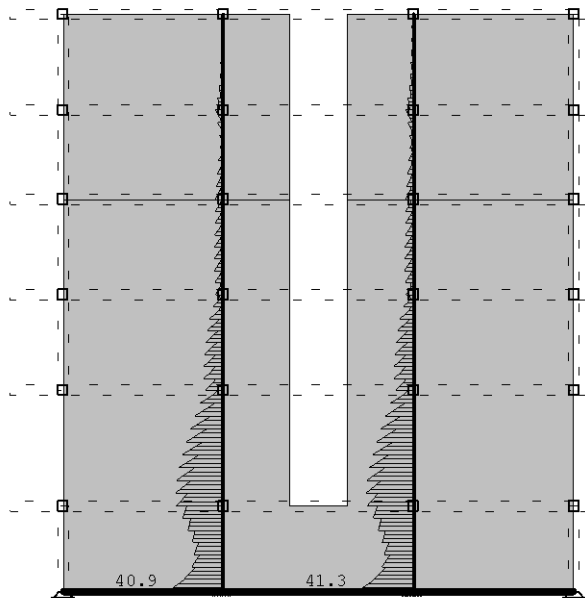


Okvir: BC1
Uticaji u zidovima: max .M (kNm)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

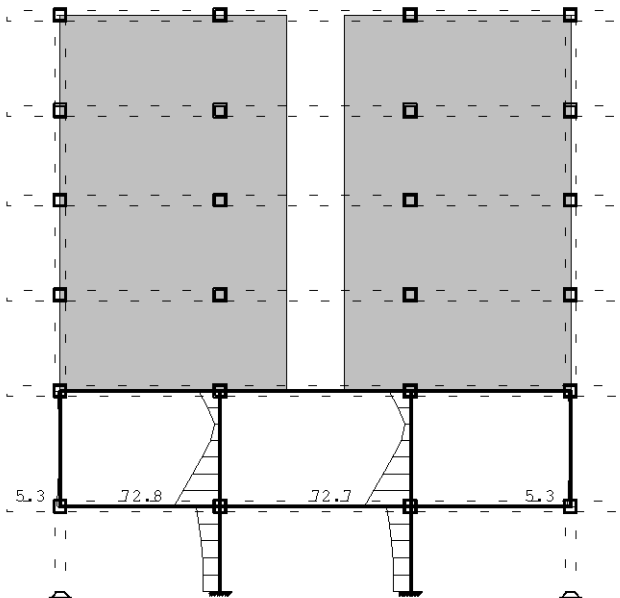


Okvir: D
Uticaji u zidovima: max .M (kNm)

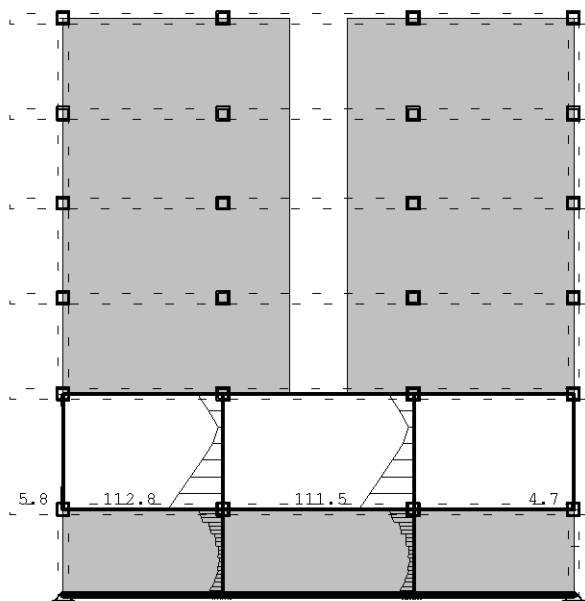
.Opt. (1.0 x g + 1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0 x Sy)



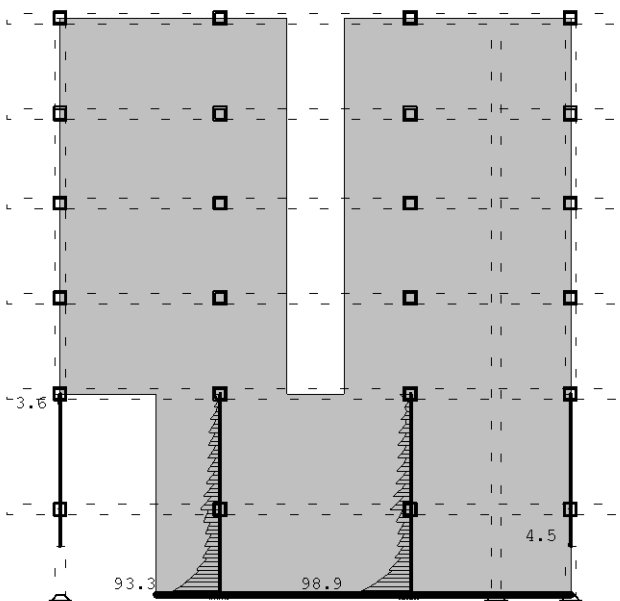
.Opt. (1.0 x g + 1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0 x Sy)



Okvir: 1
Uticaji u stupovima: max .M (kNm)
.Opt. (1.0 x g + 1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0 x Sy)



Okvir: 2
Uticaji u stupovima: max .M (kNm)
.Opt. (1.0 x g + 1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0 x Sy)

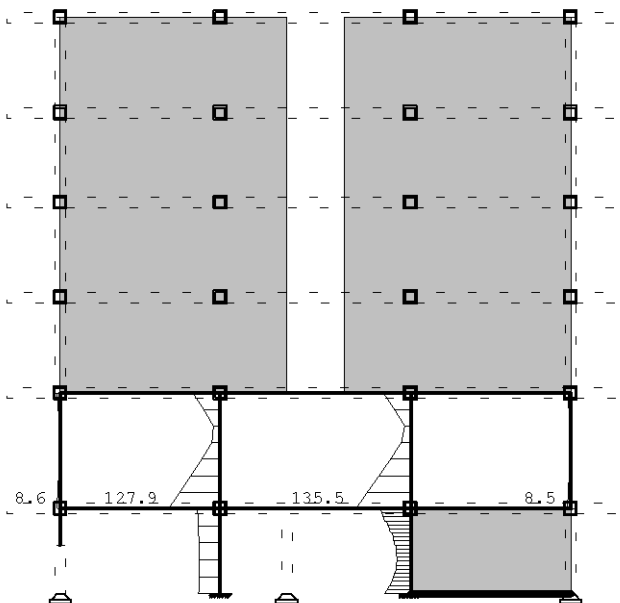
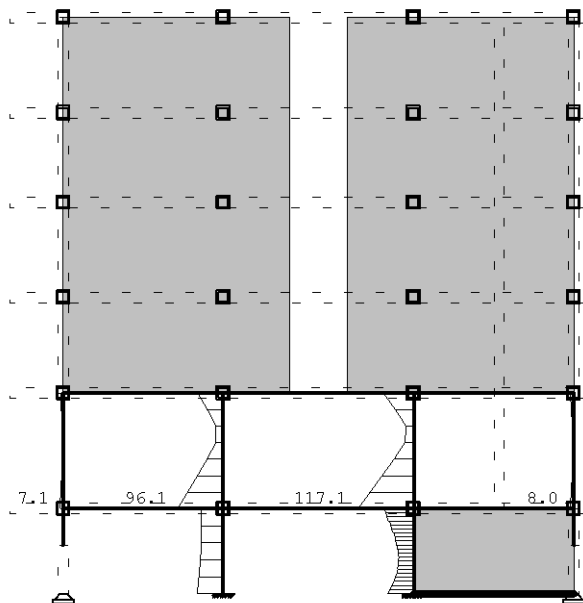


Okvir: 3
Uticaji u stupovima: max .M (kNm)

Okvir: 4
Uticaji u stupovima: max .M (kNm)

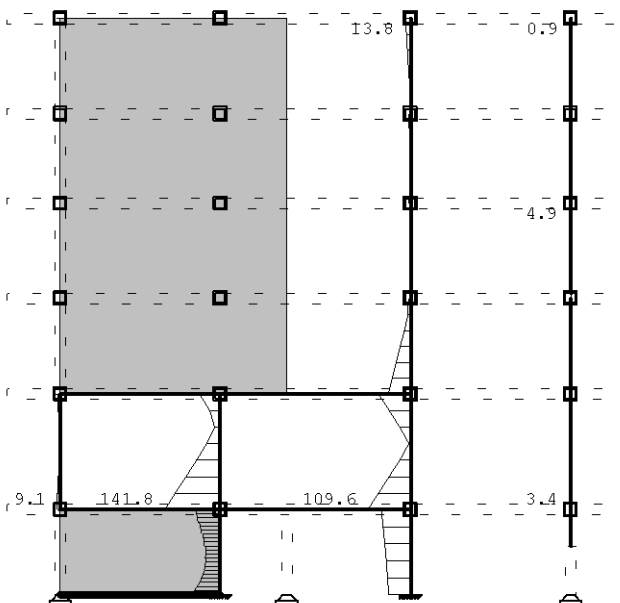
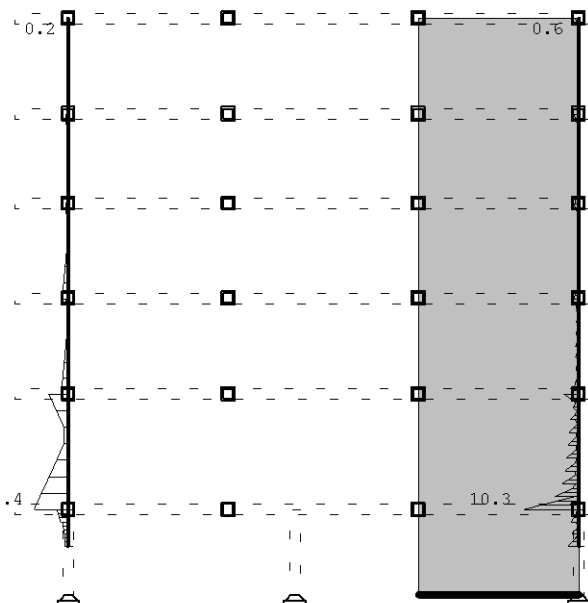
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



Okvir: 5
Uticaji u stupovima: max .M (kNm)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

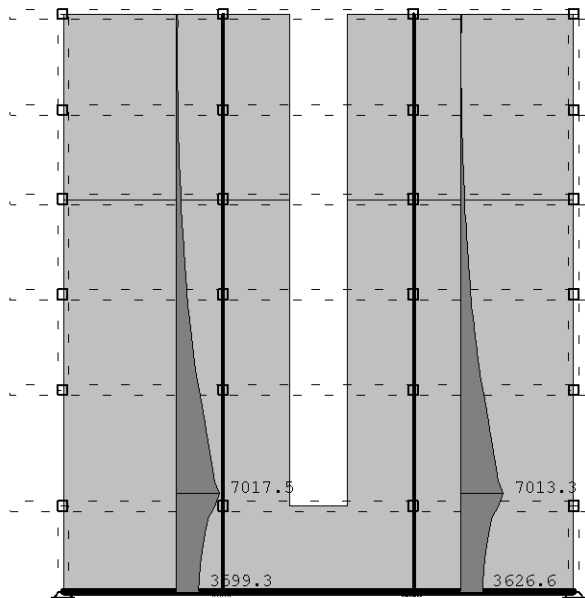
Okvir: 6
Uticaji u stupovima: max .M (kNm)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



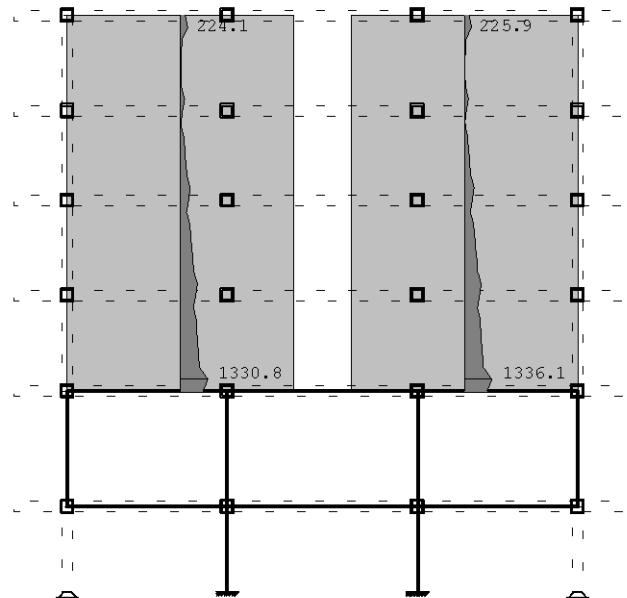
Okvir: 671
Uticaji u stupovima: max .M (kNm)

Okvir: 7
Uticaji u stupovima: max .M (kNm)

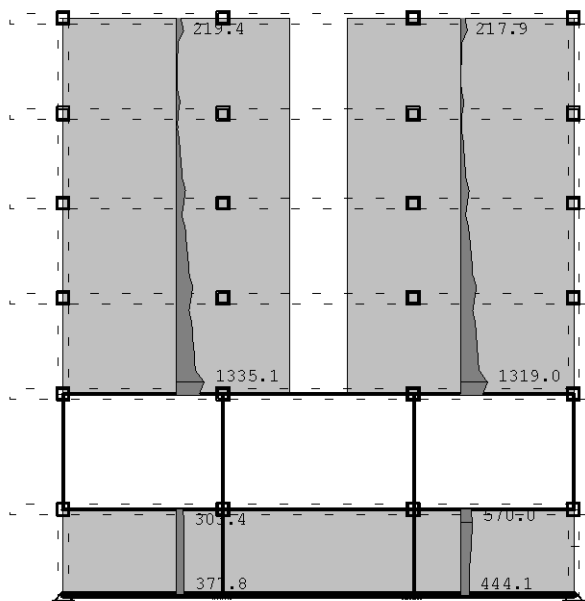
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

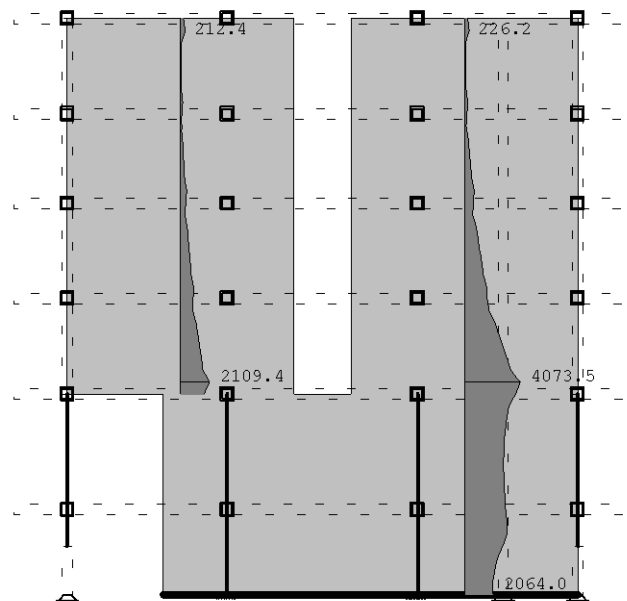


Okvir: 1
Uticaji u zidovima: max .M (kNm)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



Okvir: 3
Uticaji u zidovima: max .M (kNm)

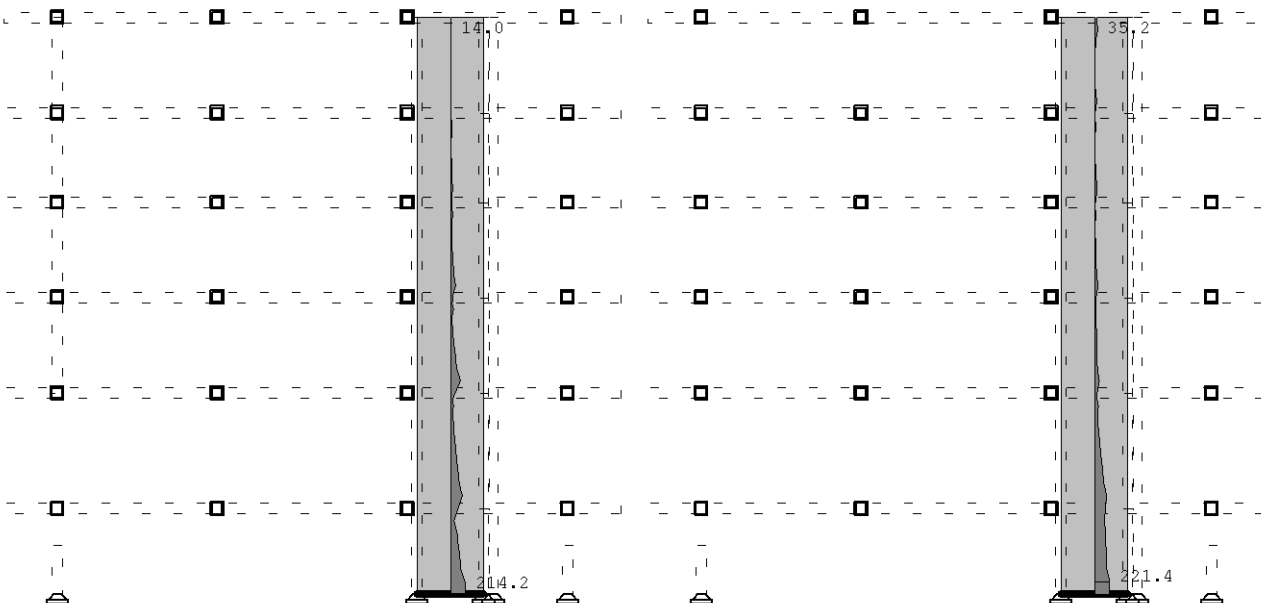
Okvir: 2
Uticaji u zidovima: max .M (kNm)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



Okvir: 4
Uticaji u zidovima: max .M (kNm)

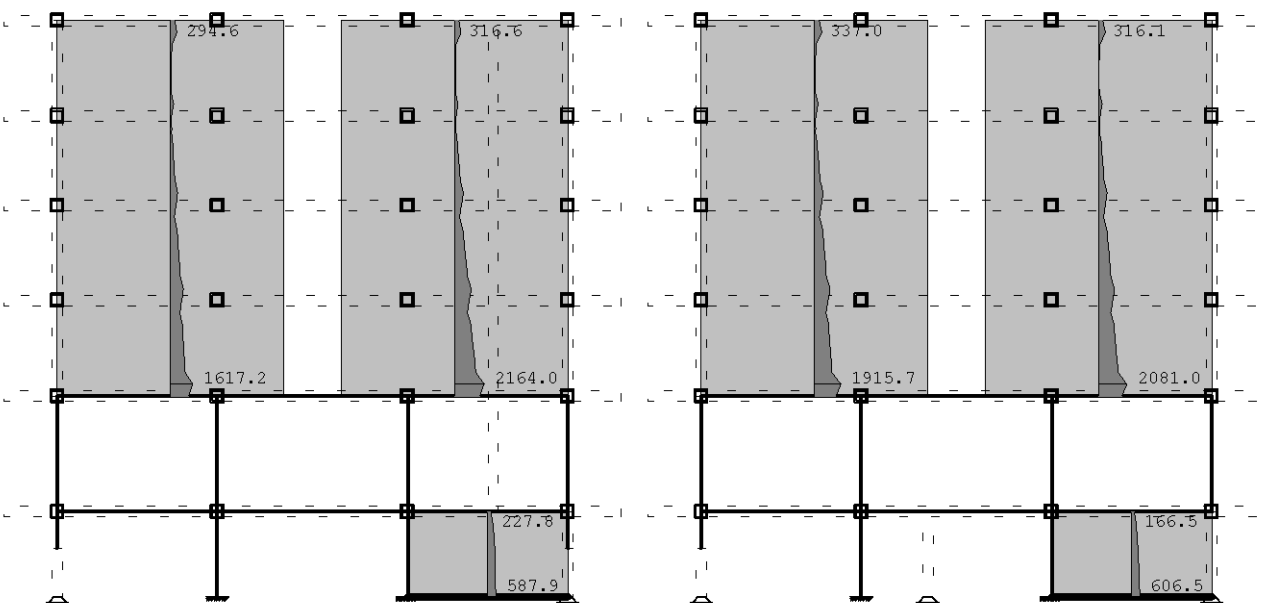
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



Okvir: 451
Uticaji u zidovima: max .M (kNm)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

Okvir: 452
Uticaji u zidovima: max .M (kNm)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

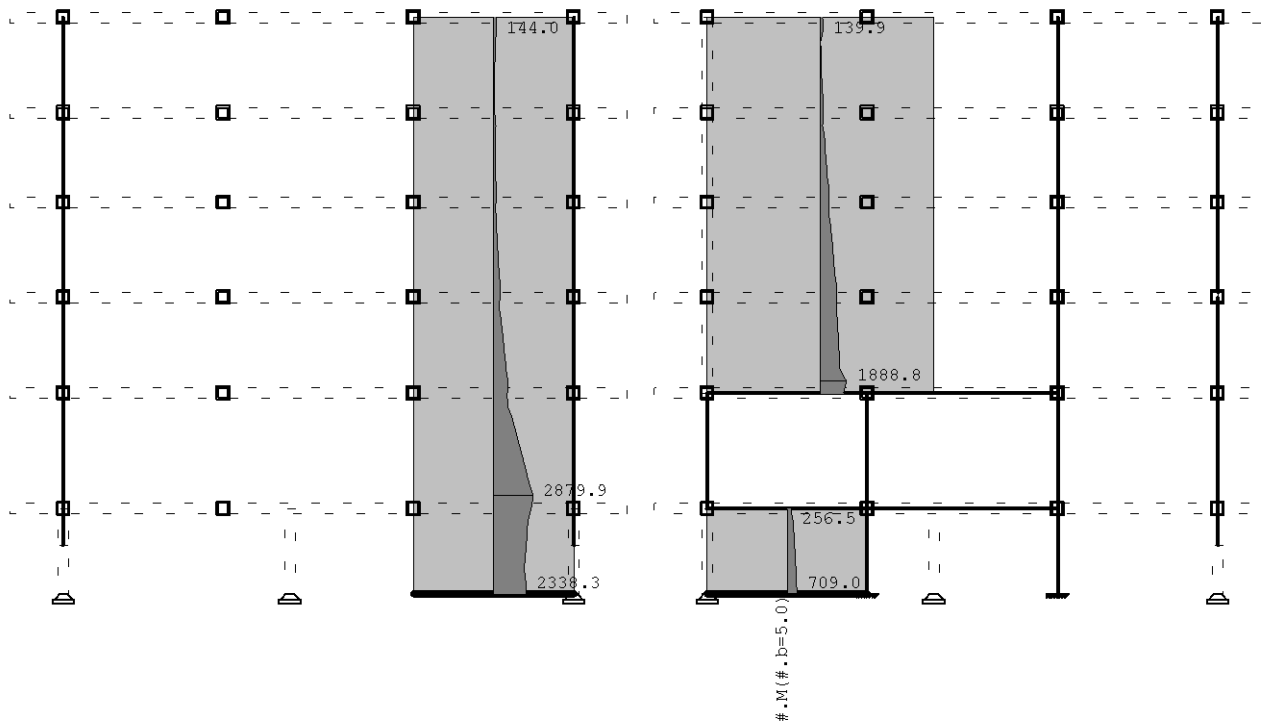


Okvir: 5
Uticaji u zidovima: max .M (kNm)

Okvir: 6
Uticaji u zidovima: max .M (kNm)

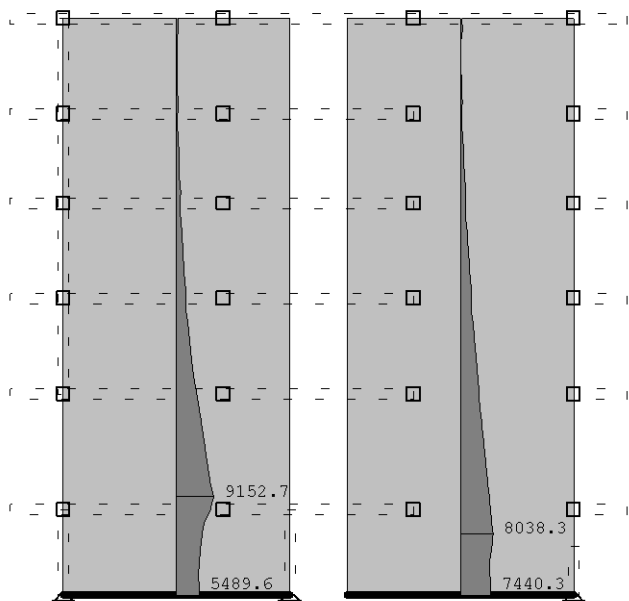
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



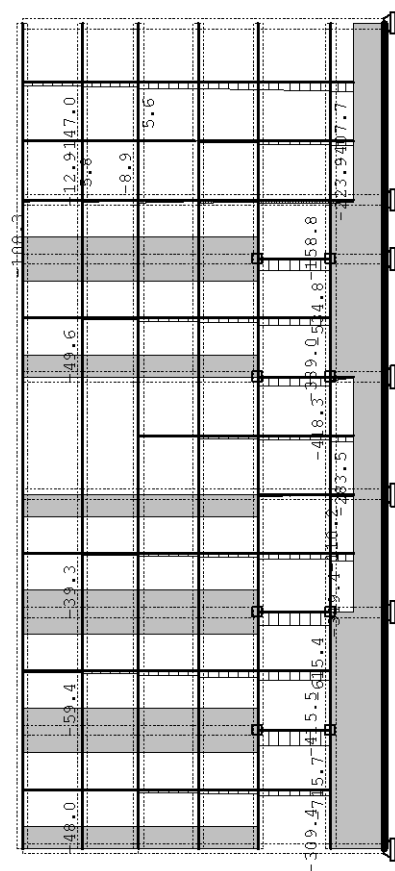
Okvir: 671
Uticaji u zidovima: max .M (kNm)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

Okvir: 7
Uticaji u zidovima: max .M (kNm)



Okvir: 8
Uticaji u zidovima: max .M (kNm)

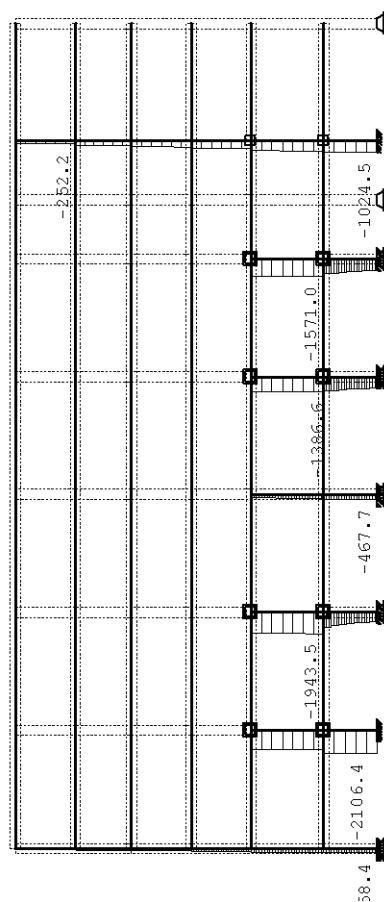
Opt. $(1.0 \times g + 1.0 \times dg + 0.3 \times q + 1.0 \times Sx)$



Okvir: A

Uticaji u stupovima: max .N (kNm)

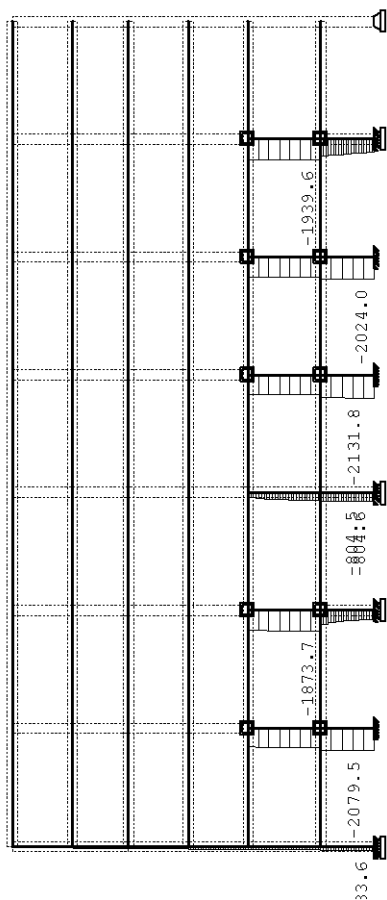
...Opt. $(1.0 \times g + 1.0 \times dg + 0.3 \times q + 1.0 \times Sx)$



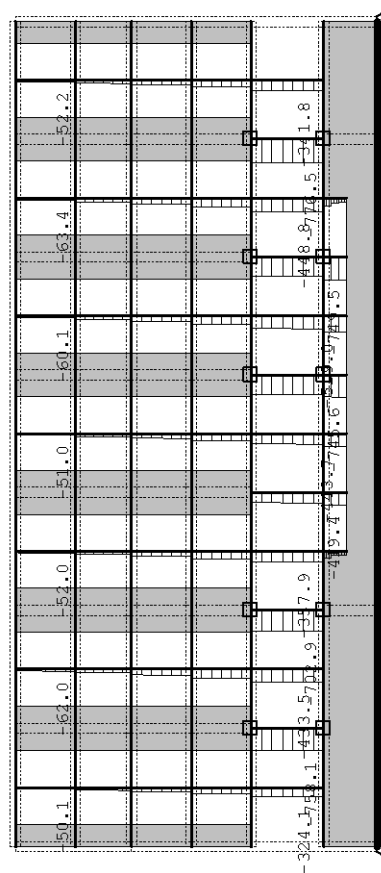
Okvir: B

Uticaji u stupovima: max. N (kNm)

Opt. $(1.0 \times g + 1.0 \times dg + 0.3 \times q + 1.0 \times Sx)$

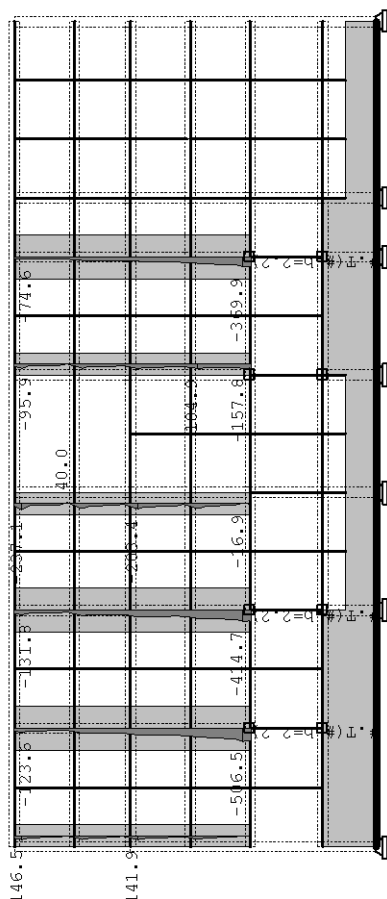


Okvir: C

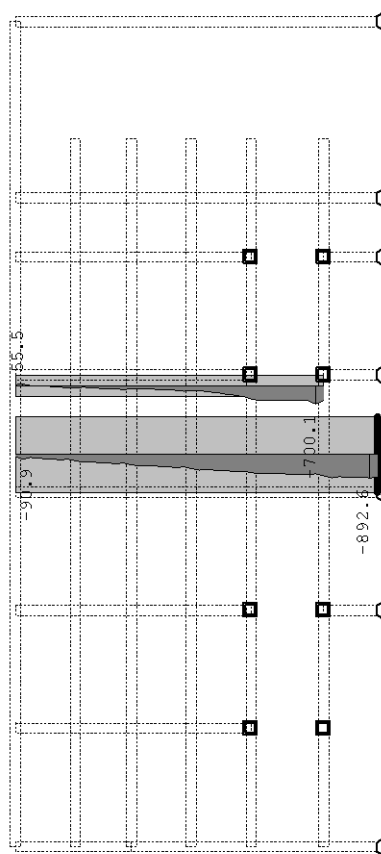


Okvir: D
Utjecaji u stupovima: max .N (kNm)

.Opt. $(1.0 \times g + 1.0 \times dg + 0.3 \times q + 1.0 \times Sx)$

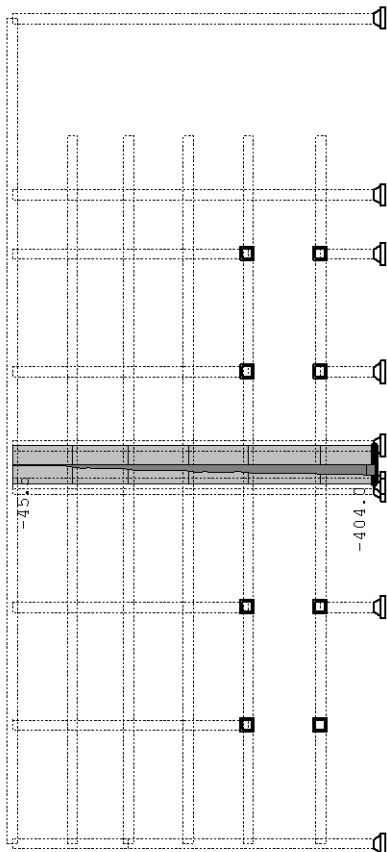


Okvir: A

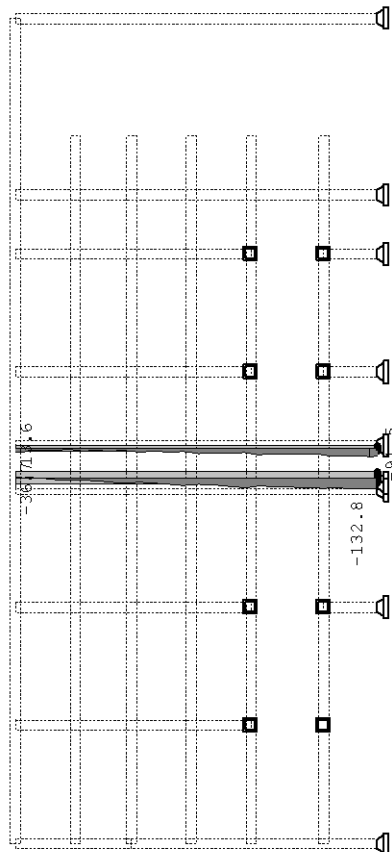


Okvir: AB1
Utjecaji u zidovima : max .N (kNm)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

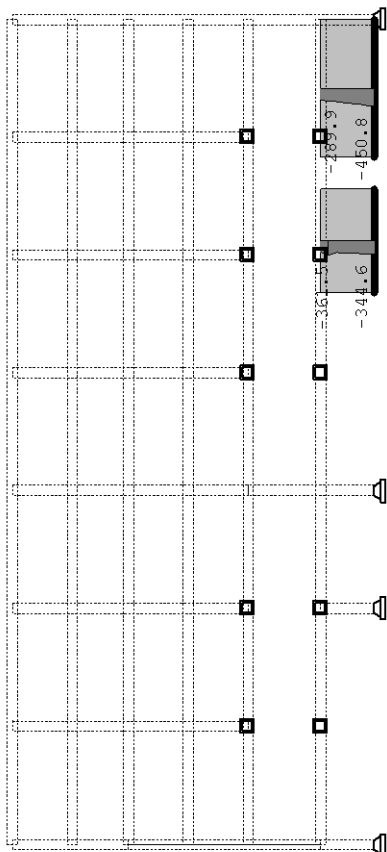


Okvir: AB2
Utjecaji u zidovima: max .N (kNm)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

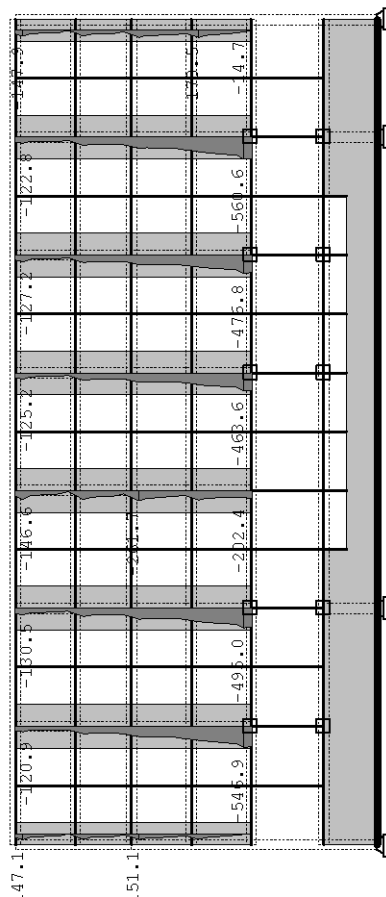


Okvir: AB3
Utjecaji u zidovima: max .N (kNm)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)



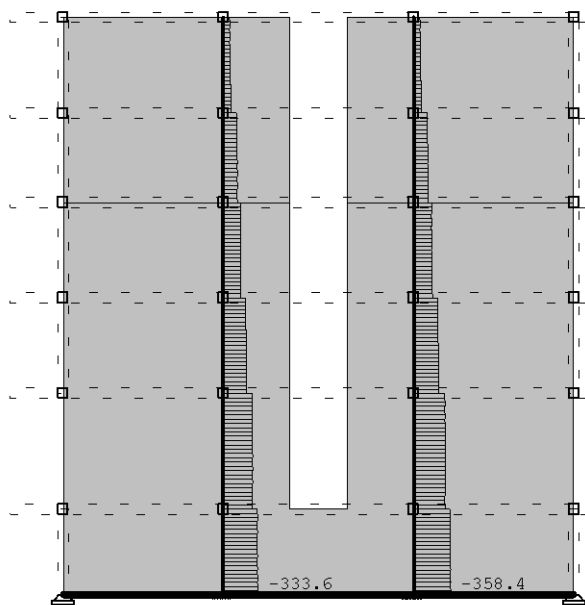
Okvir: BC1
Utjecaji u zidovima: max .N (kNm)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)



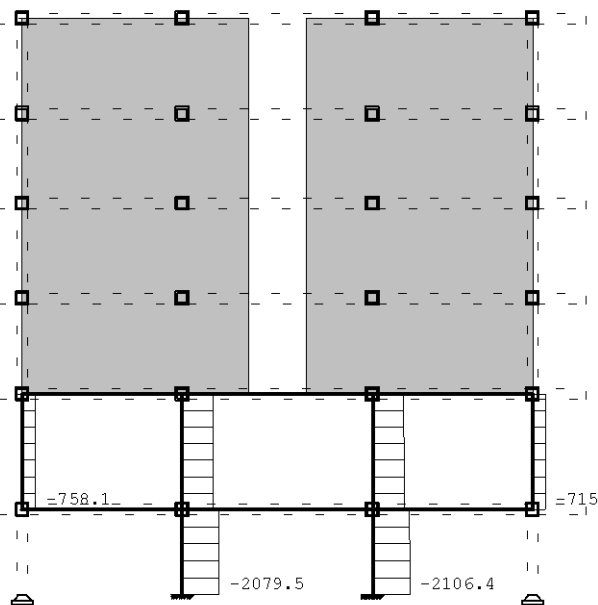
Okvir: D
Utjecaji u zidovima: max .N (kNm)

.Opt. (1.0 x g + 1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0 x Sy)

.Opt. (1.0 x g + 1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0 x Sy)

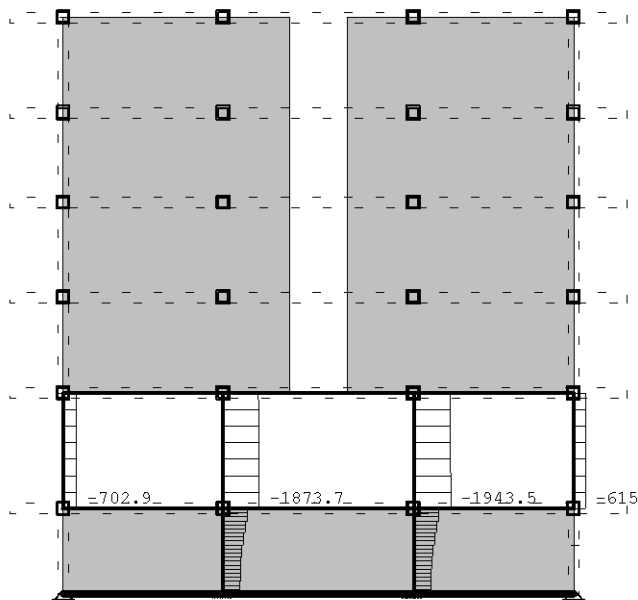


Okvir: 1
Uticaji u stupovima: max .N (kN)

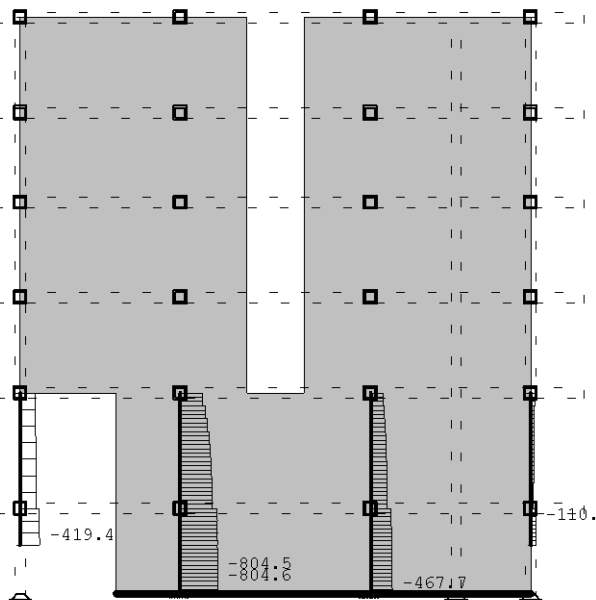


Okvir: 2
Uticaji u stupovima: max .N (kN)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

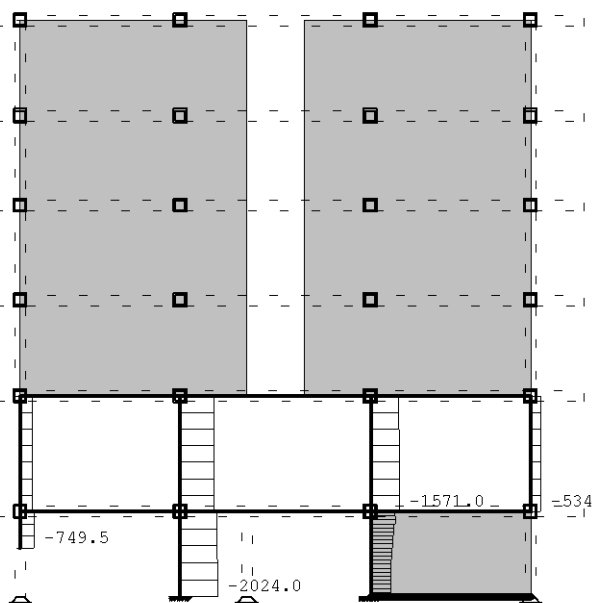
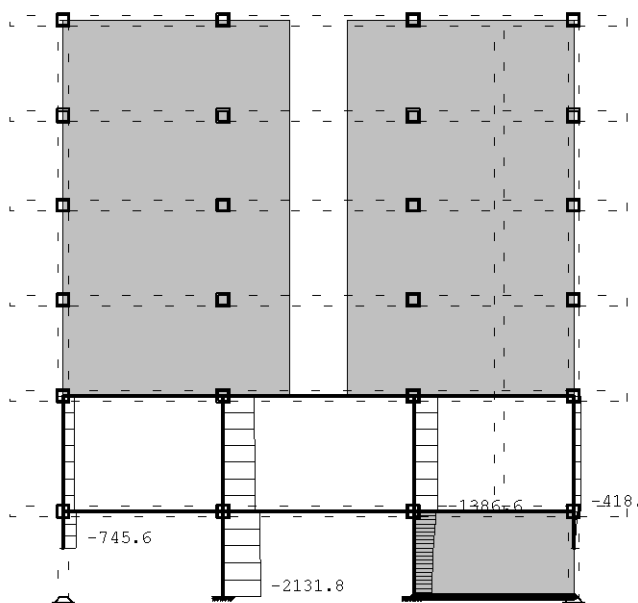


.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



Okvir: 3
Uticaji u stupovima: max .N (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

Okvir: 4
Uticaji u stupovima: max .N (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

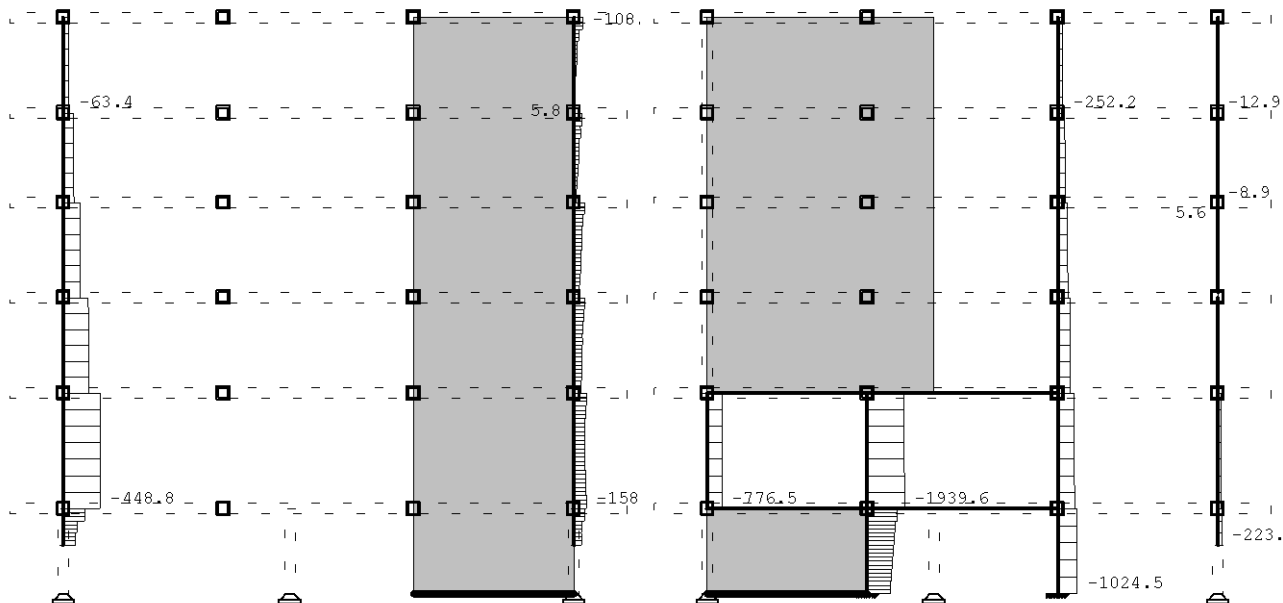


Okvir: 5
Uticaji u stupovima: max .N (kN)

Okvir: 6
Uticaji u stupovima: max .N (kN)

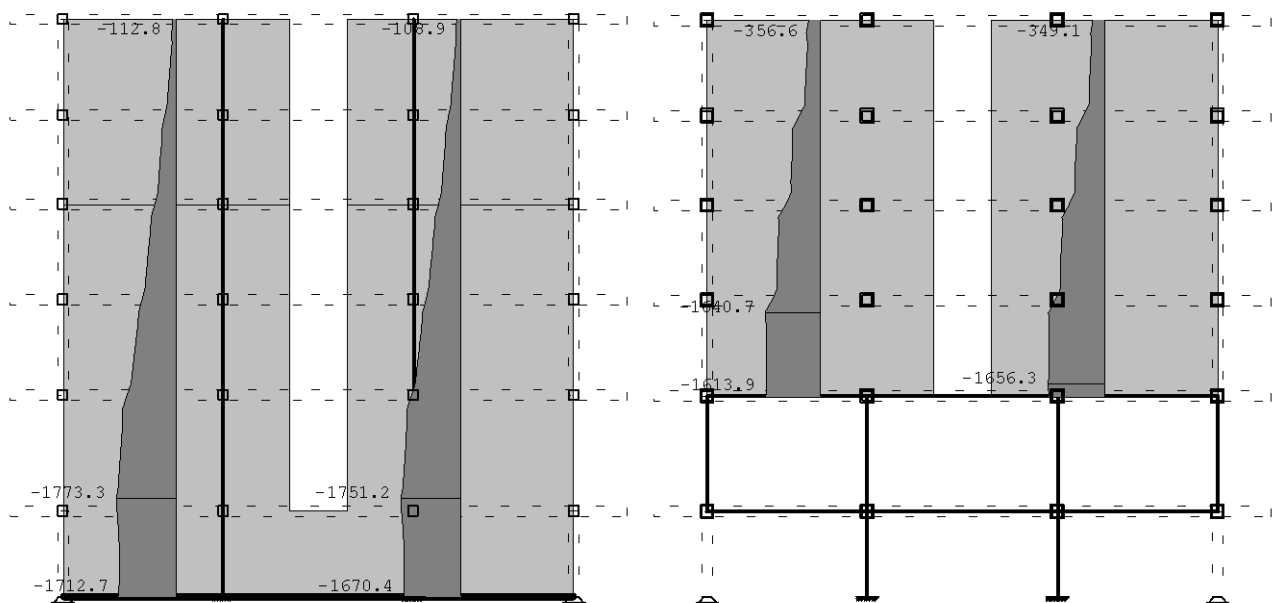
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



Okvir: 671
Utjecaji u stupovima: max .N (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

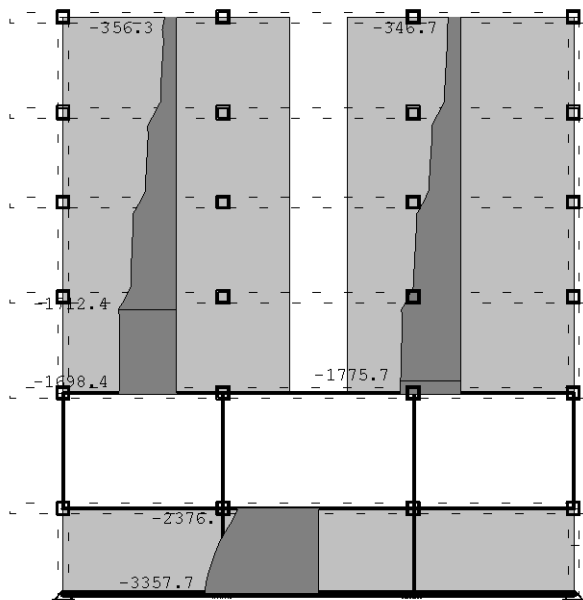
Okvir: 7
Utjecaji u stupovima: max .N (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



Okvir: 1
Utjecaji u zidovima: max .N (kN)

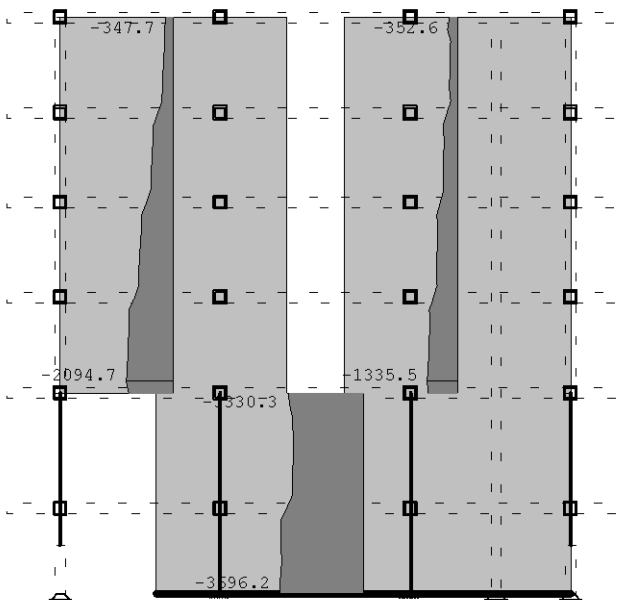
Okvir: 2
Utjecaji u zidovima: max .N (kN)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

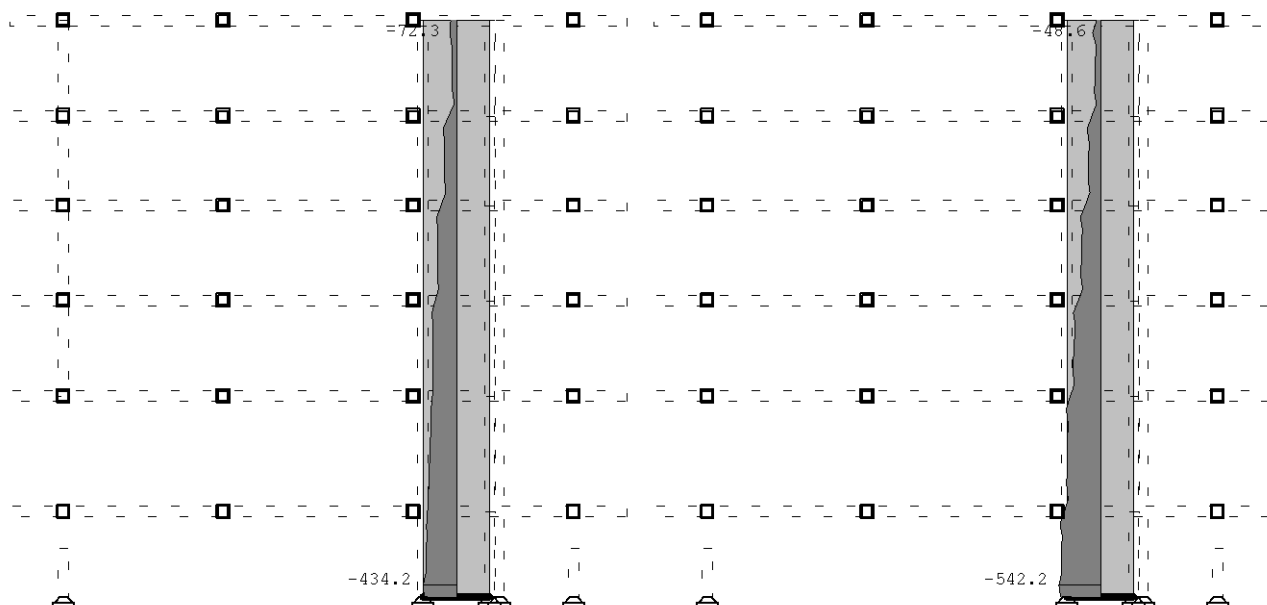


Okvir: 3
Uticaji u zidovima: max .N (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



Okvir: 4
Uticaji u zidovima: max .N (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

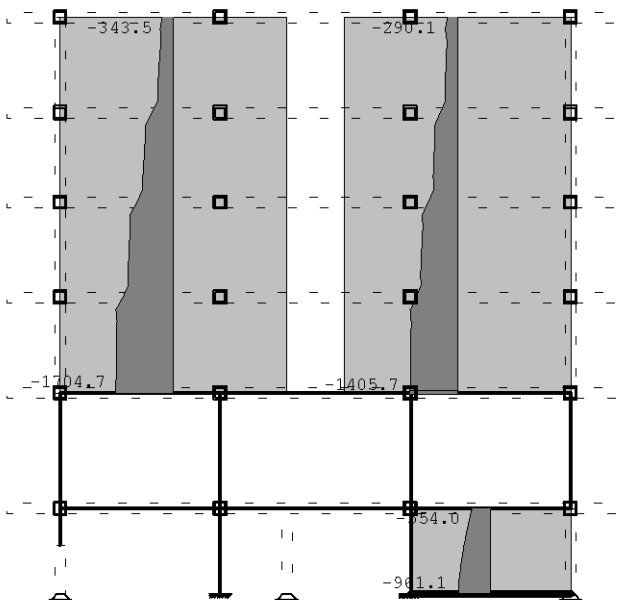
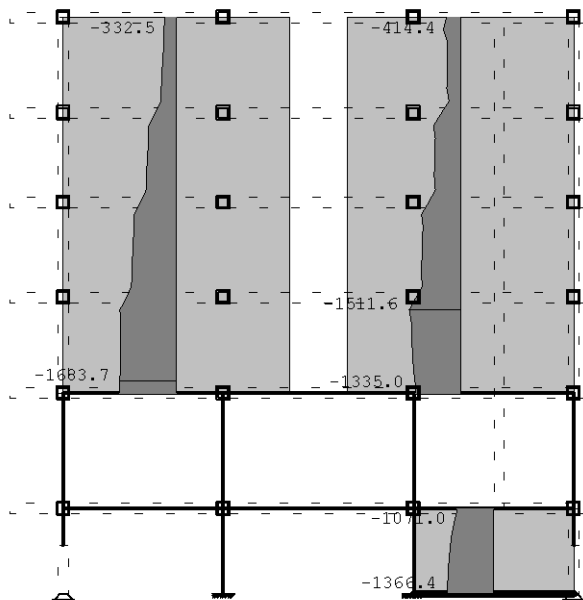


Okvir: 451
Uticaji u zidovima: max .N (kN)

Okvir: 452
Uticaji u zidovima: max .N (kN)

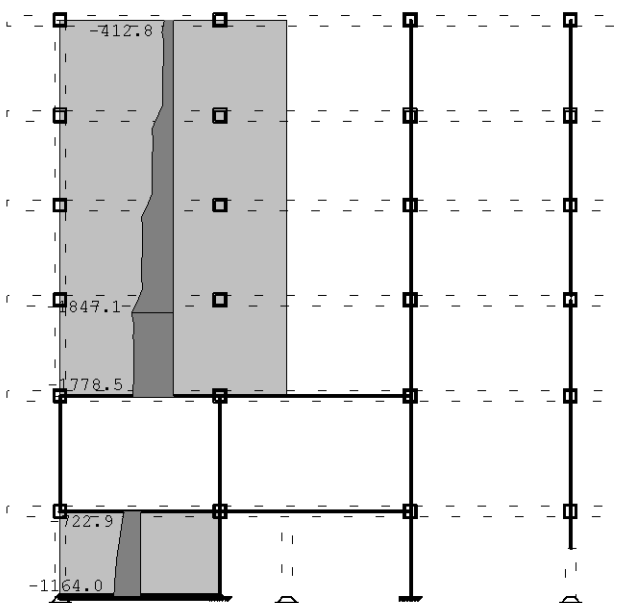
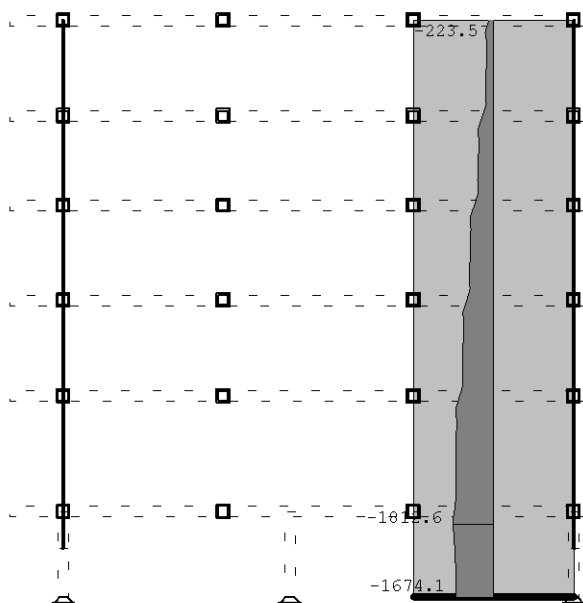
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



Okvir: 5
Uticaji u zidovima: max .N (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

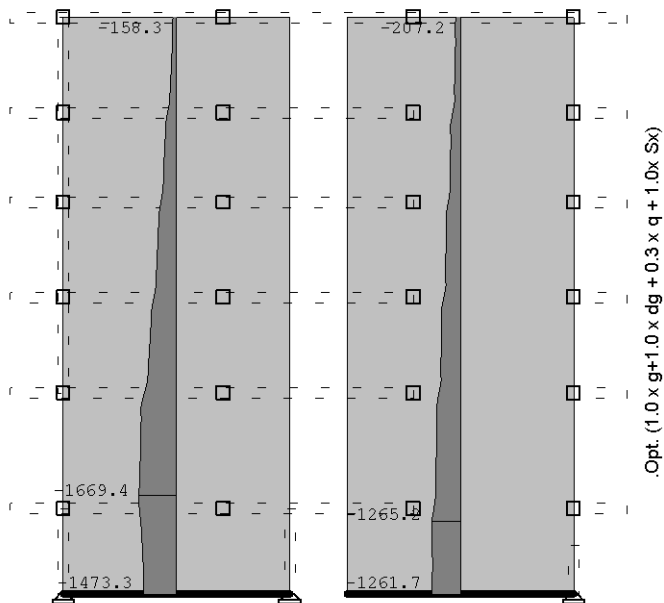
Okvir: 6
Uticaji u zidovima: max .N (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



Okvir: 671
Uticaji u zidovima: max .N (kN)

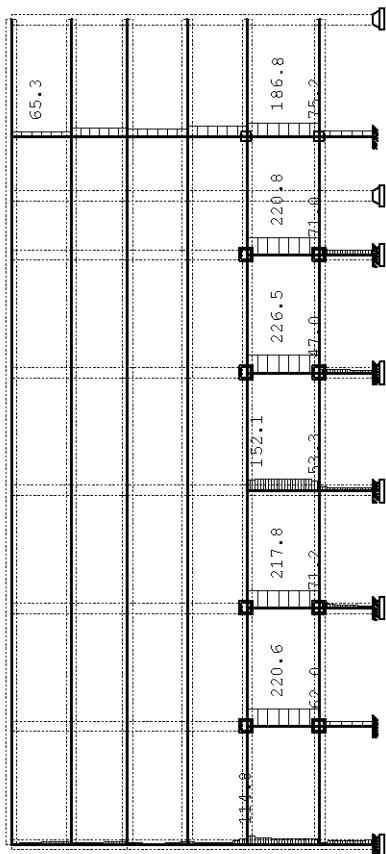
Okvir: 7
Uticaji u zidovima: max .N (kN)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

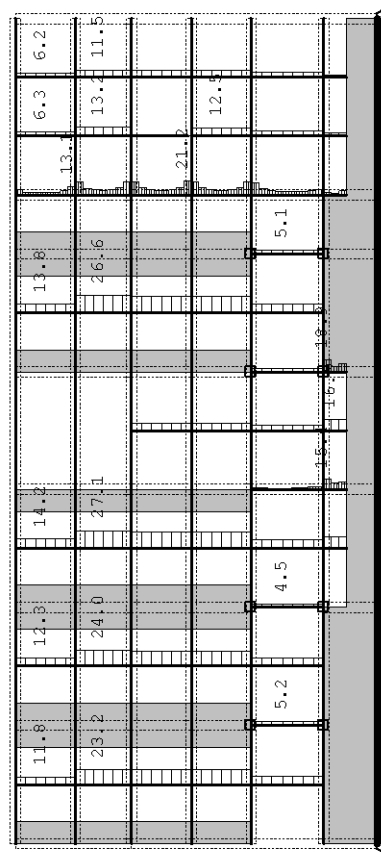


Okvir: 8
Uticaji u zidovima: max .N (kN)

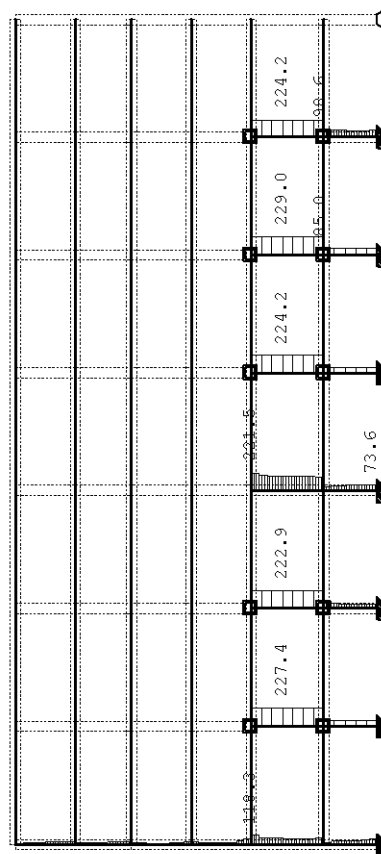
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)



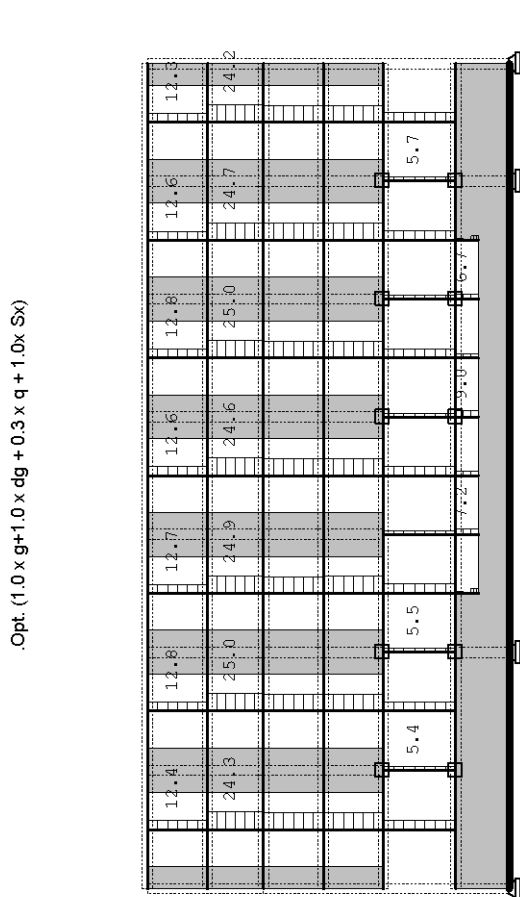
Okvir: B
Uticaji u stupovima: max .T (kN)



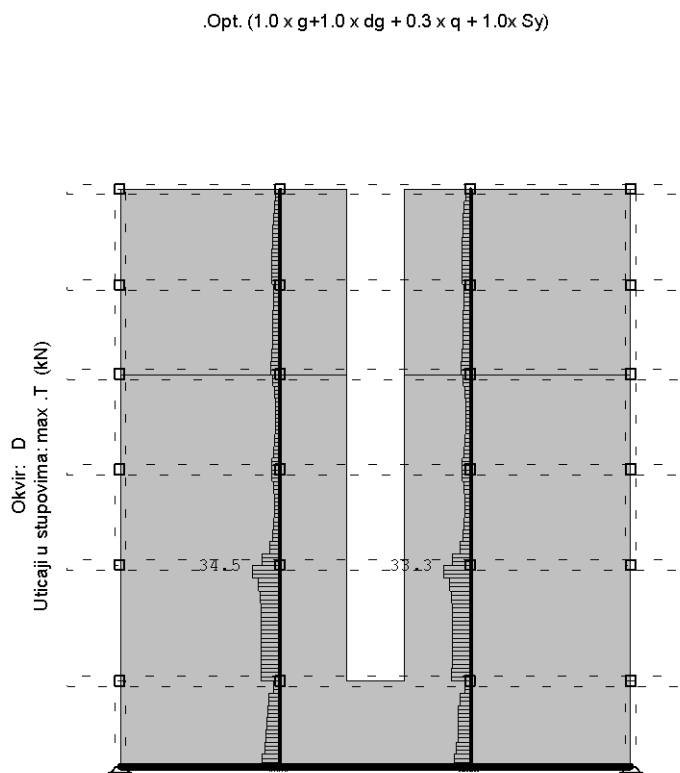
Okvir: A
Uticaji u stupovima: max .T (kN)



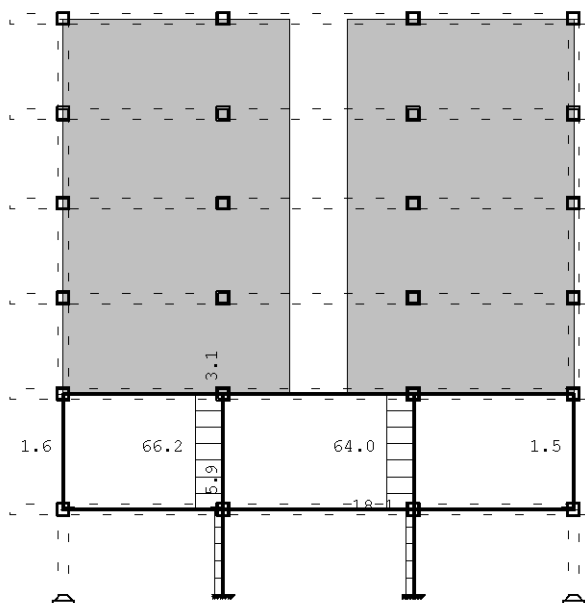
Okvir: C
Uticaji u stupovima: max .T (kN)



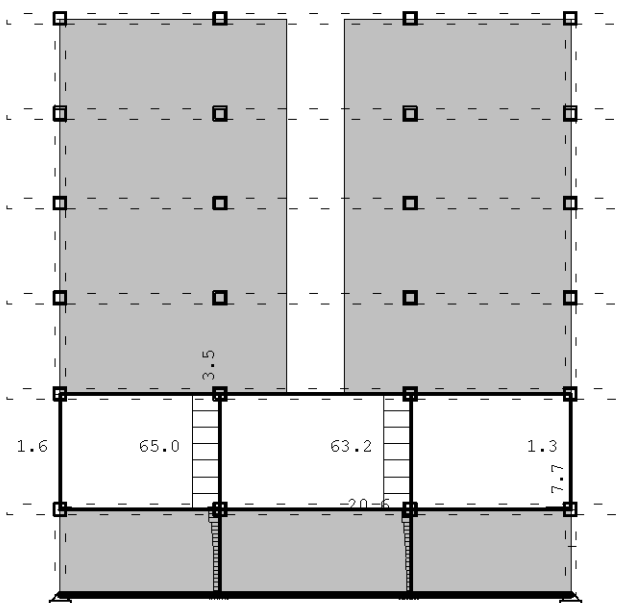
Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



Okvir: 1
Uticaji u stupovima: max .T (kN)
Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

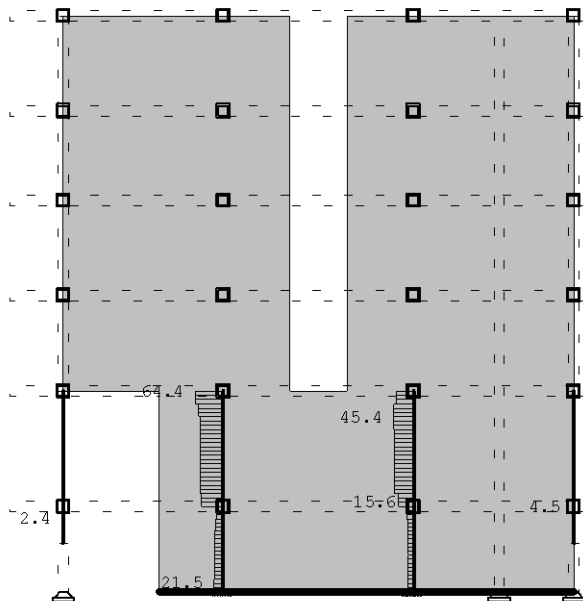


Okvir: 2
Uticaji u stupovima: max .T (kN)



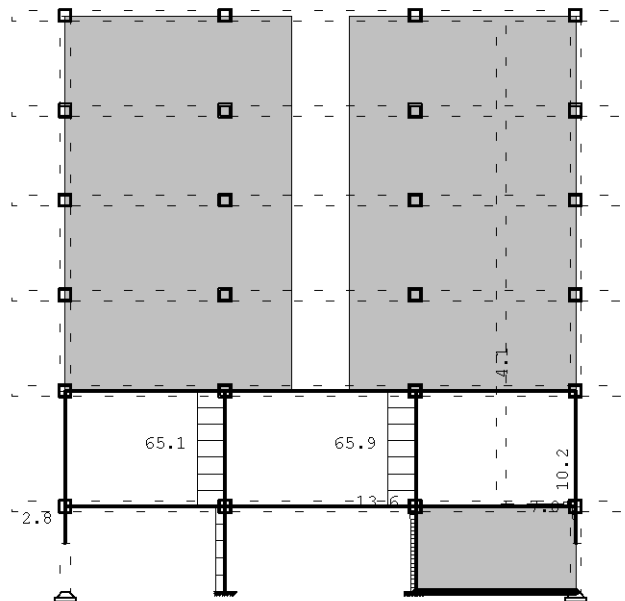
Okvir: 3
Uticaji u stupovima: max .T (kN)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

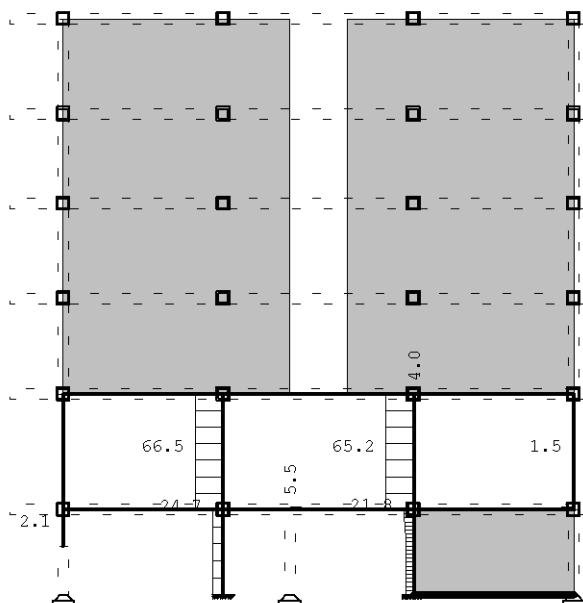


Okvir: 4
Uticaji u stupovima: max .T (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

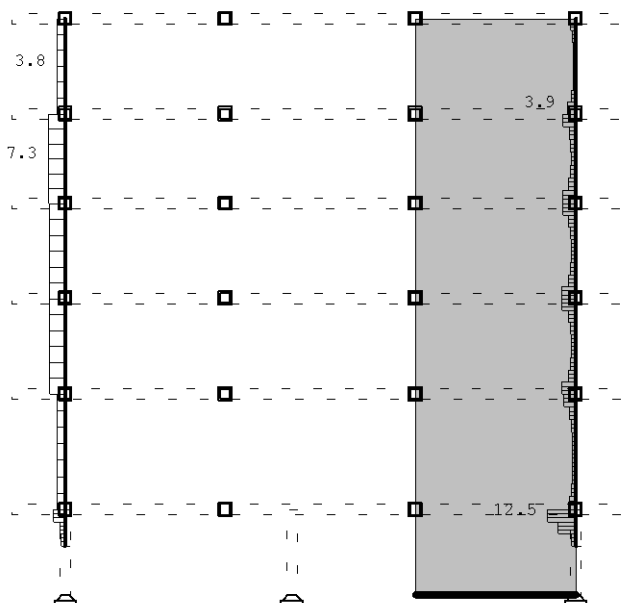
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



Okvir: 5
Uticaji u stupovima: max .T (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

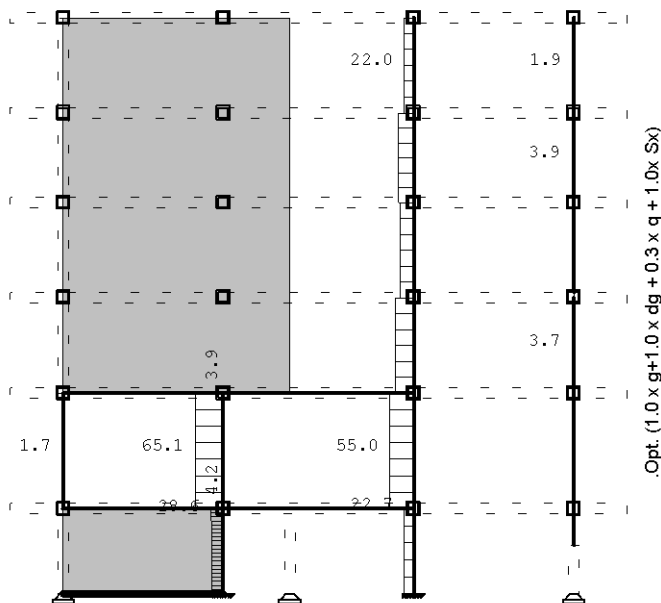


Okvir: 6
Uticaji u stupovima: max .T (kN)

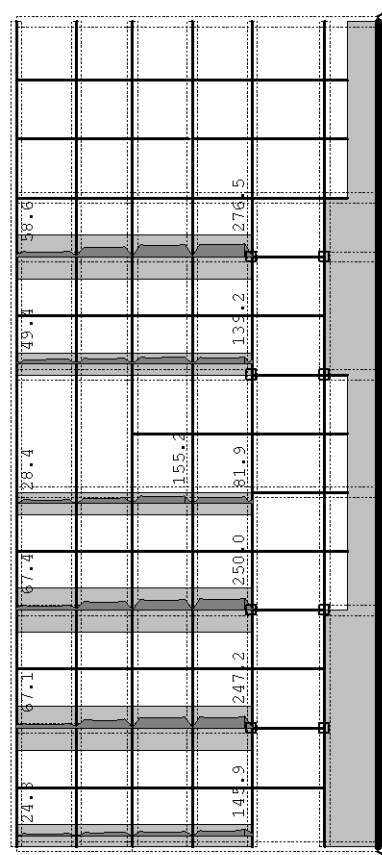


Okvir: 671
Uticaji u stupovima: max .T (kN)

.Opt. $(1.0 \times g + 1.0 \times dg + 0.3 \times q + 1.0 \times Sy)$

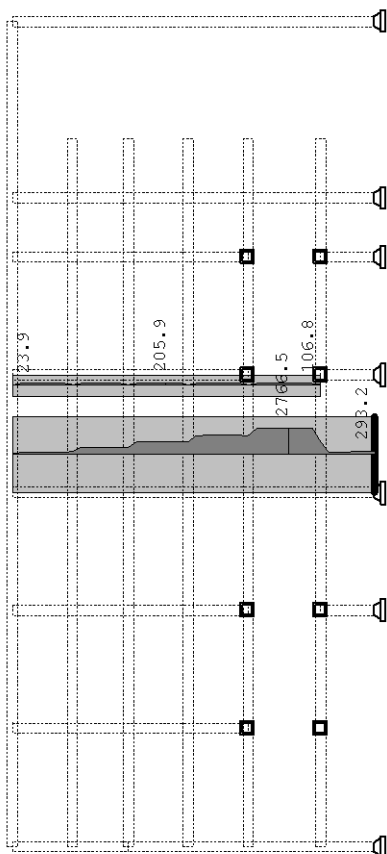


Okvir: 7
Uticaji u stupovima: max .T (kN)

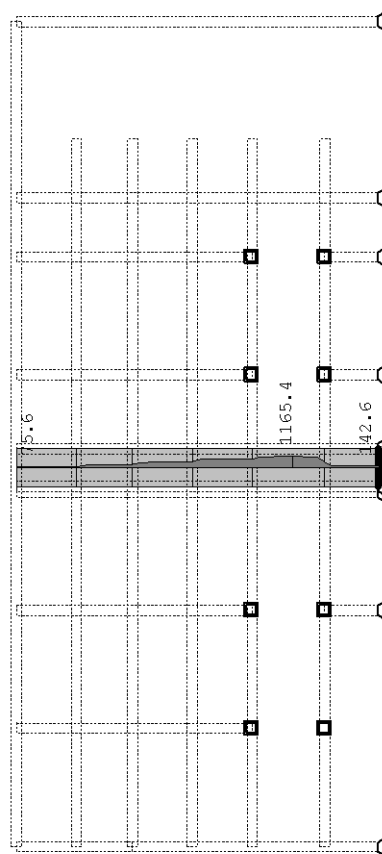


Okvir: A
Utjecaji u zidovima: max .T (kN)

.Opt. $(1.0 \times g + 1.0 \times dg + 0.3 \times q + 1.0 \times Sx)$

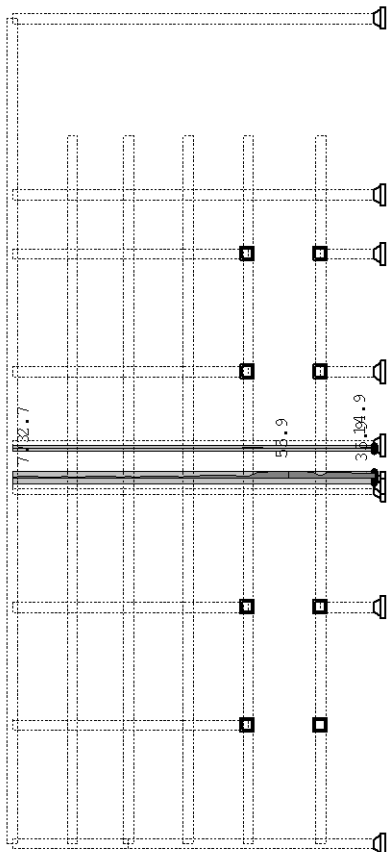


Okvir: AB1
Utjecaji u zidovima: max .T (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

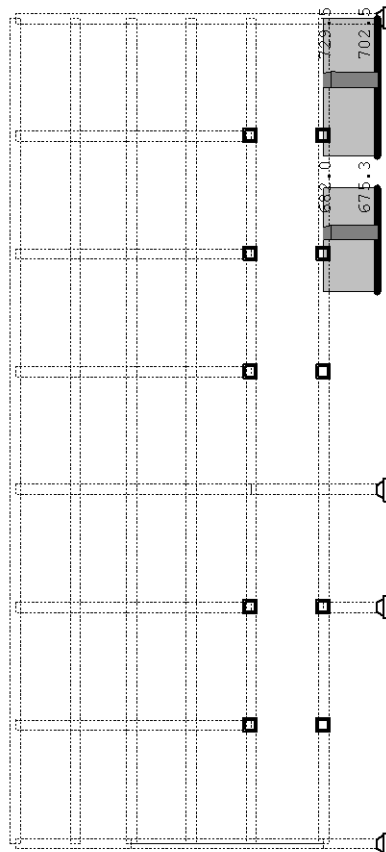


Okvir: AB2
Utjecaji u zidovima: max .T (kN)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

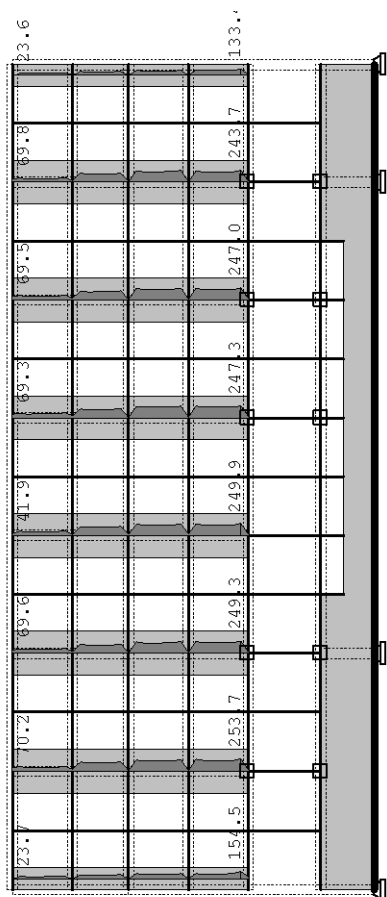


Okvir: AB3
Utjecaji u zidovima: max .T (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)



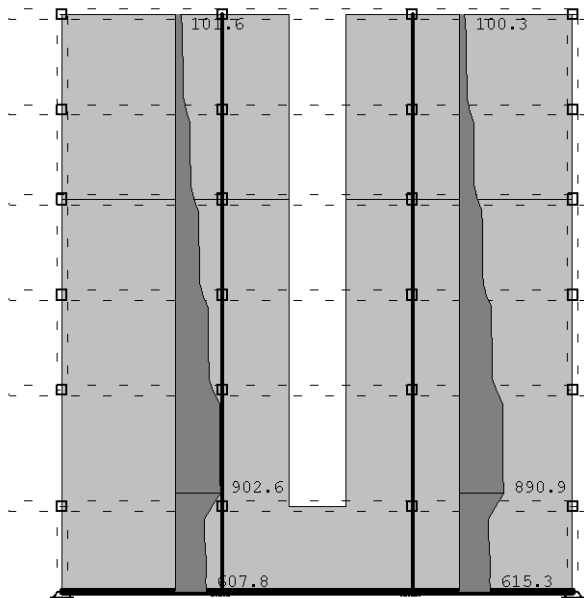
Okvir: BC1
Utjecaji u zidovima: max .T (kN)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

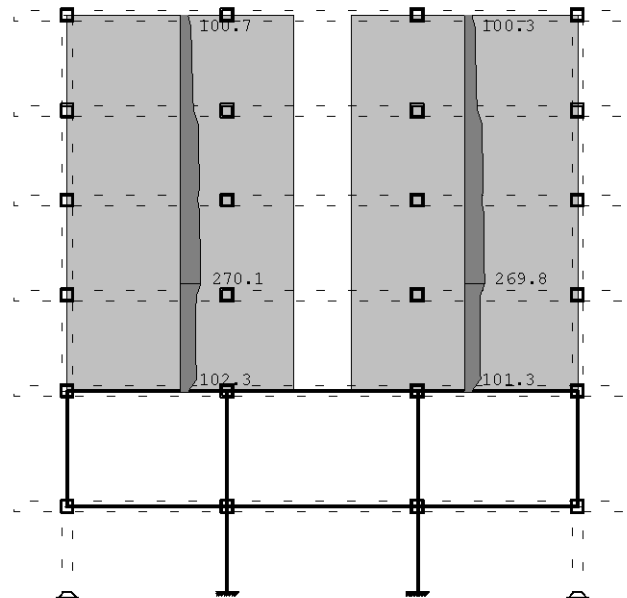


Okvir: D
Utjecaji u zidovima: max .T (kN)

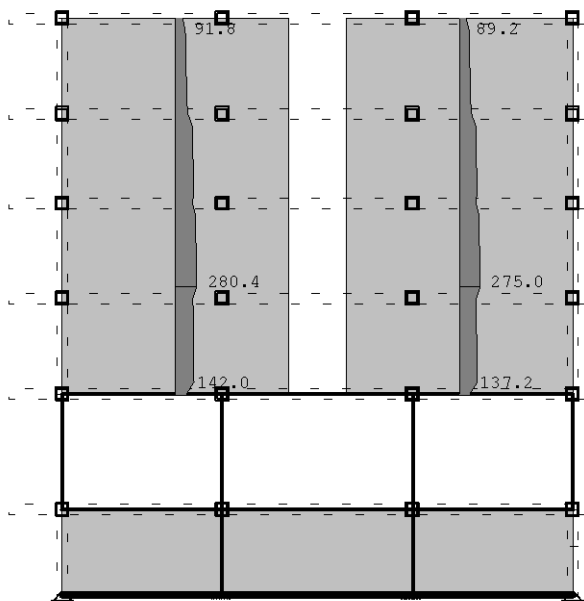
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



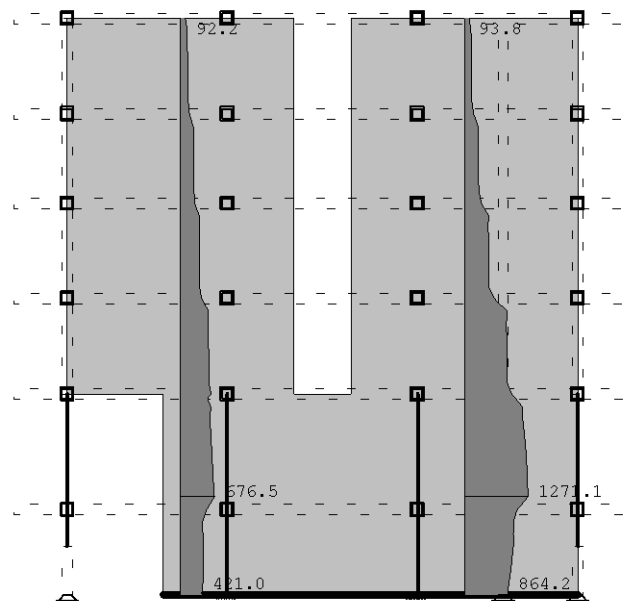
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



Okvir: 1
Uticaji u zidovima: max .T (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



Okvir: 2
Uticaji u zidovima: max .T (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

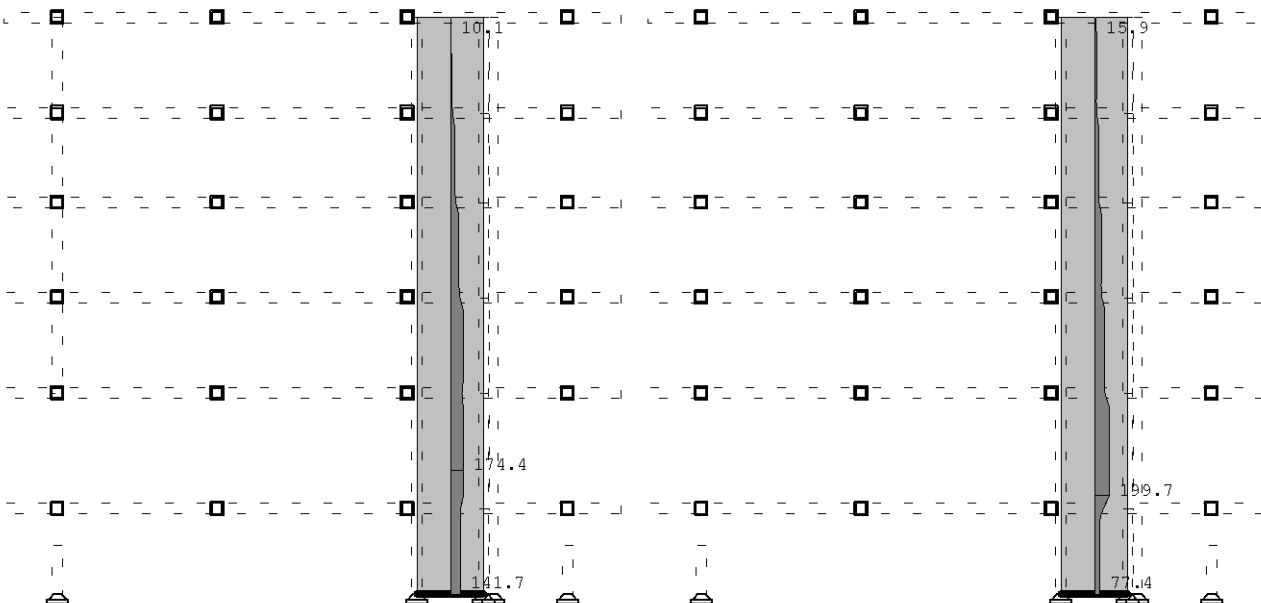


Okvir: 3
Uticaji u zidovima: max .T (kN)

Okvir: 4
Uticaji u zidovima: max .T (kN)

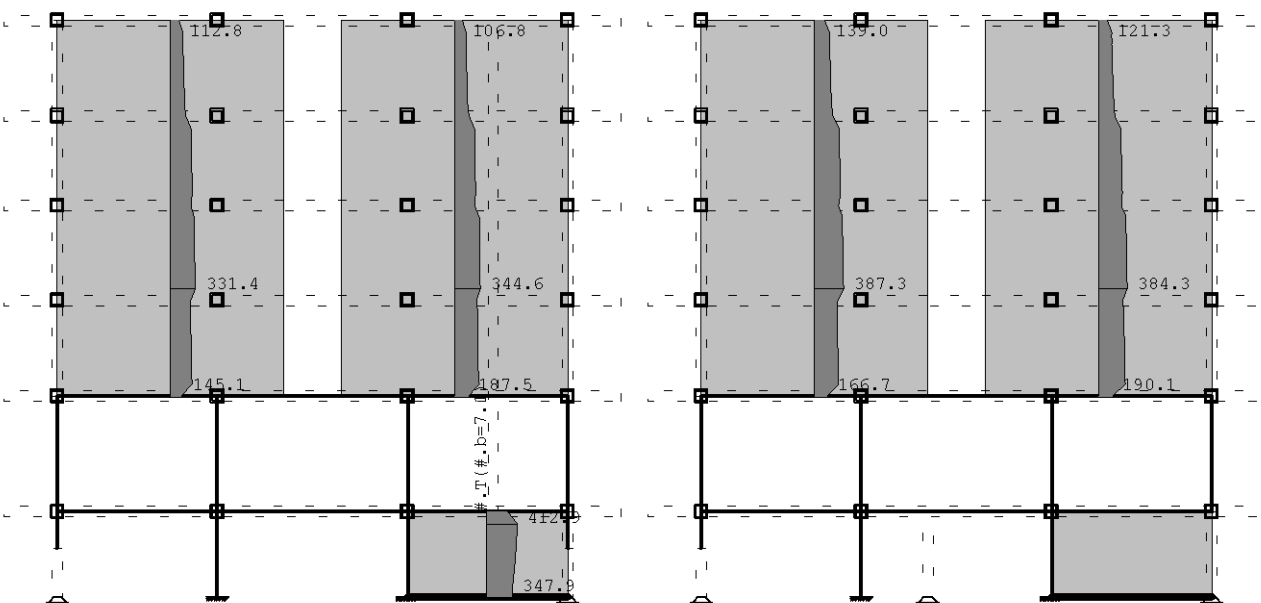
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



Okvir: 451
Uticaji u zidovima: max .T (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

Okvir: 452
Uticaji u zidovima: max .T (kN)
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

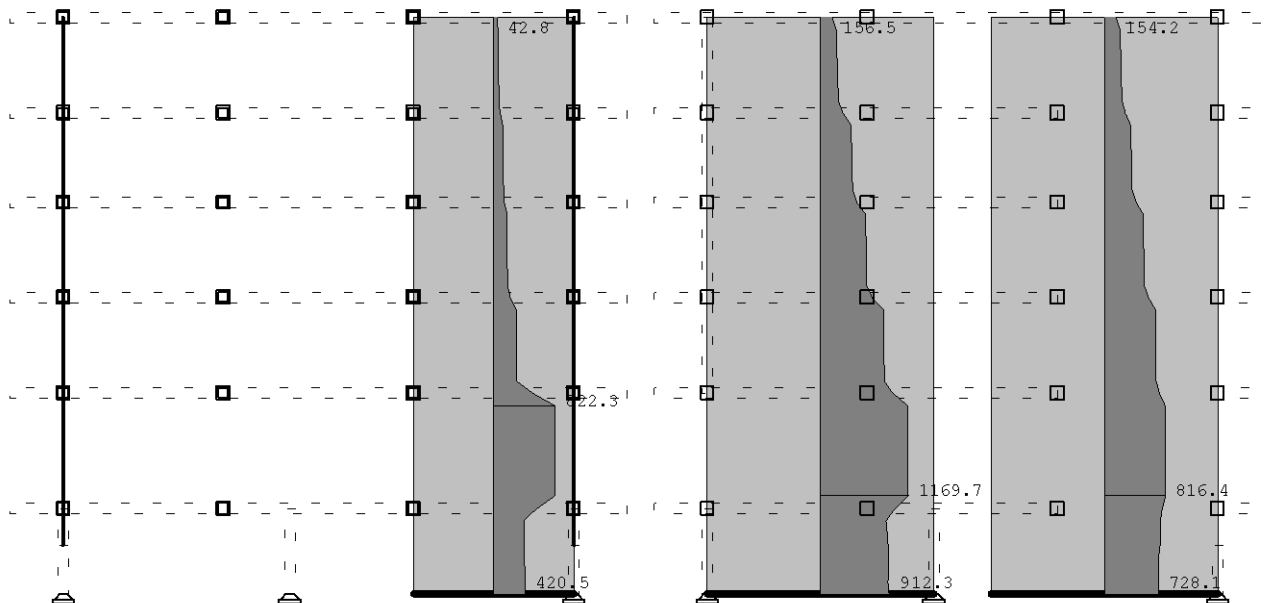


Okvir: 5
Uticaji u zidovima: max .T (kN)

Okvir: 6
Uticaji u zidovima: max .T (kN)

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)

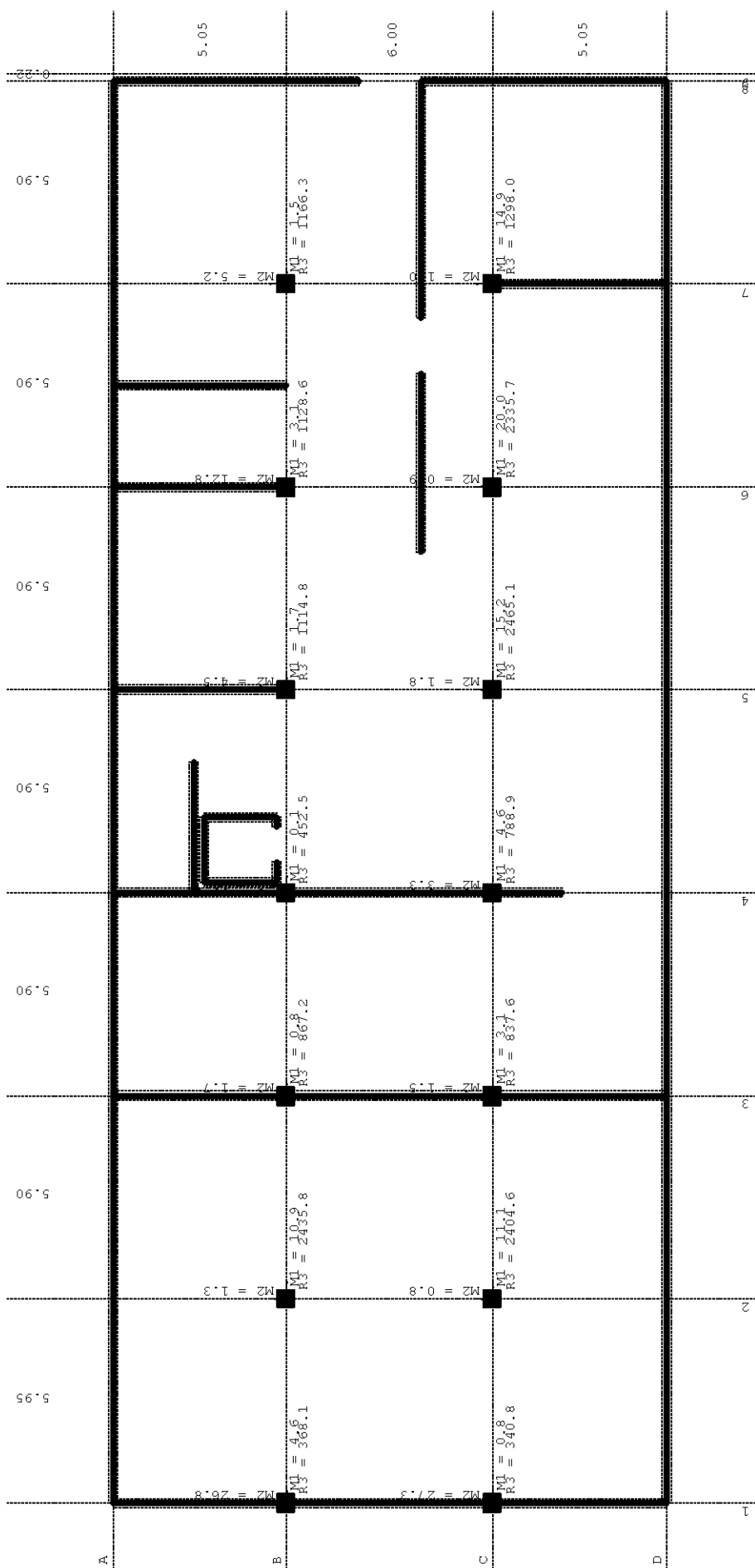
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



Okvir: 671
Uticaji u zidovima: max .T (kN)

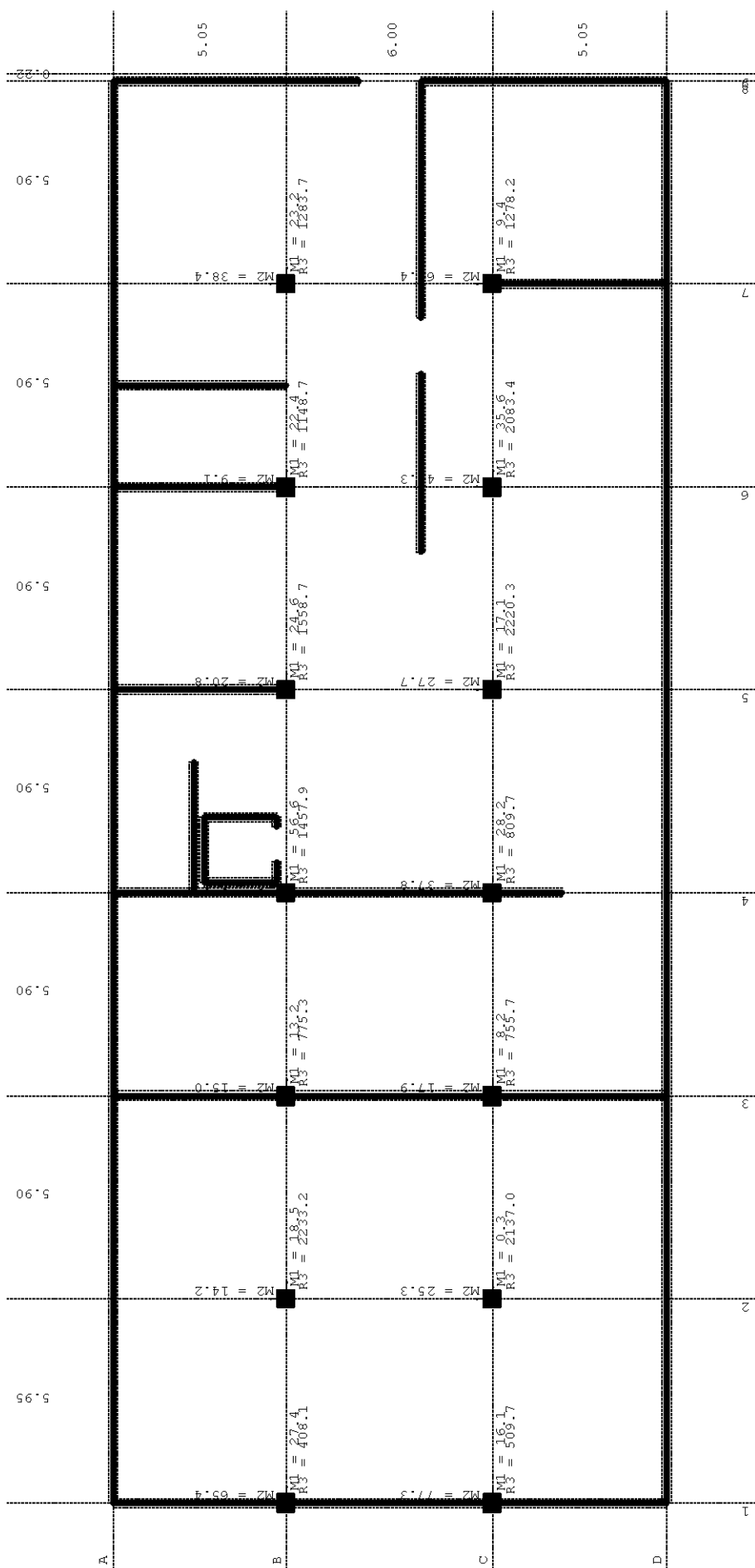
Okvir: 8
Uticaji u zidovima: max .T (kN)

.Opt. (1.0 x g + 1.0 x dg + 1.0 x q)



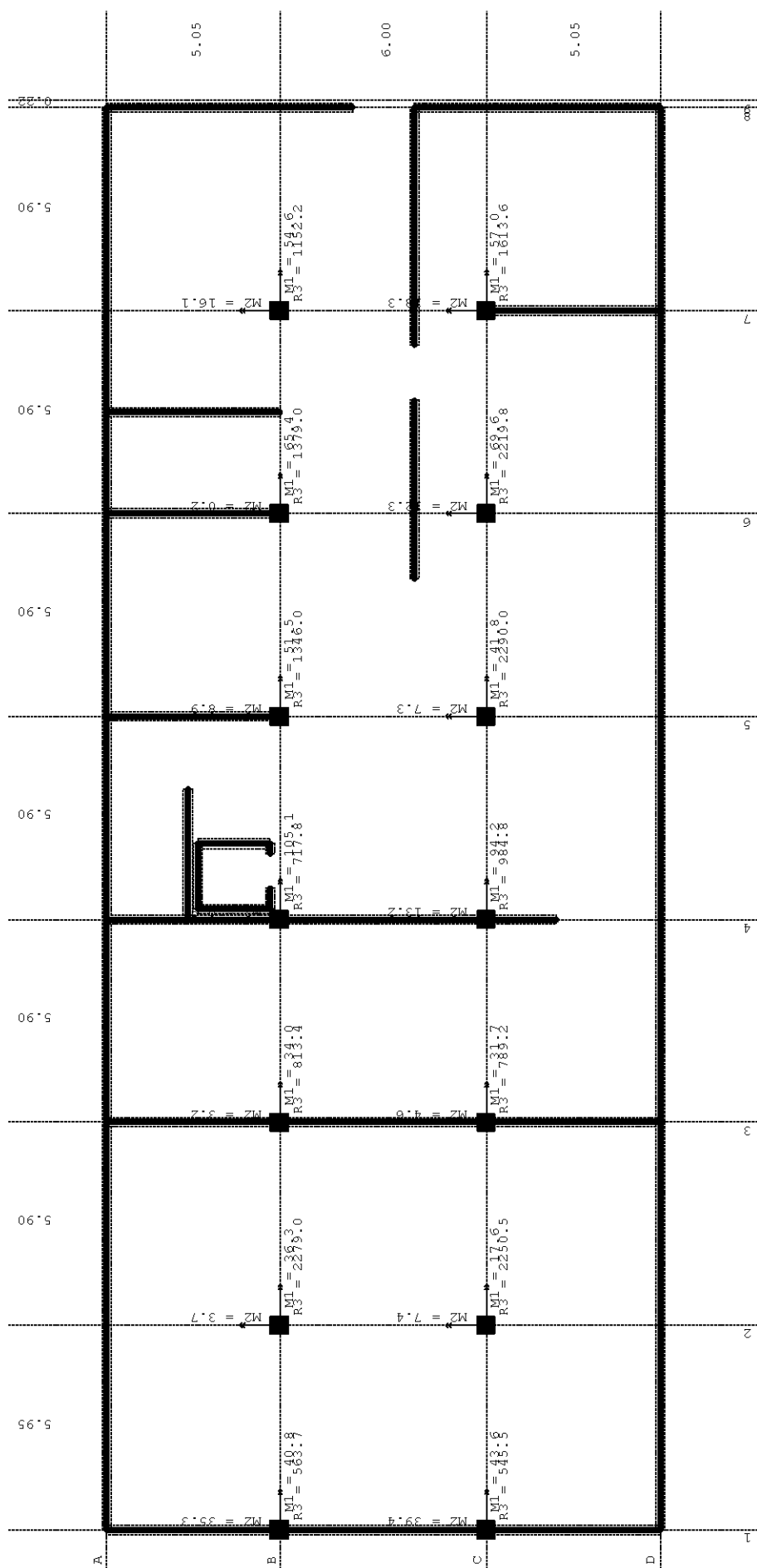
Temelji
.Reakcije osionaca

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)



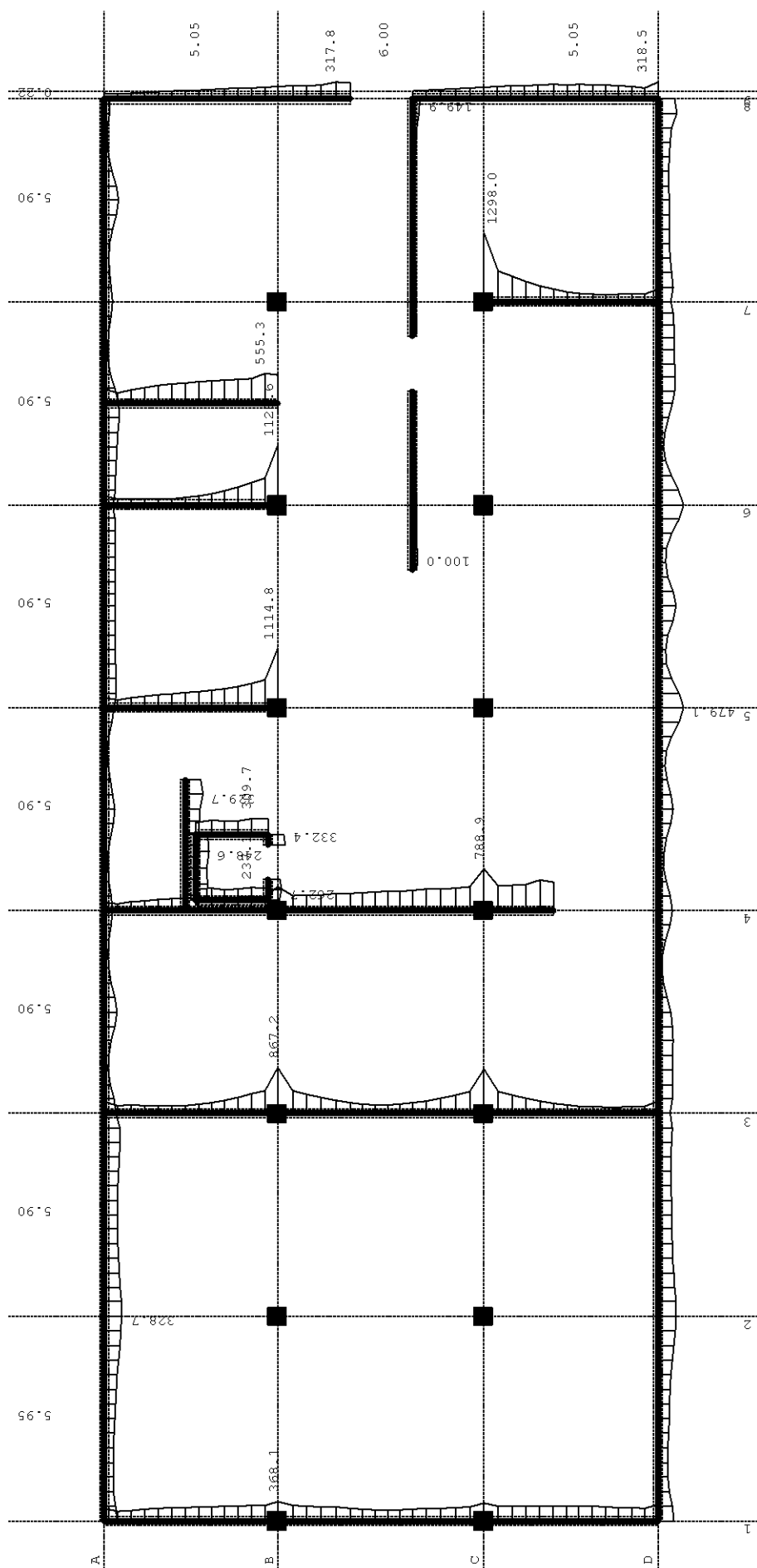
Temelji
Reakcije osionaca

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



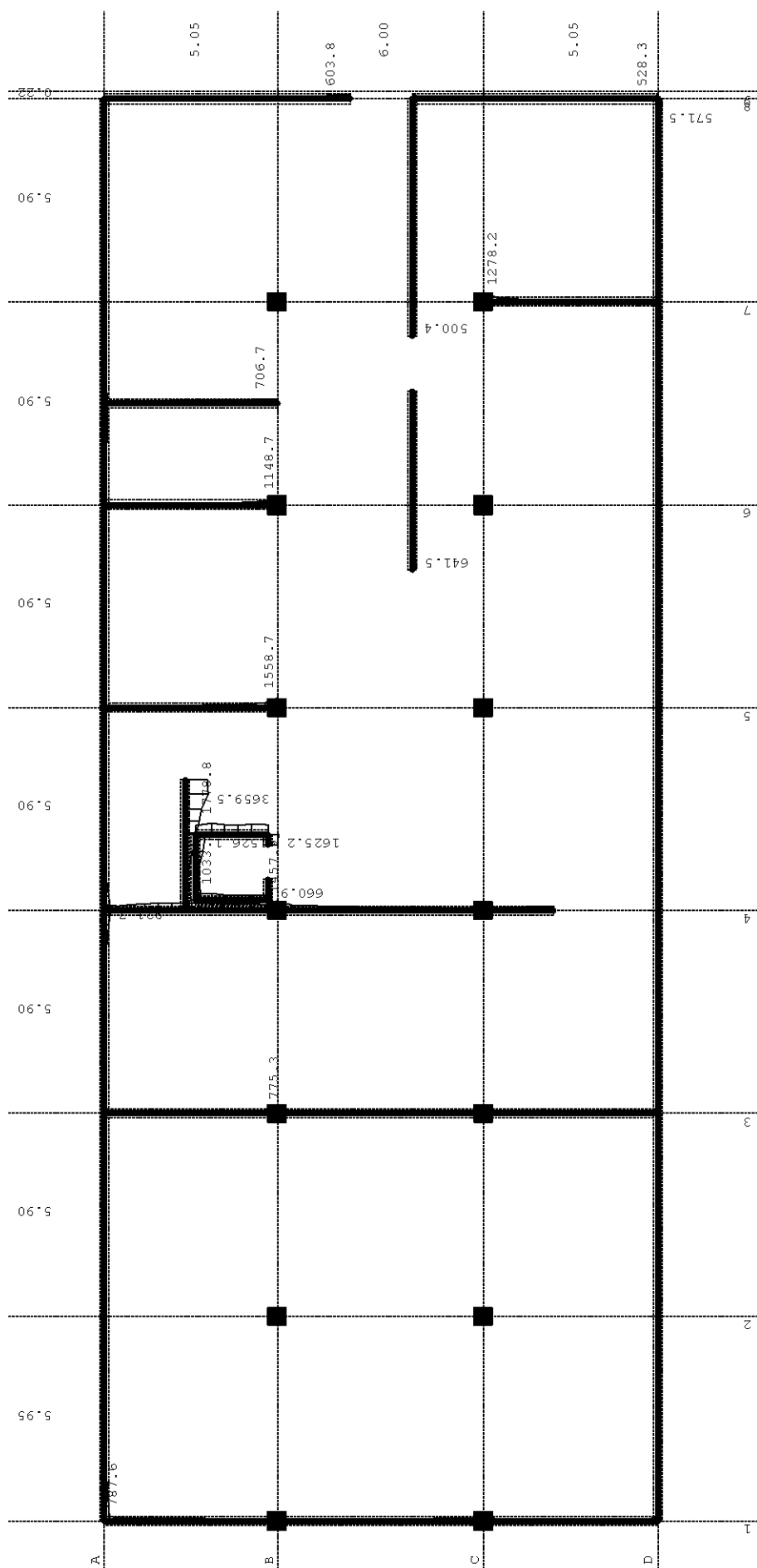
Temelji
.Reakcije osionaca

.Opt. (1.0 x g + 1.0 x dg + 1.0 x q)



Temelji
Ulicaji u lin. osloncu

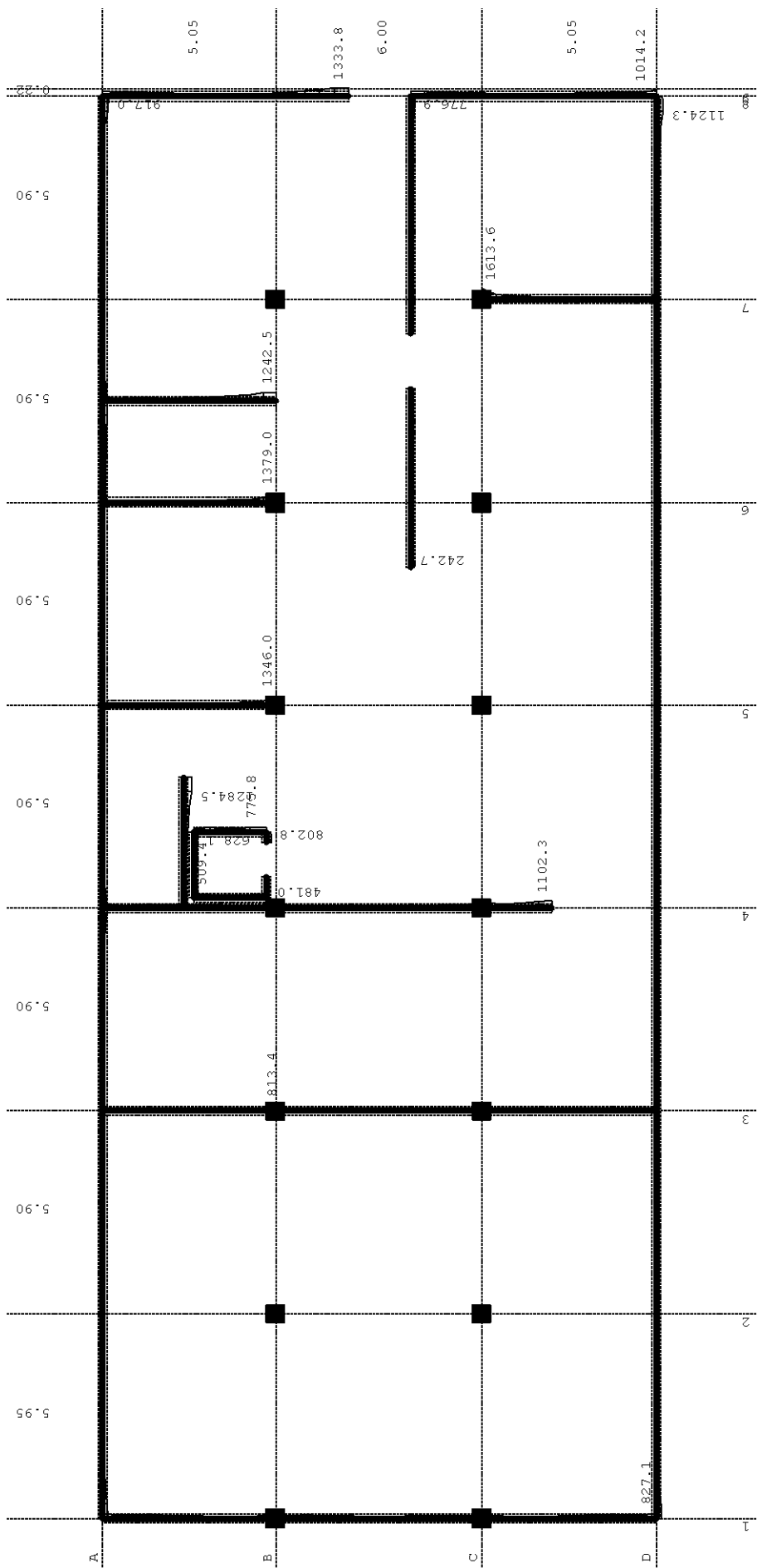
Opt. $(1.0 \times g + 1.0 \times dg + 0.3 \times q + 1.0 \times Sx)$



**Temelji
Utjecaji u lin. osloncu**



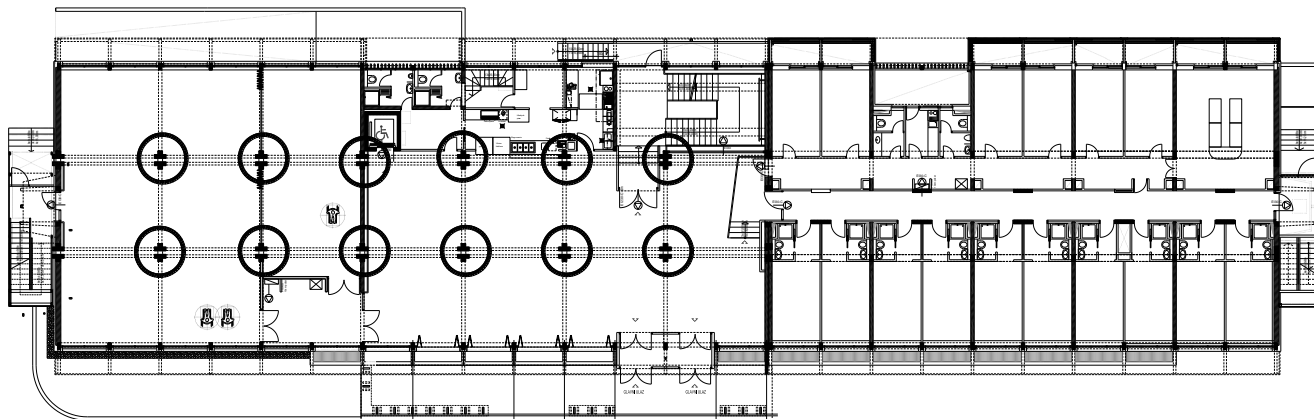
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sy)



Temeљи
.Ulicaj i lin. osloncu

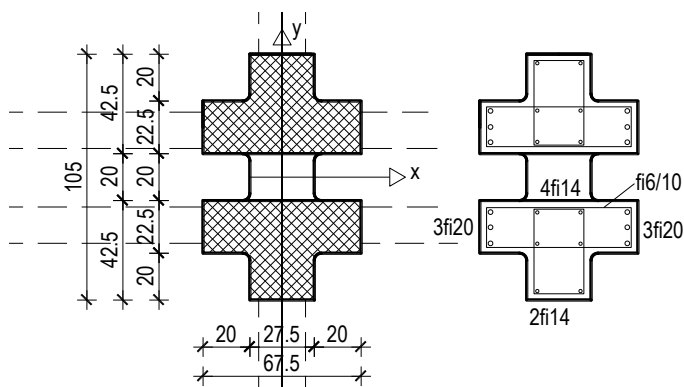
9.4 Kontrola stupova

9.4.1 Stupovi atrija



Ovi stupovi su oblika dvostrukog T, a u sredini se nalazi kanalizacijska cijev. Prema dostupnom projektu, armirani su sa glatkom armaturom (GA 240/360), prema skici. Ispitivanja provedena nerazornim metodama su potvrdila broj i položaj šipki. Materijal izrade, po projektu je MB-40 (sadašnja oznaka: C 30/37), ali su ispitivanja pokazala znatno veću čvrstoću betona, preko 60.0 MPa.

Armatura je ista u svim stupovima. Spone Ø6 su, pri vrhu i dnu stupa, postavljene na 10 cm, a u sredini na 20 cm.



Maksimalni moment dobiven iz proračuna je (moment za dvostruki stup, oko y osi):

$$M_{Ed,max,2} = 440.0 \text{ kNm} ; M_{Ed,max} = \frac{M_{Ed,max,2}}{2} = 220.0 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed,max,2} = 1570.0 \text{ kN} ; N_{Ed,max} = \frac{N_{Ed,max,2}}{2} = 785.0 \text{ kN}$$

Maksimalni moment dobiven iz proračuna je (moment za dvostruki stup, oko x osi):

$$M_{Ed,max,2} = 142.0 \text{ kNm} ; M_{Ed,max} = \frac{M_{Ed,max,2}}{2} = 71.0 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed,max,2} = 1380.0 \text{ kN} ; N_{Ed,max} = \frac{N_{Ed,max,2}}{2} = 690.0 \text{ kN}$$

Dimenzioniranje na savijanje – moment oko Y-Y osi

Uobičajena kombinacija

C 30/37 (MB-40)

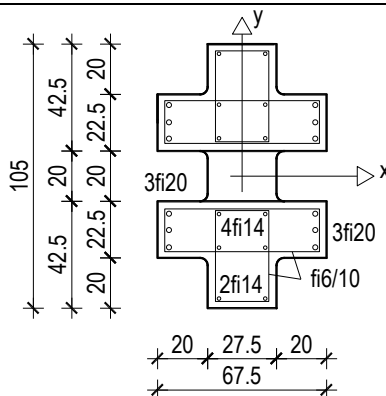
$f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa

GA 240/360

$f_{yd}=240/1.15=208.7$ MPa

$M_{Ed}= 220.00$ kNm

$N_{Ed}= 785.0$ kN (tlak)



b	22.50	cm	C 30/37		
h	67.50	cm	f_{cd}	2.00	kN/cm ²
d₁ (d₂)	5.00	cm	f_{yd}	20.87	kN/cm ²
d	62.50	cm	Jednostruko armiranje		
M_{Ed}	220.00	kNm	ω	36.960	%
N_{Ed}	785.00	kN	ρ	0.339	%
ϵ_{s1}	3.0	‰	ξ	0.484	
ϵ_{c2}	2.8	‰	ζ	0.806	
M_{sds}	445.69	kNm	A_{s1}	4.76	cm ²
$M_{Rd,lim}$	505.41	kNm	A_{s2}	0.00	cm ²
μ_{sd}	0.254		$A_{s,min}$	1.52	cm ²

Ugrađena armatura zadovoljava!

Dimenzioniranje na savijanje – moment oko X-X osi

Uobičajena kombinacija

C 30/37 (MB-40)

$f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa

GA 240/360

$f_{yd}=240/1.15=208.7$ MPa

$M_{Ed}= 71.00$ kNm

$N_{Ed}= 690.0$ kN (tlak)

b	27.50	cm	C 30/37		
h	42.50	cm	f_{cd}	2.00	kN/cm ²
d₁ (d₂)	5.00	cm	f_{yd}	20.89	kN/cm ²
d	37.50	cm	Jednostruko armiranje		
M_{Ed}	71.00	kNm	ω	33.850	%
N_{Ed}	690.00	kN	ρ	-0.439	%
ϵ_{s1}	3.0	‰	ξ	0.459	
ϵ_{c2}	2.5	‰	ζ	0.820	
M_{sds}	183.13	kNm	A_{s1}	-4.52	cm ²
$M_{Rd,lim}$	222.38	kNm	A_{s2}	0.00	cm ²
μ_{sd}	0.237		$A_{s,min}$	1.17	cm ²

Ugrađena armatura zadovoljava!

Dimenzioniranje na poprečnu silu

$$V_{Ed,max,2} = 230.0 \text{ kN} ; V_{Ed,max} = \frac{V_{Ed,max,2}}{2} = 115.0 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed,max,2} = 1570.0 \text{ kN} ; N_{Ed,max} = \frac{N_{Ed,max,2}}{2} = 785.0 \text{ kN}$$

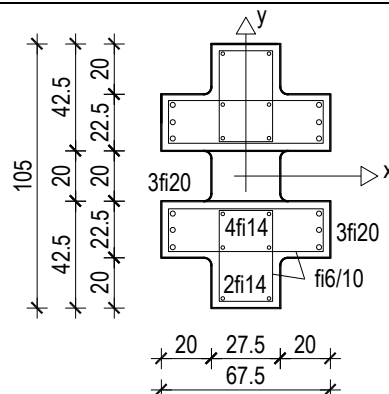
$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,c,min} \geq \left[v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,c,mjer} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min})$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{s_w}$$



C 30/37 (MB-40)
 $f_{cd}=30/1.5=20.0 \text{ MPa}$

$A_{sl} = 6\emptyset 14 + 6\emptyset 20 =$
 $= 28.0 \text{ cm}^2$

$V_{Ed,max} = 115.0 \text{ kN}$

$N_{sd} = 785.0 \text{ kN}$

b_w	22.50	cm
h	67.50	cm
$d_1 (d_2)$	5.00	cm
d	62.50	cm
A_{sl}	28.00	cm ²
$V_{Ed,max}$	115.00	kN
N_{sd}	785.00	kN
k	1.57	
ρ_l	0.0199	
v_{min}	0.38	
σ_{cp}	0.40	kN/cm ²
$V_{Rd,c}$	111.7	kN
$V_{Rd,c,min}$	61.3	kN
$V_{Rd,c,mjer}$	111.7	kN
v	0.528	
V_{Rd2}	742.5	kN

C 30/37		
f_{ck}	30.00	Mpa
f_{cd}	2.00	kN/cm ²
$f_{yd}, f_{yw,d}$	43.48	kN/cm ²
τ_{Rd}	0.34	kN/cm ²

Računska armatura

ρ_{min}	0.0011	
m	2	
$V_{Ed,max}/V_{Rd2}$	0.15	
$s_{w,max}$	30.0	cm
$A_{sw,min}$	0.371	cm ²

Računsko:

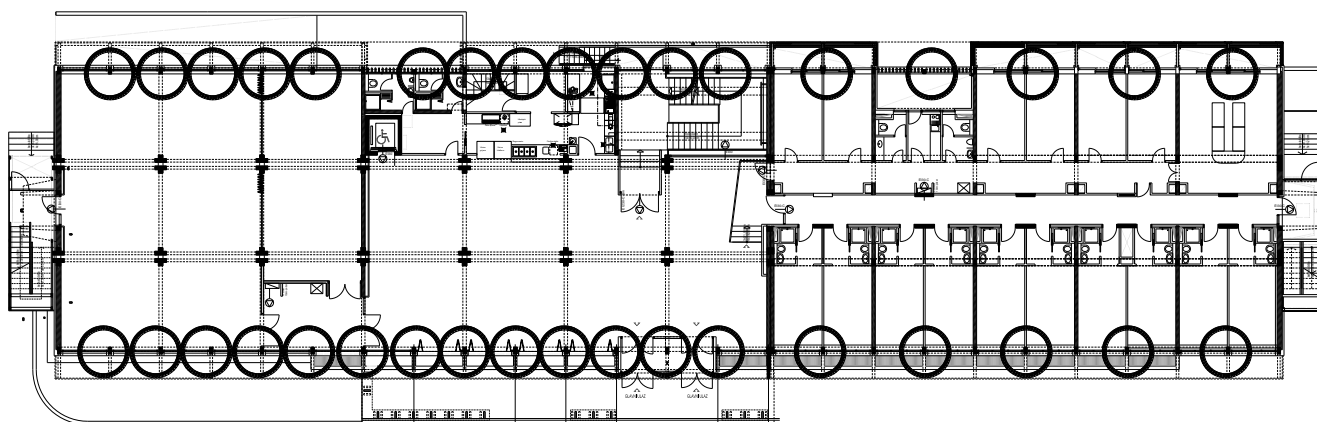
Odabrano:	Ø6 / 10	
$A_{sw,od}$	0.28	cm ²
V_{wd}	138.30	kN

Konstruktivno:

Odabrano:	Ø6 / 20	
$A_{sw,od}$	0.28	cm ²
V_{wd}	69.15	kN

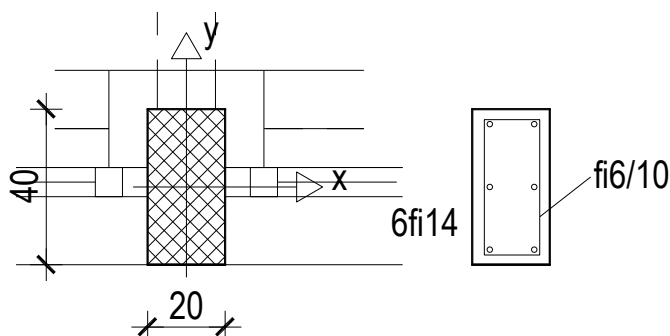
Ugrađena armatura zadovoljava!

9.4.2 Stupovi na rubovima dilatacija



Ovi stupovi su pravokutnog oblika. Prema dostupnom projektu, armirani su sa glatkom armaturom (GA 240/360), prema skici. Ispitivanja provedena nerazornim metodama su potvrdila broj i položaj šipki. Materijal izrade, po projektu je MB-30 (sadašnja oznaka: C 25/30), ali su ispitivanja pokazala znatno veću čvrstoću betona, preko 40.0 MPa.

Armatura je gotovo ista u svim stupovima. Uglavnom je postavljeno 6Ø14, a neki stupovi su armirani samo sa 4Ø14 (u kutovima). Spone Ø6 su, pri vrhu i dnu stupa, postavljene na 10 cm, a u sredini na 20 cm.



Rezultirajuće rezne sile u stupovima su relativno male.

Maksimalni moment dobiven iz proračuna je (moment oko y osi):

$$M_{Ed,max} = 14.0 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed,min} = 360.0 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,max} = 720.0 \text{ kN}$$

Maksimalni moment dobiven iz proračuna je (moment oko x osi):

$$M_{Ed,max} = 8.0 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed,max} = 360.0 \text{ kN}$$

Očito je da je uzdužna tlačna sila znatno dominantnija od momenta, te da rubni zidovi i stupovi „pokupe“ horizontalne sile.

Kontrola izvijanja:

$$A_s = 800.0 \text{ cm}^2$$

$$I_s = \frac{h \cdot b^3}{12} = \frac{40 \cdot 20^3}{12} = 26666.7 \text{ cm}^4$$

$$l_i \approx 0.7 \cdot l = 210.0 \text{ cm}$$

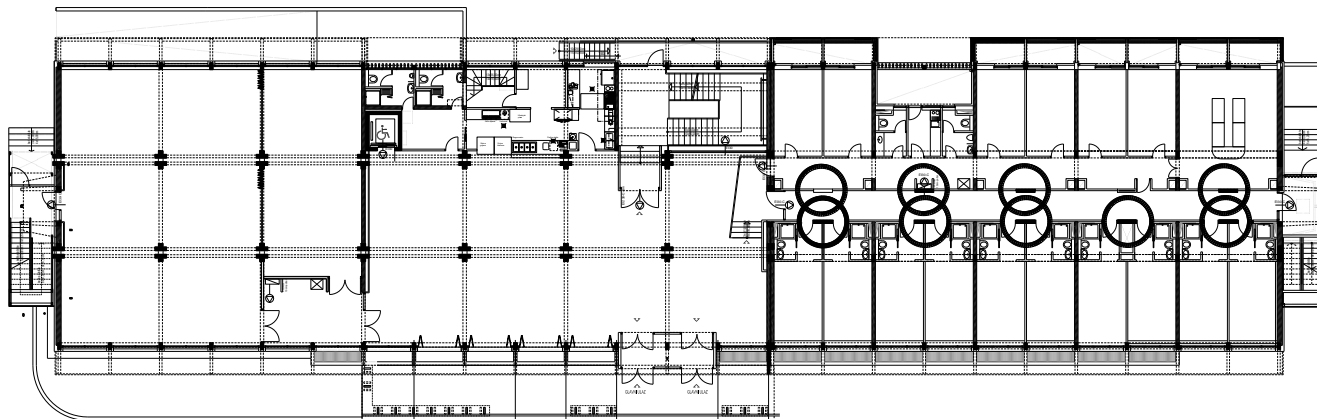
$$\lambda = \frac{l_i}{i} = \frac{l_i}{\sqrt{\frac{I_s}{A_s}}} = \frac{210.0}{\sqrt{\frac{26667}{800}}} = 36.37 < 140.0$$

$$N_{ED,max} \approx 720.0 \text{ kN}$$

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 0.7 \cdot 1.1 \cdot 0.7}{\sqrt{\frac{N_{ED,max}}{A_s \cdot f_{cd}}}} = \frac{20 \cdot 0.7 \cdot 1.1 \cdot 0.7}{\sqrt{\frac{720.0}{800 \cdot 30/1.5}}} = 50.8$$

9.5 Kontrola zidova

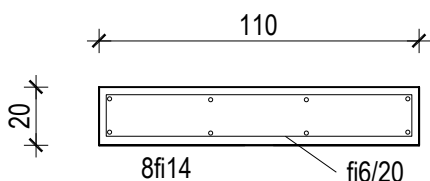
9.5.1 Zidovi na sredini istočne dilatacije



Ovi zidovi su pravokutnog oblika. Prema dostupnom projektu, armirani su sa glatkom armaturom (GA 240/360), prema skici. Ispitivanja provedena nerazornim metodama su potvrdila broj i položaj šipki. Materijal izrade, po projektu je MB-30 (sadašnja oznaka: C 25/30), ali su ispitivanja pokazala veću čvrstoću betona, preko 40.0 MPa.

Armatura je ista u svim stupovima. Uglavnom je postavljeno 8Ø14. Spone Ø6 su postavljene na 20 cm.

Ovi stupovi su glavni konstruktivni elementi za prijenos horizontalnog opterećenja u dužem smjeru građevine (istok-zapad). Na jednom mjestu je zid izostavljen (između osiju 12-13, sjever), pa je južni zid pokupio veći moment.



Maksimalni moment dobiven iz proračuna oko y osi:

$$M_{Ed,max} = 490.0 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed,max} = 460.0 \text{ kN}$$

Maksimalni moment dobiven iz proračuna za južni zid koji je osamljen:

$$M_{Ed,max} = 935.0 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed,max} = 530.0 \text{ kN}$$

Dimenzioniranje na savijanje – uobičajeni zidovi

C 30/37 (MB-40)
 $f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa

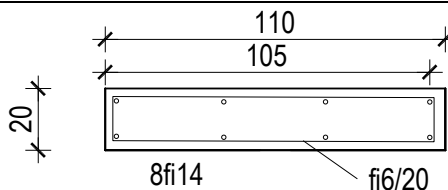
Postojeća armatura:

GA 240/360
 $f_{yd}=240/1.15=208.7$ MPa

Nova armatura:

B 500B
 $f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa

$M_{Ed}=490.00$ kNm
 $N_{Ed}=460.0$ kN (tlak)



b	20.00	cm
h	110.00	cm
d_1 (d_2)	5.00	cm
d	105.00	cm
M_{Ed}	490.00	kNm
N_{Ed}	460.00	kN
ϵ_{s1}	3.0	‰
ϵ_{c2}	1.7	‰
M_{sds}	720.00	kNm
$M_{Rd,lim}$	1267.98	kNm
μ_{sd}	0.163	

C 30/37	
f_{cd}	2.00 kN/cm ²
f_{yd}	43.50 kN/cm ²

Jednostruko armiranje	
ω	22.178 %
ρ	0.362 %
ξ	0.363
ζ	0.867
A_{s1}	7.61 cm ²
A_{s2}	0.00 cm ²
$A_{s,min}$	2.20 cm ²

Vidljivo je da ugrađena armatura ne zadovoljava!
Odabrano dodatno 6Ø14 ($A_{s1}=9.24$ cm²)

Dimenzioniranje na savijanje – izdvojeni zid

C 30/37 (MB-40)
 $f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa

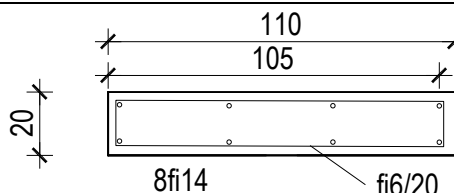
Postojeća armatura:

GA 240/360
 $f_{yd}=240/1.15=208.7$ MPa

Nova armatura:

B 500B
 $f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa

$M_{Ed}=935.00$ kNm
 $N_{Ed}=530.0$ kN (tlak)



b	20.00	cm
h	110.00	cm
d_1 (d_2)	5.00	cm
d	105.00	cm
M_{Ed}	935.00	kNm
N_{Ed}	530.00	kN
ϵ_{s1}	3.0	‰
ϵ_{c2}	3.2	‰
M_{sds}	1200.00	kNm
$M_{Rd,lim}$	1267.98	kNm
μ_{sd}	0.272	

C 30/37	
f_{cd}	2.00 kN/cm ²
f_{yd}	43.50 kN/cm ²

Jednostruko armiranje	
ω	40.591 %
ρ	1.004 %
ξ	0.514
ζ	0.790
A_{s1}	21.08 cm ²
A_{s2}	0.00 cm ²
$A_{s,min}$	2.20 cm ²

Vidljivo je da ugrađena armatura ne zadovoljava!
Odabrano dodatno 14Ø14 ($A_{s1}=21.56$ cm²)

Kontrola na poprečnu silu

$$V_{Ed,max,2} = 230.0 \text{ kN} ; V_{Ed,max} = \frac{V_{Ed,max,2}}{2} = 115.0 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed,max,2} = 1570.0 \text{ kN} ; N_{Ed,max} = \frac{N_{Ed,max,2}}{2} = 785.0 \text{ kN}$$

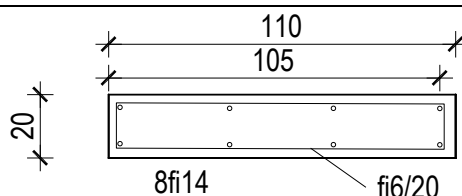
$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,c,min} \geq \left[v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,c,mjer} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min})$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{s_w}$$



C 30/37 (MB-40)
 $f_{cd}=30/1.5=20.0 \text{ MPa}$

$A_{sl} = 18\emptyset 14 =$
 $= 27.7 \text{ cm}^2$
 $V_{Ed,max}=350.0 \text{ kN}$
 $N_{sd}=460.0 \text{ kN}$

b_w	20.00	cm
h	110.00	cm
$d_1 (d_2)$	5.00	cm
d	105.00	cm
A_{sl}	27.70	cm ²
$V_{Ed,max}$	350.00	kN
N_{sd}	460.00	kN
k	1.44	
ρ_l	0.0132	
v_{min}	0.33	
σ_{cp}	0.21	kN/cm ²
$V_{Rd,c}$	129.9	kN
$V_{Rd,c,min}$	75.9	kN
$V_{Rd,c,mjer}$	129.9	kN
v	0.528	
V_{Rd2}	1108.8	kN

C 30/37		
f_{ck}	30.00	Mpa
f_{cd}	2.00	kN/cm ²
$f_{yd}, f_{yw,d}$	43.48	kN/cm ²
τ_{Rd}	0.34	kN/cm ²

Računska armatura

ρ_{min}	0.0011	
m	2	
$V_{Ed,max}/V_{Rd2}$	0.32	
$s_{w,max}$	30.0	cm
$A_{sw,min}$	0.330	cm ²

Računsko:

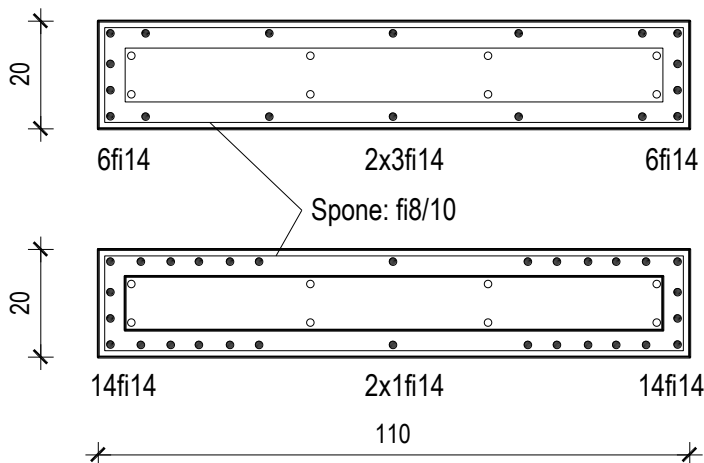
Odabrano:	Ø8 / 10	
$A_{sw,od}$	0.50	cm ²
V_{wd}	413.07	kN

Konstruktivno:

Odabrano:	Ø8 / 20	
$A_{sw,od}$	0.50	cm ²
V_{wd}	206.53	kN

Skica armature zidova:

- Postojeca armatura
- Nova armatura

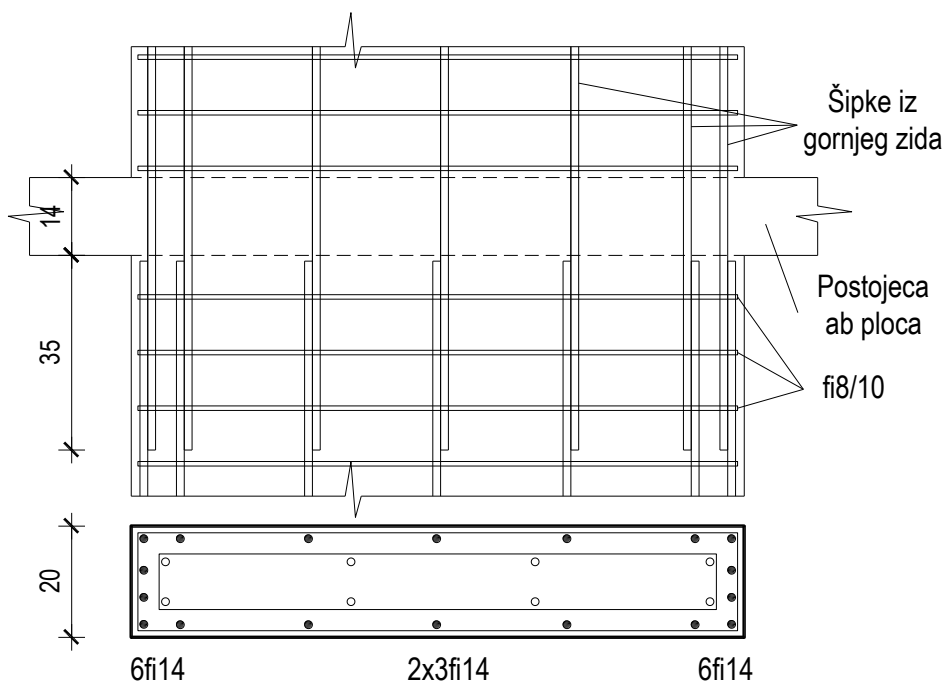


Tehnologija izvedbe:

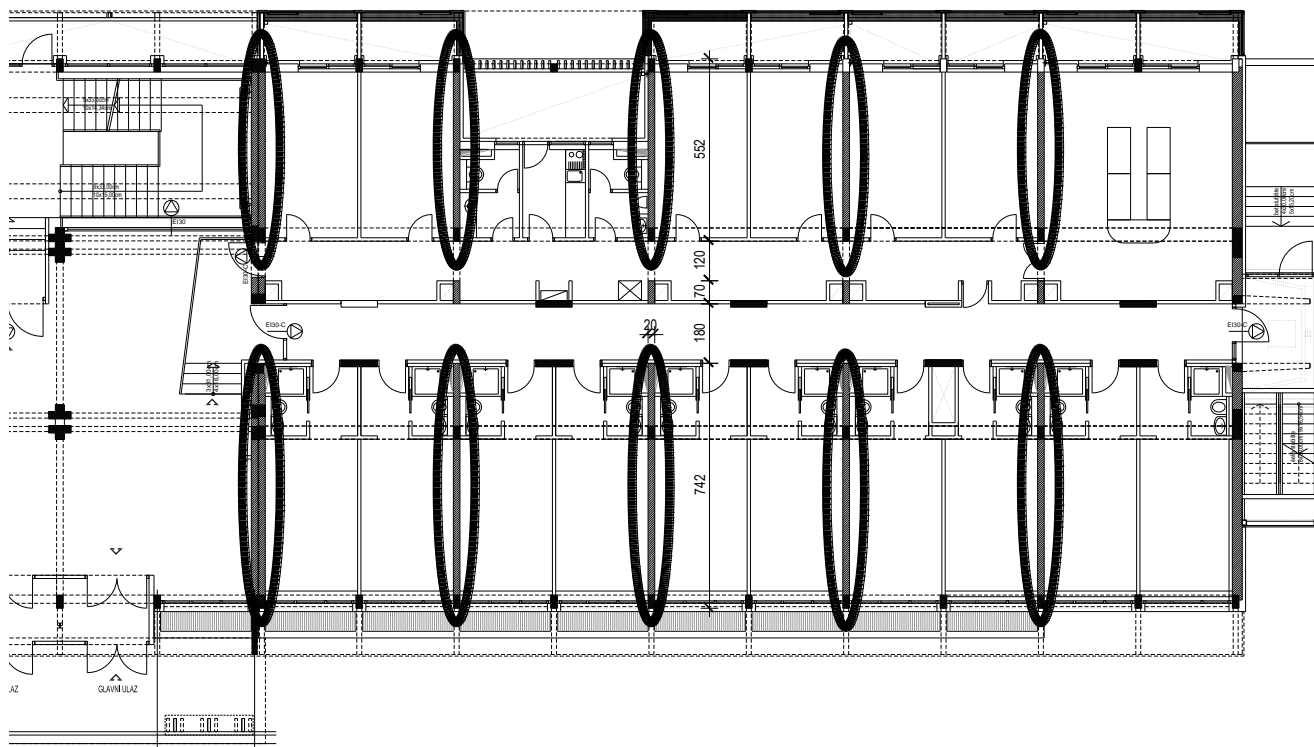
Postojeće zidove je potrebno oštemati do stare armature. Zidove detaljno otprašiti i premazati sredstvom za nastavak betoniranja (SN vezom). Postaviti novu armaturu, kako je prikazano na gornjim slikama i nanijeti novi sloj betona, Tip D, prema tablici danoj u poglavlju o materijalima (Poglavlje 2.1).

Pri izvedbi paziti da dimenzije novog stupa budu što približnije dimenzijama postojećeg. Pri tome, minimalni zaštitni sloj betona do armature je 1.5 cm.

Na spoju zida sa pločom, ploču također oštemati do armature, probušiti na mjestu prolaska šipke, te šipke iz gornjeg kata provući kroz ploču u dubini bar 35 cm. U ploči izbušiti također rupu kroz koju će se beton uliti u kalup, tako da se u potpunosti popuni prostor u kalupu stupa.



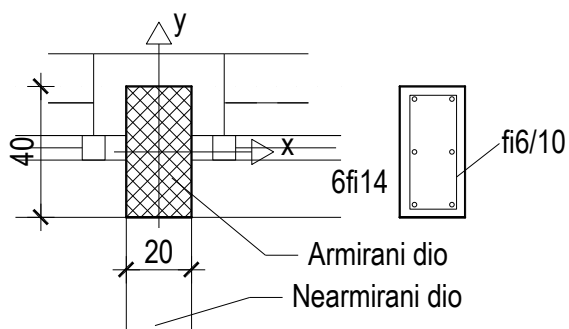
9.5.2 Poprečni zidovi – istočna dilatacija



Ovi zidovi su pravokutnog oblika. Uglavnom su nearmirani, osim na krajevima gdje je izveden ab stup. Ovi stupovi su, prema dostupnom projektu, armirani sa glatkom armaturom (GA 240/360), prema skici. Ispitivanja provedena nerazornim metodama su potvrdila broj i položaj šipki. Materijal izrade, po projektu je MB-30 (sadašnja oznaka: C 25/30), ali su ispitivanja pokazala veću čvrstoću betona, preko 40.0 MPa.

Armatura je ista u svim stupovima. Uglavnom je postavljeno 8Ø14. Spone Ø6 su postavljene na 20 cm.

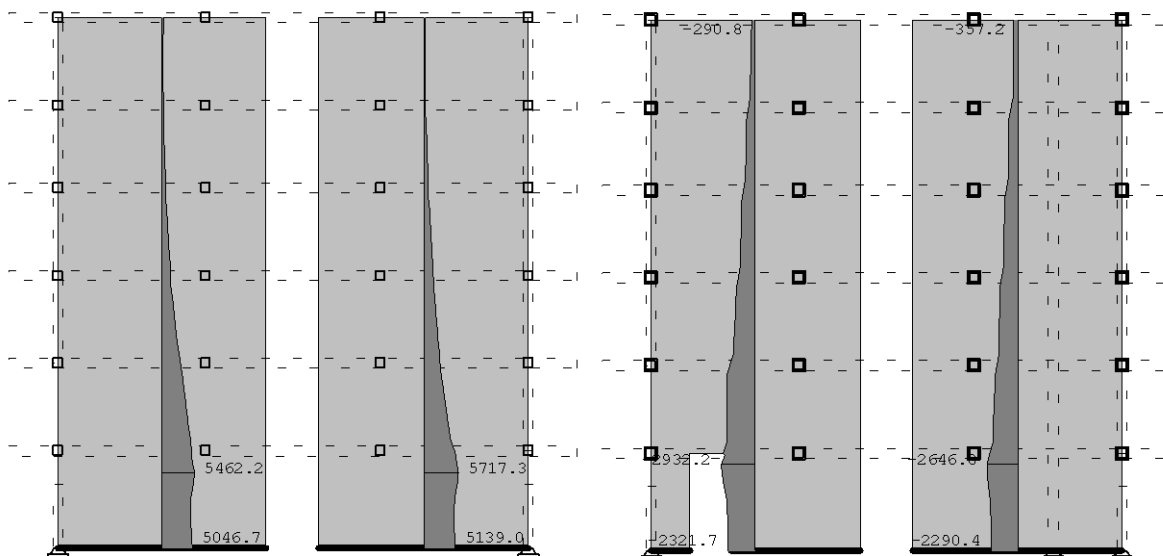
Armatura je gotovo ista u svim stupovima. Uglavnom je postavljeno 6Ø14, a neki stupovi su armirani samo sa 4Ø14 (u kutovima). Spone Ø6 su, pri vrhu i dnu stupa, postavljene na 10 cm, a u sredini na 20 cm.



Maksimalni moment dobiven iz proračuna za zidove (potresna kombinacija):

Moment u zidovima (kNm)

Uzdužna sila u zidovima (kN)



$$M_{Ed,max} = 5720.0 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed,max} = 2650.0 \text{ kN}$$

$$b = 20.0 \text{ cm}$$

$$h = 742.0 \text{ cm}$$

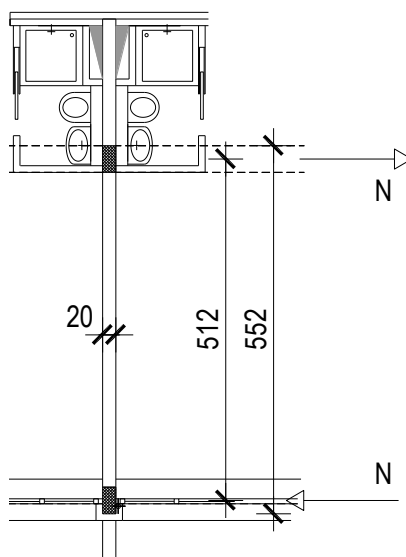
$$A = b \cdot h = 0.2 \cdot 7.42 = 1.48 \text{ m}^2 ; \quad W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{0.2 \cdot 7.42^2}{6} = 1.84 \text{ m}^3$$

$$\sigma_{12} = \frac{N_{Ed,max}}{A} \pm \frac{M_{Ed,max}}{W} = \frac{2650.0}{1.48} \pm \frac{5720.0}{1.84} = 1790.5 \pm 3108.7 =$$

$$\sigma_1 = 4900.0 \text{ kPa} = 4.90 \text{ MPa} ; \quad \sigma_2 = -1320.0 \text{ kPa} = -1.32 \text{ MPa}$$

Vidljivo je da, pri maksimalnom potresnom opterećenju, u zidovima se javlja vlak (koji je manji od vlačne čvrstoće betona), dok je tlak na krajevima zidova daleko manji od dozvoljenog za beton.

Ovaj vlak se u potpunosti prihvaća armaturom. Armirano betonski stupci su postavljeni prema osnovnom rasteru.



C 30/37 (MB-40)
 $f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa

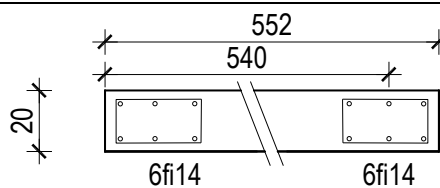
Postojeća armatura:

GA 240/360
 $f_{yd}=240/1.15=208.7$ MPa

Nova armatura:

B 500B
 $f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa

$M_{Ed}= 5720.00$ kNm
 $N_{Ed}= 2650.0$ kN (tlak)



b	20.00	cm
h	552.00	cm
d₁ (d₂)	12.00	cm
d	540.00	cm
M_{Ed}	5720.00	kNm
N_{Ed}	2650.00	kN
ε_{s1}	3.0	‰
ε_{c2}	1.2	‰
M_{sds}	12716.00	kNm
M_{Rd,lim}	33536.88	kNm
μ_{sd}	0.109	

C 30/37

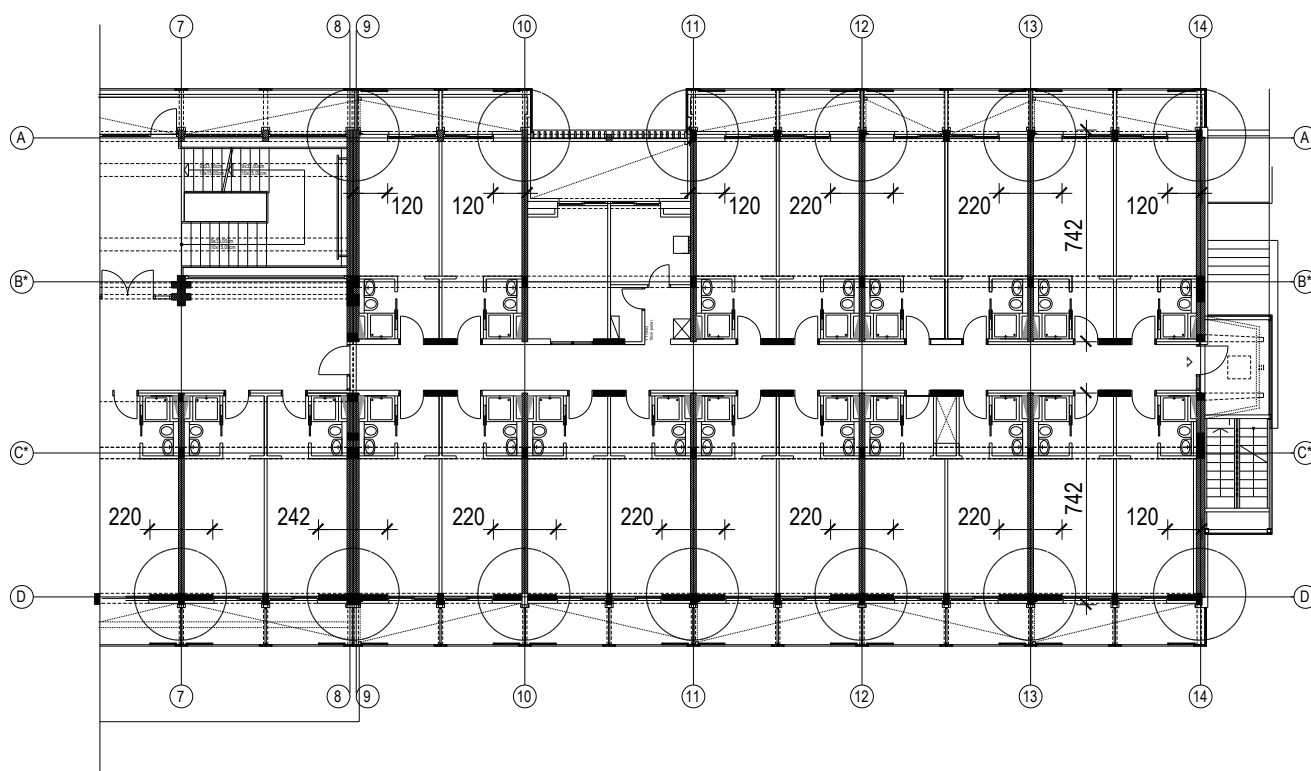
f_{cd}	2.00	kN/cm ²
f_{yd}	43.50	kN/cm ²

Jednostruko armiranje

ω	14.225	%
ρ	-0.005	%
ξ	0.291	
ζ	0.897	
A_{s1}	-0.56	cm ²
A_{s2}	0.00	cm ²
A_{s,min}	11.04	cm ²

Generalno, ugrađena armatura zadovoljava!

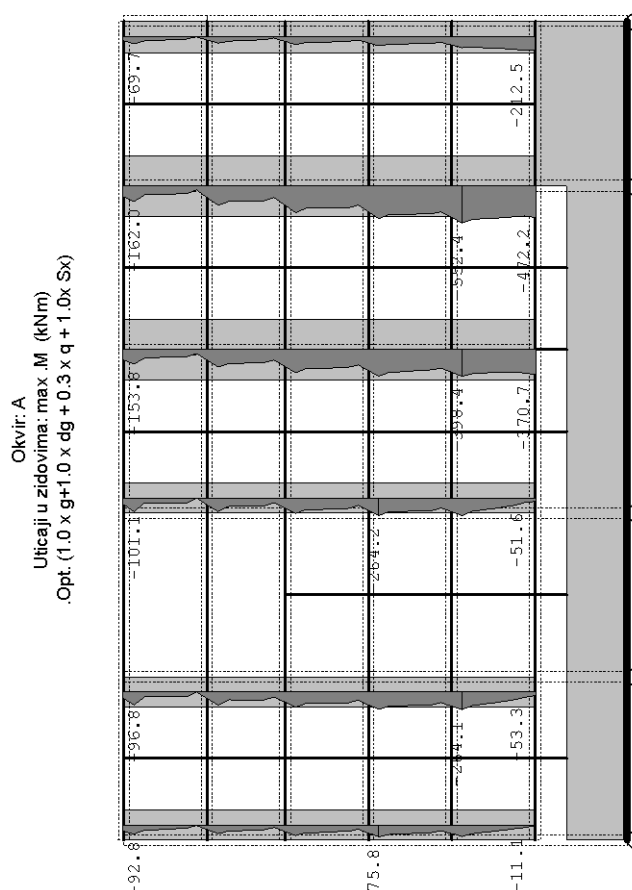
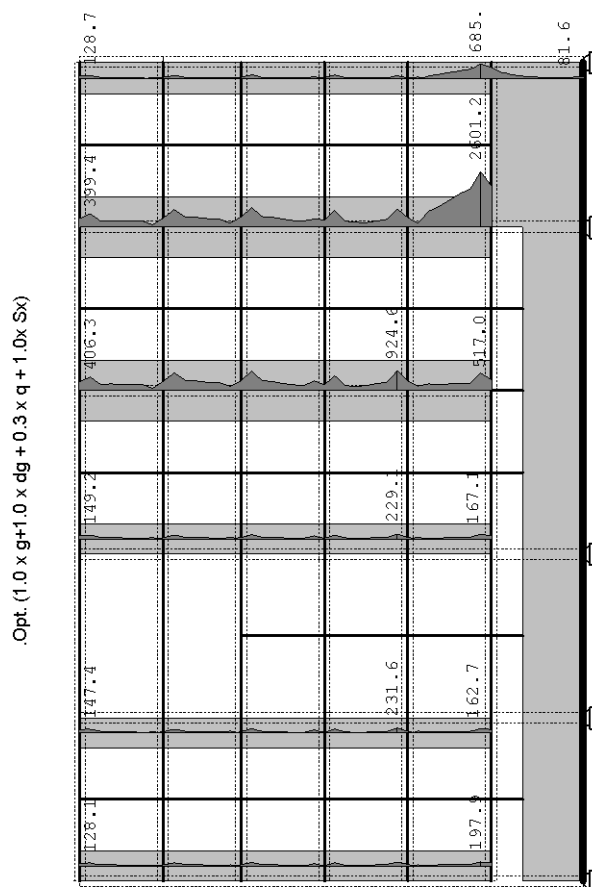
Na katovima ovi zidovi pridržavaju uzdužne zidove na krajevima.



Maksimalni moment dobiven iz proračuna za zidove (potresna kombinacija):

Moment u zidovima (kNm)

Uzdužna sila u zidovima (kN)



C 30/37 (MB-40)
 $f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa

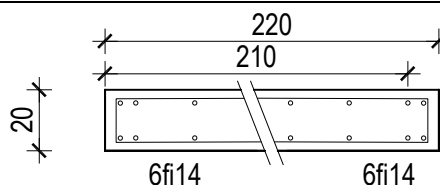
Postojeća armatura:

GA 240/360
 $f_{yd}=240/1.15=208.7$ MPa

Nova armatura:

B 500B
 $f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa

$M_{Ed}=930.00$ kNm
 $N_{Ed}=400.0$ kN (tlak)



b	20.00	cm
h	220.00	cm
d ₁ (d ₂)	10.00	cm
d	210.00	cm
M_{Ed}	930.00	kNm
N_{Ed}	400.00	kN
ϵ_{s1}	3.0	‰
ϵ_{c2}	1.0	‰
M_{sds}	1330.00	kNm
$M_{Rd,lim}$	5071.93	kNm
μ_{sd}	0.075	

C 30/37

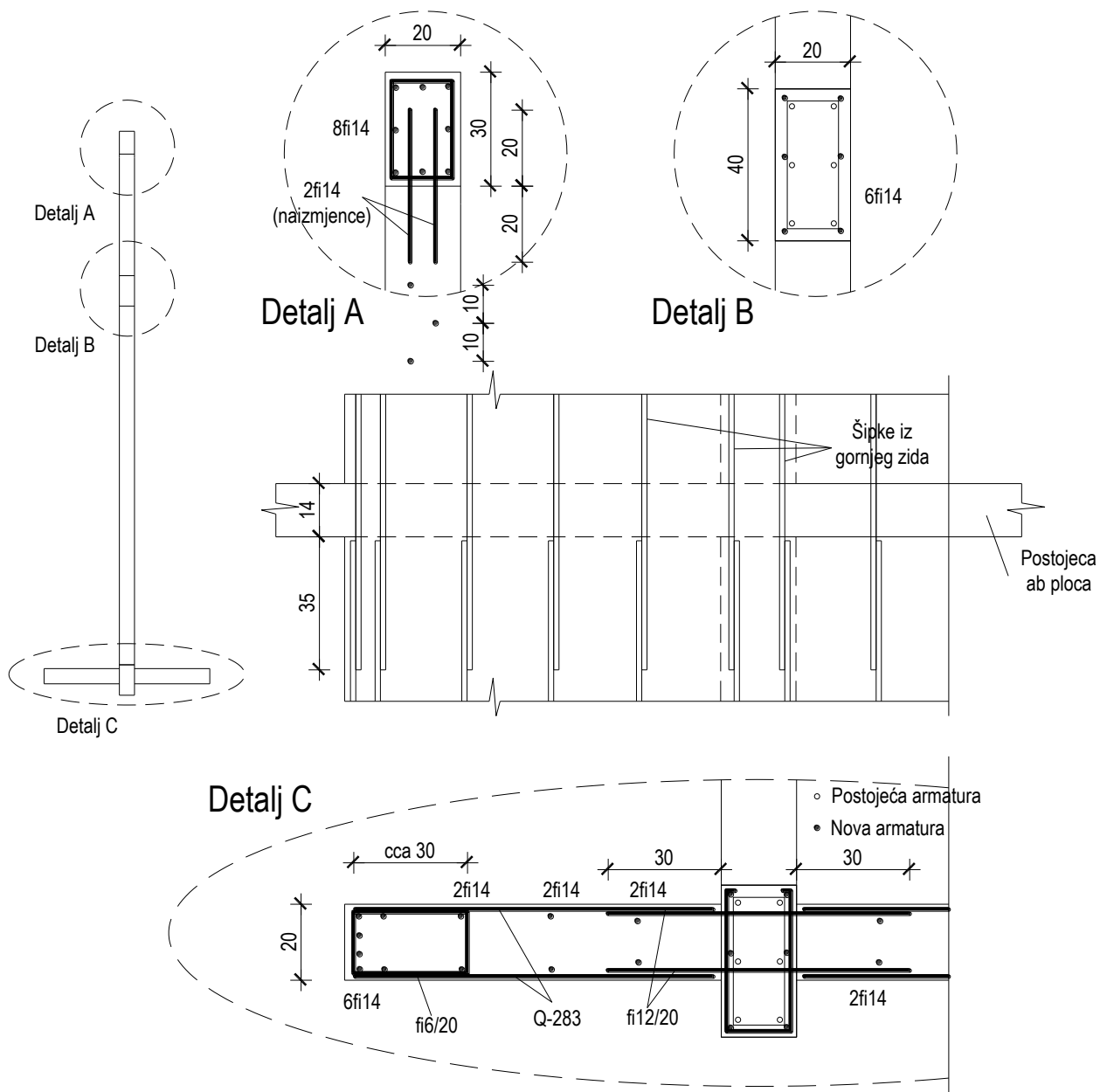
f_{cd}	2.00	kN/cm ²
f_{yd}	43.50	kN/cm ²

Jednostruko armiranje

ω	9.727	%
ρ	0.160	%
ξ	0.242	
ζ	0.916	
A_{s1}	6.71	cm ²
A_{s2}	0.00	cm ²
$A_{s,min}$	4.40	cm ²

Odabrano dodatno 6Ø14 ($A_{s1}=9.24$ cm²)

Skica armature zidova:



Tehnologija izvedbe:

Postojeće ab stupove je potrebno oštemati do stare armature. Zidove detaljno otprašiti i premazati sredstvom za nastavak betoniranja (SN vezom). Postaviti novu armaturu, kako je prikazano na gornjim slikama i nanijeti novi sloj betona, Tip D, prema tablici danoj u poglavlju o materijalima (Poglavlje 2.1). Pri tome, minimalni zaštitni sloj betona do armature je 1.5 cm.

Na spoju zida sa pločom, ploču također oštemati do armature, probušiti na mjestu prolaska šipke, te šipke iz gornjeg kata provući kroz ploču u dubini bar 35 cm. U ploči izbušiti također rupu kroz koju će se beton uliti u kalup, tako da se u potpunosti popuni prostor u kalupu stupa. Na vrhu zida također formirati ab stupac, prema skicama.

Beton Tip D, prema tablici danoj u poglavlju o materijalima (Poglavlje 2.1).

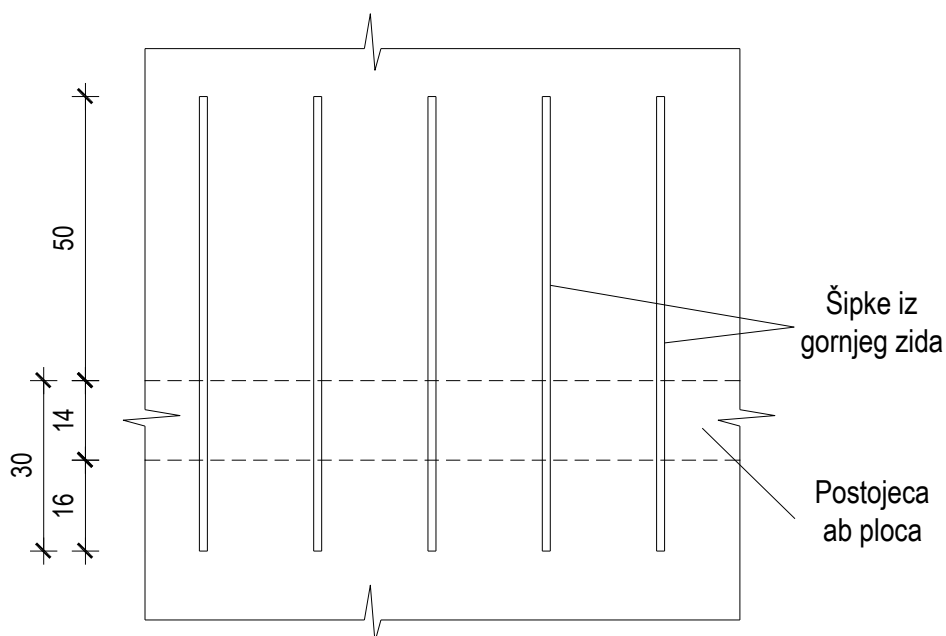
9.6 Nastavljanje zidova

Tehnologija izvedbe:

Da bi se izgradio 4 kat potrebno je nastaviti ab zidove. To izvesti na sljedeći način. Krovnu ploču je potrebno detaljno očistiti od slojeva sve do betona. Ploču na mjestu nastavljanja zidova ošteti do armature, tako da se u potpunosti ogoli gornja armatura ploče. Šteta se izvršiti pažljivo, tako da se armatura ne ošteti.

Ploču detaljno otprašiti i premazati sredstvom za nastavak betoniranja (SN vezom). Na spoju zida sa pločom, postavljaju se ankeri Ø12 svakih 20 cm, obostrano. Ovo se vrši bušenjem rupe, dubine 30-ak cm. Debljina svrdla Ø14. Rupe detaljno otprašiti i uliti epoxy smolu, te postaviti šipke. Ove šipke trebaju viriti bar 50-ak cm iznad vrha ploče.

Postaviti armaturu zida i betonirati zid, beton Tip C, prema tablici danoj u poglavlju o materijalima (Poglavlje 2.1).



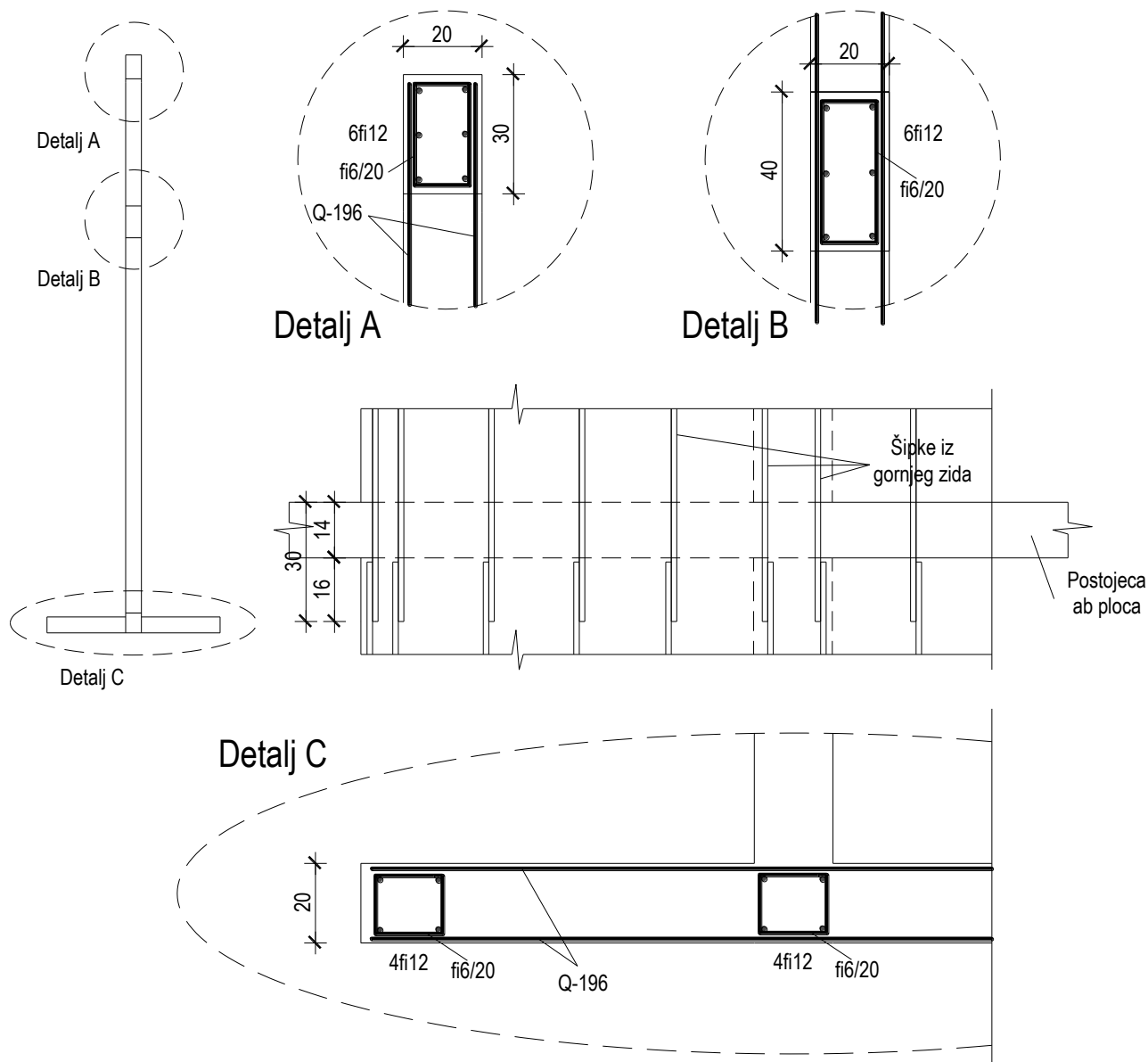
9.7 Rezanje zidova u istočnoj dilataciji

U istočnoj dilataciji u prizemlju se režu poprečni zidovi i stvara prolaz od 120 cm. Ovaj dio zidova koji se reže je nearmiran. Da bi se bolje prenio teret, na mjestu rezanja formirati novu gredu, dubine ispod ploče 15 cm, armiranu sa 3Ø16.

Tehnologija izvedbe je sljedeća: Zid se odreže do ploče, zatim se ošteta sa strane i postavi armatura. Ploča se probije na dva mjesta, te odozgor uspe beton.

9.8 Novi zidovi 4. kata

Zidovi 4. Kata izvode se kao armiranobetonski zidovi. Ovi zidovi, kako su na vrhu zgrade, nemaju značajnijih naprezanja. Sve zidove armirati sa Q-196 obostrano, sa ojačanjima na mjestima stupova donjih katova.



9.9 Zidovi lifta

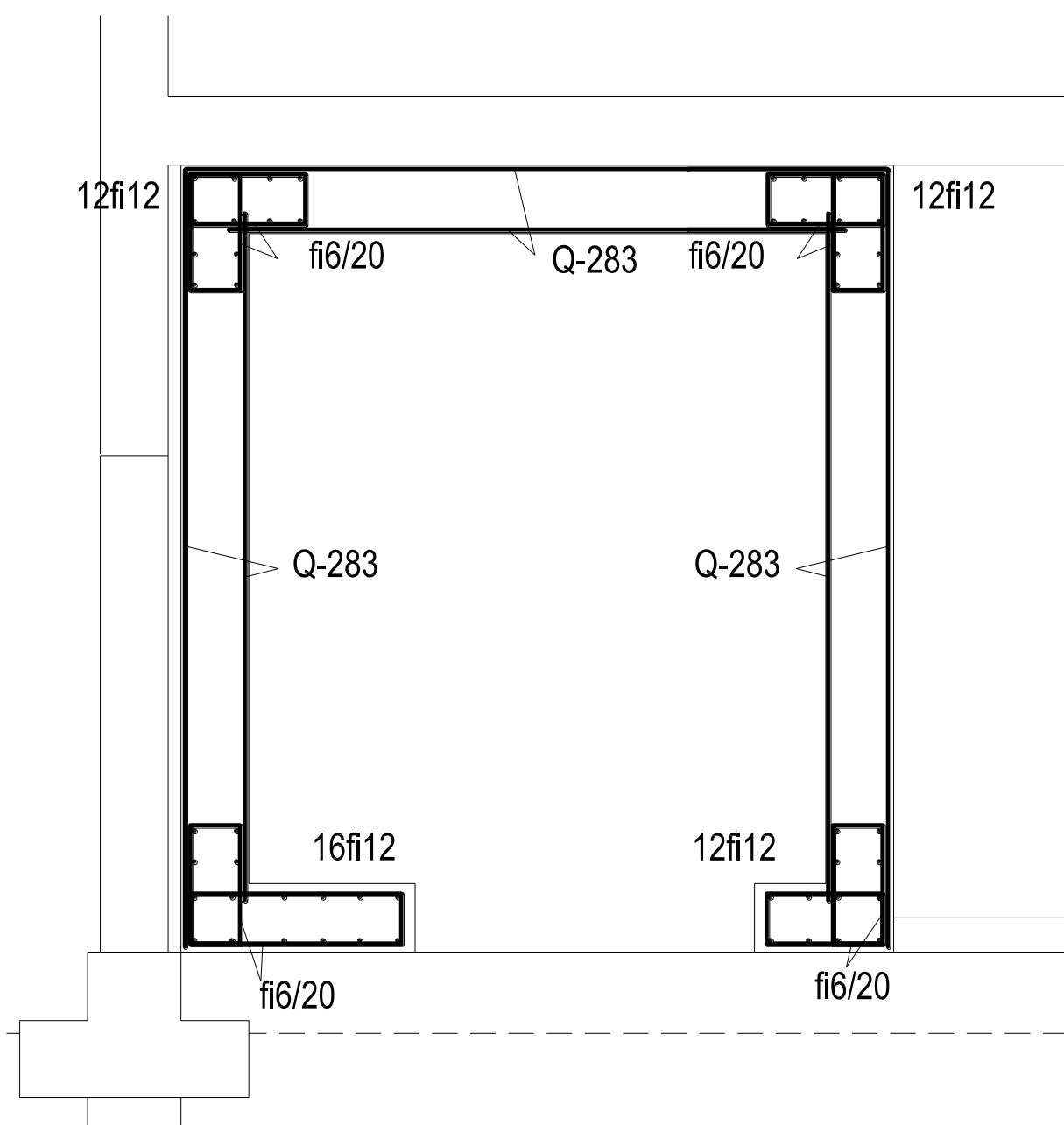
Zidovi lifta, izvode se zajedno sa šahtom lifta. Za potrebe izvedbe šahte potrebno je odsjeći postojeće temelje. Ovo izvesti naročito pažljivo, uz poštovanje svih mjera zaštite na radu, posebno razupiranje prilikom iskopa.

Za potrebe izvedbe okna lifta potrebno je i odsjeći ab ploče etaža. Prilikom isijecanja ploča, ploče isjeći po unutarnjim dimenzijama okna lifta, uz obavezno podupiranje, a daljnjih 20 cm (debljina zidova lifta) oštemati tako da se u što većoj mjeri očuva postojeća armatura ploča. Šipke Ø12 sa donje skice provući kroz postojeću armaturu i betonirati.

Prije betoniranja ploču detaljno otprašiti i premazati sredstvom za nastavak betoniranja (SN vezom).

Beton Tip C, prema tablici danoj u poglavlju o materijalima (Poglavlje 2.1).

Ukopano okno lifta armirati mrežama Q-283 obostrano, betonom Tip C.



9.10 Kontrola temelja i temeljnog tla

Maksimalne reakcije na temeljno tlo dobivene su iz numeričkog modela i prikazane su u izlazima iz numeričkog modela. Postojeći temelji prikazani su na nacrtima u prilogima, te u skicama u nastavku.

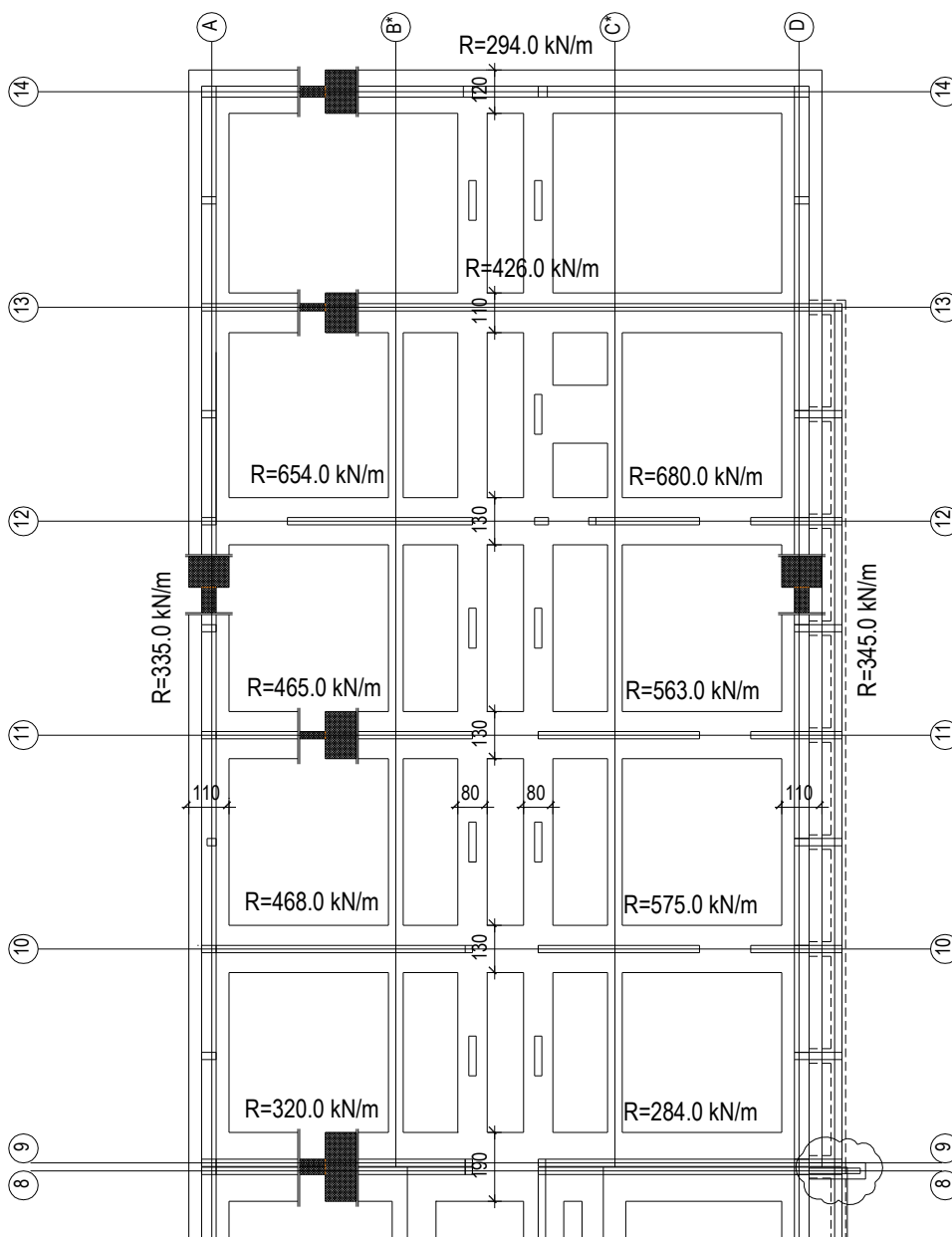
Pretpostavljena je vrijednost dozvoljene nosivosti tla kao u originalnom projektu:

Za osnovno opterećenje: $\sigma_{tla,dop,os}=0.5 \text{ MPa}$ (500.0 kN/m²)

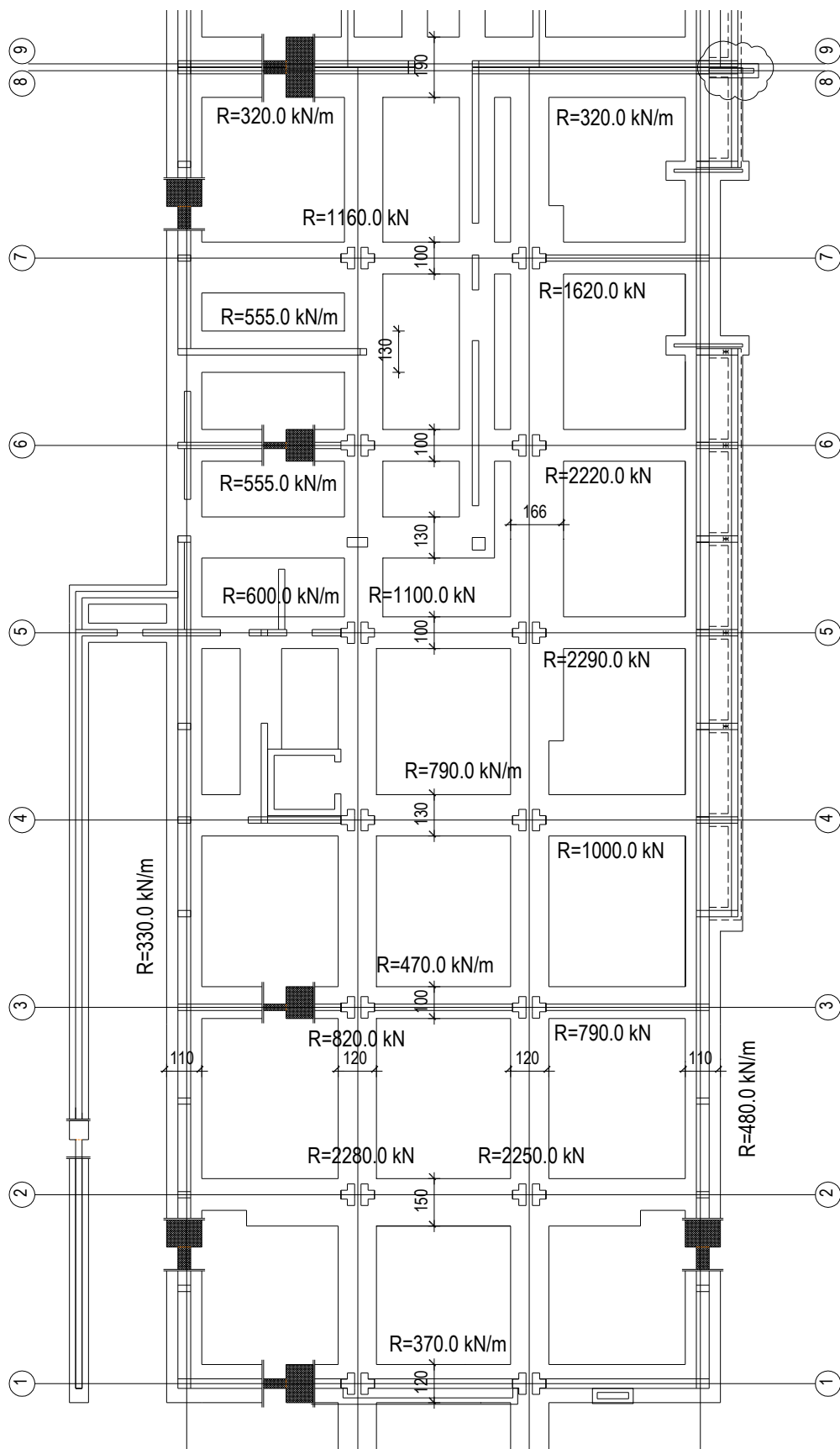
Za potresno opterećenje: $\sigma_{tla,dop,pot}=1.2 \sigma_{tla,dop,os} = 0.6 \text{ MPa}$ (600.0 kN/m²)

9.10.1 Temelji – istočna dilatacija

Na crtežu su naznačene širine temelja i maksimalne reakcije na temelj od uobičajene kombinacije opterećenja. Na mjestima zidova naznačene su reakcije od zidova (linijske), a na mjestu stupova reakcije stupova (koncentrirane sile).



9.10.2 Temelji – zapadna dilatacija



9.10.3 Kontrola nosivosti temeljnog tla – linijski temelji ispod zidova

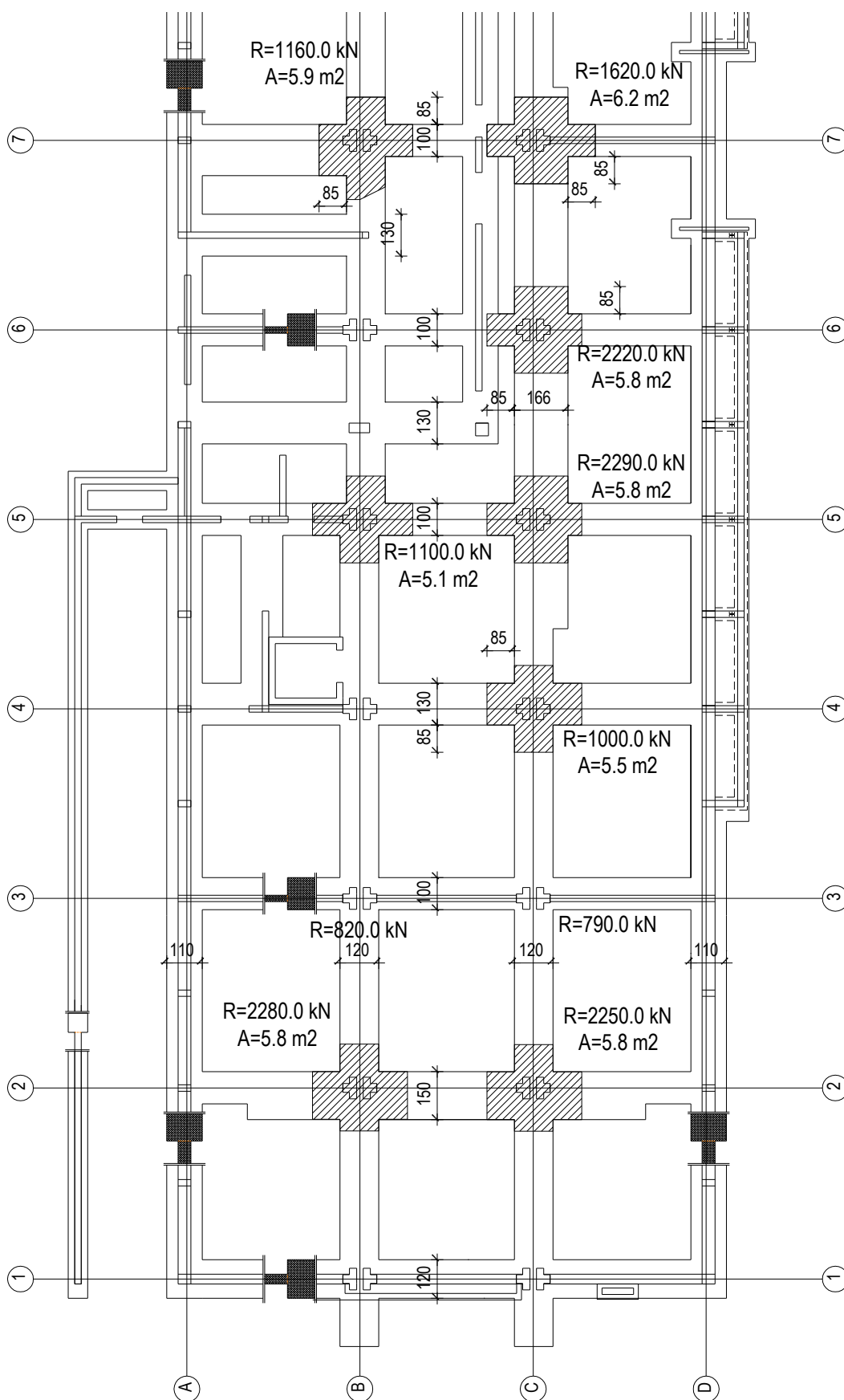
Proračun naprezanja temeljnog tla sortiran je u tablici. Za sve temelje očitana je maksimalna reakcija (iako je za većinu temelja maksimalna reakcija samo na jednom izdvojenom mjestu), te je ta reakcija pomnožena sa duljinom zida. Zatim je ukupna sila podijeljena sa duljinom temelja samo u tome smjeru. Vidljivo je da su sve vrijednosti ispod dozvoljene nosivosti tla.

Os	R-max (kN/m)	l-zida (m)	R-max (kN)	širina temelja (m)	dužina temelja (m)	sig (kN/m ²)
14	294.0	16.0	4704.0	1.2	16.0	245.00
13	426.0	16.0	6816.0	1.1	16.0	387.27
12-lijevo	654.0	5.0	3270.0	1.3	8.0	314.42
12-desno	680.0	5.0	3400.0	1.3	8.0	326.92
11-lijevo	465.0	7.0	3255.0	1.3	8.0	312.98
11-desno	563.0	6.4	3603.2	1.3	8.0	346.46
10-lijevo	468.0	7.0	3276.0	1.3	8.0	315.00
10-desno	575.0	6.4	3680.0	1.3	8.0	353.85
8-9-lijevo	640.0	30.0	19200.0	1.9	30.0	336.84
8-9-desno	604.0	30.0	18120.0	1.9	30.0	317.89
između 6-7	555.0	5.7	3163.5	1.3	6.7	363.20
6	555.0	5.7	3163.5	1.0	6.7	472.16
5	600.0	3.5	2100.0	1.0	6.7	313.43
4	790.0	3.4	2686.0	1.3	6.7	308.38
1	370.0	16.0	5920.0	1.2	16.0	308.33
A-istok	335.0	27.0	9045.0	1.1	27.0	304.55
D-istok	345.0	27.0	9315.0	1.1	27.0	313.64
A-zapad	330.0	48.0	15840.0	1.1	48.0	300.00
D-zapad	480.0	48.0	23040.0	1.1	48.0	436.36

9.10.4 Kontrola nosivosti temeljnog tla – temelji ispod stupova

Pretpostavlja se raspodjela naprezanja pod kutom 45°. Utjecajne površine prikazane su na skici. Vidljivo je da su i ove vrijednosti ispod dozvoljene nosivosti tla.

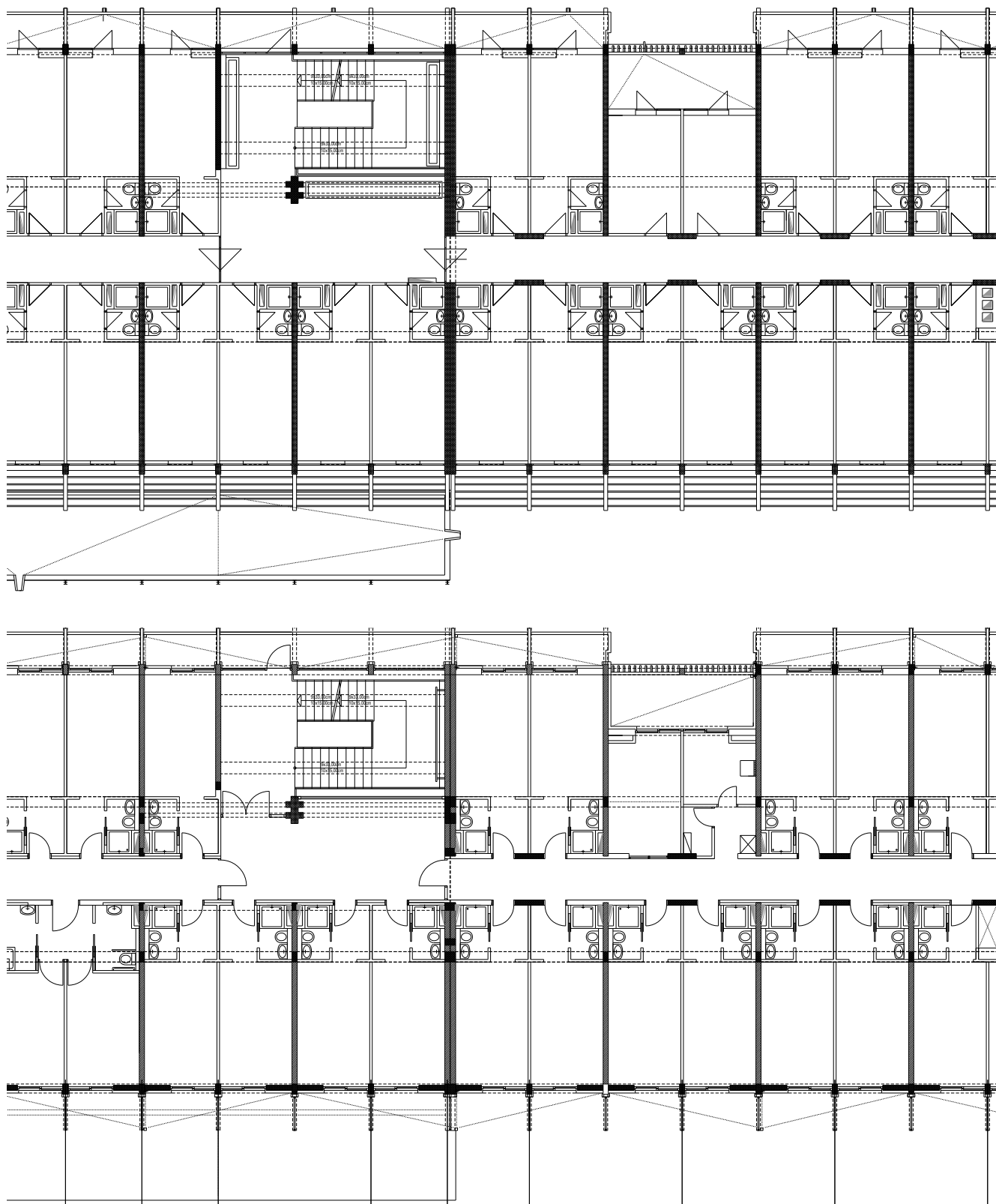
Os	R-max (kN)	Površina temelja A (m ²)	sig (kN/m ²)
7-B	1160.0	5.9	196.61
7-C	1620.0	6.2	261.29
6-C	2220.0	5.8	382.76
5-B	1100.0	5.1	215.69
5-C	2290.0	5.8	394.83
4-C	1000.0	5.5	181.82
2-B	2280.0	5.8	393.10
2-C	2250.0	5.8	387.93



9.11 Zatvaranje postojećih instalacijskih šahti i otvaranje novih

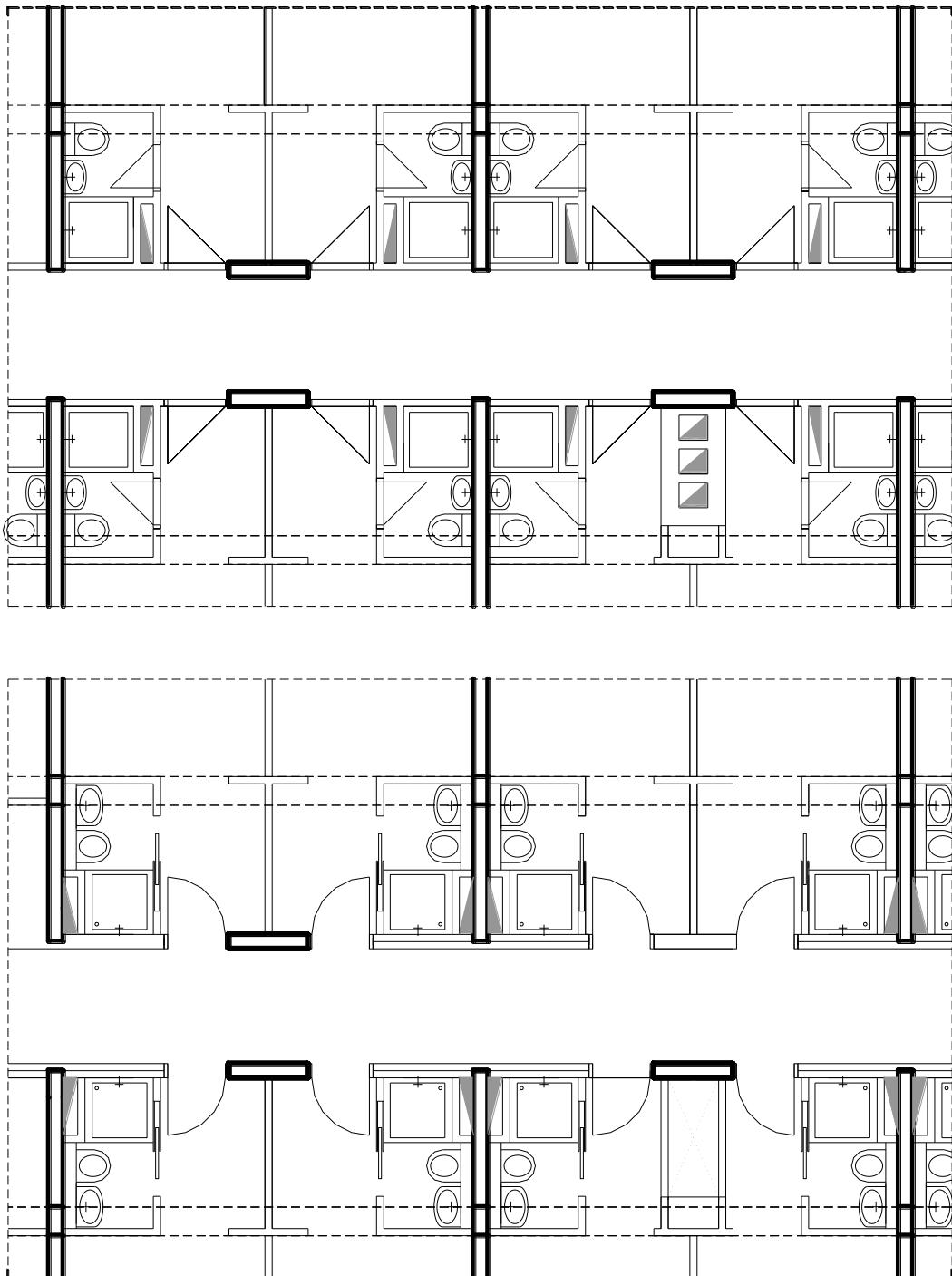
Projektom preuređenja studentskih soba predviđen je drukčiji razmještaj sanitarija u kupatilu, pa se iz tog razloga izmještaju instalacijske šahte.

Stari (gornji crtež) i novi (donji crtež) položaj instalacijskih šahti prikazan je na crtežima (dio etaže):



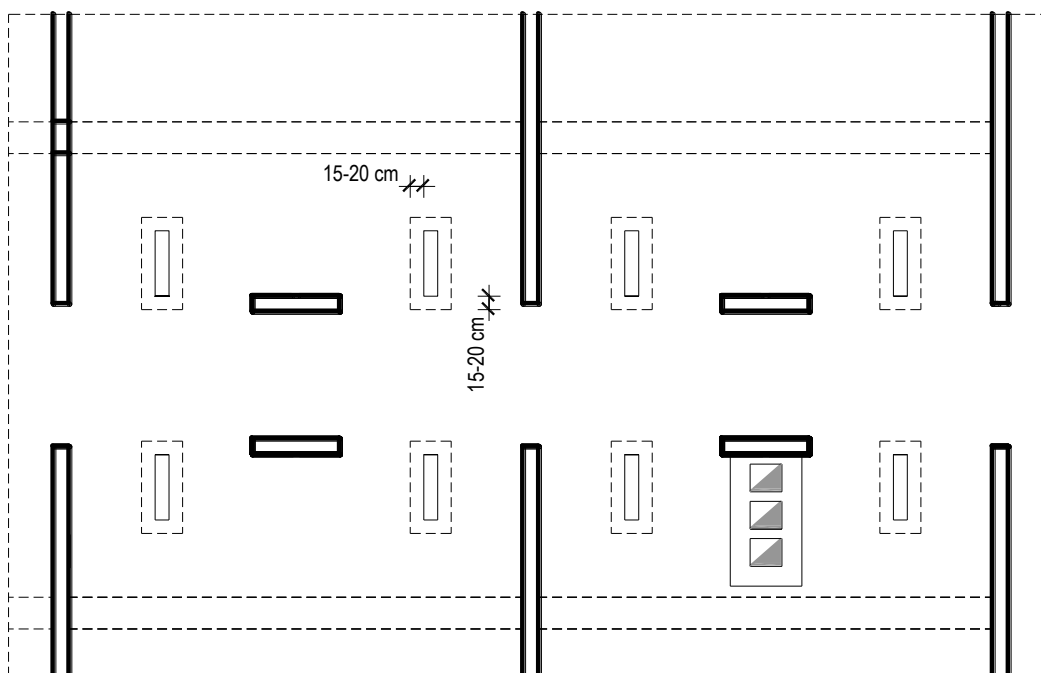
Iz položaja nosivih zidova u tlocrtu jasno se uočava da je ploča nosiva u jednom smjeru i to uzdužnom smjeru građevine. Stoga se zatvaranjem starih i bušenjem novih instalacijskih šahti ne dira puno u nosivi sustav ploče.

Zatvaranje starih otvora u podu se vrši oštetavanjem oko otvora do armature, varenjem nove armature za staru (postojeću), te betoniranjem. Novi otvori će se ispiliti točno kako su projektom predviđeni, te oštemati daljnjih 20 cm u svaku stranu. Rub ploče će se pojačati s novom armaturom, te će se taj rub ploče dobetonirati do predviđene dimenzije.



Korak 1:

Nakon skidanja svih pregradnih zidova i slojeva poda, ploču oštemati cca 15-20 cm više od dimenzija starog otvora

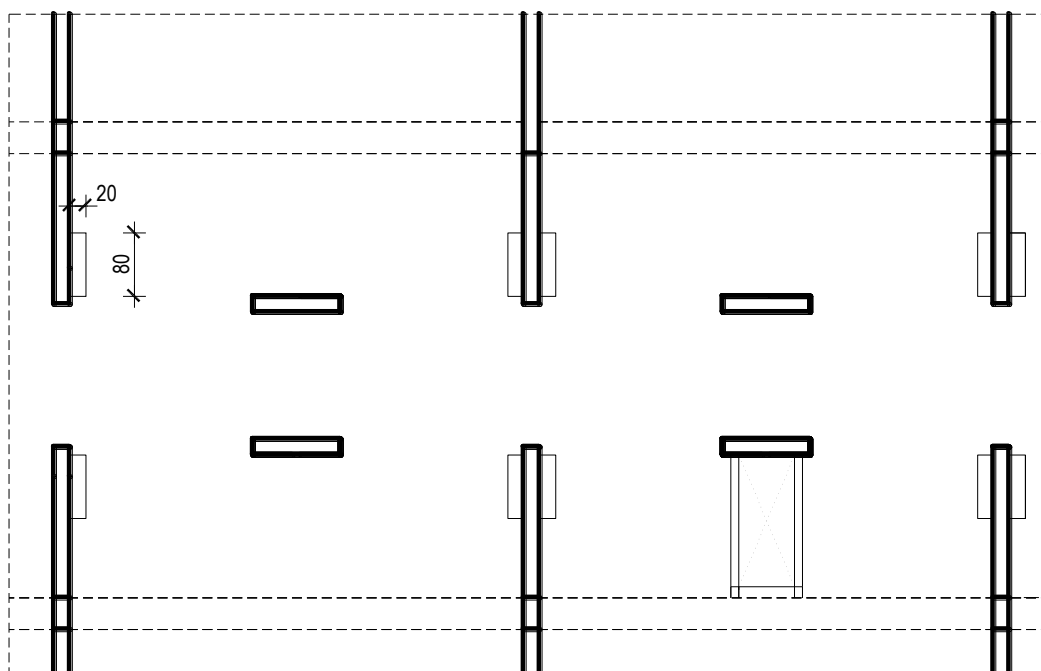


Korak 2:

Zavariti novu armaturu na postojeću armaturu iz ploče, pri čemu paziti na veličinu i razmak profila. Prema postojećoj dokumentaciji ploča je armirana sa R-503, pa se očekuju šipke Ø8/10 cm. U svakom slučaju, prilagoditi se stvarnom stanju na terenu

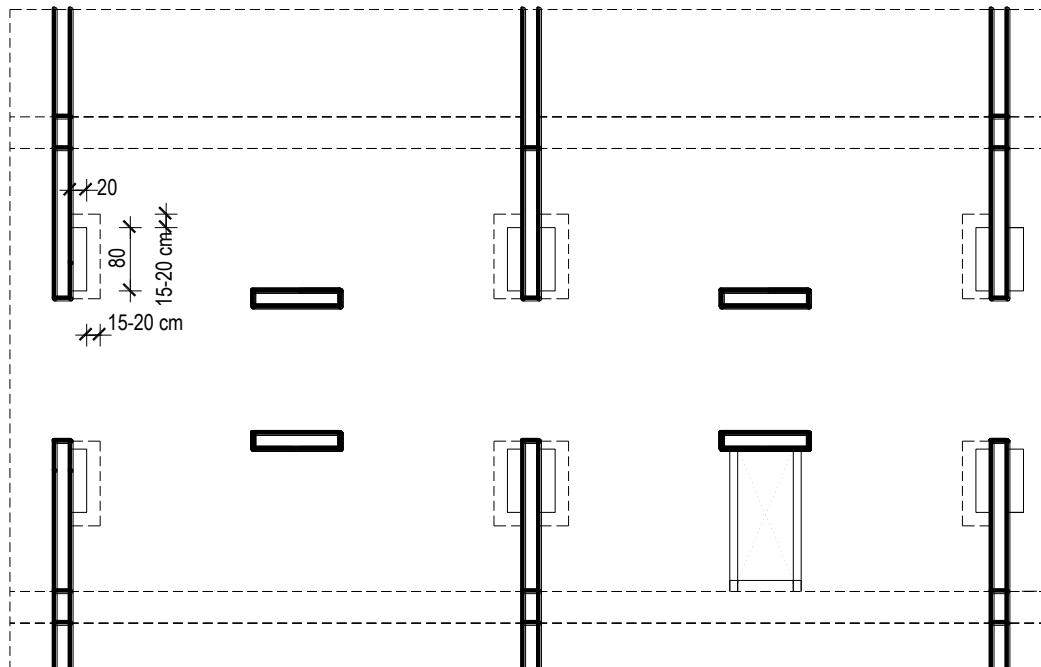
Korak 3:

Rezanje novih otvora u ploči, po njihovim točnim dimenzijama.



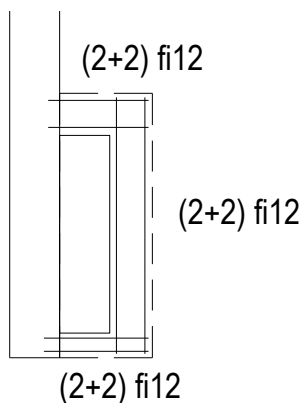
Korak 4:

Oštemavanje oko novih otvora u ploči, 15-20 cm šire od samog otvora. Štemanje vršiti pažljivo da se ploča što manje ošteti. Pogotovo paziti na postojeću armaturu ploče, koju je potrebno sačuvati u najvećoj mogućoj mjeri.



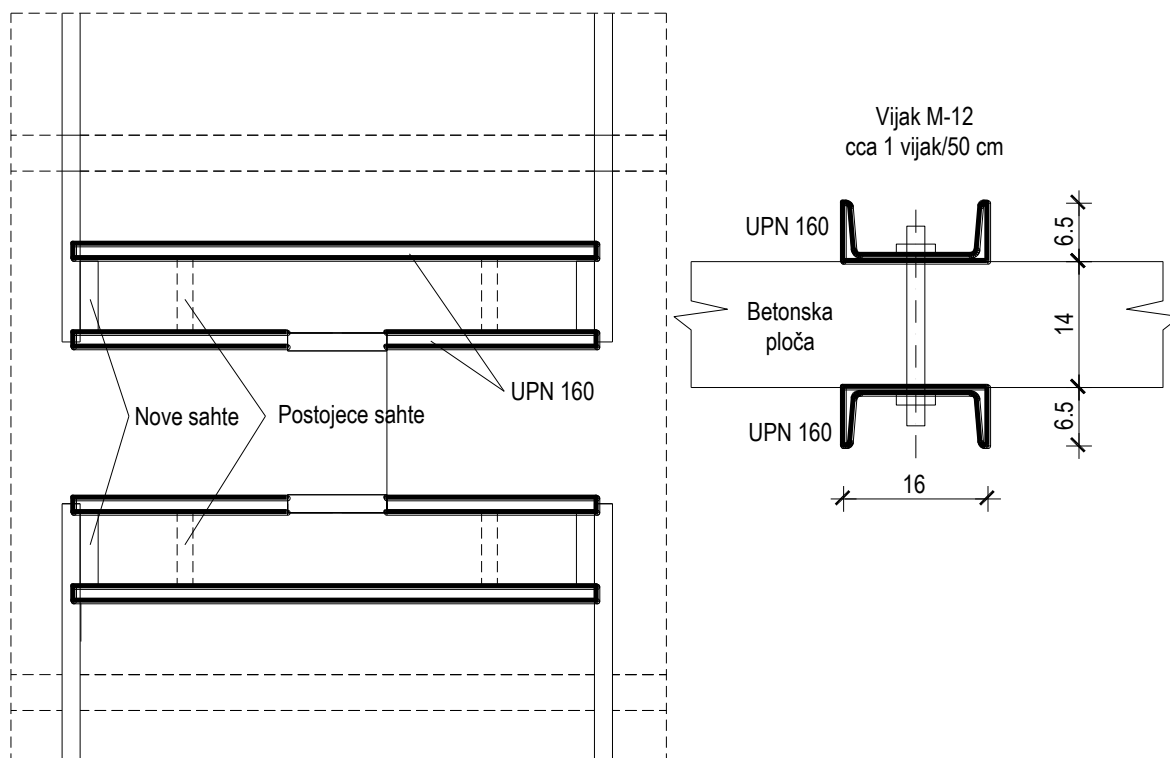
Korak 5:

Oko novih otvora postaviti armaturu koju je potrebno varenjem povezati sa postojećom i betoniranje oštemanog dijela. Šipke uvući u postojeći zid, bar 10-ak cm. Prije betoniranja postojeći beton tretirati sredstvom za nastavak betoniranja (SN vezom).



Alternativno rješenje

Alternativno rješenje je postavljanje U profila sa gornje i donje strane ploče i vezivanje ovih profila vijcima (vijak M-12, na cca 50 cm). U tom slučaju bi se, nakon čišćenja ploče od slojeva, boje i sl. postavila dva U profila UPN-160 sa gornje i donje strane ploče, kako je prikazano na crtežu.

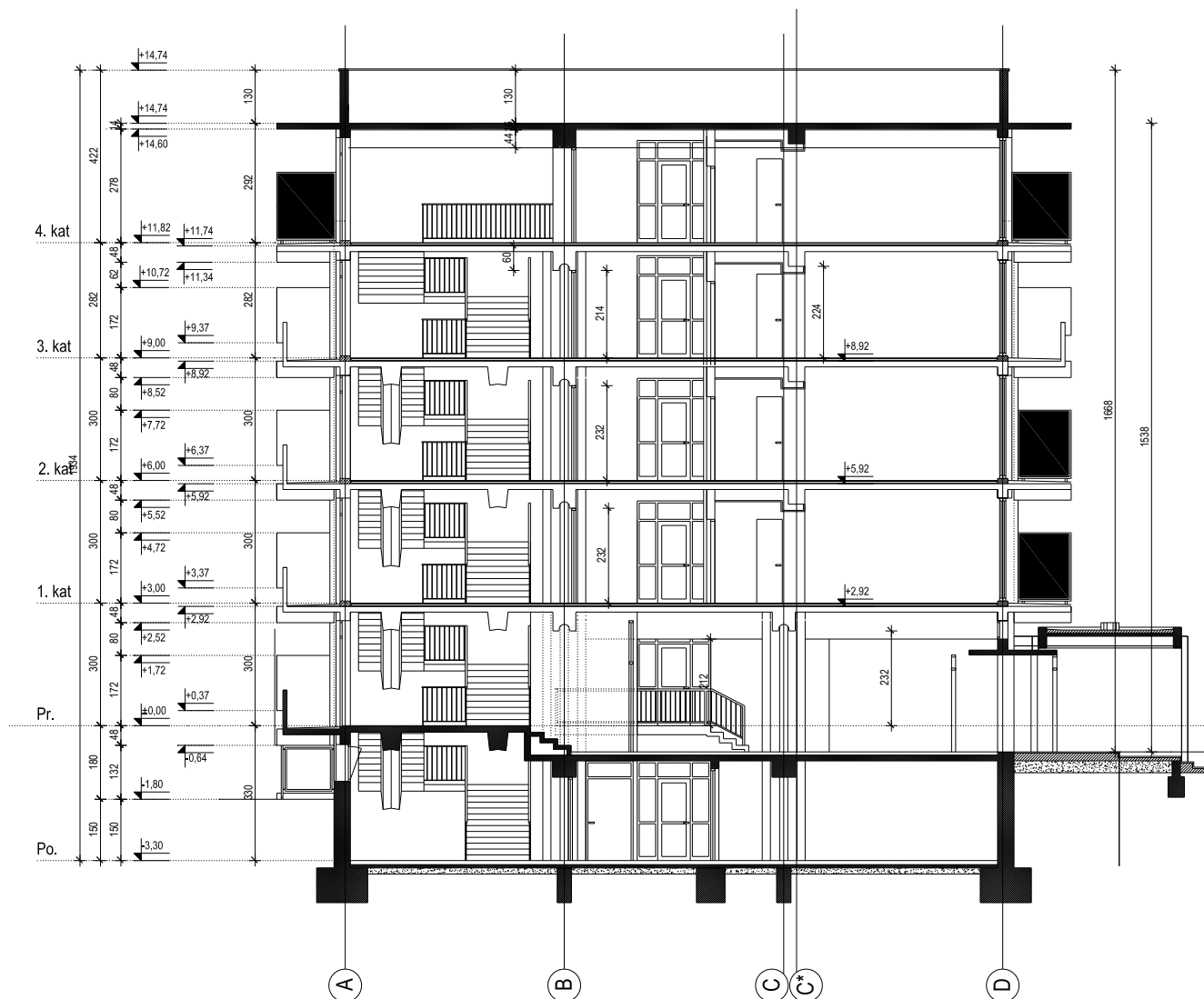


U ovom slučaju profile je potrebno malo (cca 5 cm) ukopati u postojeći zid. Gornji profil je skriven u slojevima poda, a donji se nalazi iznad spuštenog stropa. Po potrebi se pojasnice mogu i malo skratiti.

10 PRORAČUN NOVIH PLOČA

10.1 Opis konstrukcije

Nosivu betonsku konstrukciju čine ploče, grede, stupovi, zidovi i temelji.



Karakteristični poprečni presjek kroz konstrukciju

Objekt se sastoji od ukupno 2 dilatacijske cjeline jednake širine a različite duljine. Predviđena je nadogradnja jednog cijelog kata na obe dilatacije. Nadogradnja podrazumjeva izradu nove armirano betonske ploče između osi 1 i 2 debljine 14 cm (stropna ploča trećeg kata), te nadogradnju vertikalnih elemenata četvrtog kata i nove ploče krova debljine 16 cm iznad cjelokupne površine obadviju dilatacija.

Betonske ploče oslanjaju se na grede i zidove. Glavne grede (u osima B i C) su pravokutnog, odnosno T-poprečnog presjeka, širine 40 cm, a visine 50 cm (skupa s pločom). Rubne grede (u osima A i D) su pravokutnog, odnosno T-poprečnog presjeka, širine 25 cm, a visine 35 cm (skupa s pločom).

Grede se oslanjaju na betonske stupove i zidove, s kojima čine okvire za prijenos horizontalnog i vertikalnog opterećenja.



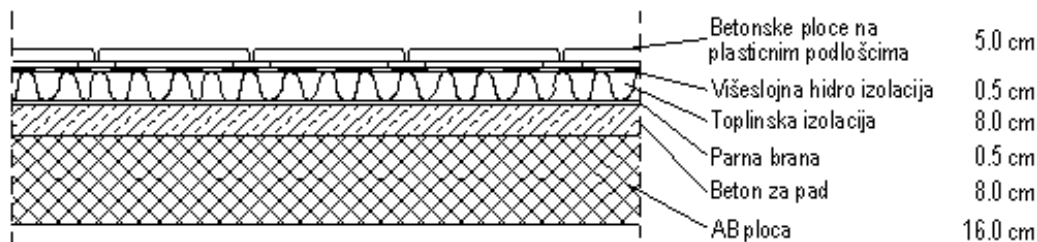
10.2 Analiza opterećenja

10.2.1 Vlastita težina

Vlastita težina dodana je automatski u softveru.

10.2.2 Dodatno stalno opterećenje

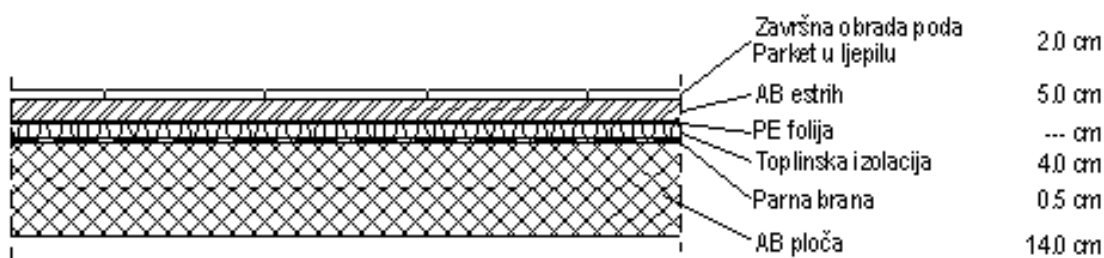
(i) Ploča krova



	d (m)	g (kN/m ³)	$d \cdot g$
Betonske ploče na plastičnim podlošcima	0.05	25.0	1.25
Hidroizolacija + parna brana	0.01	20.0	0.20
Toplinska izolacija	0.08	5.0	0.40
Beton za pad	0.08	24.0	1.92

Ukupno dodatno stalno opterećenje: $\Delta g = 3.80$ (kN/m²)

(ii) Ploča iznad trećeg kata



	d (m)	g (kN/m ³)	$d \cdot g$
Pregrade			1.00
Završna obrada poda – parket	0.02	12.0	0.24
AB estrih	0.05	25.0	1.25
Toplinska izolacija	0.04	5.0	0.20

Ukupno dodatno stalno opterećenje: $\Delta g = 2.80$ (kN/m²)

10.2.3 Korisno opterećenje

(i) Ploča krova

Neprohodni krov za korisno opterećenje uzima se opterećenje snijegom i vjetrom. Za pokretno opterećenje neprohodnih ravnih krovova može se uzeti zamjenjujuća vrijednost: $q = s + w \approx 1.0 \text{ kN/m}^2$. Pošto je predviđen smještaj ratličitih instalacija i strojarskih uređaja po krovu usvojeno je korisno opterećenje $q = 2.5 \text{ kN/m}^2$.

(ii) Ploča iznad trećeg kata

Usvojeno je korisno opterećenje: $q = 3.5 \text{ kN/m}^2$.

10.2.4 Opterećenje potresom

Potresne sile izračunate su metodom spektralne analize. Građevina se nalazi na području Splita, za koju projektno ubrzanje tla iznosi $a_g = 0,221g$ prema važećoj seizmičkoj karti.

Građevina je temeljena na laporu, što odgovara klasi tla B (nanosi vrlo gustog pijeska, šljunka ili vrlo krute gline, debljine najmanje nekoliko desetaka metara, s postupnim povećanjem mehaničkih svojstava s dubinom).

Pretpostavlja se srednja klasa ponašanja: DCM (medium ductility).

Faktor ponašanja za AB konstrukciju

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

q_0 – osnovni faktor ponašanja

k_w – faktor prevladavajućeg sloma

$$q = q_0 \cdot k_w = 3,0$$

Spektar tipa 1, Klasa tla B: $S = 1,2$; $T_B = 0,15$; $T_C = 0,5$; $T_D = 2,0$

$$S_e(T) - \text{elastični spektar } T_C \leq T \leq T_D; \rightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \frac{T_C}{T}$$

S_e - ordinate elastičnog spektra odgovora ubrzanja podloge

T - period osciliranja sustava s jednim stupnjem slobode

a_g - računsko ubrzanje tla za određeni povratni period potresa

S - parametar tla

η - korekcijski faktor prigušenja čija je vrijednost $\eta=1$ za viskozno prigušenje 5%

$$S_d(T) - \text{projektni spektar } T_C \leq T \leq T_D; \rightarrow S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \frac{T_C}{T}$$

Za proračun sudjelujuće mase usvojena su slijedeća opterećenja:

- 1) vlastita težina
- 2) dodatno stalno opterećenje
- 3) 30% pokretnog opterećenja

Pri modalnoj analizi, usvojeno je prvih 40 vlastitih vektora koji su kombinirani pomoću SRSS-metode.

10.3 Proračunski model konstrukcije

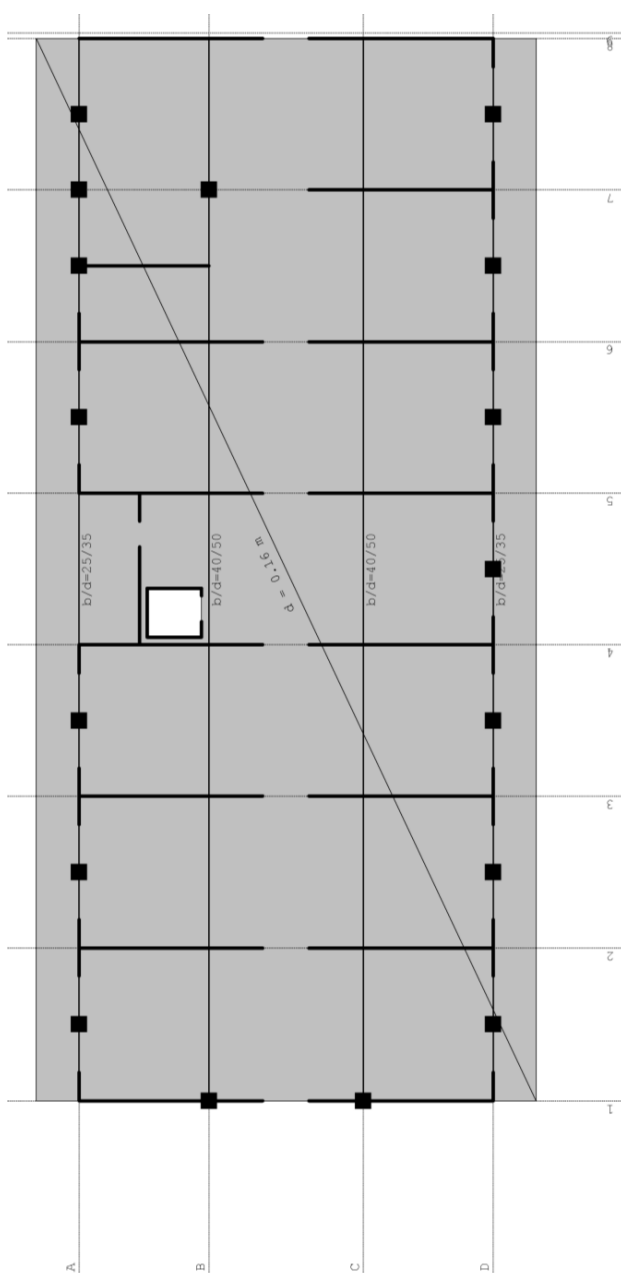
Svi su proračuni provedeni sukladno važećim normama, propisima i pravilima struke. Korišteni su pojednostavljeni inženjerski modeli ili složeni računski modeli na bazi MKE.

Pri proračunu sila i dimenzioniranju vođeno je računa o utjecajima načina građenja i drugim specifičnostima, a sve u svrhu postizanja dostatne sigurnosti građevine.

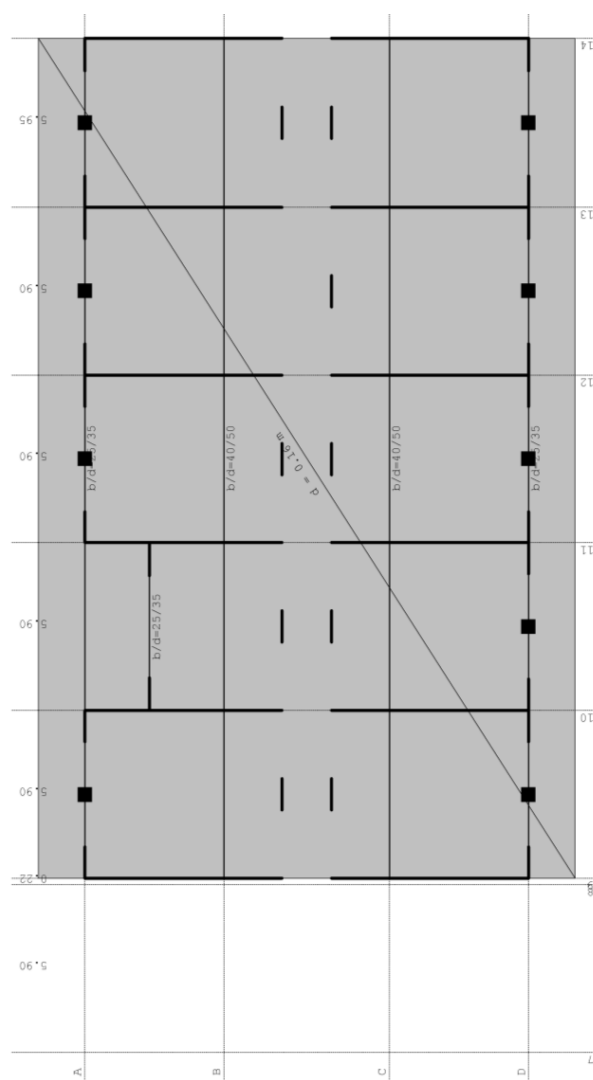
Proračun reznih sila proveden je prema teoriji elastičnosti, a sva su dimenzioniranja provedena prema graničnim stanjima

Za proračun konstrukcije za osnovna opterećenja izrađen je ravninski numerički model, a za proračun na djelovanje potresa prostorni model

Svaka dilatacijska cjelina modelirana je zasebno.



Proračunski model ploče krova dilatacija zapad



Proračunski model ploče krova dilatacija istok

10.4 Prikaz opterećenja i kombinacija opterećenja

10.4.1 Vlastita težina

Vlastita težina dodana je automatski u softveru.

10.4.2 Dodatno stalno opterećenje

Dodatno stalno opterećenje zadano je kao jednoliko raspodjeljeno opterećenje po cijeloj površini ploče u iznosu $\Delta g = 3.8 \text{ kN/m}^2$.

10.4.3 Korisno opterećenje

Korisno opterećenje zadano je kao jednoliko raspodjeljeno opterećenje po cijeloj površini ploče (nije napravljena šahovska raspodjela korisnog opterećenja) u iznosu $q = 2.5 \text{ kN/m}^2$.

10.4.4 Opterećenje uslijed djelovanja potresa

Kao što je već rečeno, potresne sile izračunate su metodom spektralne analize.

Za proračun sudjelujuće mase usvojena su slijedeća opterećenja:

- 1) vlastita težina
- 2) dodatno stalno opterećenje
- 3) 30% pokretnog opterećenja

Pri modalnoj analizi, usvojeno je prvih 40 vlastitih vektora koji su kombinirani pomoću SRSS-metode.

10.4.5 Kombinacije opterećenja

U nastavku će se prikazati sve razmatrane kombinacije opterećenja. Pojedine kombinacije opterećenja za koje je bilo vidljivo da nisu mjerodavne nisu se razmatrale.

Kombinacije za krajnje granično stanje (osnovne kombinacije):

$$\text{KGS 1: } 1,35 \cdot (g + \Delta g) + 1,5 \cdot (q)$$

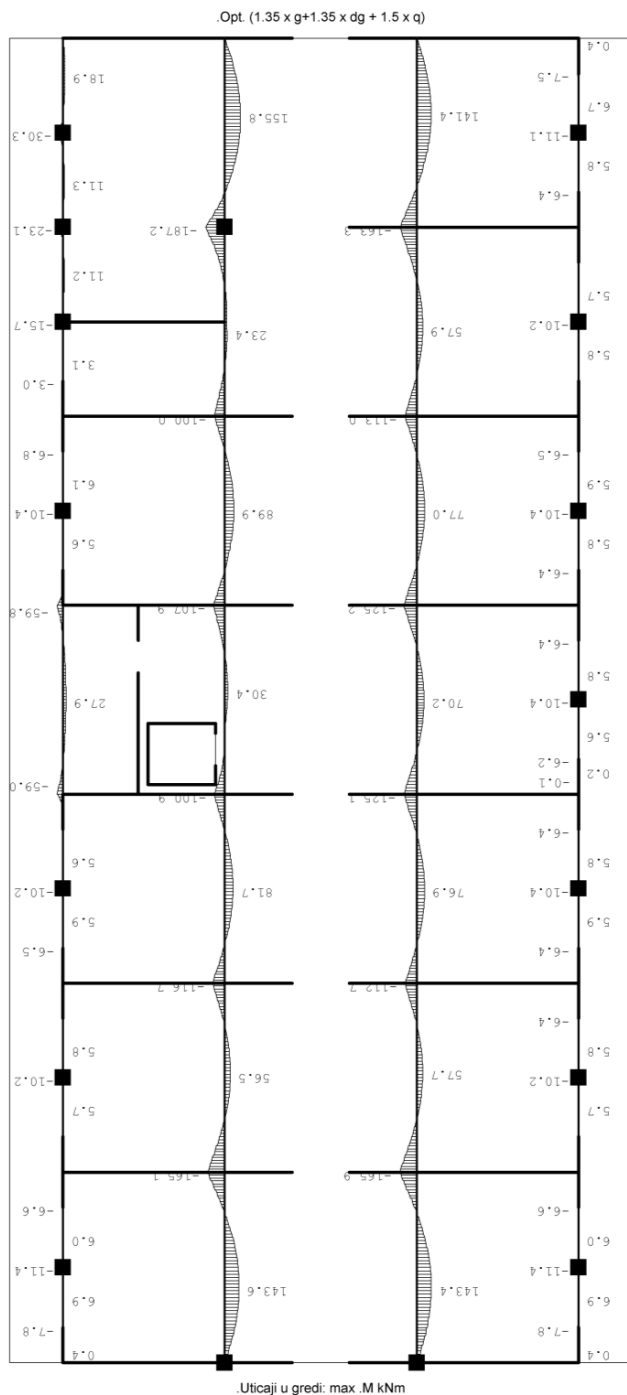
Seizmičke kombinacije:

$$\text{Smjer x: } 1,00 \cdot (g + \Delta g) + 0,3 \cdot (q) + 1,0 \cdot (S_x) + 0,3 \cdot (S_y)$$

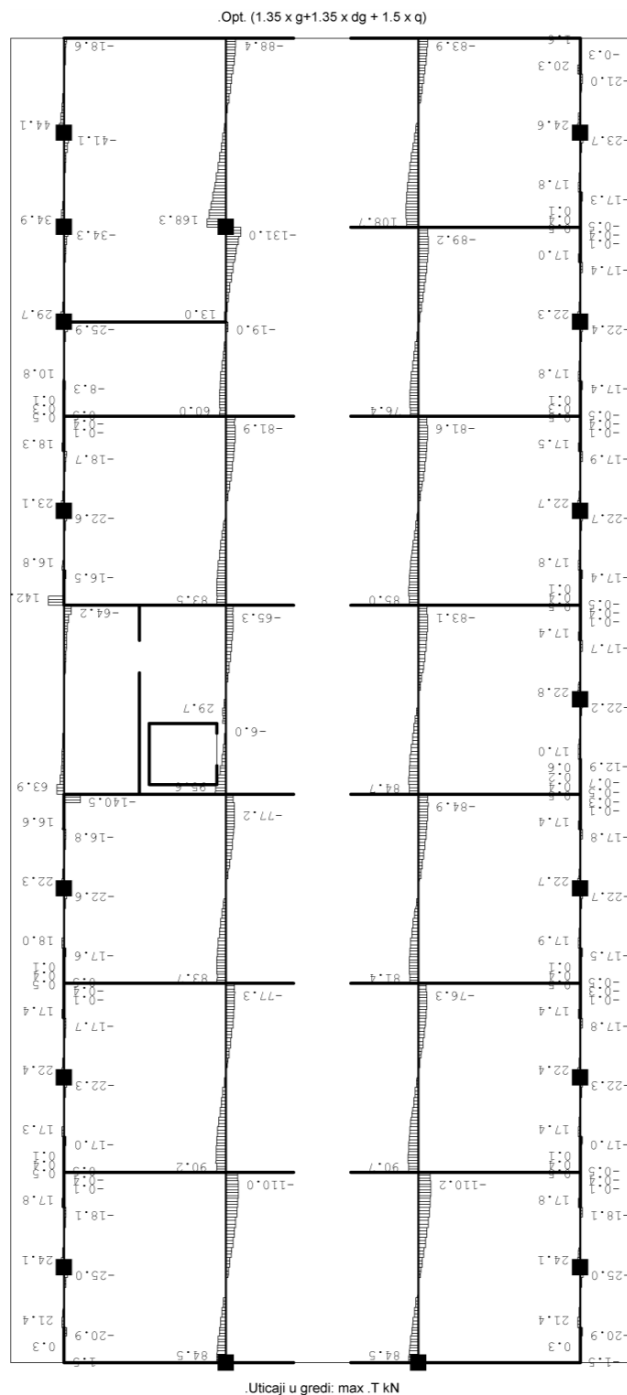
$$\text{Smjer y: } 1,00 \cdot (g + \Delta g) + 0,3 \cdot (q) + 1,0 \cdot (S_y) + 0,3 \cdot (S_x)$$

10.4.6 Prikaz reznih sila u gredama

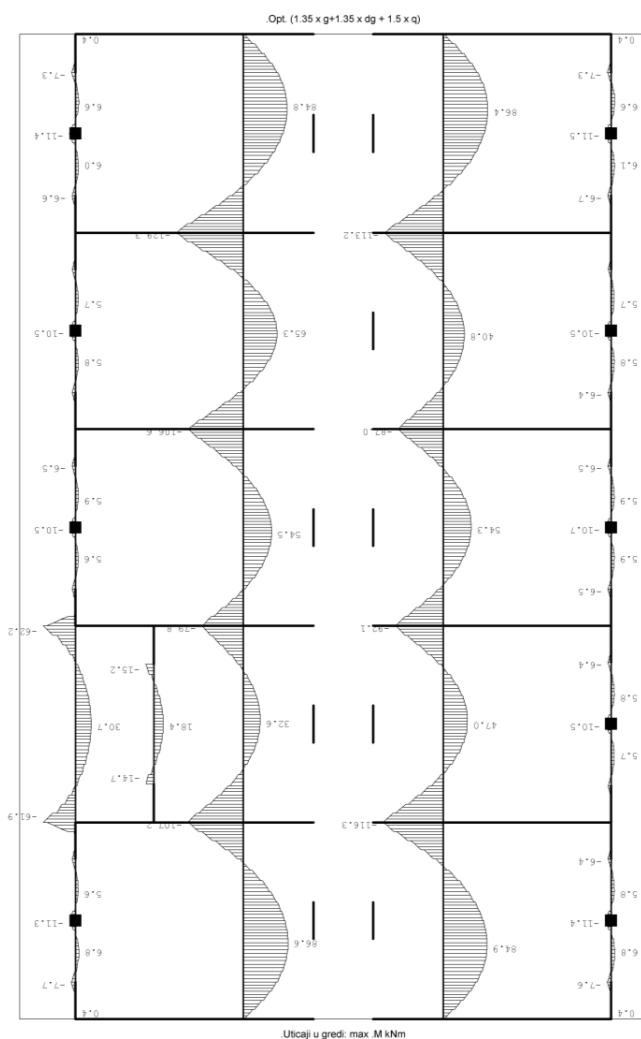
Zbog velikog broja opterećenja i kombinacija opterećenja, prikazan je se samo utjecaji za mjerodavne kombinacije opterećenja.



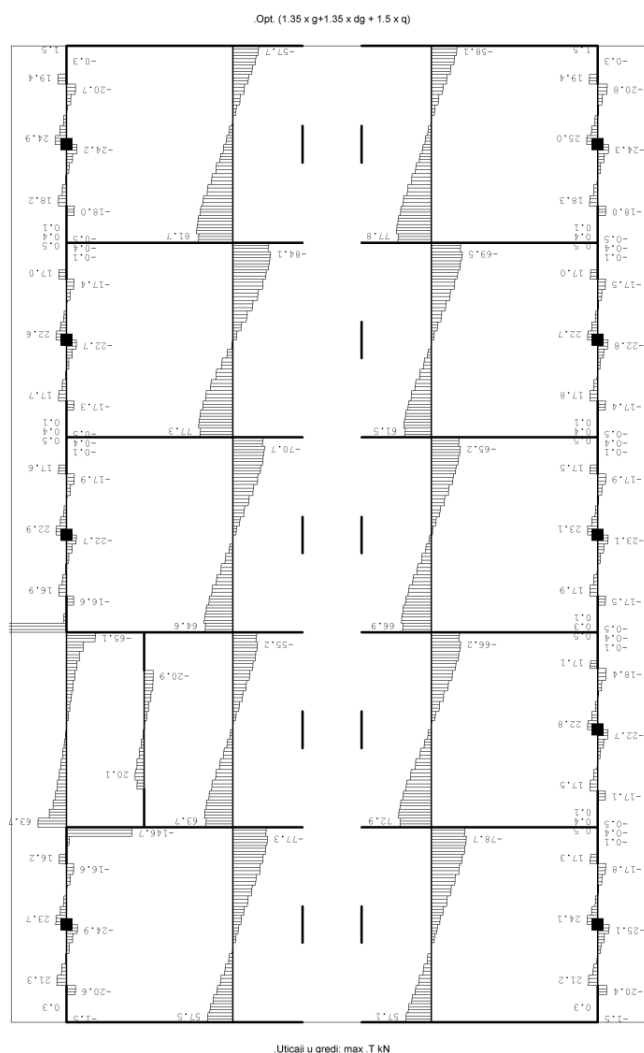
Momenti savijanja u gredama dilatacija zapad



Poprečne sile u gredama dilatacija zapad

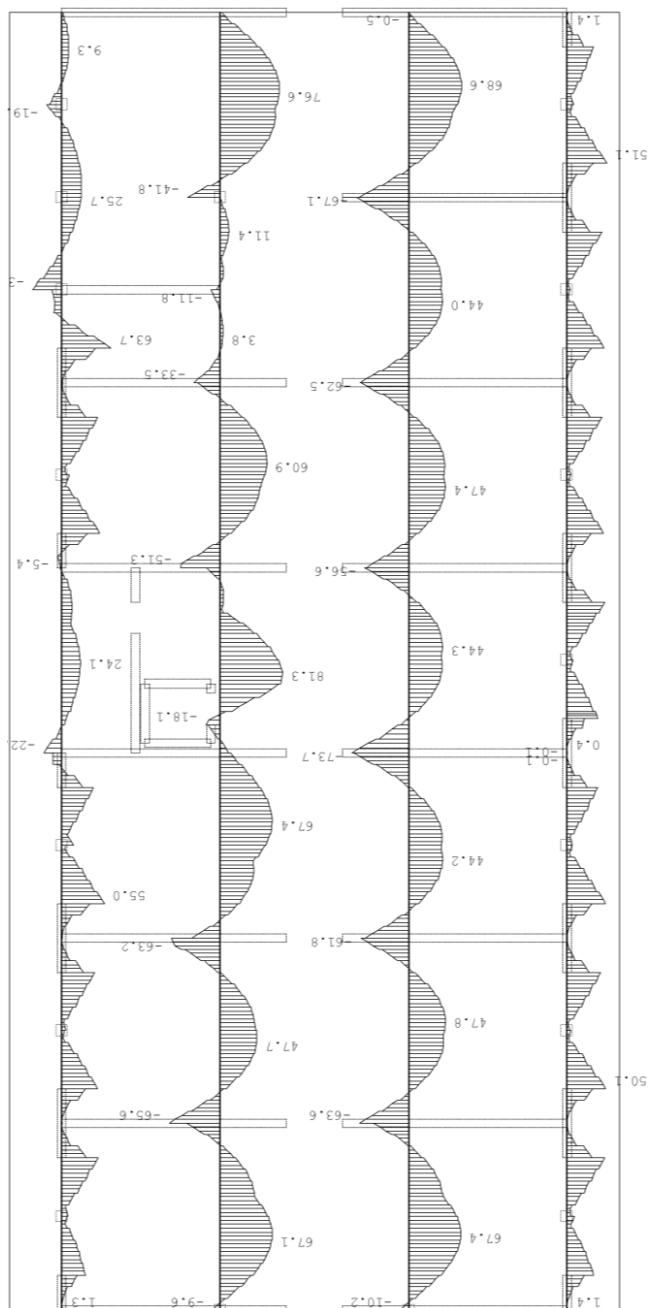


Momenti savijanja u gredama dilatacija istok



Poprečne sile u gredama dilatacija istok

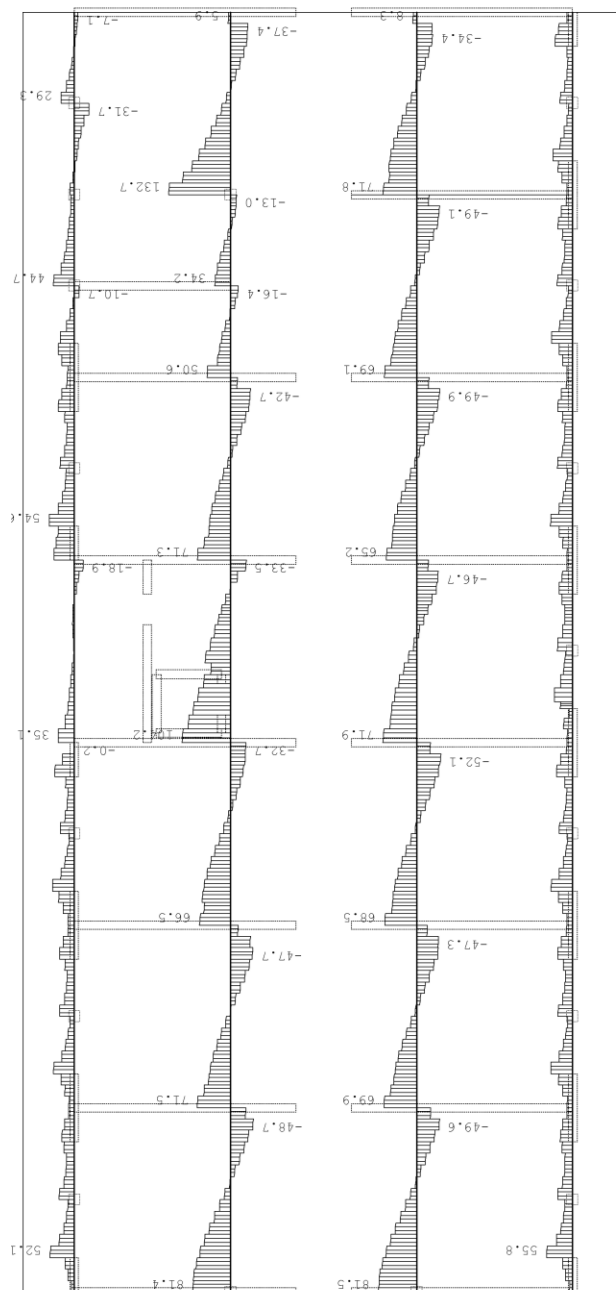
.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)



.Utjecaji u gredi: max .M kNm

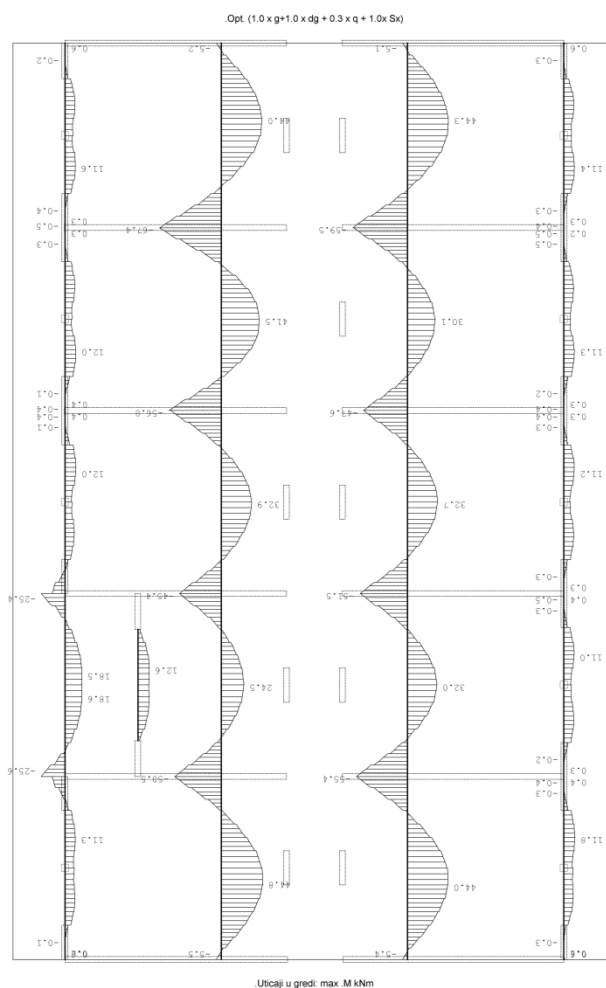
Momenti savijanja u gredama dilatacija zapad

.Opt. (1.0 x g+1.0 x dg + 0.3 x q + 1.0x Sx)

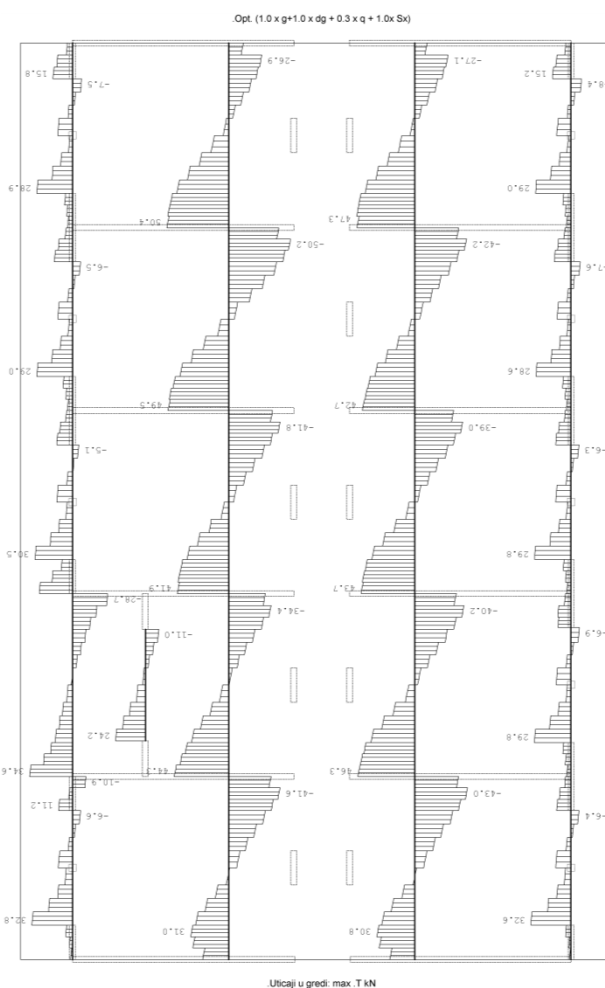


.Utjecaji u gredi: max .T kN

Poprečne sile u gredama dilatacija zapad



Momenti savijanja u gredama dilatacija istok



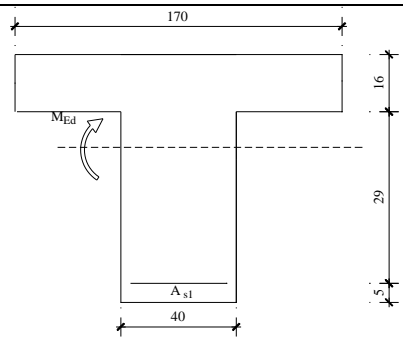
Poprečne sile u gredama dilatacija istok

10.4.7 Određivanje potrebne armature u gredama

Određivanje potrebne armature za grede u osima B i C

(i) Polje

C 30/37 (MB-40)
 $f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa
B 500B
 $f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa
 $M_{Ed}= 155.80$ kNm
 $N_{Ed}= 0.0$ kN

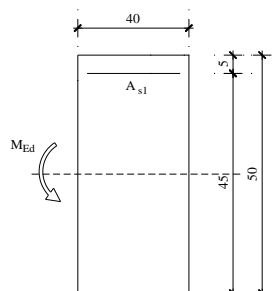


b	170.00	cm	C 30/37		
h	50.00	cm	f_{cd}	2.00	kN/cm ²
d_1 (d_2)	5.00	cm	f_{yd}	43.50	kN/cm ²
d	45.00	cm	Jednostruko armiranje		
M_{Ed}	155.80	kNm	ω	2.684	%
N_{Ed}	0.00	kN	ρ	0.107	%
ϵ_{s1}	10.0	‰	ξ	0.076	
ϵ_{c2}	0.8	‰	ζ	0.974	
M_{sds}	155.80	kNm	A_{s1}	8.17	cm ²
$M_{Rd,lim}$	1095.79	kNm	A_{s2}	0.00	cm ²
μ_{sd}	0.023		$A_{s,min}$	8.50	cm ²

Odabrano: 6Ø14 ($A_{s1}=9.24$ cm²)

(ii) Ležaj

C 30/37 (MB-40)
 $f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa
B 500B
 $f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa
 $M_{Ed}= 187.20$ kNm
 $N_{Ed}= 0.0$ kN



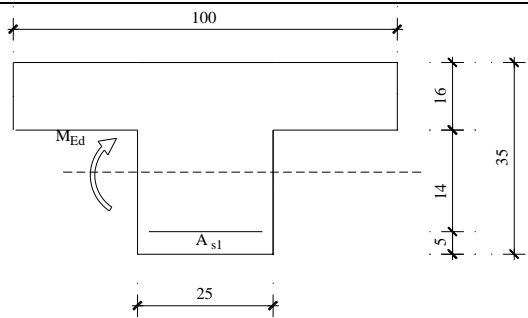
b	40.00	cm	C 30/37		
h	50.00	cm	f_{cd}	2.00	kN/cm ²
d_1 (d_2)	5.00	cm	f_{yd}	43.50	kN/cm ²
d	45.00	cm	Jednostruko armiranje		
M_{Ed}	187.20	kNm	ω	14.773	%
N_{Ed}	0.00	kN	ρ	0.577	%
ϵ_{s1}	10.0	‰	ξ	0.201	
ϵ_{c2}	2.5	‰	ζ	0.921	
M_{sds}	187.20	kNm	A_{s1}	10.38	cm ²
$M_{Rd,lim}$	257.83	kNm	A_{s2}	0.00	cm ²
μ_{sd}	0.116		$A_{s,min}$	2.00	cm ²

Odabrano: 4Ø20 ($A_{s1}=12.56$ cm²)

Određivanje potrebne armature za grede u osima A i D

(i) Polje

C 30/37 (MB-40)
 $f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa
B 500B
 $f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa
 $M_{Ed}= 25.00$ kNm
 $N_{Ed}= 0.0$ kN

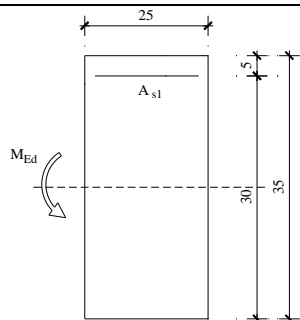


b	100.00	cm	C 30/37		
h	35.00	cm	f_{cd}	2.00	kN/cm ²
d₁ (d₂)	5.00	cm	f_{yd}	43.50	kN/cm ²
d	30.00	cm	Jednostruko armiranje		
M_{Ed}	25.00	kNm	ω	1.666	%
N_{Ed}	0.00	kN	ρ	0.065	%
ϵ_{s1}	10.0	‰	ξ	0.059	
ϵ_{c2}	0.6	‰	ζ	0.980	
M_{sds}	25.00	kNm	A_{s1}	1.96	cm ²
M_{Rd,lim}	286.48	kNm	A_{s2}	0.00	cm ²
μ_{sd}	0.014		A_{s,min}	3.50	cm ²

Odabrano: 2Ø14 (A_{s1}=3.08 cm²)

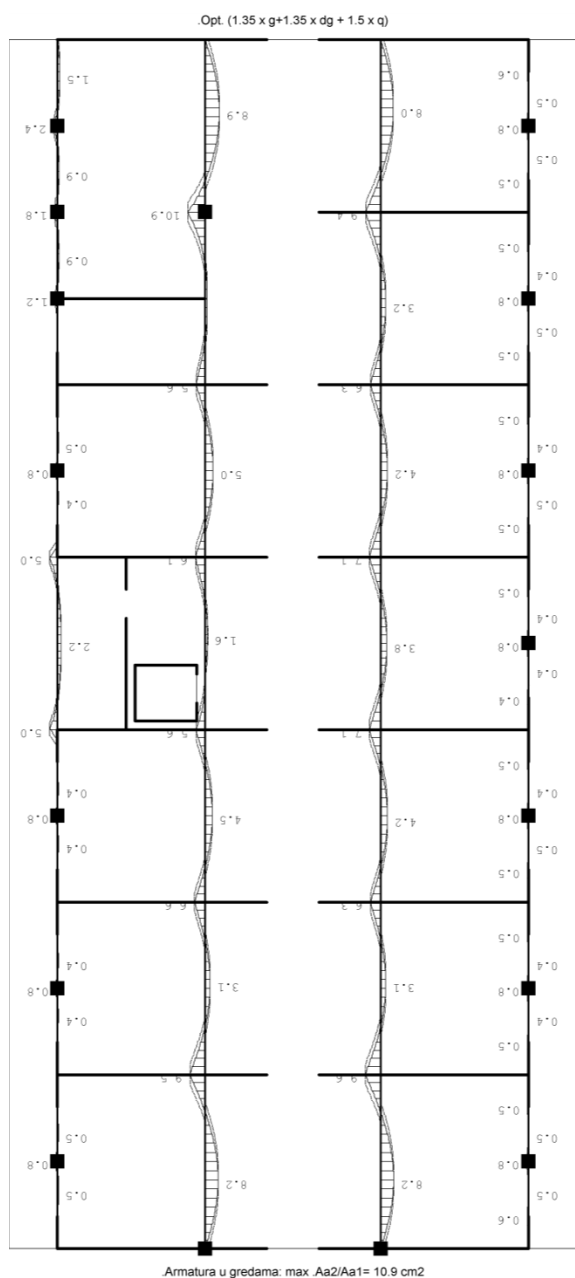
(ii) Ležaj

C 30/37 (MB-40)
 $f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa
B 500B
 $f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa
 $M_{Ed}= 63.70$ kNm
 $N_{Ed}= 0.0$ kN

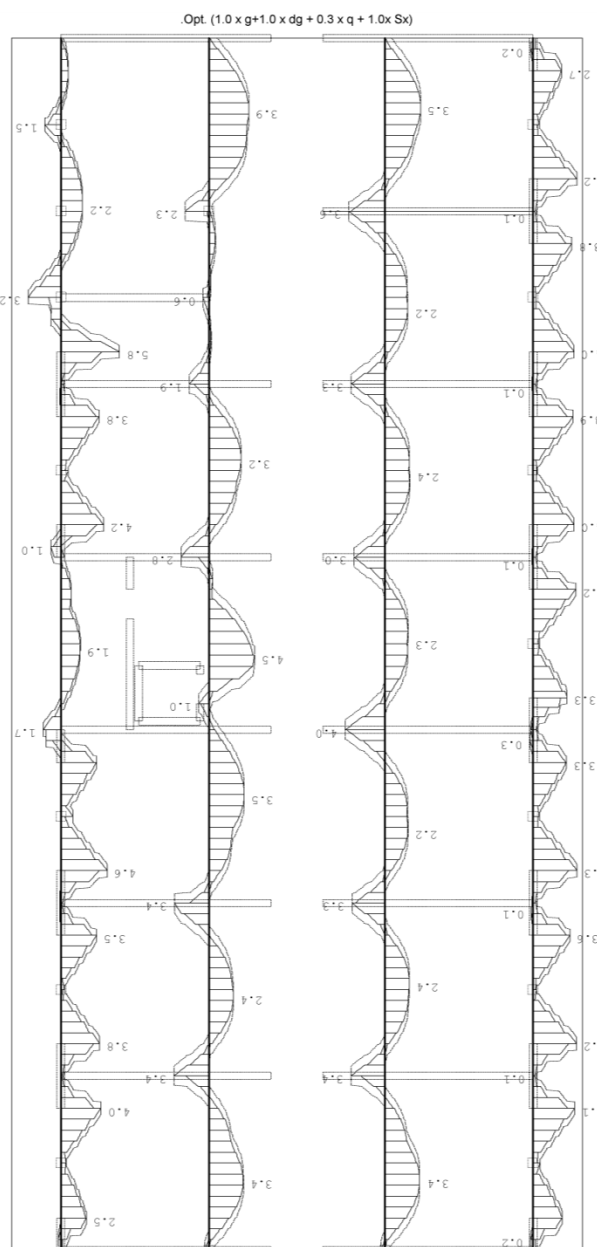


b	25.00	cm	C 30/37		
h	35.00	cm	f_{cd}	2.00	kN/cm ²
d₁ (d₂)	5.00	cm	f_{yd}	43.50	kN/cm ²
d	30.00	cm	Jednostruko armiranje		
M_{Ed}	63.70	kNm	ω	18.341	%
N_{Ed}	0.00	kN	ρ	0.719	%
ϵ_{s1}	10.0	‰	ξ	0.234	
ϵ_{c2}	3.1	‰	ζ	0.905	
M_{sds}	63.70	kNm	A_{s1}	5.40	cm ²
M_{Rd,lim}	71.62	kNm	A_{s2}	0.00	cm ²
μ_{sd}	0.142		A_{s,min}	0.88	cm ²

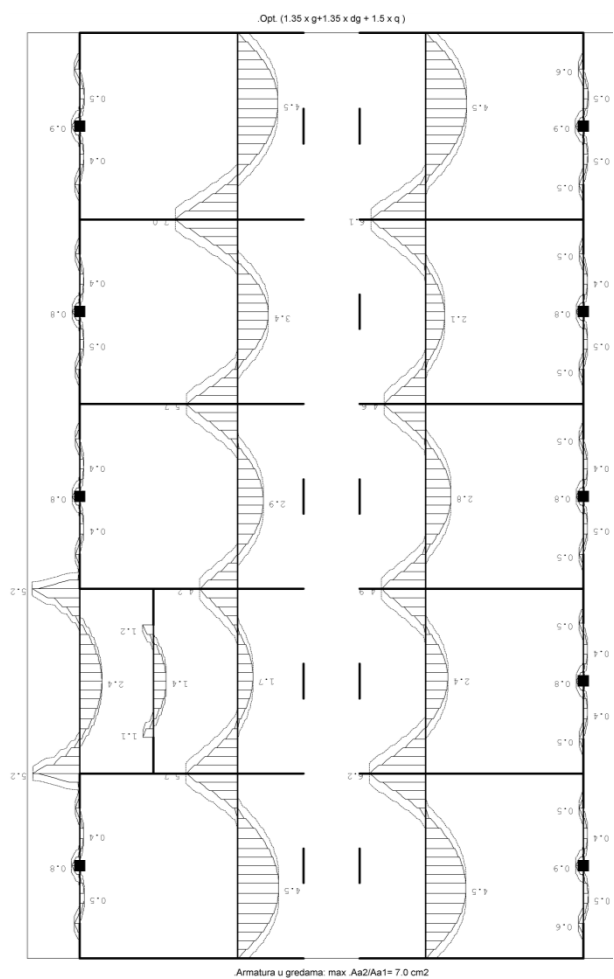
Odabrano: 3Ø18 (A_{s1}=10.70 cm²)



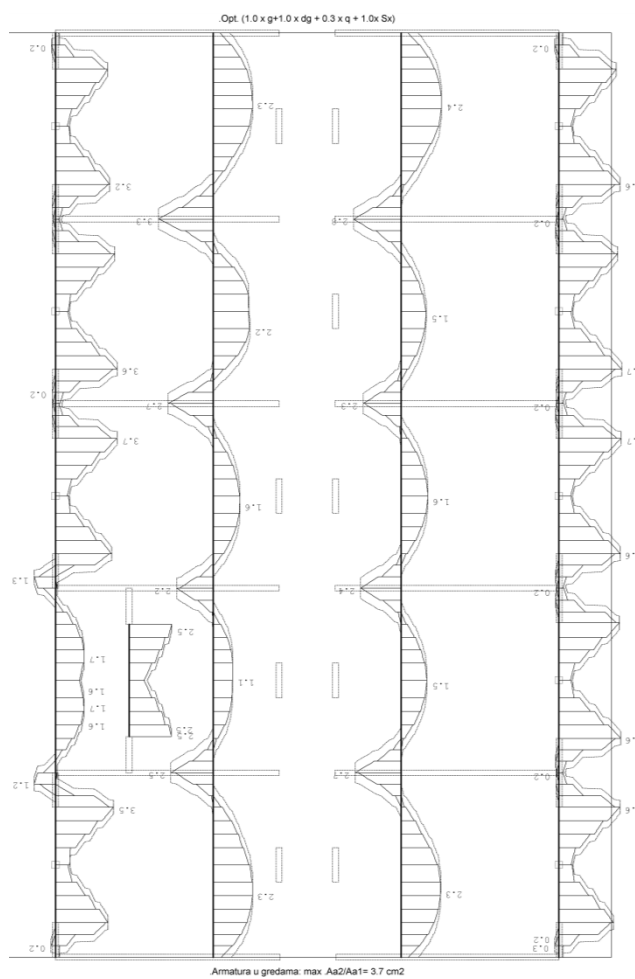
Potrebna uzdužna armatura u gredama (mjerodavno za grede u osima B i C) dilatacija zapad



Potrebna uzdužna armatura u gredama (mjerodavno za grede u osima A i D) dilatacija zapad



Potrebna uzdužna armatura u gredama (mjerodavno za grede u osima B i C) dilatacija istok



Potrebna uzdužna armatura u gredama (mjerodavno za grede u osima A i D) dilatacija istok

10.4.8 Dimenzioniranje na poprečnu silu greda u osima B i C

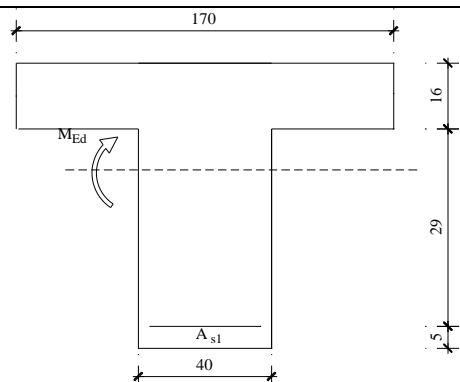
$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,c,min} \geq \left[v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,c,mjer} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min})$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{s_w}$$



C 30/37 (MB-40)
 $f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa

$A_{sl} = 6\varnothing 14 + 4\varnothing 20 =$
 $= 21.8 \text{ cm}^2$

$V_{Ed,max} = 168.3$ kN

$N_{sd} = 0.0$ kN

b_w	40.00	cm
h	50.00	cm
$d_1 (d_2)$	5.00	cm
d	45.00	cm
A_{sl}	21.80	cm ²
$V_{Ed,max}$	168.30	kN
N_{sd}	0.00	kN
k	1.67	
ρ_l	0.0121	
v_{min}	0.41	
σ_{cp}	0.00	kN/cm ²
$V_{Rd,c}$	119.2	kN
$V_{Rd,c,min}$	74.2	kN
$V_{Rd,c,mjer}$	119.2	kN
v	0.528	
V_{Rd2}	950.4	kN

C 30/37		
f_{ck}	30.00	Mpa
f_{cd}	2.00	kN/cm ²
$f_{yd}, f_{yw,d}$	43.48	kN/cm ²
τ_{Rd}	0.34	kN/cm ²

Računska armatura

ρ_{min}	0.0011	
m	4	
$V_{Ed,max}/V_{Rd2}$	0.18	
$s_{w,max}$	30.0	cm
$A_{sw,min}$	0.330	cm ²

Računsko:

Odabrano:	Ø8 / 20	
$A_{sw,od}$	0.50	cm ²
V_{wd}	177.03	kN

Konstruktivno:

Odabrano:	Ø8 / 30	
$A_{sw,od}$	0.50	cm ²
V_{wd}	118.02	kN

Ugrađena armatura zadovoljava!

10.4.9 Dimenzioniranje na poprečnu silu greda u osima A i D

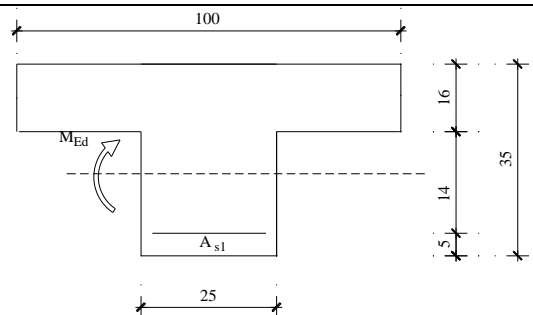
$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,c,min} \geq \left[v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,c,mjer} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min})$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{s_w}$$



C 30/37 (MB-40)
 $f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa

$A_{sl} = 2\emptyset 14 + 3\emptyset 18 =$
 $= 13.8 \text{ cm}^2$

$V_{Ed,max} = 55.8 \text{ kN}$
 $N_{sd} = 0.0 \text{ kN}$

b_w	25.00	cm
h	35.00	cm
$d_1 (d_2)$	5.00	cm
d	30.00	cm
A_{sl}	21.80	cm ²
$V_{Ed,max}$	55.80	kN
N_{sd}	0.00	kN
k	1.82	
ρ_l	0.0200	
v_{min}	0.47	
σ_{cp}	0.00	kN/cm ²
$V_{Rd,c}$	64.0	kN
$V_{Rd,c,min}$	35.2	kN
$V_{Rd,c,mjer}$	64.0	kN
v	0.528	
V_{Rd2}	396.0	kN

C 30/37		
f_{ck}	30.00	Mpa
f_{cd}	2.00	kN/cm ²
$f_{yd}, f_{yw,d}$	43.48	kN/cm ²
τ_{Rd}	0.34	kN/cm ²

Konstruktivna armatura

ρ_{min}	0.0011	
m	2	
$V_{Ed,max}/V_{Rd2}$	0.14	
$s_{w,max}$	22.5	cm
$A_{sw,min}$	0.309	cm ²

Računsko:

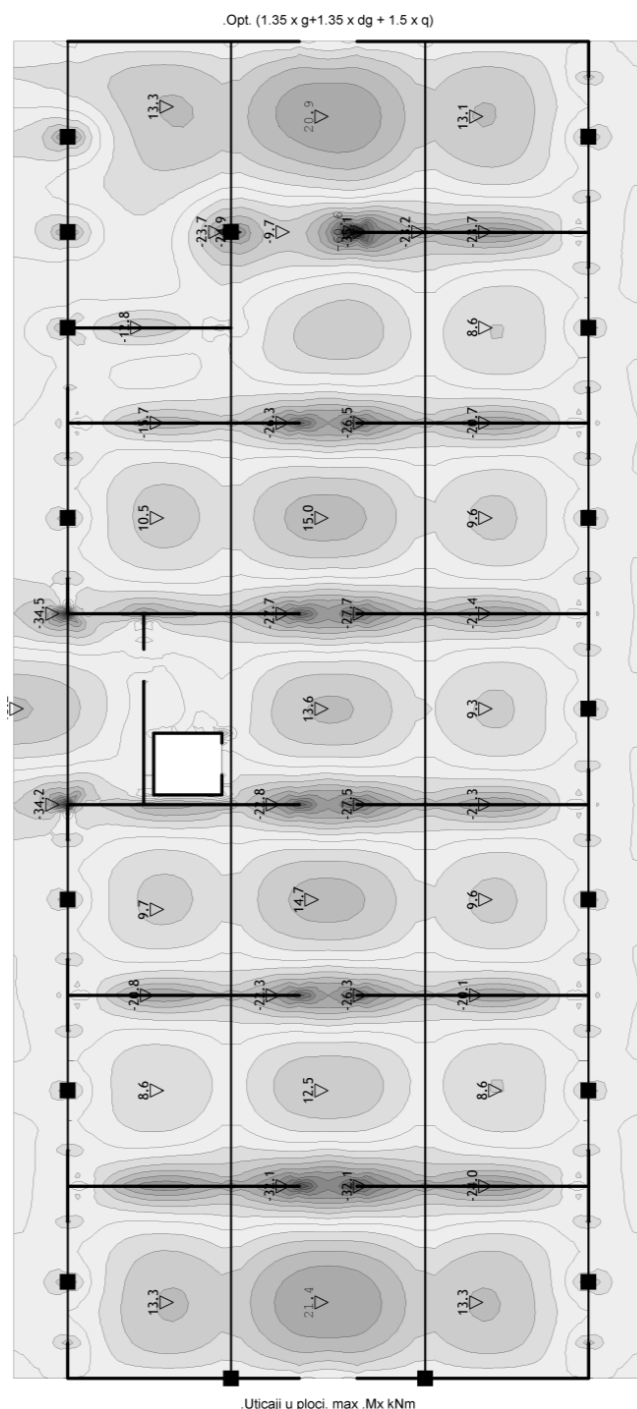
Odabrano:	Ø8 / 20	
$A_{sw,od}$	0.50	cm ²
V_{wd}	59.01	kN

Konstruktivno:

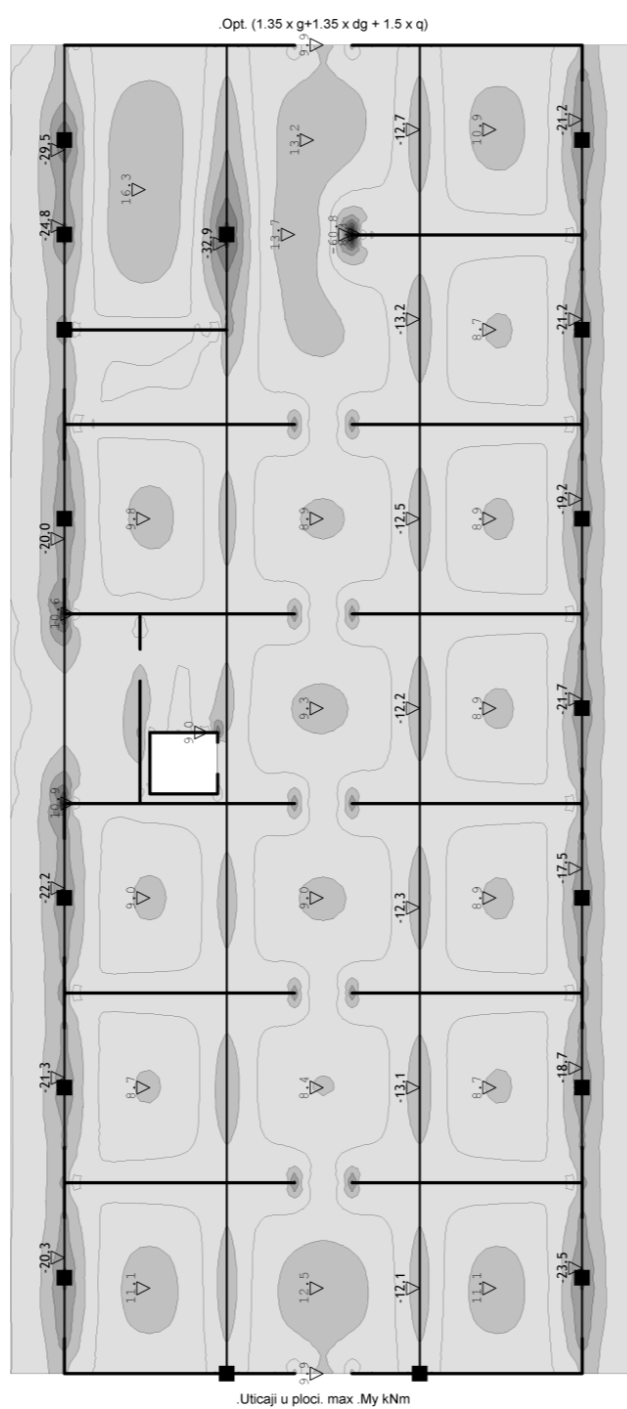
Odabrano:	Ø8 / 30	
$A_{sw,od}$	0.50	cm ²
V_{wd}	39.34	kN

Ugrađena armatura zadovoljava!

10.4.10 Prikaz reznih sila u ploči krova



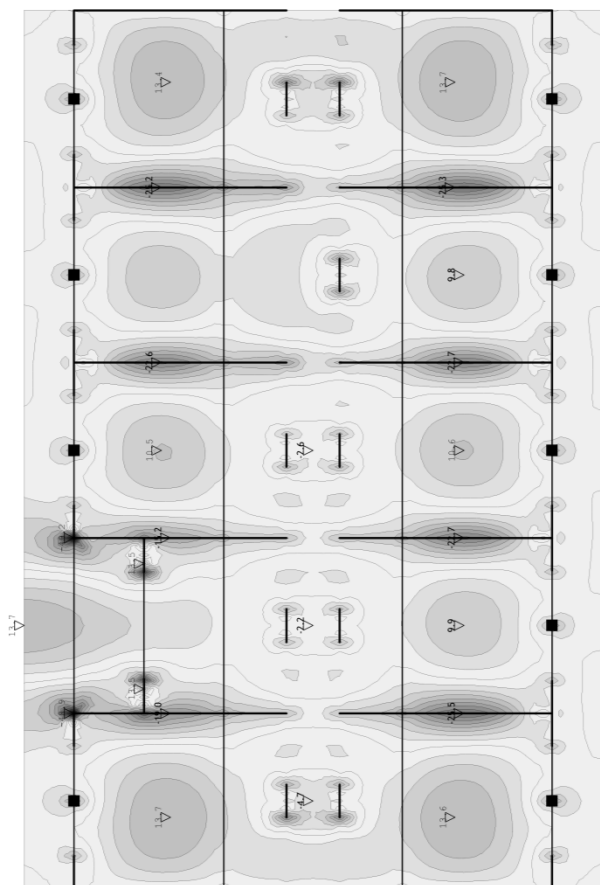
Momenti savijanja u ploči krova dilatacija zapad (Mx)



Momenti savijanja u ploči krova dilatacija zapad (My)

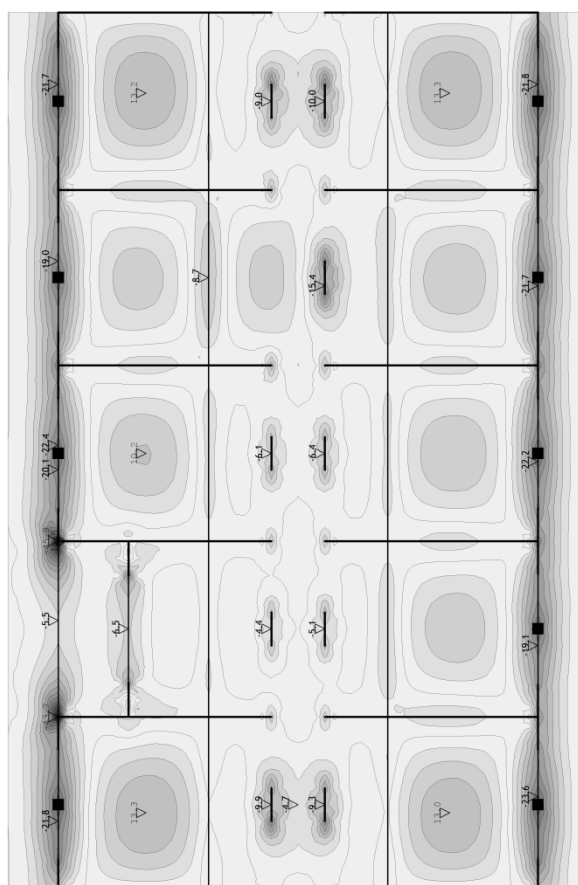
Opt. (1.35 x g+1.35 x dg + 1.5 x q)

Opt. (1.35 x g+1.35 x dg + 1.5 x q)



Utjecaji u ploči: max. Mx

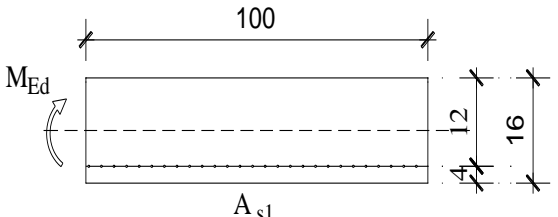
Momenti savijanja u ploči krova dilatacija istok (Mx)



Utjecaji u ploči: max. My

Momenti savijanja u ploči krova dilatacija istok (My)

10.4.11 Dimenzioniranje na moment savijanja

(i)	Polje					
C 30/37 (MB-40)						
$f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa						
B 500B						
$f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa						
$M_{Ed}= 21.40$ kNm						
$N_{Ed}= 0.0$ kN						
b	100.00	cm		C 30/37		
h	16.00	cm		f_{cd}	2.00 kN/cm ²	
d₁ (d₂)	4.00	cm		f_{yd}	43.50 kN/cm ²	
d	12.00	cm		Jednostruko armiranje		
M_{Ed}	21.40	kNm		ω	9.231 %	
N_{Ed}	0.00	kN		ρ	0.361 %	
ε_{s1}	10.0	‰		ξ	0.149	
ε_{c2}	1.8	‰		ζ	0.945	
M_{sds}	21.40	kNm		A_{s1}	4.34 cm ²	
M_{Rd,lim}	45.84	kNm		A_{s2}	0.00 cm ²	
μ_{sd}	0.074			A_{s,min}	1.60 cm ²	
Odabrano: Q-503 (A _{s1} =5.03 cm ²), p ≥ 50 cm						

(ii) Ležaj

C 30/37 (MB-40)

$f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa

B 500B

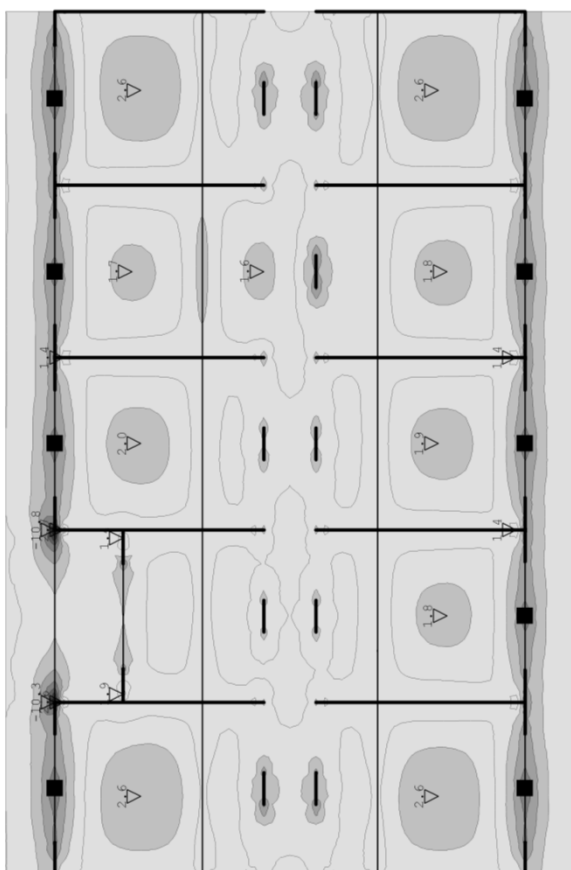
$f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa

$M_{Ed}= 60.00$ kNm

$N_{Ed}= 0.0$ kN

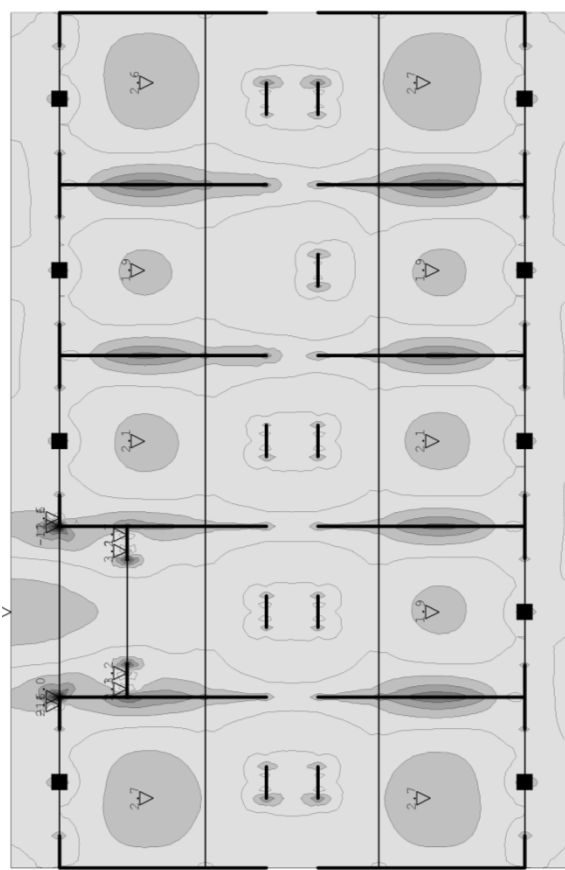
b	100.00	cm		
h	16.00	cm		
d₁ (d₂)	4.00	cm	C 30/37	
d	12.00	cm	f_{cd}	2.00 kN/cm ²
			f_{yd}	43.50 kN/cm ²
M_{Ed}	60.00	kNm	Jednostruko armiranje	
N_{Ed}	0.00	kN	ω	28.749 %
ε_{s1}	5.0	‰	ρ	1.127 %
ε_{c2}	3.0	‰	ξ	0.371
M_{sds}	60.00	kNm	ζ	0.850
M_{Rd,lim}	67.62	kNm	A_{s1}	13.52 cm ²
μ_{sd}	0.208		A_{s2}	0.00 cm ²
			A_{s,min}	1.60 cm ²

Odabrano: Ø14/10 ($A_{s1}=15.39$ cm²)



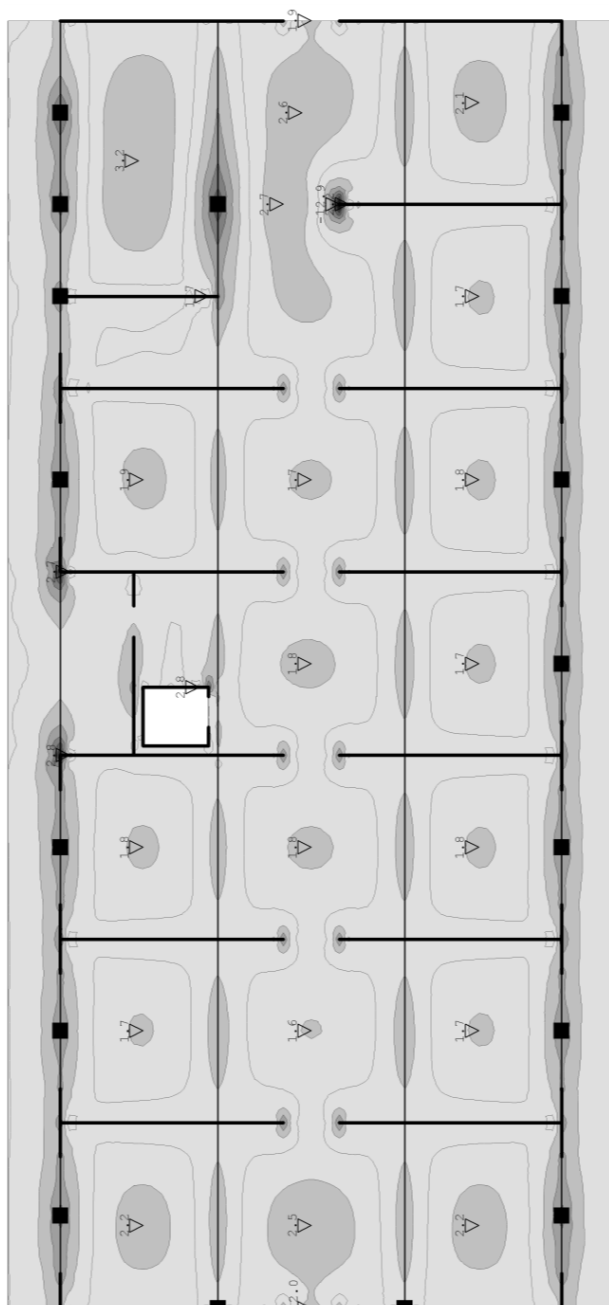
← smjer potrebne
armature cm² →

Potrebna armatura ploči krova dilatacija istok (cm²)



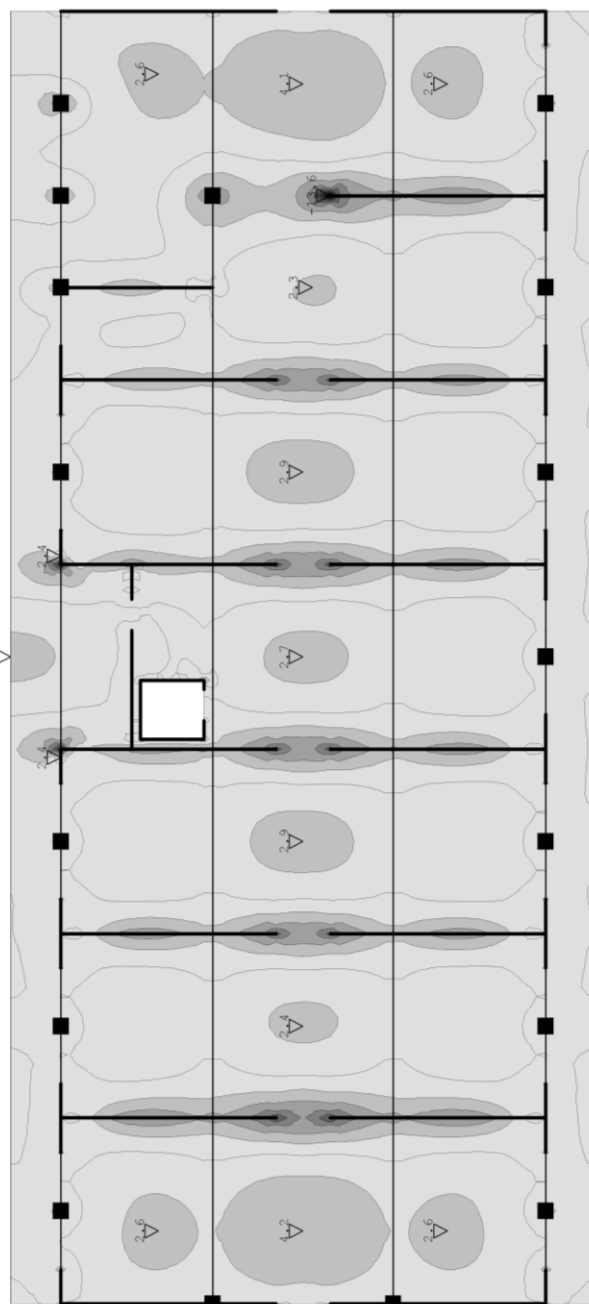
← smjer potrebne
armature cm² →

Potrebna armatura ploči krova dilatacija istok (cm²)



← smjer potrebne
armature cm² →

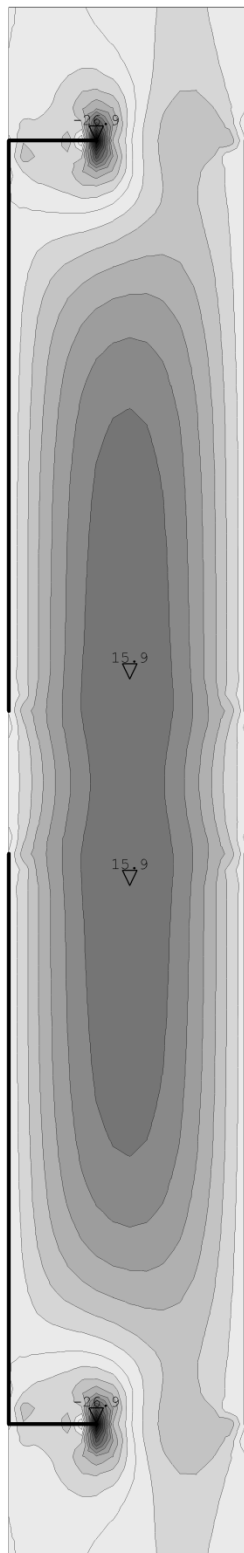
Potrebna armatura ploči krova dilatacija zapad (cm²)



Potrebna armatura ploči krova dilatacija zapad (cm²)

10.4.12 Prikaz reznih sila u ploči iznad trećeg kata

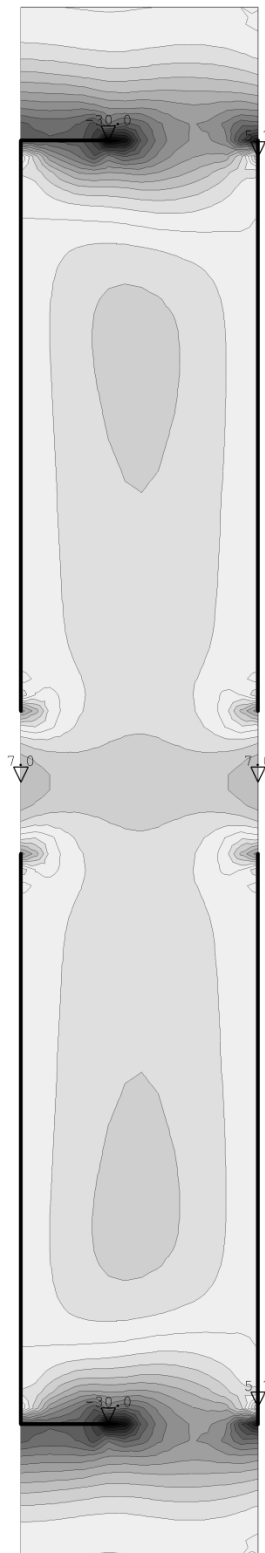
.Opt. (1.35 x g+1.35 x dg + 1.5 x q)



.Uticaji u ploči: max. M_x kNm/m

Momenti savijanja u ploči iznad trećeg kata (M_x)

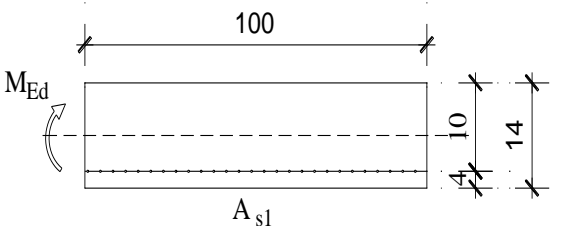
.Opt. (1.35 x g+1.35 x dg + 1.5 x q)



.Uticaji u ploči: max. M_y kNm/m

Momenti savijanja u ploči krova dilatacija istok (M_y)

10.4.13 Dimenzioniranje na moment savijanja

(i)	Polje						
C 30/37 (MB-40)		C 30/37					
$f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa					f_{cd}	2.00	kN/cm ²
B 500B					f_{yd}	43.50	kN/cm ²
$f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa							
$M_{Ed}= 15.90$ kNm					Jednostruko armiranje		
$N_{Ed}= 0.0$ kN					ω	9.853	%
		b	100.00	cm	ρ	0.388	%
		h	14.00	cm	ξ	0.155	
		d_1 (d_2)	4.00	cm	ζ	0.943	
		d	10.00	cm	A_{s1}	3.88	cm ²
		M_{Ed}	15.90	kNm	A_{s2}	0.00	cm ²
		N_{Ed}	0.00	kN	$A_{s,min}$	1.40	cm ²
		ϵ_{s1}	10.0	‰			
		ϵ_{c2}	1.8	‰			
		M_{sds}	15.90	kNm			
		$M_{Rd,lim}$	31.83	kNm			
		μ_{sd}	0.080				
Odabrano: Q-385 ($A_{s1}=3.85$ cm ²), $p \geq 50$ cm							

(ii) Ležaj

C 30/37 (MB-40)

$f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa

B 500B

$f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa

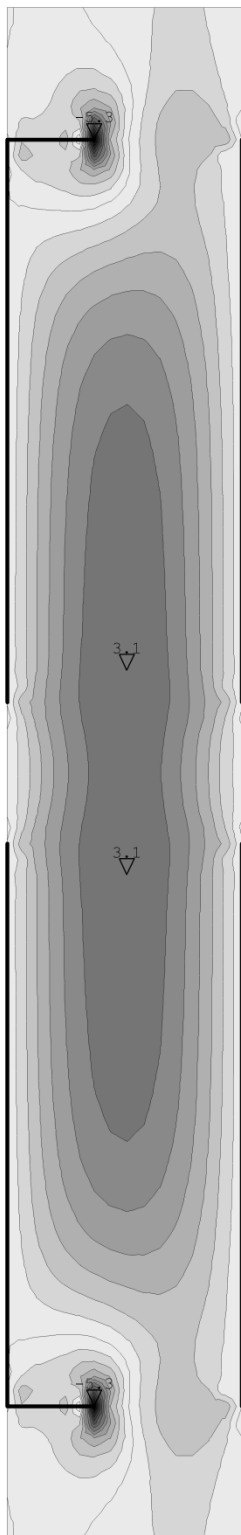
$M_{Ed}= 30.10$ kNm

$N_{Ed}= 0.0$ kN

b	100.00	cm		
h	14.00	cm		
d ₁ (d ₂)	4.00	cm	C 30/37	
d	10.00	cm	f_{cd}	2.00 kN/cm ²
			f_{yd}	43.50 kN/cm ²
M_{Ed}	30.10	kNm	Jednostruko armiranje	
N_{Ed}	0.00	kN	ω	19.686 %
ϵ_{s1}	10.0	‰	ρ	0.770 %
ϵ_{c2}	3.3	‰	ξ	0.247
M_{sds}	30.10	kNm	ζ	0.898
$M_{Rd,lim}$	31.83	kNm	A_{s1}	7.70 cm ²
μ_{sd}	0.151		A_{s2}	0.00 cm ²
			$A_{s,min}$	1.40 cm ²

Odabrano: Q-503 + Ø10/20 ($A_{s1}=8.96$ cm²)

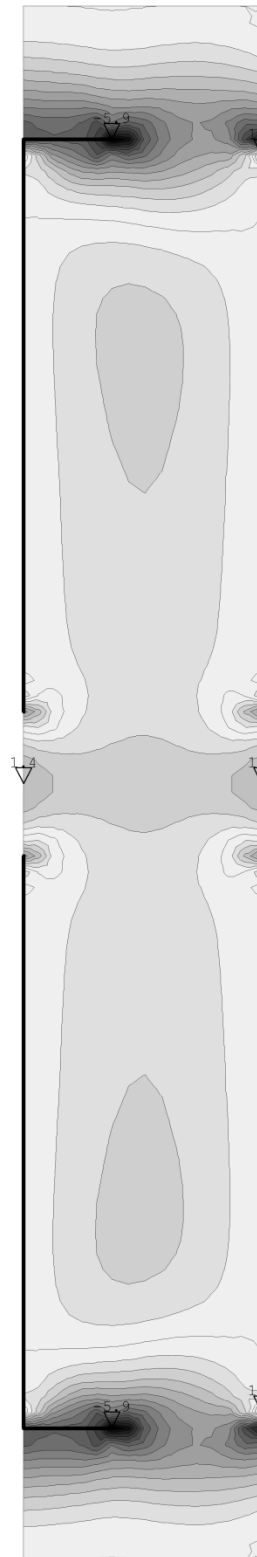
.Opt. (1.35 x g+1.35 x dg + 1.5 x q)



smjer potrebne
armature

Potrebna armatura ploči krova dilatacija zapad (cm²)

.Opt. (1.35 x g+1.35 x dg + 1.5 x q)

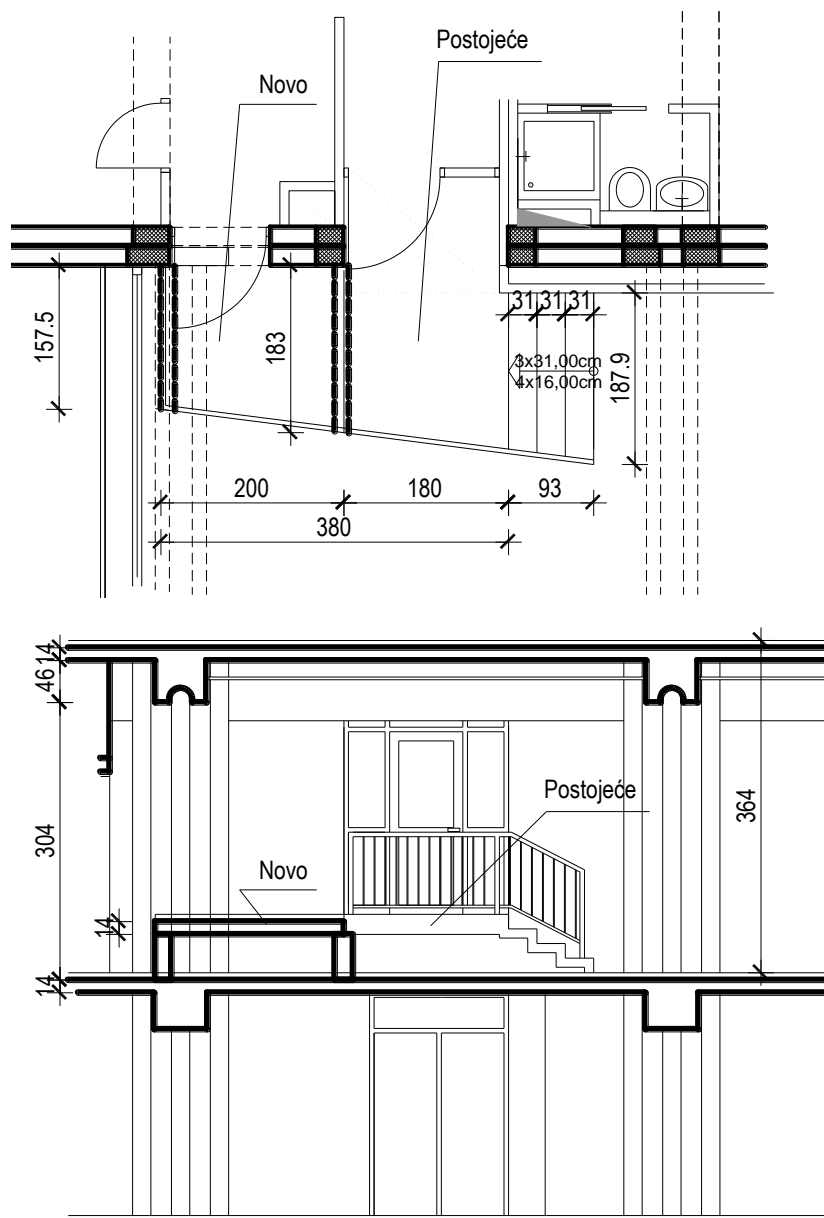


smjer potrebne
armature

Potrebna armatura ploči krova dilatacija zapad (cm²)

11 PRORAČUN PODESTA U PRIZEMLJU

Zbog prenamjene dijela prizemlja (istočna dilatacija), postojeći podest u prizemlju se proširuje. Proširenje je prikazano na skici:



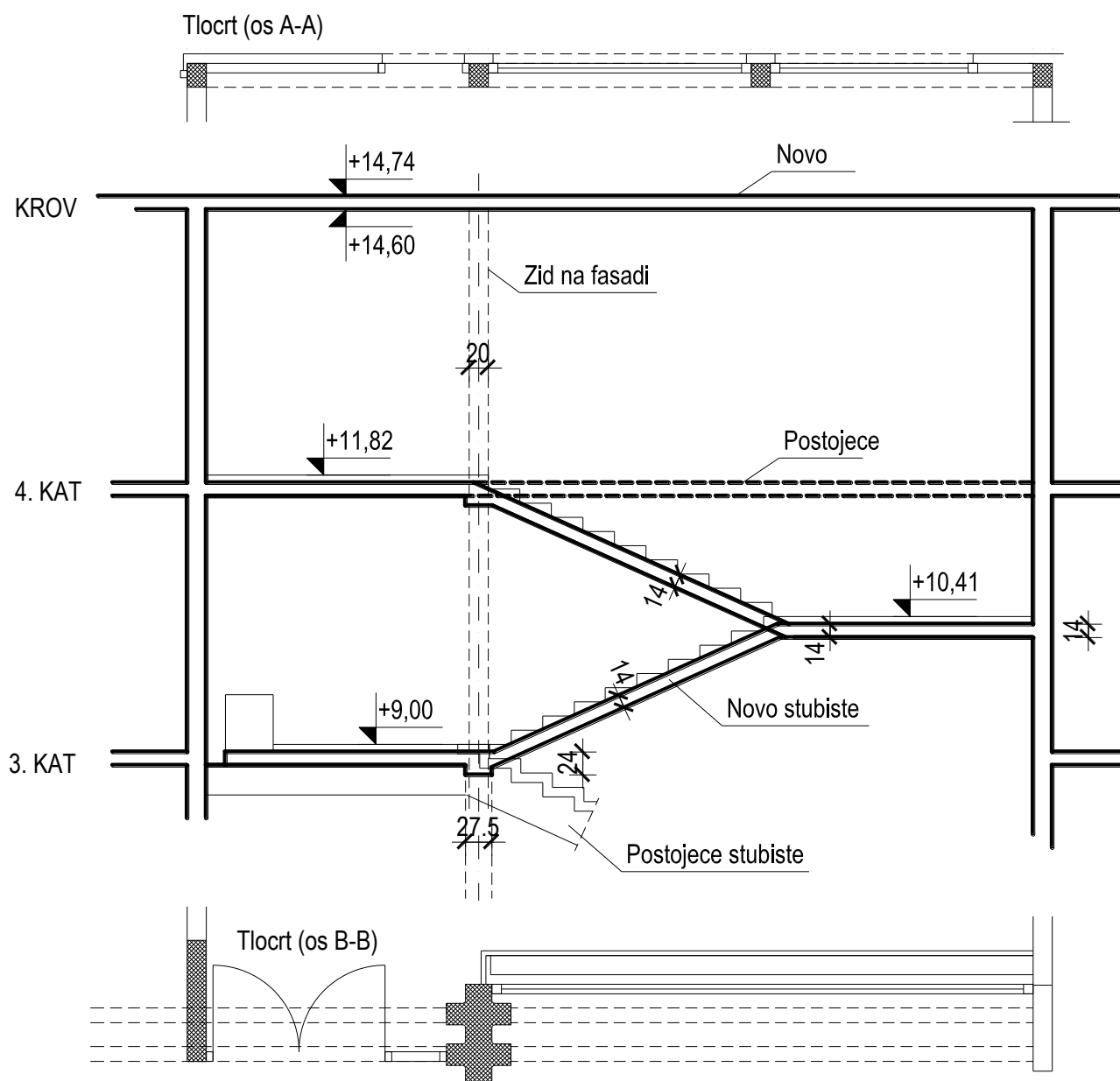
Proračun nije potreban. Novi dio podesta će se osloniti na zidiće. Podest i zidiće armirani sa Q-196, obostrano.

12 PRORAČUN UNUTARNJEG STUBIŠTA

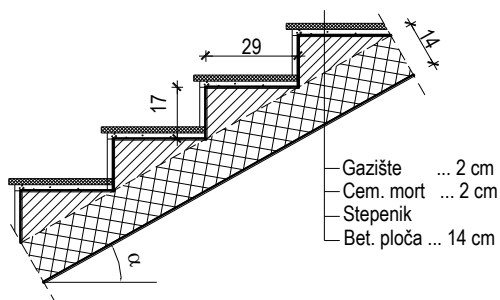
12.1 Tehnički opis

Zbog nadogradnje još jednog kata potrebno je izraditi i novi krak stubišta kojim će se sa trećeg penjati na četvrti kat. Postojeća stubišta su izvedena kao polu konzolna. Naime, nosivi sustav postojećih stubišta su armirano betonske kose grede na koje se oslanjaju podesti i krakovi stubišta. Materijal izrade je beton, Tip C, Tablica u poglavlju 2.1.

Novo stubište je projektirano kao ab kosa ploča sa horizontalnim podestima, debljine $d=15.0$ cm, na koju se naslanjaju stube. Ova ploča se oslanja na postojeći podest (na ploči 3. Kata), zatim ab zid (međupodest), te na ploču 4. Kata. Za potrebe izrade stubišta ovu ploču će biti potrebno izrezati.



12.2 Analiza opterećenja



a) stalno opterećenje

Vlastita težina ploče (u vert. projekciji) 4.5 kN/m²

Vlastita težina stepenika 2.0 kN/m²

Ostalo stalno opterećenje 1.0 kN/m²

Ukupno stalno opterećenje 7.5 kN/m²

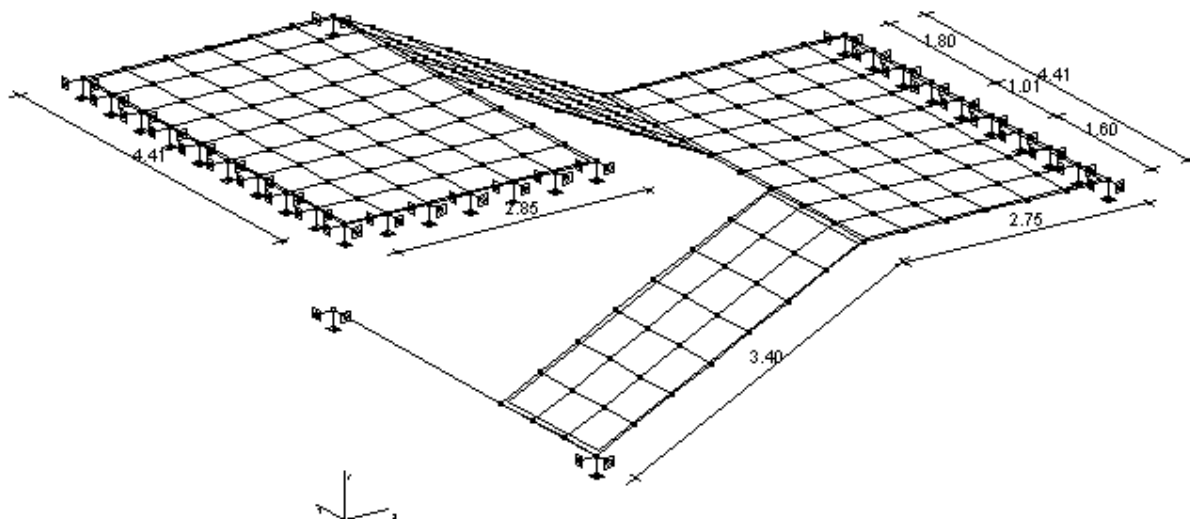
b) pokretno opterećenje

Korisni teret (HRN 1991-2-1) 3.0 kN/m²

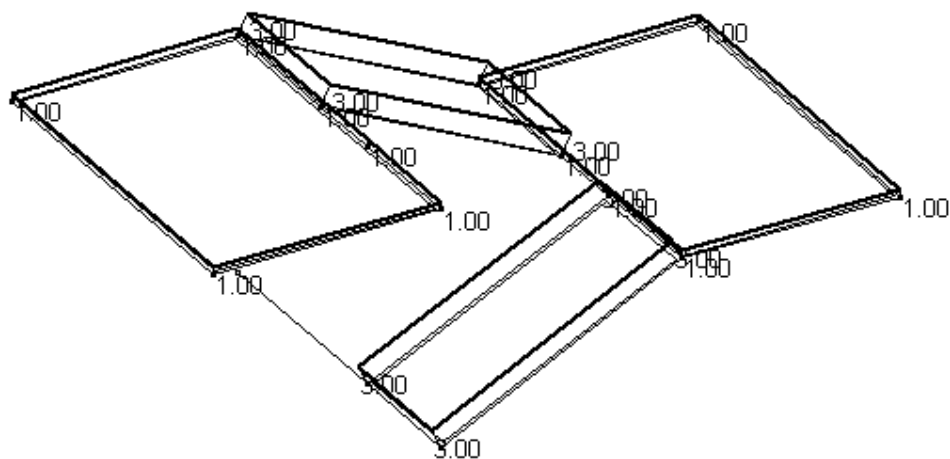
Ukupno pokretno opterećenje 3.0 kN/m²

12.3 Model i rezultati

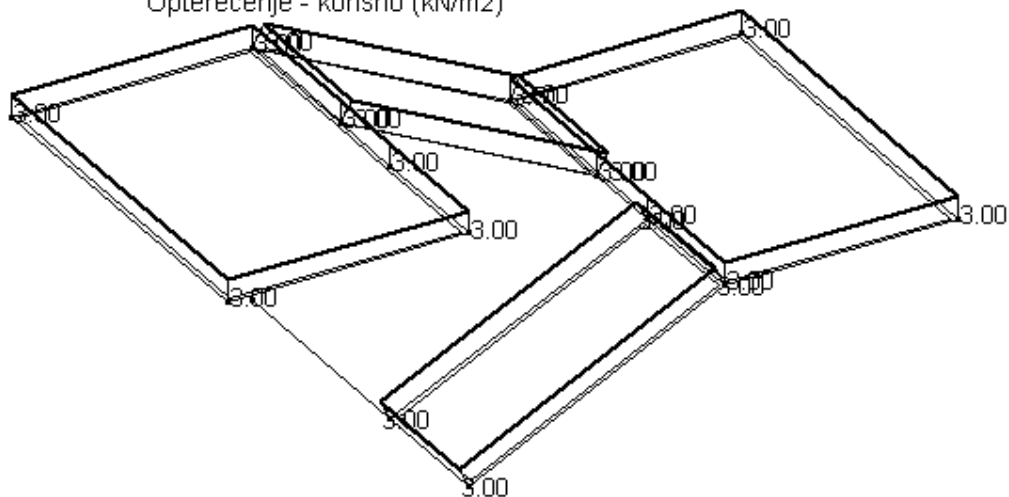
Prikaz modela stubišta



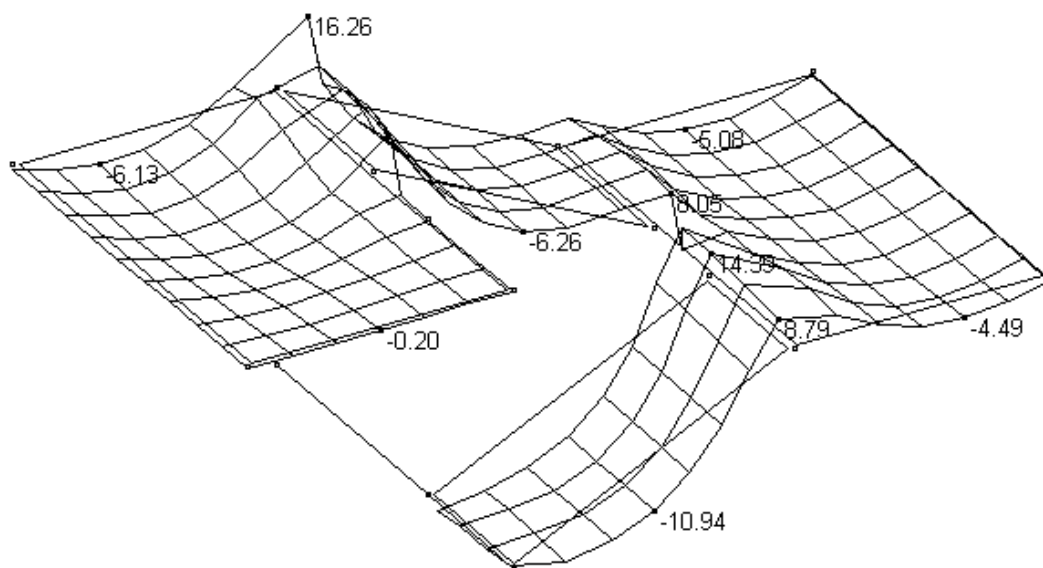
Opterećenje - dodatno stalno (kN/m²)



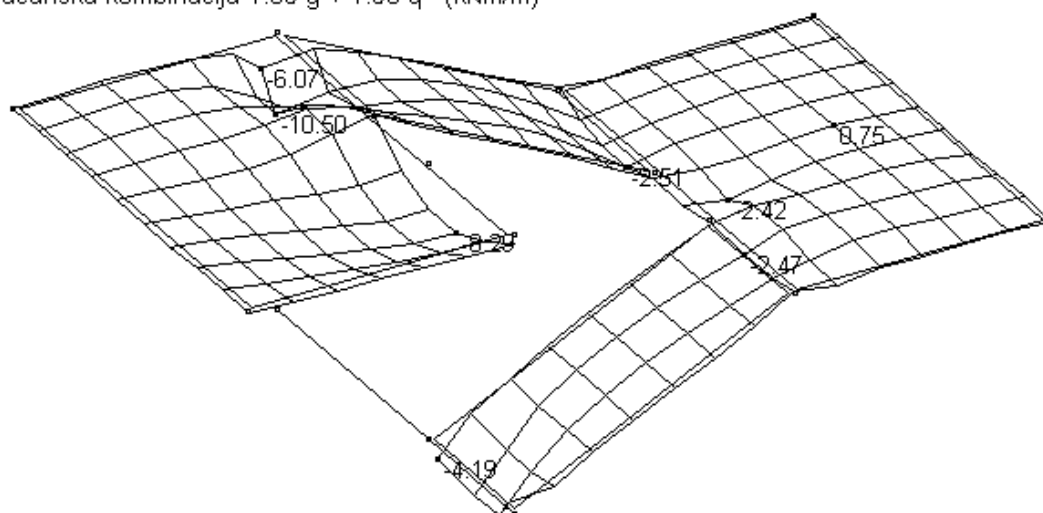
Opterećenje - korisno (kN/m²)



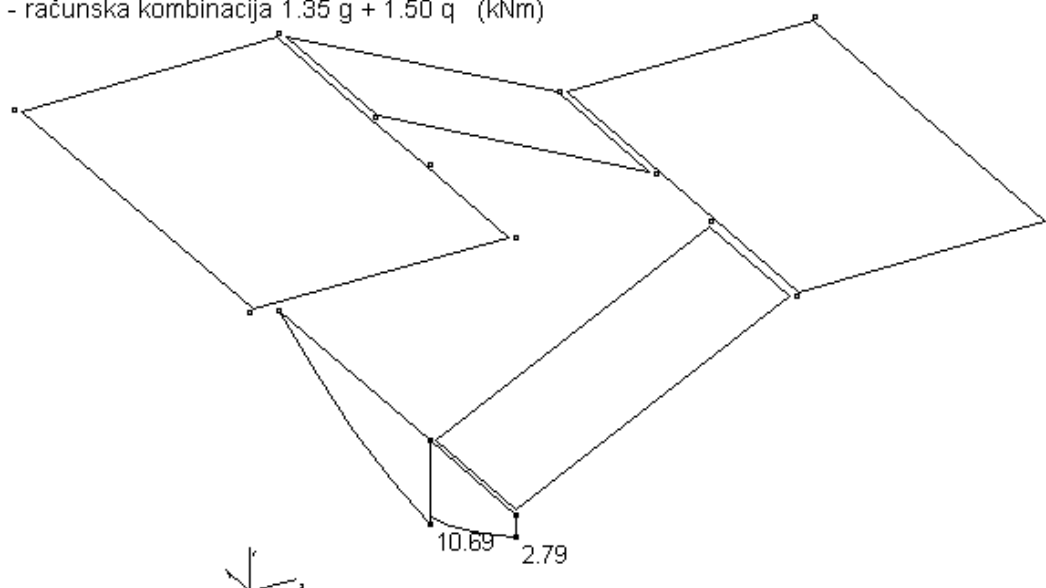
Mx - računska kombinacija $1.35 g + 1.50 q$ (kNm/m)



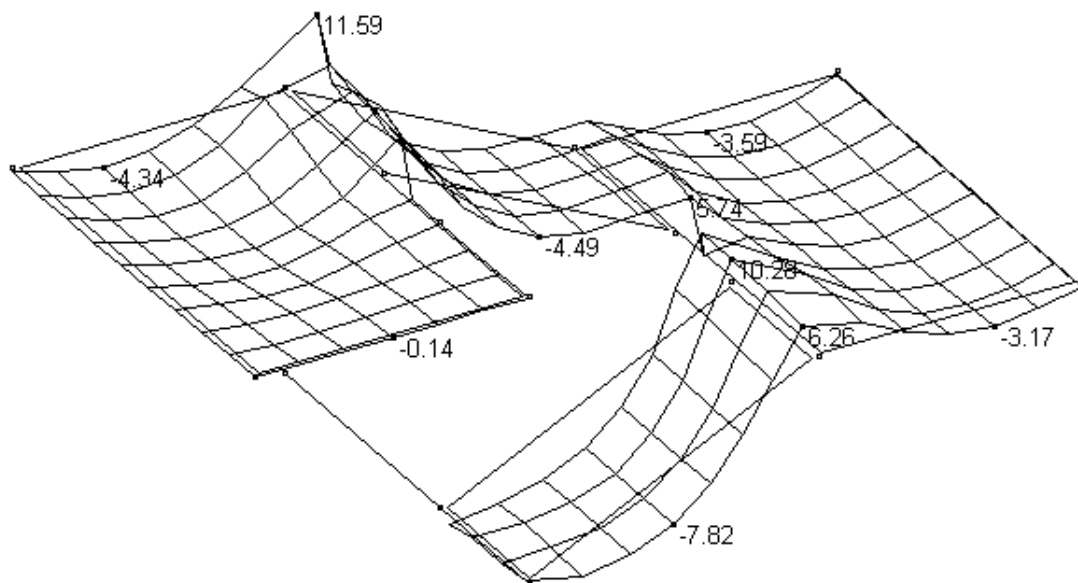
My - računska kombinacija $1.35 g + 1.50 q$ (kNm/m)



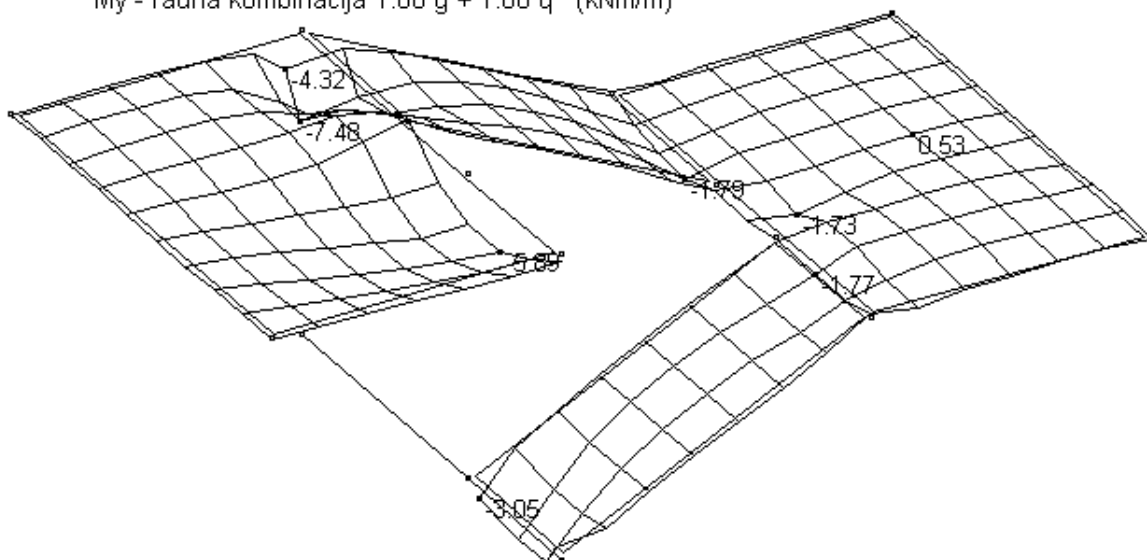
M-greda - računska kombinacija $1.35 g + 1.50 q$ (kNm)



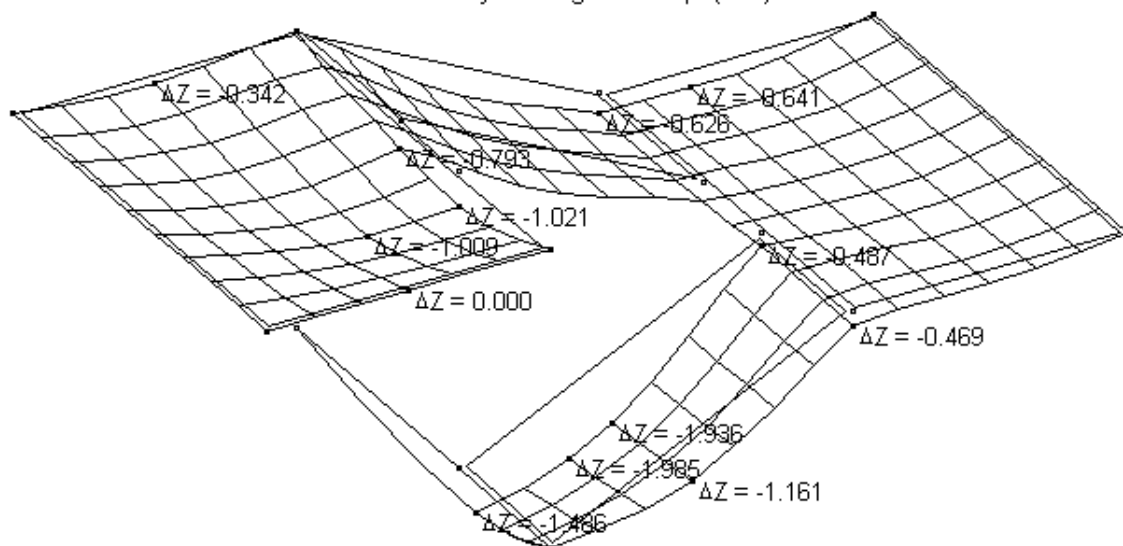
Mx - radna kombinacija 1.00 g + 1.00 q (kNm/m)



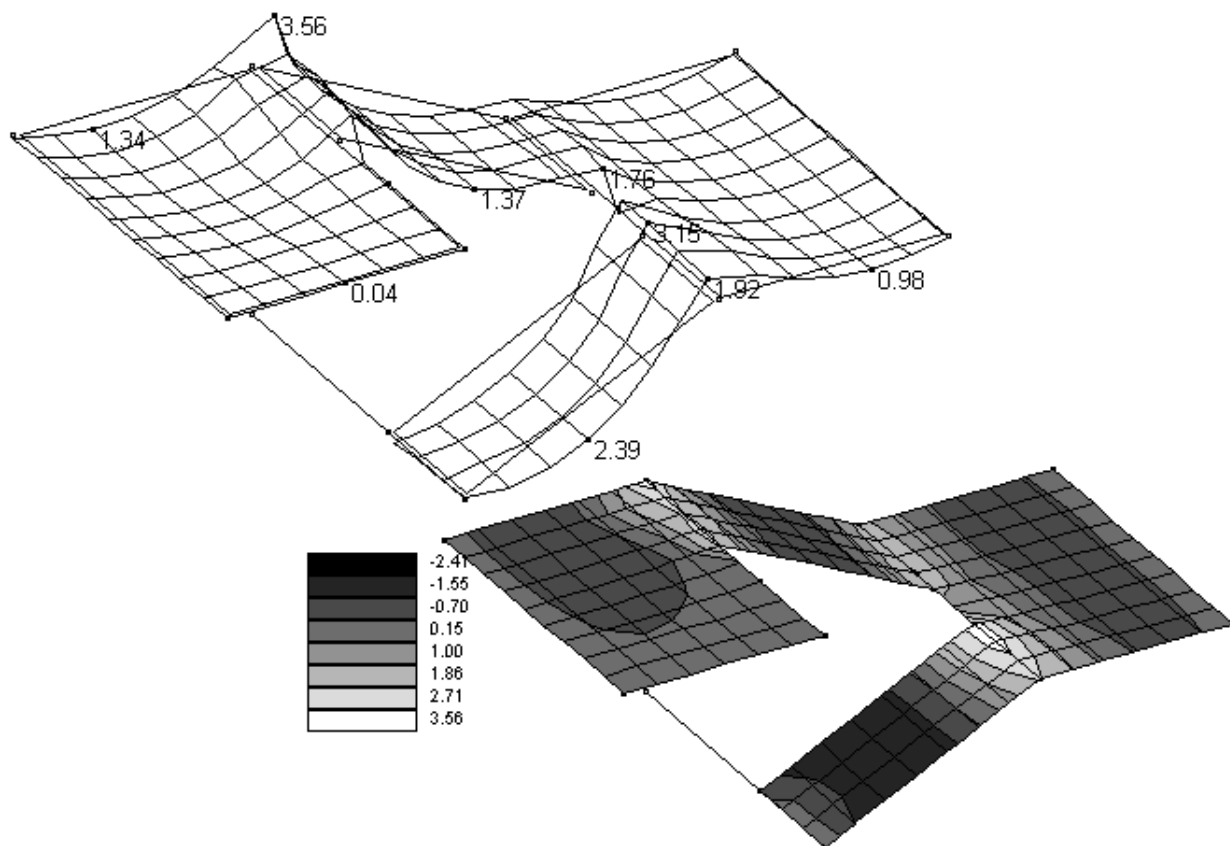
My - radna kombinacija 1.00 g + 1.00 q (kNm/m)



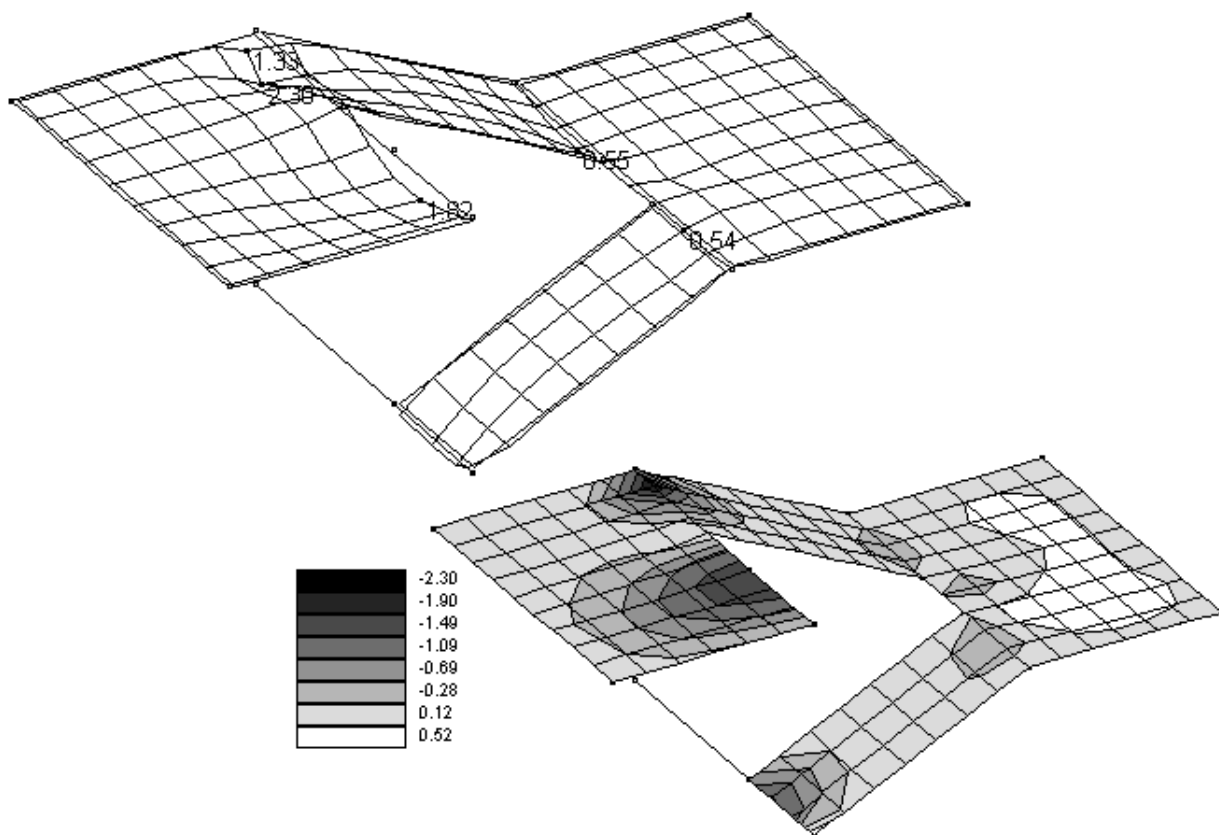
Pomaci - radna kombinacija 1.00 g + 1.00 q (mm)



Ax - računska kombinacija $1.35 g + 1.50 q$ (cm²/m)



Ay - računska kombinacija $1.35 g + 1.50 q$ (cm²/m)



12.4 Dimenzioniranje ploče

Dimenzioniranje na savijanje – maksimalni moment u polju

Uobičajena kombinacija

C 30/37

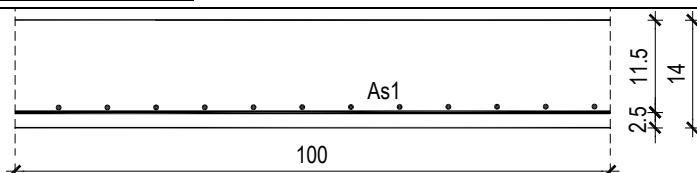
$f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa

B 500B

$f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa

$M_{Ed}= 10.94$ kNm

$N_{Ed}= 0$ kN



b	100.00	cm			
h	14.00	cm			
d₁ (d₂)	2.50	cm			
d	11.50	cm			
M_{Ed}	10.94	kNm			
N_{Ed}	0.00	kN			
ε_{s1}	10.0	‰			
ε_{c2}	1.2	‰			
M_{sds}	10.94	kNm			
M_{Rd,lim}	42.10	kNm			
μ_{sd}	0.041				
			C 30/37		
			f_{cd}	2.00	kN/cm ²
			f_{yd}	43.48	kN/cm ²
			Jednostruko armiranje		
			ω	5.165	%
			ρ	0.198	%
			ξ	0.107	
			ζ	0.962	
			A_{s1}	2.27	cm ²
			A_{s2}	0.00	cm ²
			A_{s,min}	1.40	cm ²

Odabrana armatura: **Q-385 (A_{s1}=3.85 cm²)**

Dimenzioniranje na savijanje – maksimalni moment na ležaju

Uobičajena kombinacija

C 30/37

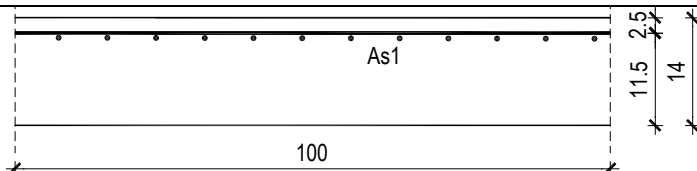
$f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa

B 500B

$f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa

$M_{Ed}= 16.26$ kNm

$N_{Ed}= 0$ kN



b	100.00	cm			
h	14.00	cm			
d₁ (d₂)	2.50	cm			
d	11.50	cm			
M_{Ed}	16.26	kNm			
N_{Ed}	0.00	kN			
ε_{s1}	10.0	‰			
ε_{c2}	1.5	‰			
M_{sds}	16.26	kNm			
M_{Rd,lim}	42.10	kNm			
μ_{sd}	0.061				
			C 30/37		
			f_{cd}	2.00	kN/cm ²
			f_{yd}	43.48	kN/cm ²
			Jednostruko armiranje		
			ω	7.572	%
			ρ	0.297	%
			ξ	0.133	
			ζ	0.952	
			A_{s1}	3.42	cm ²
			A_{s2}	0.00	cm ²
			A_{s,min}	1.40	cm ²

Odabrana armatura: **Q-385 (A_{s1}=3.85 cm²)**

Kontrola pukotina -

Granična vrijednost širine pukotine: $w_g = 0.3 \text{ mm}$ (EC-2 – uobičajena sredina)

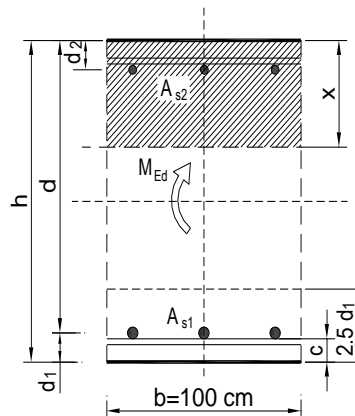
Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

$$w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

$$M_{Ed} = 7.82 \text{ kNm}$$

Armatura ploče donja zona: **Q-385**.

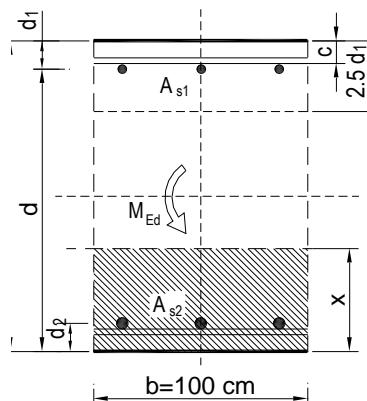
$b =$	100.0 cm	$d =$	11.5 cm	$h =$	14.0 cm
$f_{ck} =$	30.0 MN/m ²	$f_{ctm} =$	2.90 MN/m ²	$w_g =$	0.30 mm
$A_{s1} =$	3.85 cm ²	$A_{s2} =$	3.85 cm ²	$d_1 = d_2 =$	2.5 cm
$E_s =$	200.00 GN/m ²	$E_{cm} =$	32.80 GN/m ²	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6.10
$M_{Ed} =$	7.8 kNm	$k_t =$	0.40		
$\sigma_s =$	187.08 MN/m ²				
$x =$	2.14 cm	$\rho_{p,\text{eff}} =$	0.0062		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	-0.000040	$0.6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0.000561		
$\emptyset =$	5.0 mm	$c =$	3.00 cm		
$k_1 =$	0.8	$k_2 =$	0.50		
$k_3 =$	3.4	$k_4 =$	0.43		
$s_{r,\max} =$	239.99 mm				
$w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0.135 mm			$<$	w_g



Kontrola pukotina - ležaj

$$M_{Ed} = 11.59 \text{ kNm}$$

$b =$	100.0 cm	$d =$	11.5 cm	$h =$	14.0 cm
$f_{ck} =$	30.0 MN/m ²	$f_{ctm} =$	2.90 MN/m ²	$w_g =$	0.30 mm
$A_{s1} =$	3.85 cm ²	$A_{s2} =$	3.85 cm ²	$d_1 = d_2 =$	2.5 cm
$E_s =$	200.00 GN/m ²	$E_{cm} =$	32.80 GN/m ²	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6.10
$M_{Ed} =$	11.6 kNm	$k_t =$	0.40		
$\sigma_s =$	277.28 MN/m ²				
$x =$	2.14 cm	$\rho_{p,\text{eff}} =$	0.0062		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0.000411	$0.6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0.000832		
$\emptyset =$	5.0 mm	$c =$	3.00 cm		
$k_1 =$	0.8	$k_2 =$	0.50		
$k_3 =$	3.4	$k_4 =$	0.43		
$s_{r,\max} =$	239.99 mm				
$w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0.200 mm			$<$	w_g



12.5 Dimenzioniranje grede

Dimenzioniranje na savijanje – maksimalni moment

Uobičajena kombinacija

C 30/37

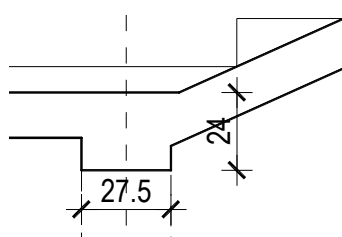
$f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa

B 500B

$f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa

$M_{Ed}= 10.69$ kNm

$N_{Ed}= 0$ kN



b	27.50	cm	C 30/37		
h	24.00	cm			
d₁ (d₂)	4.00	cm	f_{cd}	2.00	kN/cm ²
d	20.00	cm	f_{yd}	43.48	kN/cm ²
M_{Ed}	10.69	kNm	Jednostruko armiranje		
N_{Ed}	0.00	kN	ω	5.948	%
ε_{s1}	10.0	‰	ρ	0.233	%
ε_{c2}	1.3	‰	ξ	0.116	
M_{sds}	10.69	kNm	ζ	0.959	
M_{Rd,lim}	35.01	kNm	A_{s1}	1.28	cm ²
μ_{sd}	0.049		A_{s2}	0.00	cm ²
			A_{s,min}	0.66	cm ²

Odabrana armatura: **3Ø14 (A_{s1}=4.62 cm²)**

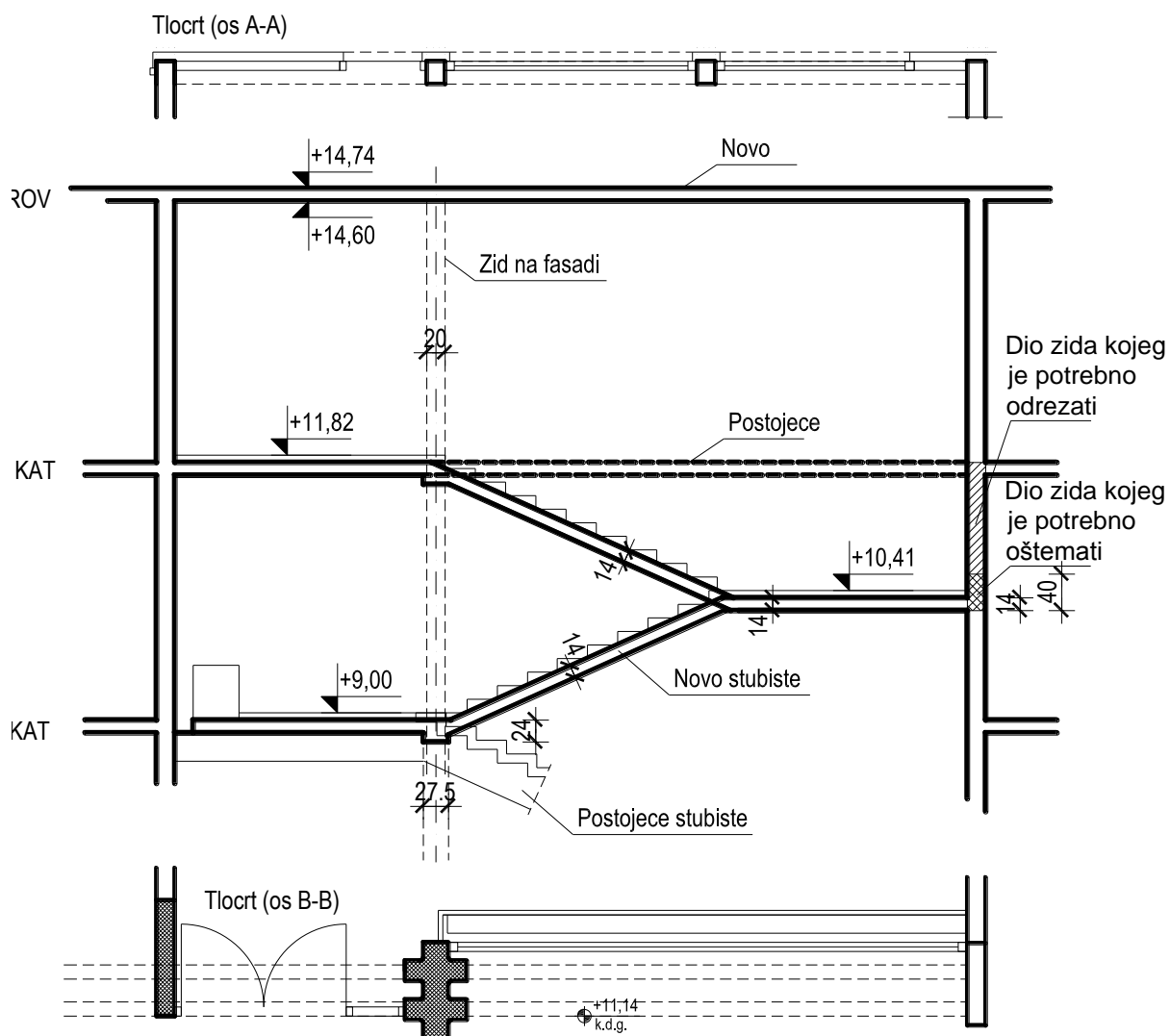
12.6 Tehnologija izvedbe

Predviđenom nadogradnjom povećava se katnost zgrade za 1 etažu (4. Kat). Da bi se omogućio pristup novom 4. katu, potrebno je isjeći sadašnju krovnu ploču na mjestu stubišta i izvesti dva nova stubišna kraka (sa trećeg na četvrti kat). Ovo stubište se, za razliku od postojećeg, koje se naslanja na grede, naslanja na armiranobetonsku ploču, debljine $d=14.0$ cm. Za potrebe oslanjanja novog kraka na postojeći podest, na rubu postojećeg podesta će se izvesti ab greda. Također na podestu 3. kata će se također izvesti ab greda uklopljena u ploču stubišta. Ovo stubište se konačno povezuje sa pločom (postojećom) 3. kata, koja je odrezana na mjestu stubišta.

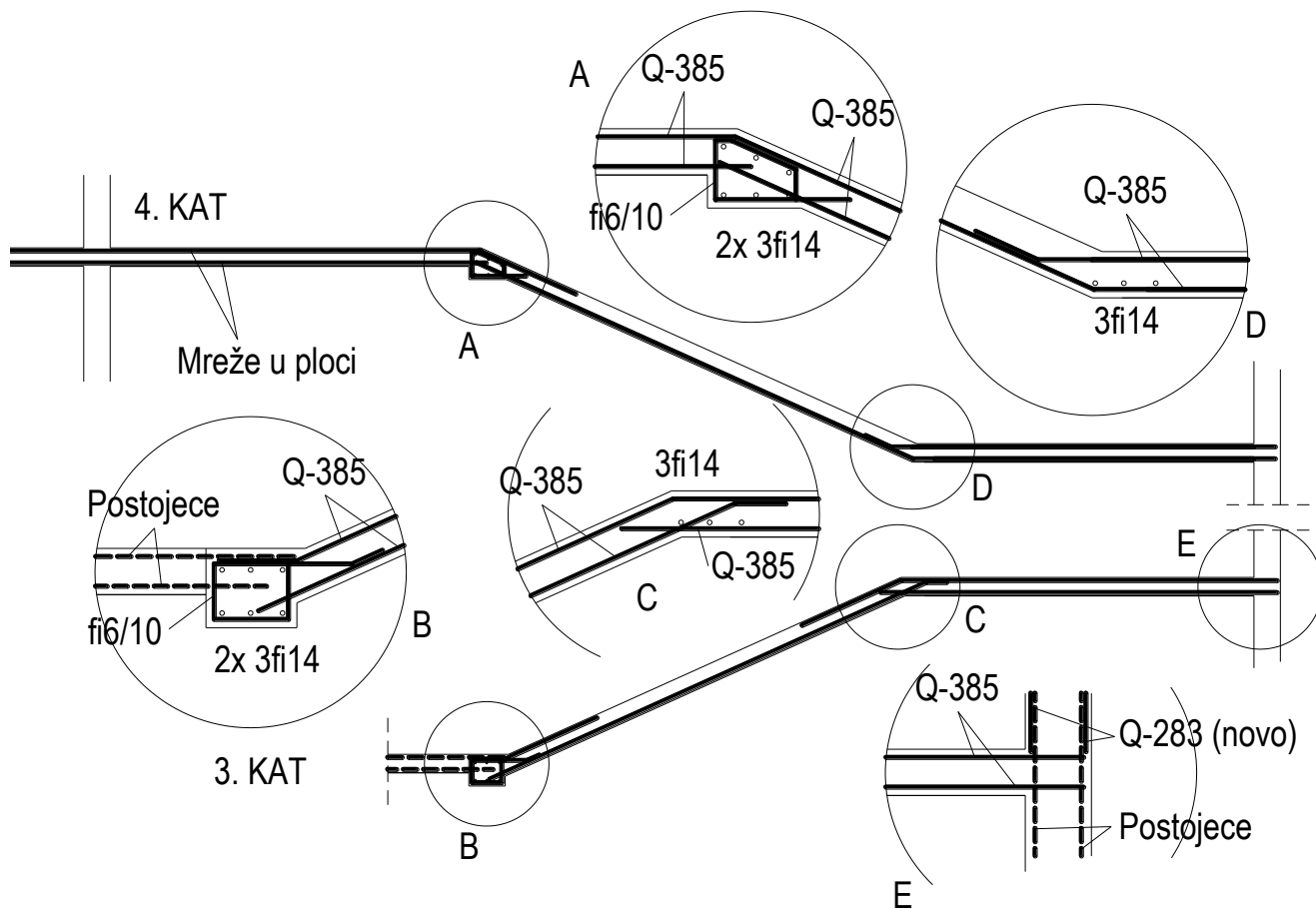
Dio istočnog zida do međupodesta je potrebno oštemati/odrezati, te nasloniti međupodest na njega. Zid odrezati do visine cca 40-cm iznad kote dna međupodesta, a preostalih 40 cm oštemati, tako da se sačuva armatura zida. U zid postaviti novu armaturu – mrežu Q-283 obostrano, te, nakon izvedbe stubišta izvesti novi ab zid.

Također, armaturu podesta 3. kata na zapadnom rubu povezati sa postojećom armaturom u ploči 3. kata.

Za ove radove predviđen je beton Tip C, poglavlje 2.1.



12.7 Skica armature



13 PRORAČUN NADSTREŠNICE NA KROVU

13.1 Tehnički opis

Nadstrešnica je maksimalnih tlocrtnih dimenzija 24,90 x 5,70 m. Konstrukcija nadstrešnice na krovu se sastoji od čeličnih stupova $\Phi 168,3/8$ na razmaku 5,9 m x 5,1 m (stupovi se nalaze iznad zidova 4. kata) i AB ploče debljine 16 cm. U prvom poprečnom polju i u prva dva uzdužna polja se dijagonalno nalaze zatege (spregovi) profila $\Phi 16$. Detalji oslanjanja stupova na ploču krova i detalj oslanjanja ploče nadstrešnice na stupove su prikazani u grafičkim priložima. Za potrebe proračuna izrađen je 3D prostorni model prikazan u nastavku.

13.2 Analiza opterećenja

a) stalno opterećenje

Uključeno je kroz numerički model.

b) dodatno stalno opterećenje

$$\Delta g = 0.50 \text{ kN/m}^2$$

c) pokretno opterećenje

$$q = 1.0 \text{ kN/m}^2 \text{ (snijeg i vjetar)}$$

d) opterećenje potresom

Prema Karti seizmičkih područja Republike Hrvatske, koja je sastavni dio HRN EN 1998-1:2011/NA:2011, za povratno razdoblje od 475 god, predmetna građevina se nalazi u području s vršnim ubrzanjem tla od 0,22g.

Potresne sile proračunate su pojednostavljenim postupkom proračuna.

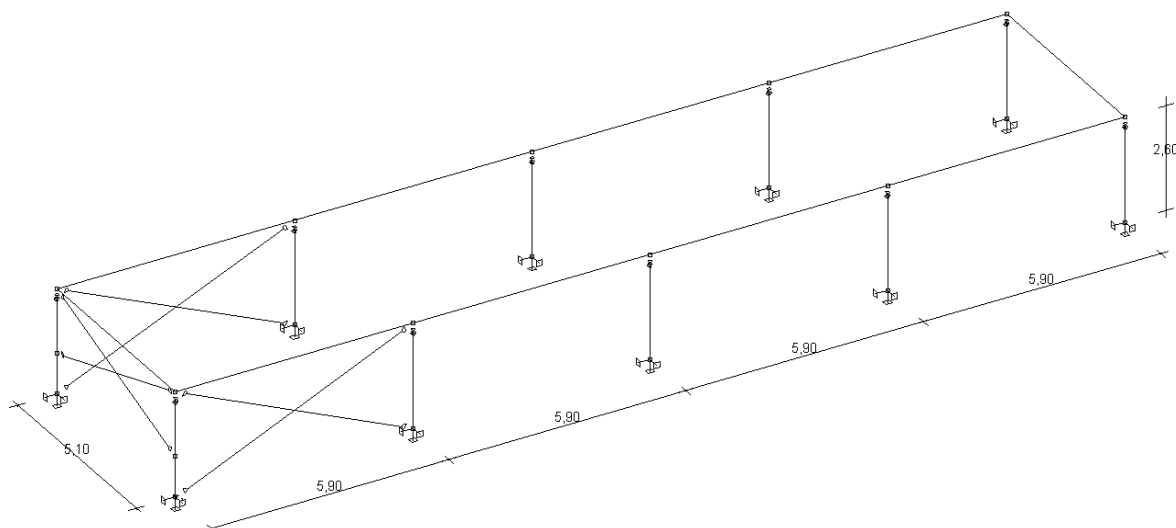
Za detalje vidjeti dio o stabilnosti.

$$\text{Težina građevine: } G = 2 \cdot (23.0 + 62.4 + 51.55 + 63.12 + 22.15) = 444.44 \text{ kN}$$

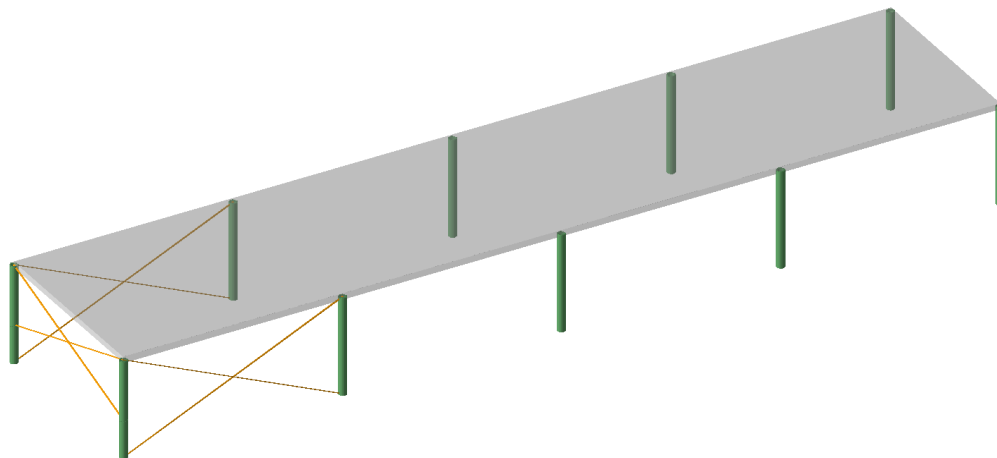
$$\text{Ukupna potresna sila: } S_x = S_y = 0.20 \cdot G = 88.88 \text{ kN}$$

13.3 Model i rezultati

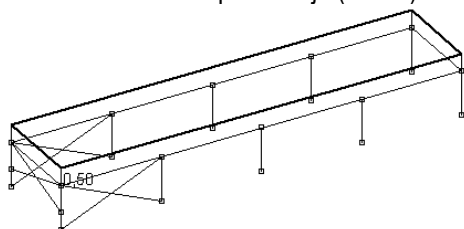
Prikaz modela i rubnih uvjeta



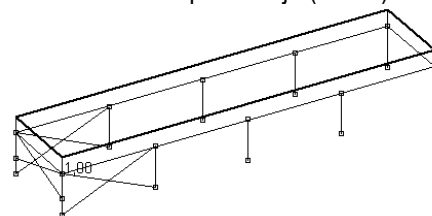
Renderirani prikaz modela



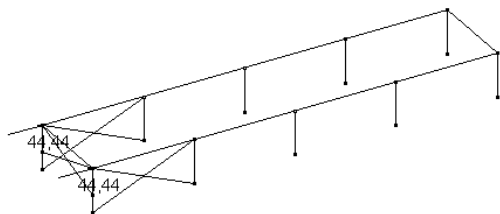
Dodatno stalno opterećenje (kN/m²)



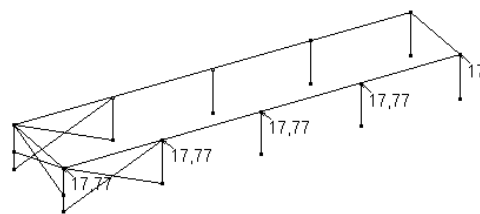
Pokretno opterećenje (kN/m²)



Potres -x smjer (kN)

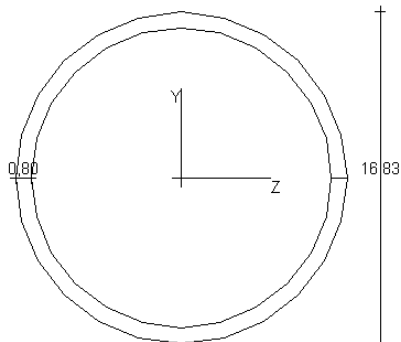


Potres -y smjer (kN)

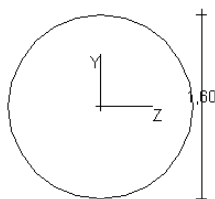


Poprečni presjeci

STUPOVI



ZATEGE



Materijal - stup
S235

$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$
 $s = 1,000$
 $E = 210000 \text{ N/mm}^2$
 $G = 80777 \text{ N/mm}^2$
 $\nu = 0.3$

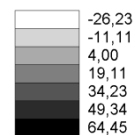
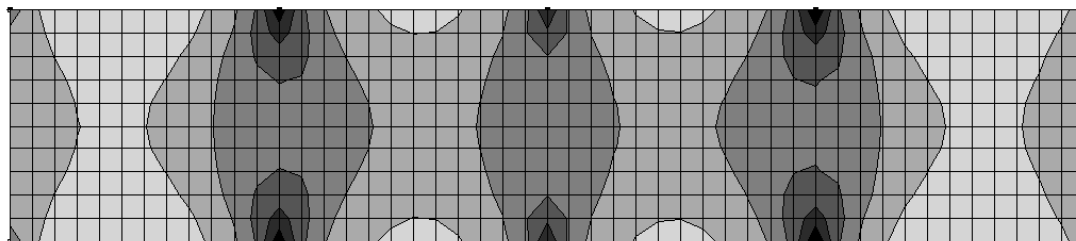
Materijal - zatega
B 500B

$E = 200000 \text{ N/mm}^2$
 $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
 $\nu = 0.3$

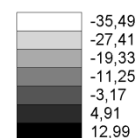
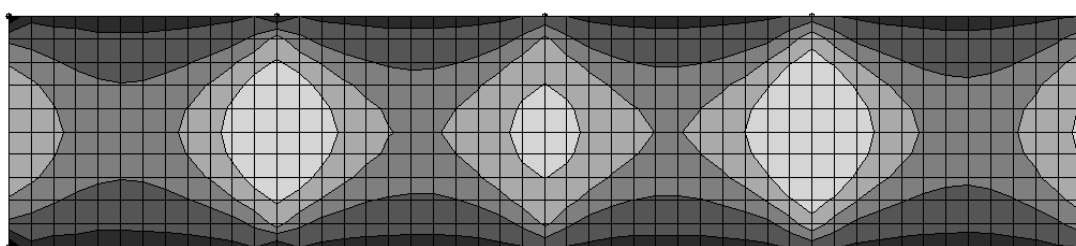
Materijal - ploča
C 30/37

Momenti u ploči za uobičajenu kombinaciju opterećenja $s = 1.35 \cdot g + 1.5 \cdot q$

M_x (kNm/m')

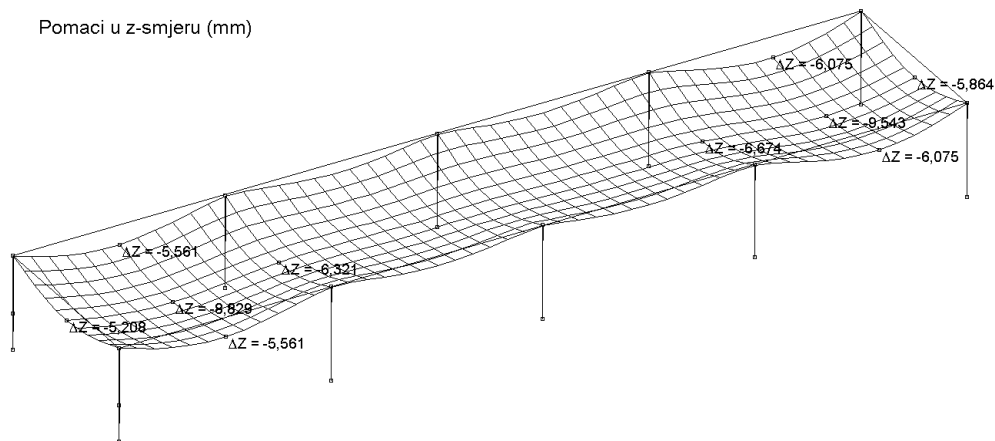


M_y (kNm/m')



Pomaci za kombinaciju opterećenja (GSU) $s = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot q$

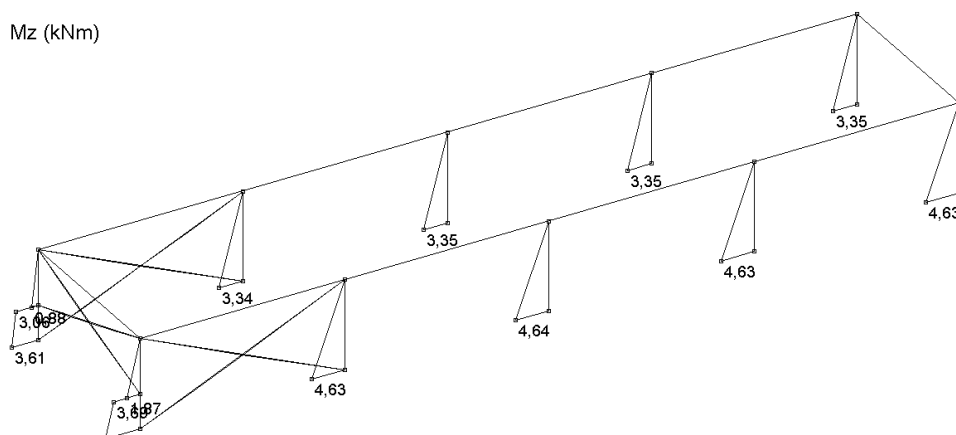
Pomaci u z-smjeru (mm)



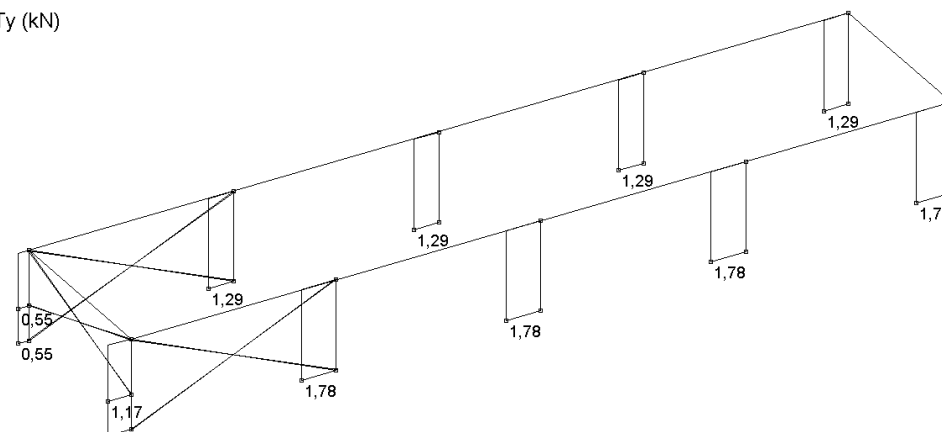
Rezne sile u stupovima i zategama (potres u x-smjeru)

$$\mathbf{s} = 1.0 \cdot \mathbf{g} + 1.0 \cdot \mathbf{s}_x + 0.3 \cdot \mathbf{s}_y$$

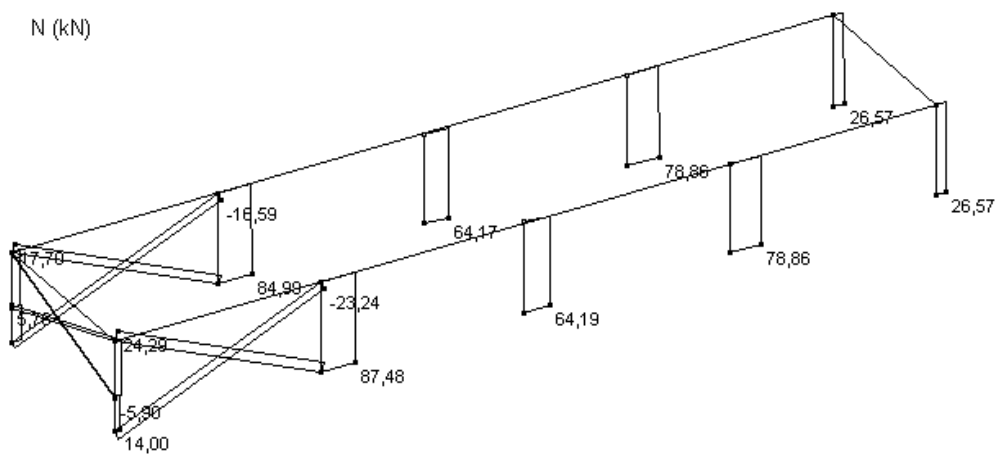
Mz (kNm)



Ty (kN)



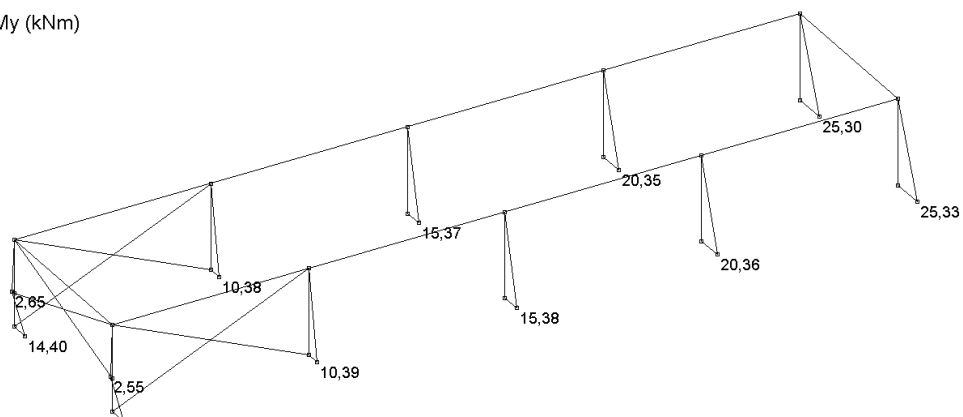
N (kN)



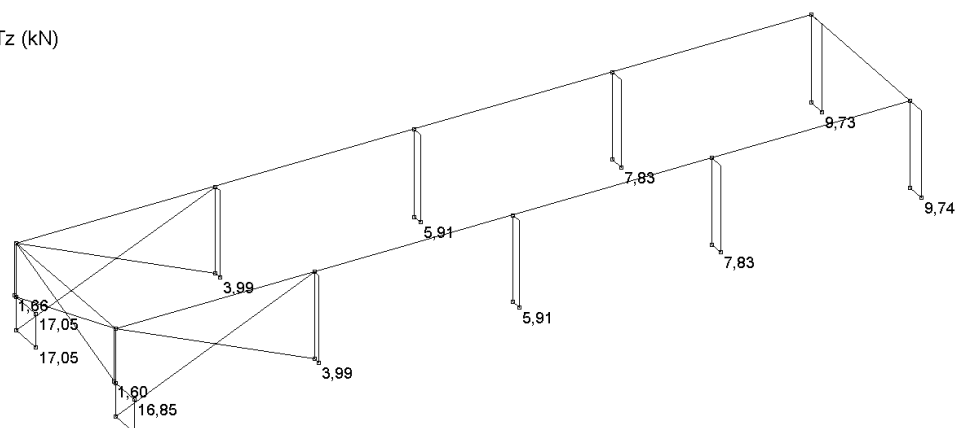
Rezne sile u stupovima i zategama (potres u y-smjeru)

$$s = 1.0 \cdot g + 0.3 \cdot s_x + 1.0 \cdot s_y$$

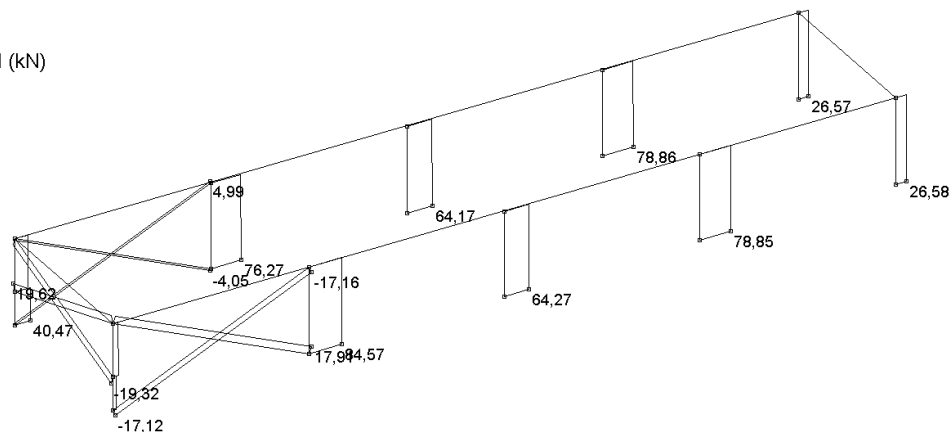
My (kNm)



Tz (kN)



N (kN)



13.4 Dimenzioniranje elemenata

Dimenzioniranje ploče na savijanje – maksimalni moment u polju (x-smjer)

Uobičajena kombinacija

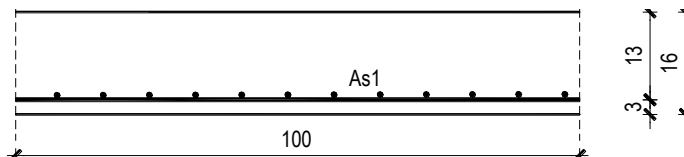
C 30/37 (MB-40)

$f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa

B 500

$f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa

$M_{Ed}= 26.23$ kNm



b	100.00	cm			
h	16.00	cm			
d₁ (d₂)	3.00	cm			
d	13.00	cm			
M_{Ed}	26.23	kNm			
N_{Ed}	0.00	kN			
ε_{s1}	10.0	‰			
ε_{c2}	1.8	‰			
M_{sds}	26.23	kNm			
M_{Rd,lim}	53.79	kNm			
μ_{sd}	0.078				
			C 30/37		
			f_{cd}	2.00	kN/cm ²
			f_{yd}	43.48	kN/cm ²
			Jednostruko armiranje		
			ω	9.646	%
			ρ	0.378	%
			ξ	0.153	
			ζ	0.944	
			A_{s1}	4.92	cm ²
			A_{s2}	0.00	cm ²
			A_{s,min}	1.60	cm ²

Odabrana armatura: **Q-503 + 2Φ12 (A_{s1}=5.03 + 2.26=7.29 cm²)**

Dimenzioniranje ploče na savijanje – maksimalni moment u polju (y-smjer)

Uobičajena kombinacija

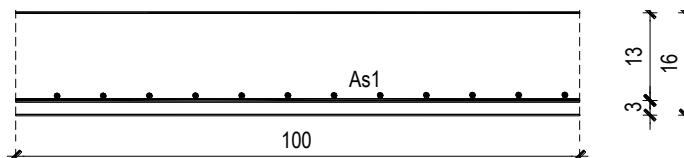
C 30/37 (MB-40)

$f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa

B 500

$f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa

$M_{Ed}= 35.49$ kNm



b	100.00	cm			
h	16.00	cm			
d₁ (d₂)	3.00	cm			
d	13.00	cm			
M_{Ed}	35.49	kNm			
N_{Ed}	0.00	kN			
ε_{s1}	10.0	‰			
ε_{c2}	2.3	‰			
M_{sds}	35.49	kNm			
M_{Rd,lim}	53.79	kNm			
μ_{sd}	0.105				
			C 30/37		
			f_{cd}	2.00	kN/cm ²
			f_{yd}	43.48	kN/cm ²
			Jednostruko armiranje		
			ω	13.257	%
			ρ	0.520	%
			ξ	0.187	
			ζ	0.928	
			A_{s1}	6.76	cm ²
			A_{s2}	0.00	cm ²
			A_{s,min}	1.60	cm ²

Odabrana armatura: **Q-503 + 5Φ12 (A_{s1}=5.03 + 5.65=10.68 cm²)**

Skica armature prikazana je u grafičkim prilogima.

Dimenzioniranje ploče na savijanje – maksimalni moment na ležaju (x-smjer)

Uobičajena kombinacija

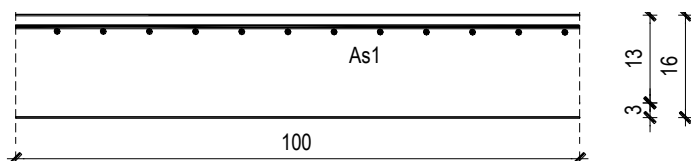
C 30/37 (MB-40)

$f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa

B 500

$f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa

$M_{Ed}= 64.45$ kNm



b	100.00	cm			
h	16.00	cm			
d₁ (d₂)	3.00	cm			
d	13.00	cm			
M_{Ed}	64.45	kNm			
N_{Ed}	0.00	kN			
ε_{s1}	10.0	‰			
ε_{c2}	3.5	‰			
M_{sds}	64.45	kNm			
M_{Rd,lim}	53.79	kNm			
μ_{sd}	0.191				
			C 30/37		
			f_{cd}	2.00	kN/cm ²
			f_{yd}	43.48	kN/cm ²
			Dvostruko armiranje		
			ω	20.988	%
			ρ	1.146	%
			ξ	0.259	
			ζ	0.892	
			A_{s1}	12.78	cm ²
			A_{s2}	2.11	cm ²
			A_{s,min}	1.60	cm ²

Odabrana armatura: **Φ12/10 (A_{s1}=11.3 cm²)**

Dimenzioniranje zatega

Zatega Ø16 (B 500B)

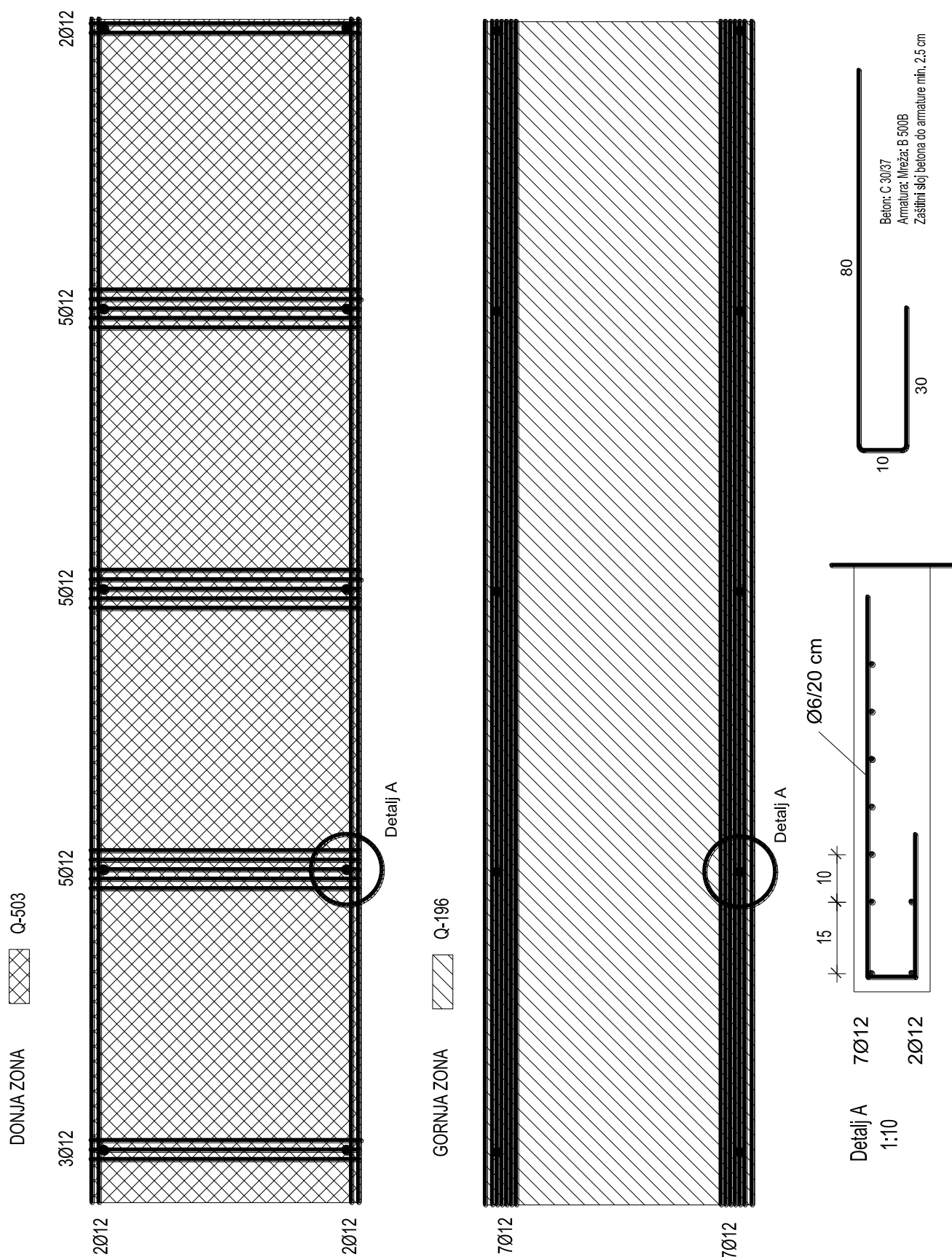
Maksimalna vlačna sila u zategi: $N_{Ed}= 24.29$ kN

$$f_{yk}=500.0 \text{ MPa} \rightarrow f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.0}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}$$

$$A_{\Phi 16}=2.01 \text{ cm}^2$$

$$N_{C,Rd}= A_{\Phi 16} \cdot f_{yk}=87.4 \text{ kN} < N_{Ed}= 24.29 \text{ kN}$$

Skica armature ploče



Dimenzioniranje stupa

MATERIJAL

$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$
 $\varepsilon = 1,000$
 $E = 210000 \text{ N/mm}^2$
 $G = 80777 \text{ N/mm}^2$
 $\nu = 0.3$

REZNE SILE

$N_{Sd} = -26,58 \text{ kN}$
 $V_{z,Sd} = 9,74 \text{ kN}$
 $M_{y,Sd} = 25,33 \text{ kNm}$

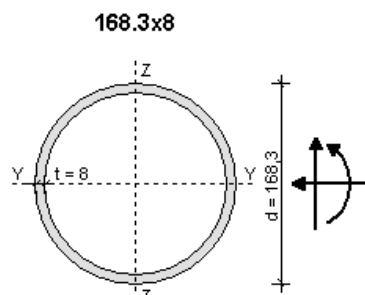
PARC. FAKTORI SIG.

$\gamma_{Mo} = 1,1$
 $\gamma_{M1} = 1,1$
 $\gamma_{M2} = 1,25$

PARAMETRI

$A = 40,300 \text{ cm}^2$
 $A_y = 20,000 \text{ cm}^2$
 $A_z = 20,000 \text{ cm}^2$
 $I_y = 1297,300 \text{ cm}^4$
 $W_y = 154,200 \text{ cm}^3$
 $W_{ply} = 205,700 \text{ cm}^3$
 $i_y = 5,700 \text{ cm}$
 $I_z = 1297,300 \text{ cm}^4$
 $W_z = 154,200 \text{ cm}^3$
 $W_{plz} = 205,700 \text{ cm}^3$
 $i_z = 5,700 \text{ cm}$

$I_t = 2594,500 \text{ cm}^4$
 $I_\omega = 0,000 \text{ cm}^6$



KLASIFIKACIJA POPREČNOG PRESJEKA

$$\frac{d}{t} = 21,04 \leq 50 \cdot \varepsilon^2 = 50,00$$

POPREČNI PRESJEK JE SVRSTAN U **KLASU 1**

OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA

UZDUŽNA SILA N_{Sd}

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{Mo}} = \mathbf{860,95 \text{ kN}} \geq N_{Sd} = 26,58 \text{ kN}$$

MOMENT SAVIJANJA $M_{y,Sd}$

$$M_{y,Rd} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{Mo}} = \mathbf{43,94 \text{ kNm}} \geq M_{y,Sd} = 25,33 \text{ kNm}$$

POPREČNA SILA $V_{z,Sd}$

$$V_{z,Rd} = \frac{A_{v,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{Mo}} = \mathbf{246,69 \text{ kN}} \geq V_{z,Sd} = 9,74 \text{ kN}$$

INTERAKCIJA M - N BEZ BOČNOG IZVIJANJA

$$\beta_{M,y} = 1,400$$

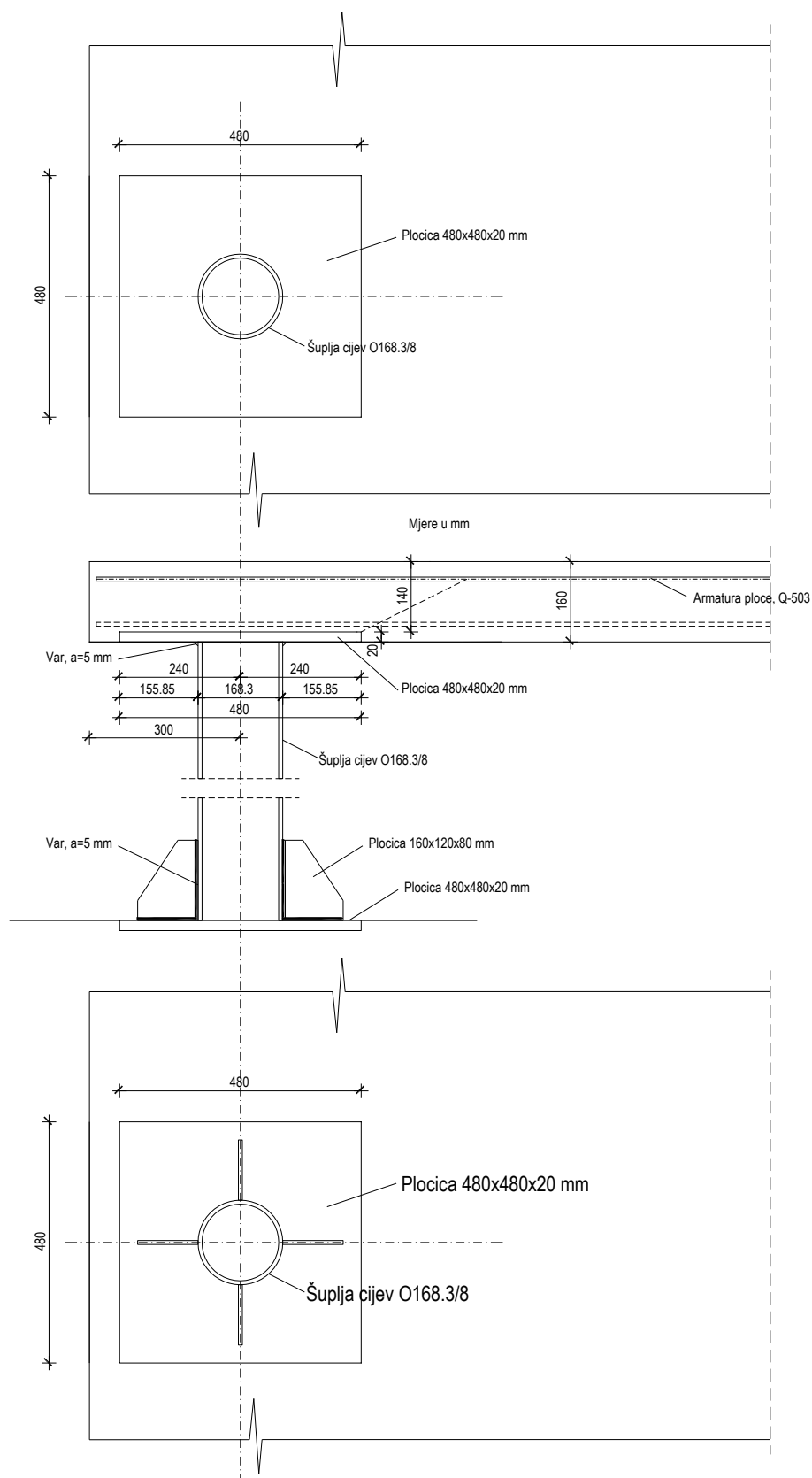
$$\mu_y = \bar{\lambda}_y \cdot (2 \cdot \beta_{My} - 4) + \left(\frac{W_{ply} - W_y}{W_y} \right) = -0,832 \leq 0,9$$

$$k_y = 1 - \frac{\mu_y \cdot N_{Sd}}{\chi_y \cdot A \cdot f_y} = 1,034 \leq 1,5$$

$$\frac{N_{Sd}}{\chi_{min} \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}} + \frac{k_y \cdot M_{y,Sd}}{\frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}} = \mathbf{0,641} \leq 1$$

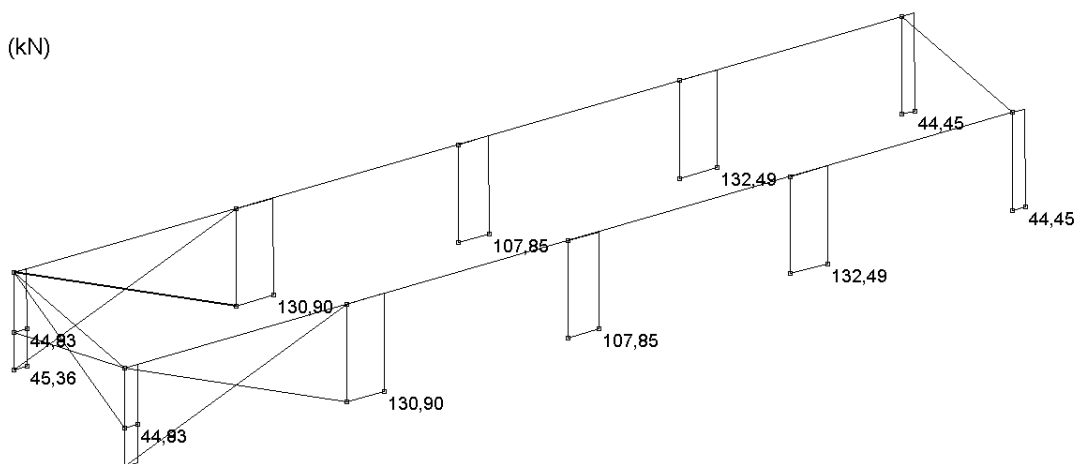
13.5 Kontrola pločice

13.5.1 Skica veze stupa sa ab pločom



Uzdužna sile u stupovima za uobičajenu kombinaciju opterećenja: $1.35 g + 1.50 q$

N (kN)



13.5.2 Kontrola lokalnog gnječenja

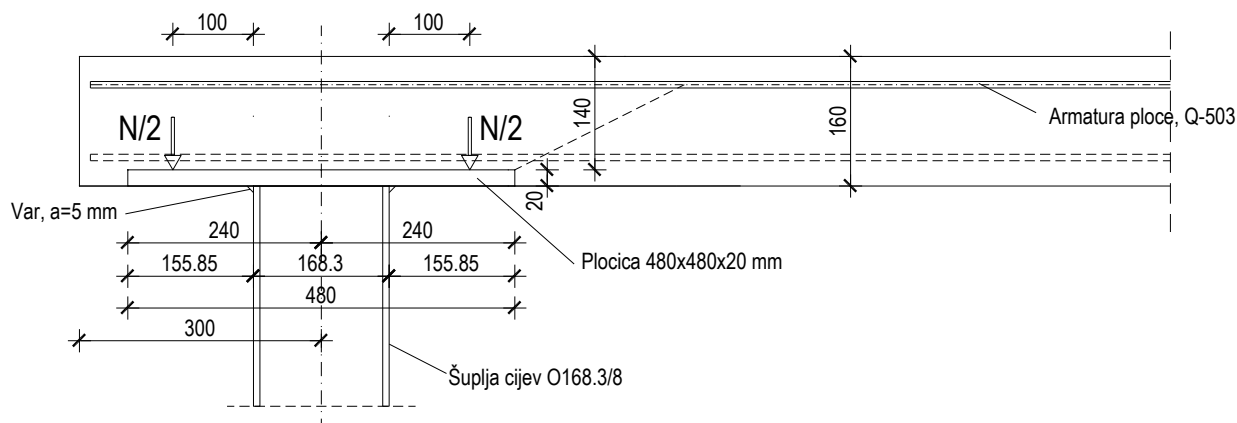
$$N_{Ed,max} = 133.0 \text{ kN}$$

$$A_{ploc} = 48 \cdot 48 = 2300.0 \text{ cm}^2$$

$$\gamma = 1.5$$

$$\sigma_c = \frac{\gamma \cdot N_{Ed,max}}{A_{ploc}} = \frac{1.5 \cdot 133.0}{2300.0} = 0.084 \text{ kN/cm}^2 = 0.84 \text{ MPa} < \sigma_{c,max} = 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 30.0 = 13.5 \text{ MPa}$$

13.5.3 Kontrola savijanja pločice



$$N_{Ed,max} = 133.0 \text{ kN}$$

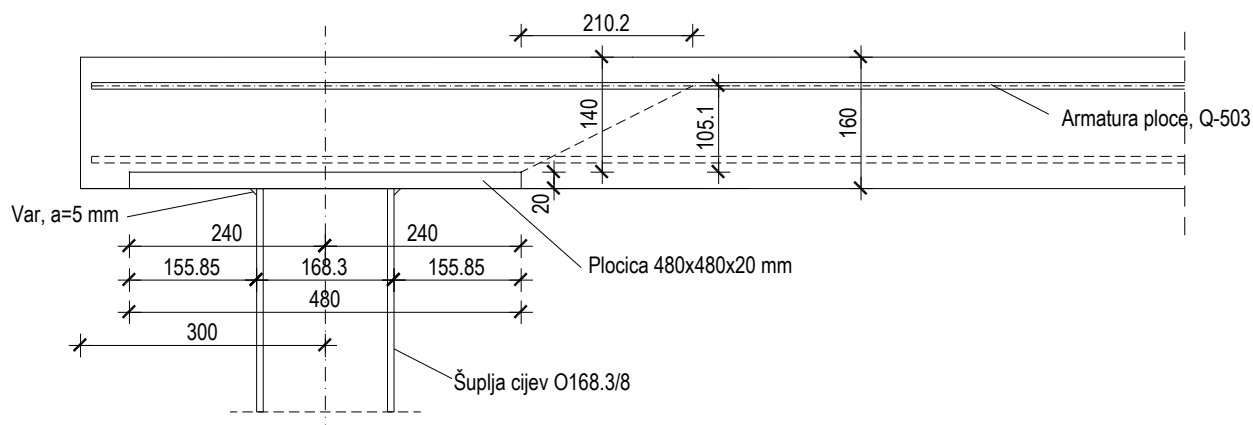
$$\gamma = 1.5$$

$$M_{ploc} = \gamma \cdot \frac{1}{2} \cdot N_{Ed,max} \cdot l_{sile} = 1.5 \cdot \frac{1}{2} \cdot 133.0 \cdot 10.0 = 975.0 \text{ kNcm}$$

$$W_{ploc} = \frac{b_{ploc} \cdot d_{ploc}^2}{6} = \frac{48.0 \cdot 2.0^2}{6} = 32.0 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_s = \frac{M_{ploc}}{W_{ploc}} = \frac{975.0}{32.0} = 30.5 \text{ kN/cm}^2 = 305.0 \text{ MPa} < \sigma_s = 355.0 \text{ MPa}$$

13.5.4 Proboj pločice kroz ab ploču



$$N_{Ed,max} = 133.0 \text{ kN}$$

$$u_{cr} = 3.48 + 2 \cdot 10.5 \cdot \pi \approx 222.0 \text{ cm}$$

$$d = 10.5 \text{ cm}$$

$\beta = 1.4$

$$V_{Ed} = \beta \cdot \frac{N_{Ed, \max}}{u_{cr} \cdot d} = 1.4 \cdot \frac{133.0}{222 \cdot 10.5} = 0.078 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \geq v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}$$

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c = 0.18/1.5 = 0.12$$

$$C_{Bdc} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.5 = 0.12$$

$$k = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{105}} = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{105}} = 2.38 \geq 2.0 \Rightarrow k = 2.0$$

$$\sum A_s = 4 \cdot 5.03 = 20.1 \text{ cm}^2 \quad ; \quad \rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{20.10}{100 \cdot 16} = 0.0126$$

$$f_{ck} = 30.0 \text{ MPa}$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 2.0^{3/2} \cdot 30.0^{1/2} = 0.542$$

$$V_{Rd,c} = C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} = 0.12 \cdot 2.0 \cdot (100 \cdot 0.0126 \cdot 30)^{1/3} = 0.805 \text{ MPa}$$

$$V_{Rd,c,min} = v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} = 0.542 \text{ MPa}$$

$$V_{Rd,c} = 0.0805 \text{ kN/cm}^2$$

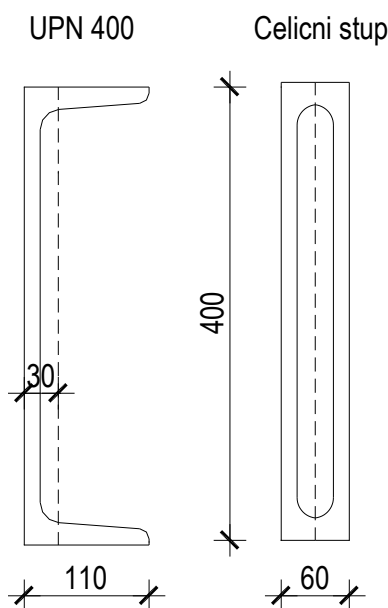
$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$$

14 PRORAČUN NADSTREŠNICE ISPRED ULAZA

14.1 Tehnički opis

Postojeća nadstrešnica ispred ulaza se ruši i na njeno mjesto se postavlja nova. Nova nadstrešnica je armirano betonska ploča, debljine $d=12,00$ cm, koja se sa jedne strane (južne i zapadne) oslanja na kose čelične stupove, sa sjeveroistočne strane na ab zid, a sa sjeverne strane (prema zgradi) se vješa na konzole balkona (postojeće konzole brisolea, koje se ojačavaju).

Novi kosi stupovi su izvedeni iz 2xUPN 400, oblikovanih tako da čine čelični kutijasti profil 400×60 mm. To se postiže odrezivanjem pojasnica i varenjem jednog profila na drugi.



Iako znatno predimenzionirani, ovi profili su odabrani iz arhitektonskih razloga i razloga postizanja dovoljno malog koeficijenta vitkosti. Kako je nadstrešnica pridržana i kosim stupovima i oslanjanjem na ab zid, pretpostavlja se da je sustav pridržan. Također, stupovi su upeti u temelj i pridržani temeljnom pločom. Odabrana je duljina izvijanja kao kod jednostrano upetog stupa.

$$A_p = 128.8 \text{ cm}^2$$

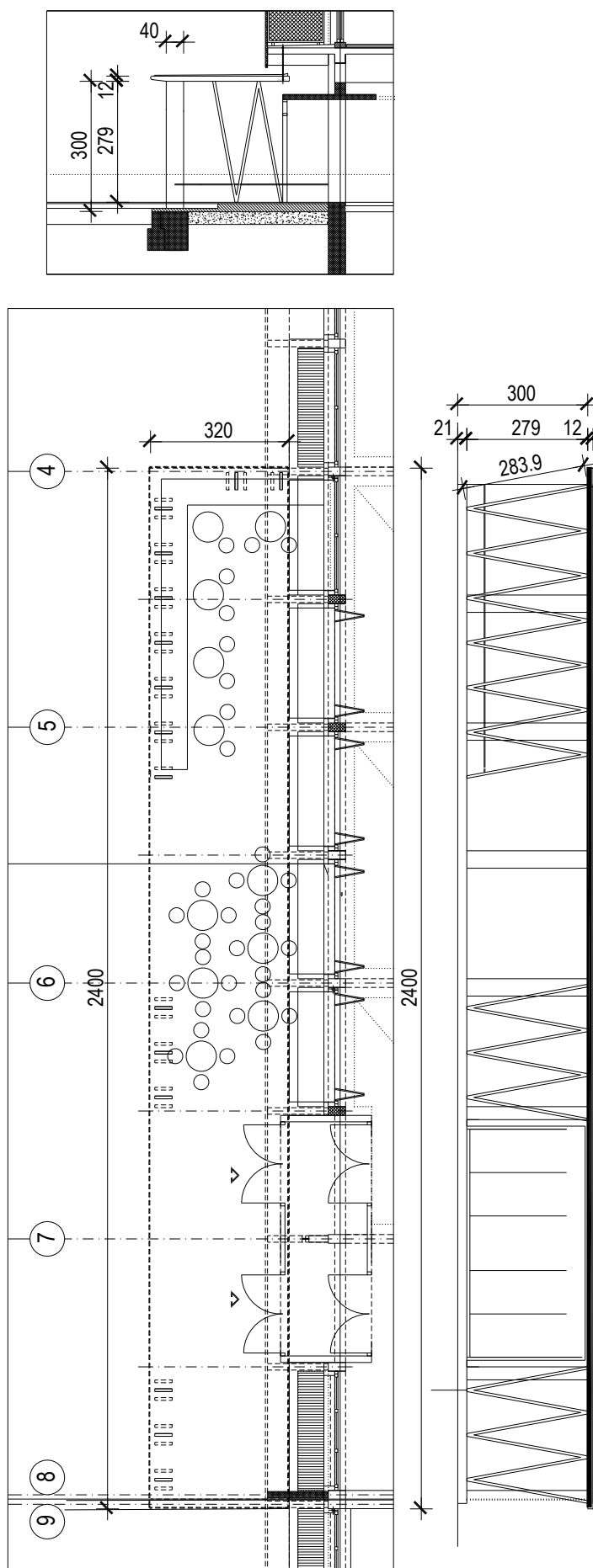
$$I_p = 627.3 \text{ cm}^4$$

$$\ell_i \approx 0.7 \cdot \ell = 205.0 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{\ell_i}{i} = \frac{\ell_i}{\sqrt{\frac{I}{A}}} = \frac{205.0}{\sqrt{\frac{627.3}{128.8}}} = 92.9 < 140.0$$

$$N_{ED, \max} \approx 80.0 \text{ kN}$$

$$\lambda_{\lim} = \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 0.7 \cdot 1.1 \cdot 0.7}{\sqrt{\frac{N_{ED, \max}}{A_p \cdot f_{yd}}}} = \frac{20 \cdot 0.7 \cdot 1.1 \cdot 0.7}{\sqrt{\frac{80.0}{125.80 \cdot 33.5/1.15}}} = 73.0$$



14.2 Analiza opterećenja

a) stalno opterećenje

Vlastita težina ploče uzeta je u obzir kroz sami program

b) dodatno stalno opterećenje

Beton za pad, prosječne debljine $d=4.0$ cm 1.0 kN/m^2

c) pokretno opterećenje

Korisni teret 1.0 kN/m^2

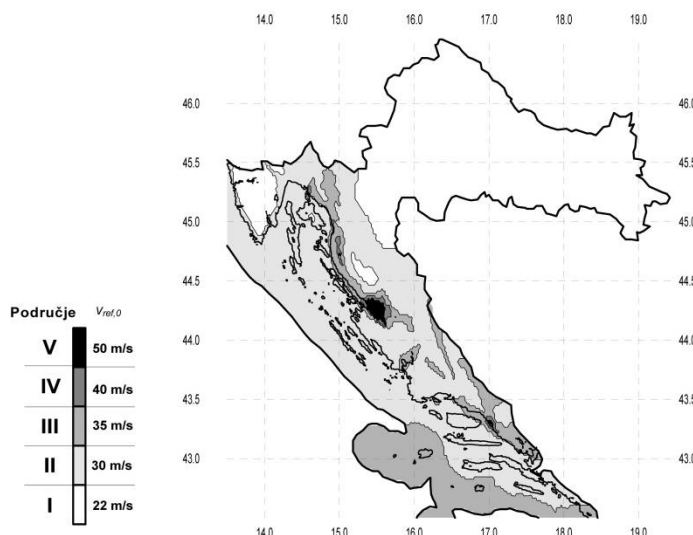
d) potres

Uzeto je 20% vertikalnog opterećenja: 90.0 Kn

e) vjetar

Opterećenje vjetrom odabrano je prema: EC1, Dio 2-4: Djelovanja vjetra i Europskoj normi EN 1991-2-4: Djelovanja na konstrukcije opterećenje vjetrom, te Nacionalnom dokumentu za primjenu u Republici Hrvatskoj.

Građevina je na poziciji gdje je uglavnom zaštićena od djelovanja vjetra. Prema navedenim normama, predmetna lokacija je smještena u III područje djelovanja vjetra, te je osnovno djelovanje vjetra:



$$v_{b,0} = 35.0 \text{ m/s}$$

$$C_{dir} = 1.0$$

$$C_{tem} = 1.0$$

$$C_{alt} = 1.0 + 0.0001 \cdot a_s \quad ; \quad a_s = 0 \text{ m n.m.} \quad ; \quad C_{alt} = 1.0$$

$$v_{ref} = C_{dir} \cdot C_{tem} \cdot C_{alt} \cdot v_{b,0} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 35.0 = 35.0 \text{ m/s}$$

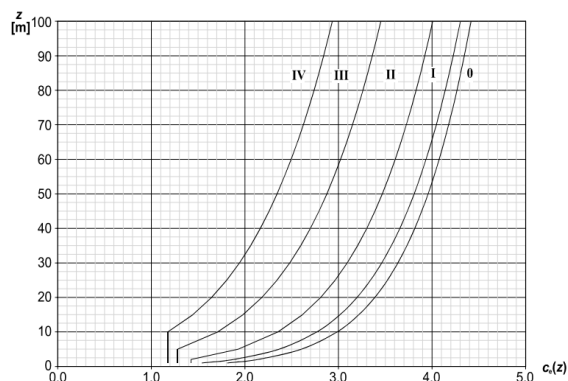
Koeficijent položaja $c_e(z)$ za ktg. terena IV i prosječnu visinu 3.0 m iznad terena:

$$c_e(z) \approx 1.2$$

Rezultirajuće opterećenje vjetrom:

$$\rho_{zr} = 1.25 \text{ kg/m}^3 \approx 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$q_p(z) = 1.2 \cdot \frac{1.25}{2} \cdot 35.00^2 = 920.0 \text{ N/m}^2 = 0.92 \text{ kN/m}^2$$



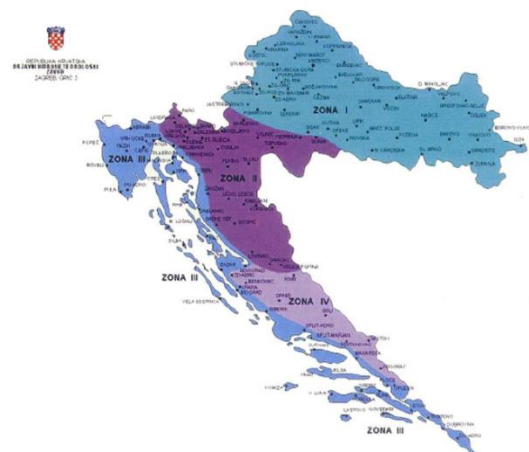
Kako je najkritičnije djelovanje vjetra trenje po krovu nadstrešnice, odabire se djelovanje vjetra 1/10 horizontalne sile.

$$w = \frac{1}{10} \cdot A_n \cdot q_p(z) = \frac{1}{10} \cdot 24.2 \cdot 3.2 \cdot q_p(z) = \frac{1}{10} \cdot 24.2 \cdot 3.2 \cdot 0.92 = 7.1 \text{ kN}$$

Ova sila je zanemarivo mala.

f) snijeg

Nadmorska visina [m]	s_k [kN/m ²]			
	I	II	III	IV
0	0,88	0,75	0,14	0,18
100	1,09	1,05	0,45	0,33
200	1,31	1,38	0,80	0,50
300	1,55	1,76	1,20	0,70
400	1,80	2,18	1,65	0,92
500	2,06	2,63	2,15	1,16
600	2,34	3,13	2,70	



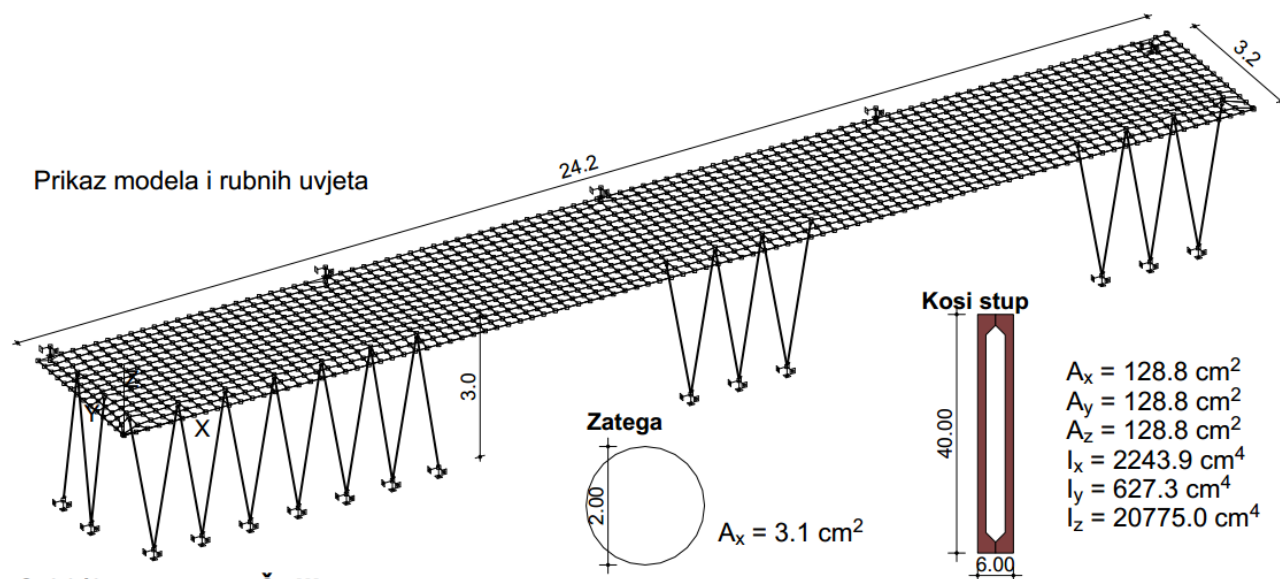
Predmetni objekti se nalaze u Splitu. Prema prijedlogu NAD-a i istraživanja opterećenja snijegom na području republike Hrvatske (K. Zaninović, M. Gajić-Čapka, B. Andrić, I. Džeba, D. Dujmović - Određivanje karakterističnog opterećenja snijegom, Građevinar, 6, 59, 2001.), te preporukama europske norme ENV 1991-2-3:1995, karakteristično opterećenje snijegom je $s_k = 0.14 \text{ kN/m}^2$ (Zona III).

Kako je ova veličina znatno manja od pretpostavljenog korisnog opterećenja, opterećenje snijegom se zanemaruje.

g) potres

Kao potresno opterećenje odabrana je sila 20% ukupne težine građevine. Kako je ukupna težina građevine (1.0 g + 1.0 q) oko 450.0 kN, ukupna potresna sila je odabrana 90 kN. Ova sila je postavljena kao jednoliko raspodijeljeno opterećenje na stranice ploče. Za opterećenje potresom vidjeti poglavlje o dokazu sigurnosti cjelokupne građevine.

14.3 Model i rezultati

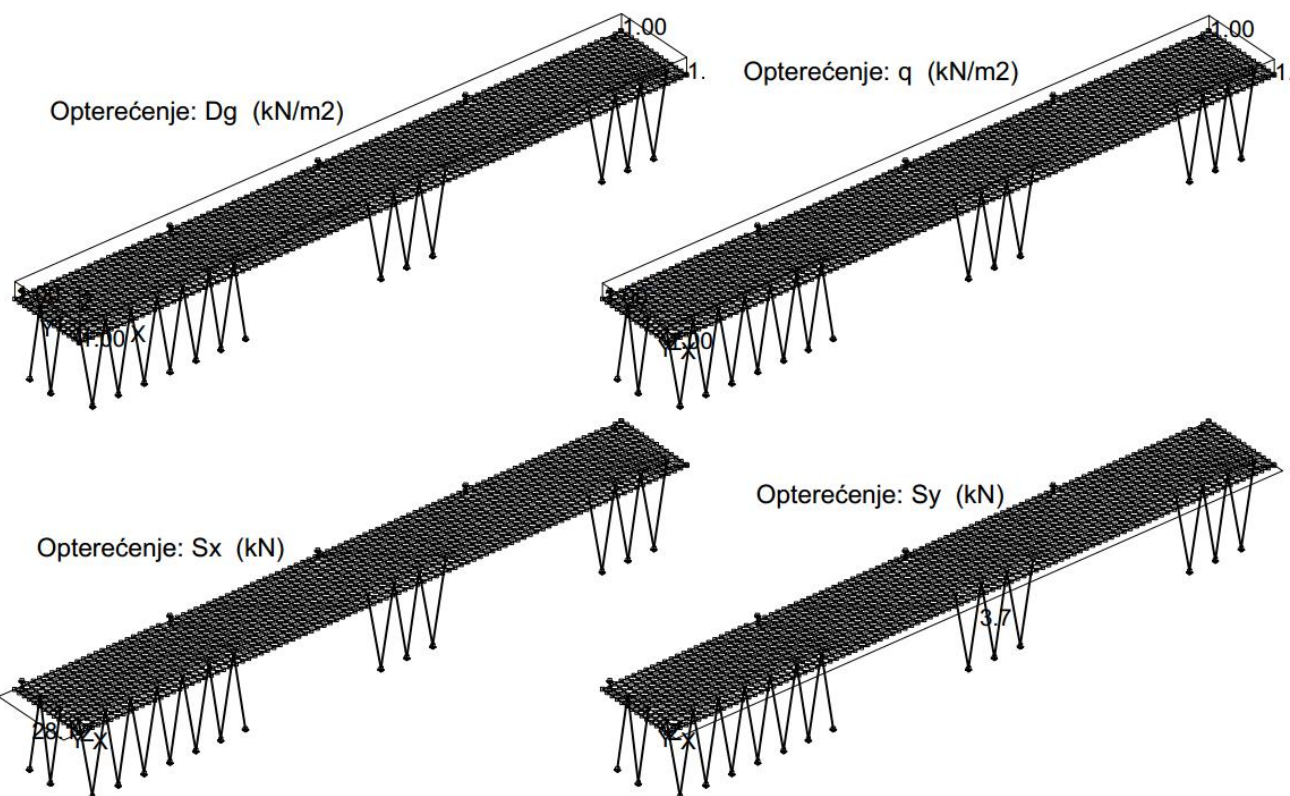


C 30/37

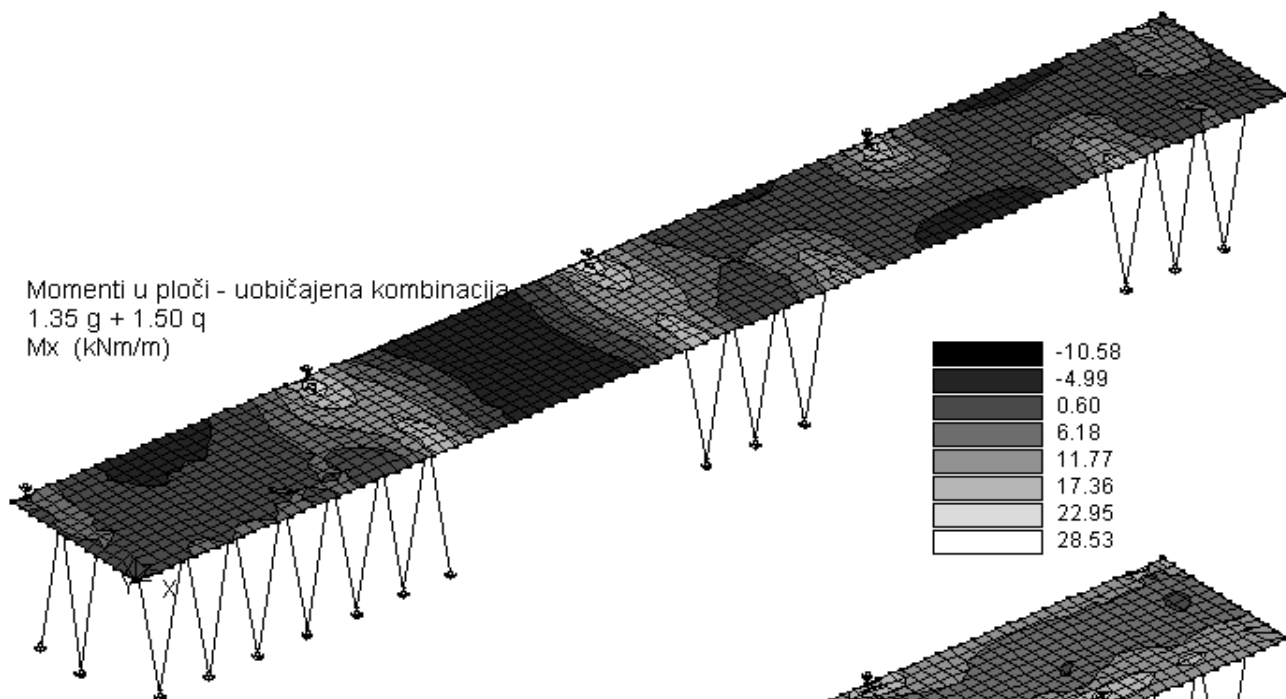
Čelik

$$E = 34000 \text{ N/mm}^2$$
$$E = 210000 \text{ N/mm}^2$$
$$G = 14000 \text{ N/mm}^2$$
$$G = 10000 \text{ N/mm}^2$$
$$v = 0.2$$
 $v = 0.3$
$$\gamma = 2.5 \text{E-}5 \text{ N/mm}^3$$
$$\gamma = 7.85\text{E-}5 \text{ N/mm}^3$$
$$\alpha = 1\text{E-}5 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$
$$\alpha = 1.2\text{E-}5 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

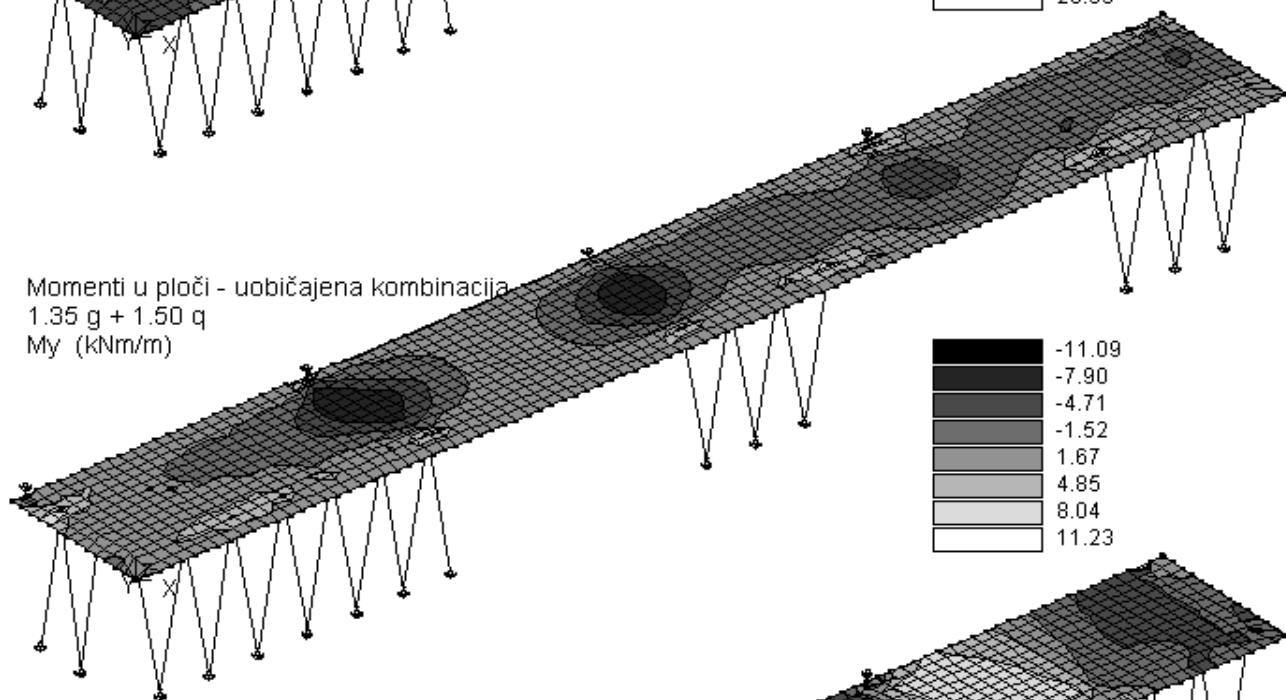
Render



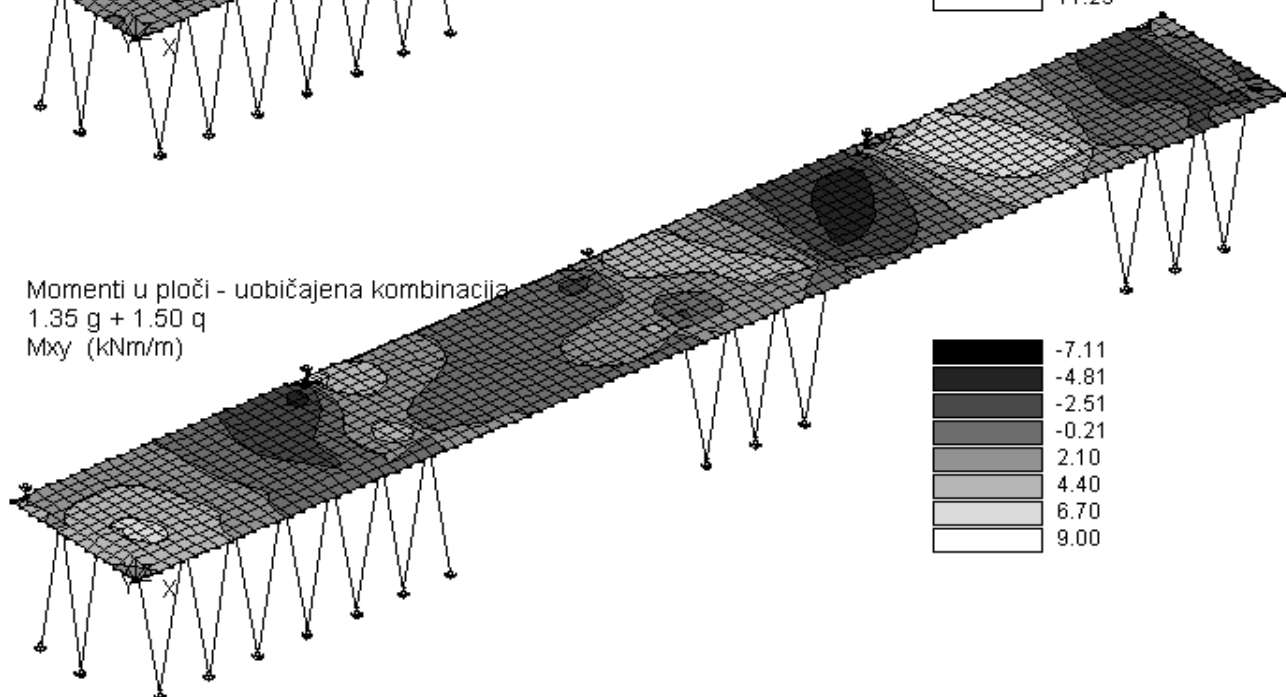
Momenti u ploči - uobičajena kombinacija
1.35 g + 1.50 q
Mx (kNm/m)

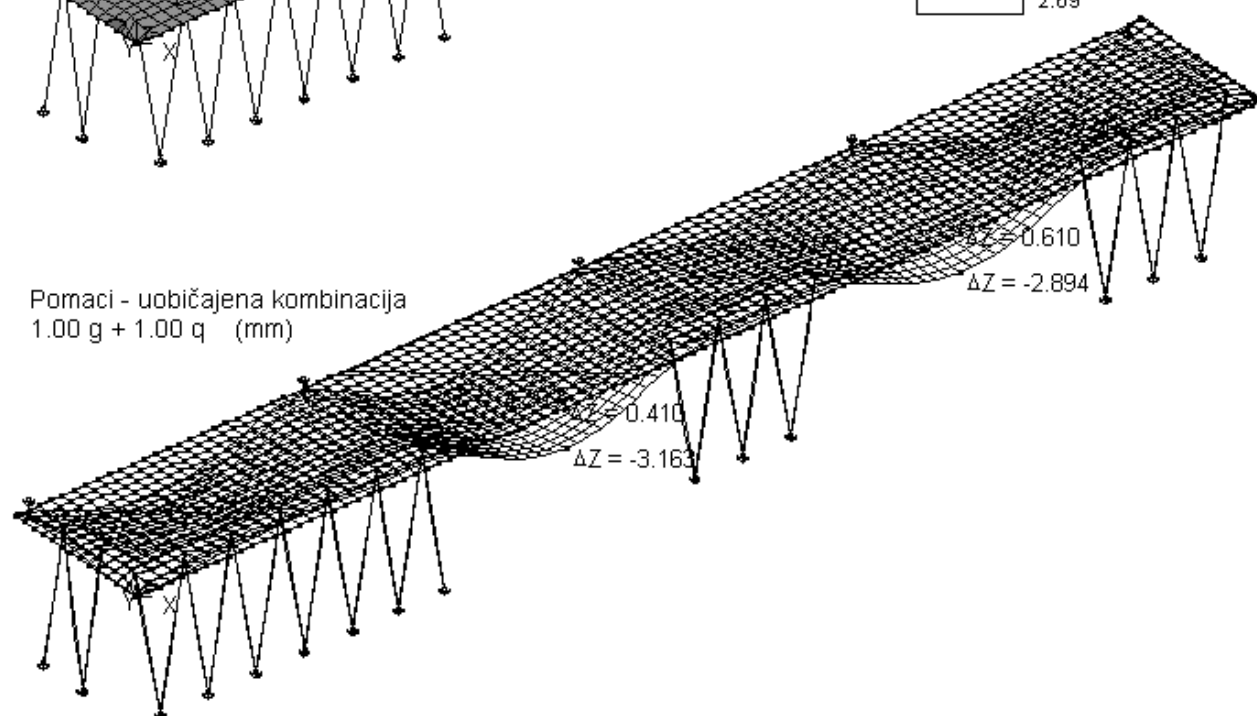
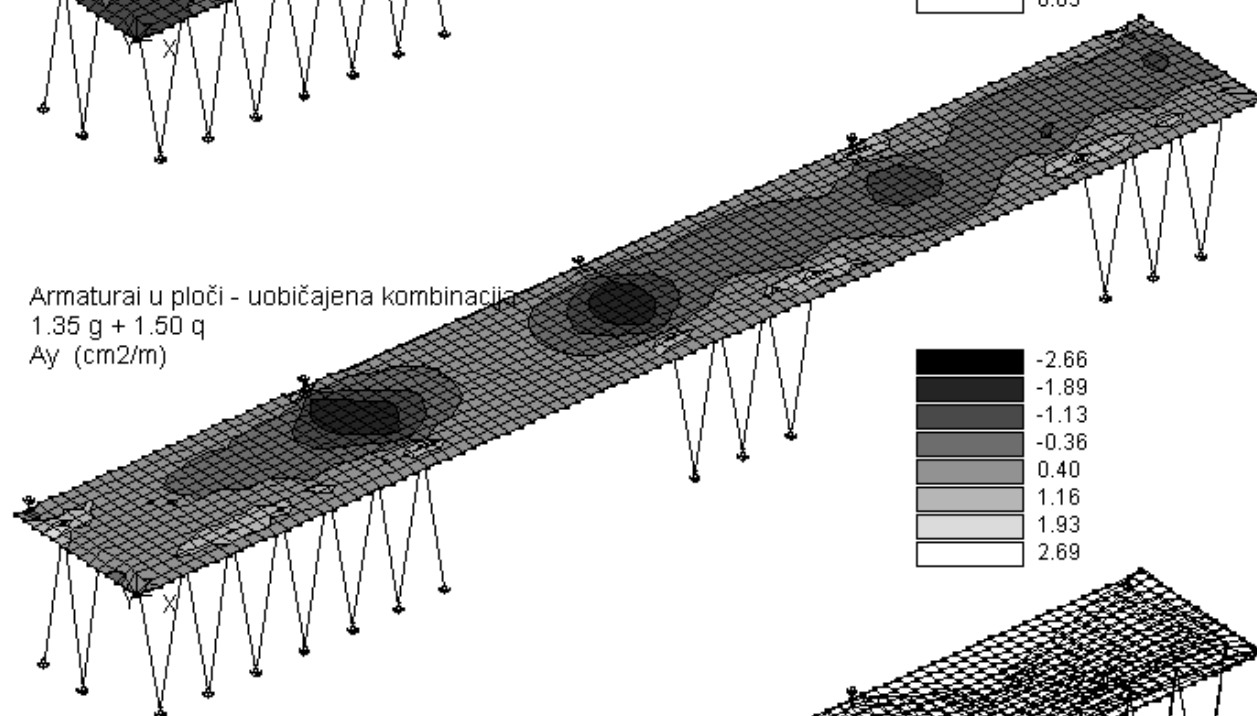
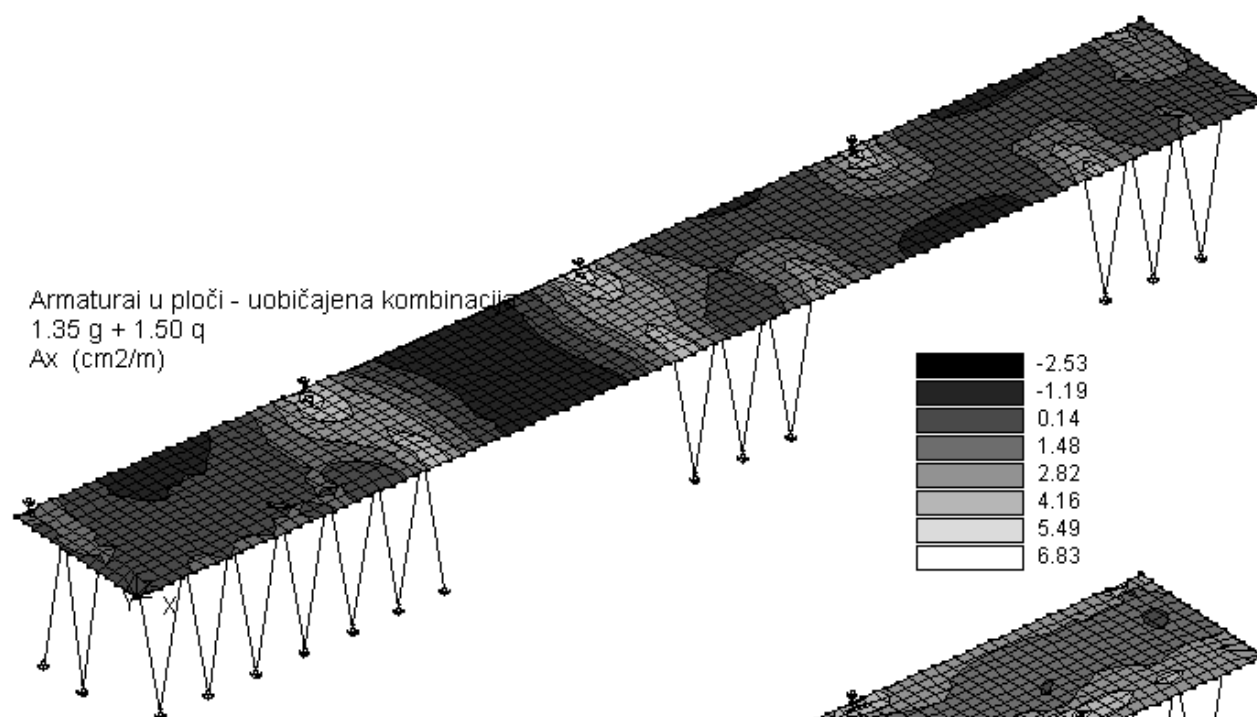


Momenti u ploči - uobičajena kombinacija
1.35 g + 1.50 q
My (kNm/m)

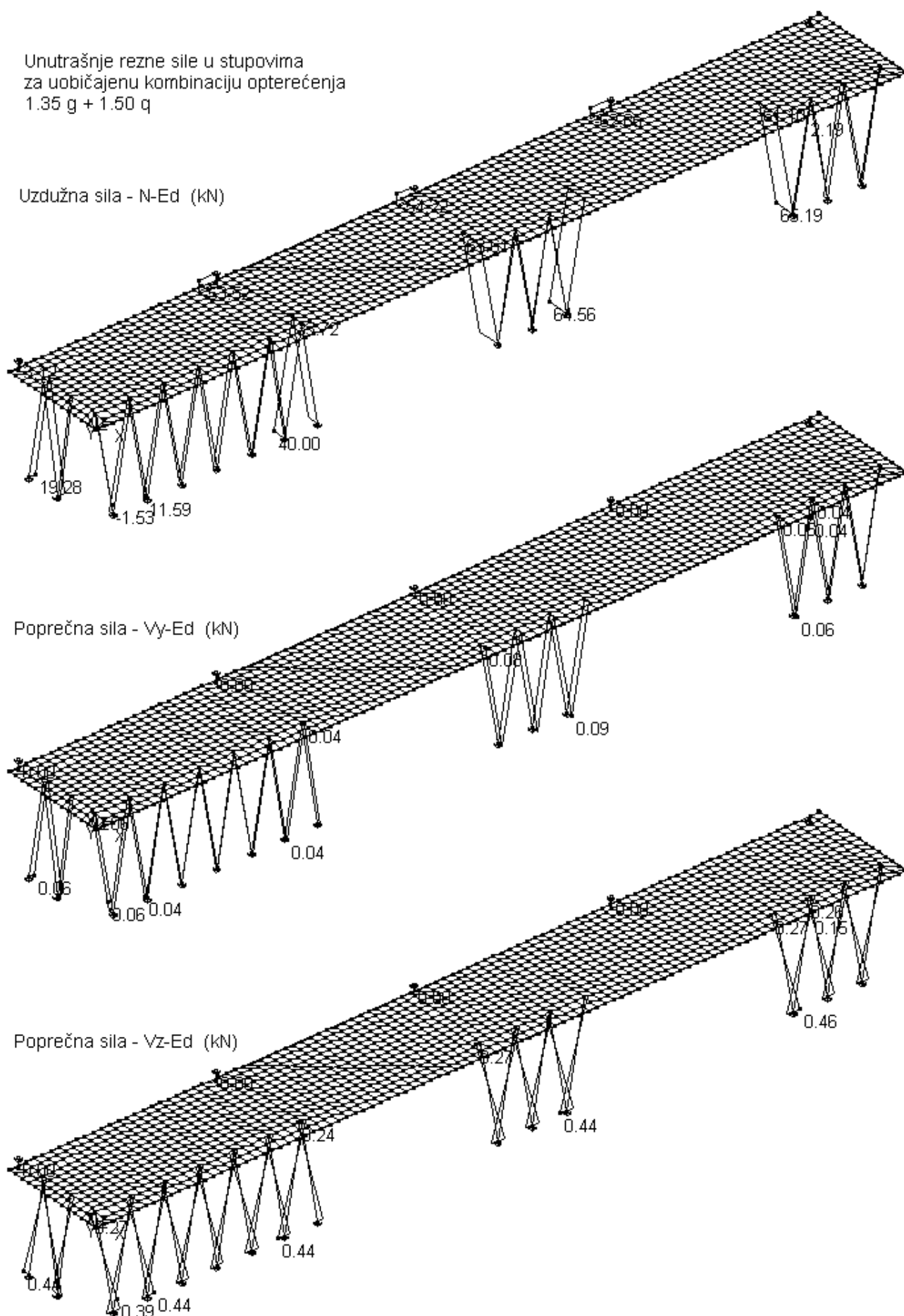


Momenti u ploči - uobičajena kombinacija
1.35 g + 1.50 q
Mxy (kNm/m)

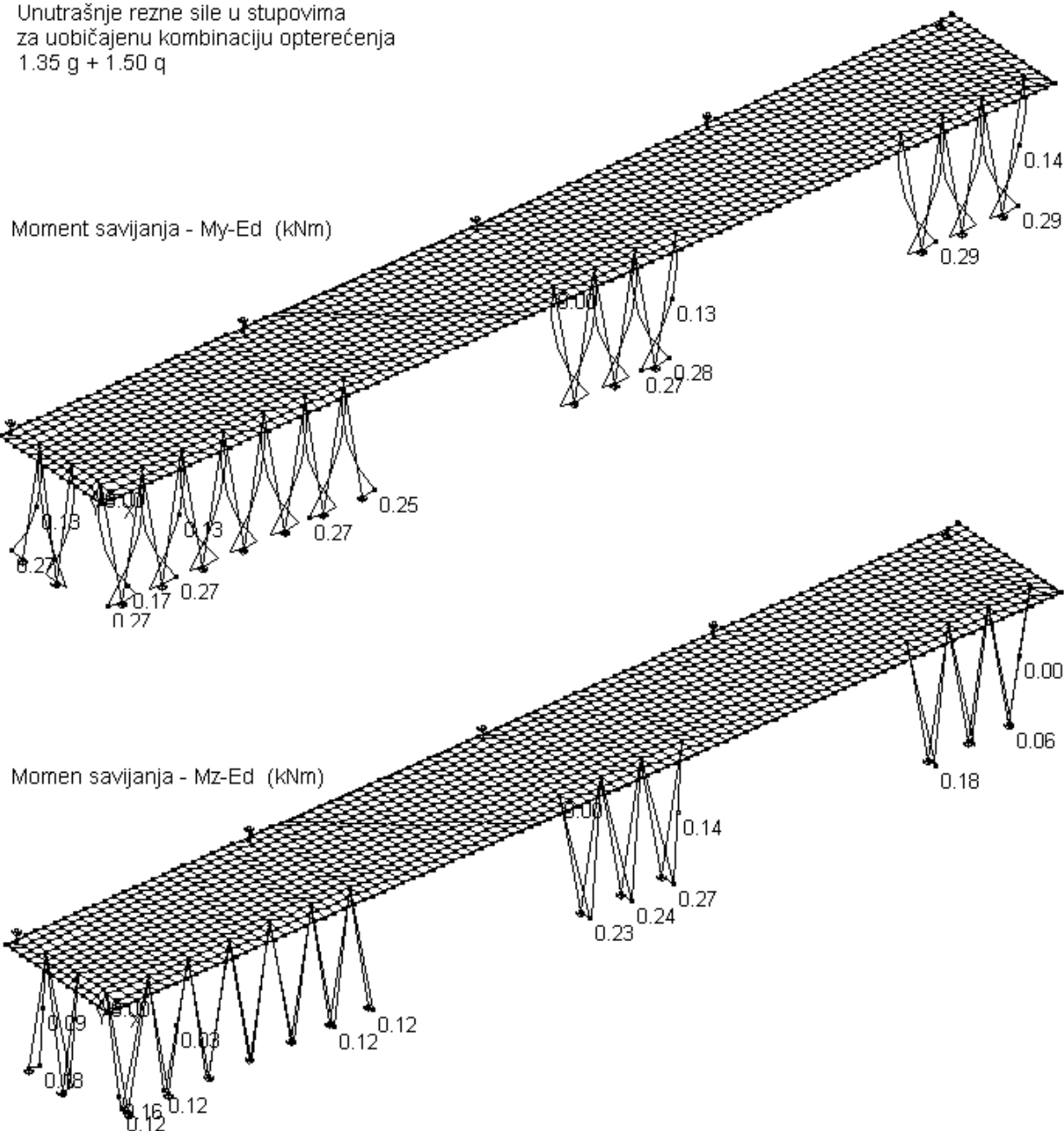


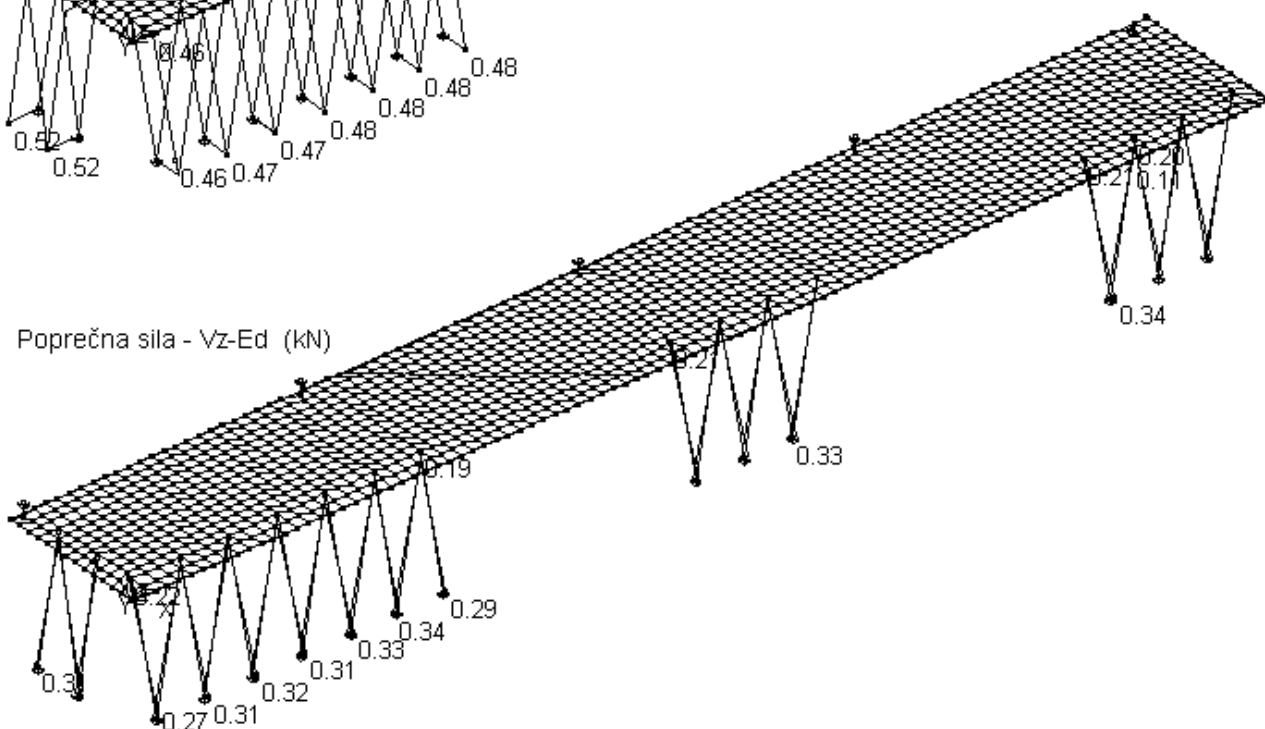


Unutrašnje rezne sile u stupovima
za uobičajenu kombinaciju opterećenja
1.35 g + 1.50 q



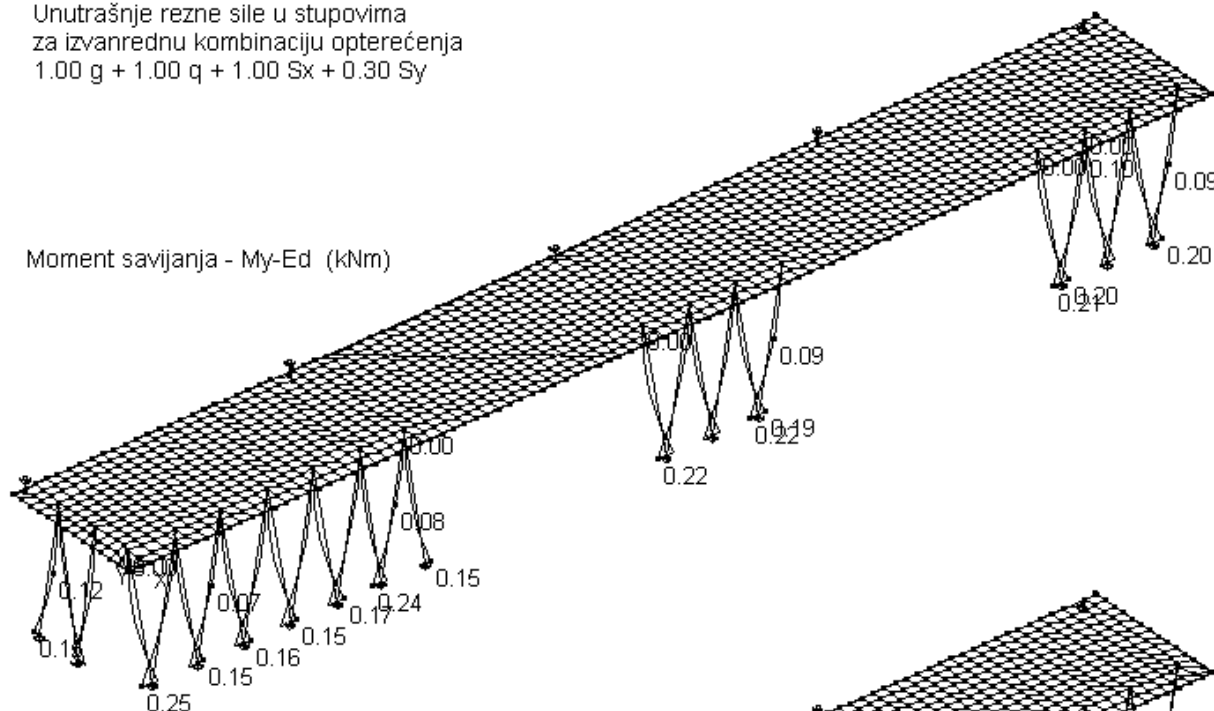
Unutrašnje rezne sile u stupovima
za uobičajenu kombinaciju opterećenja
 $1.35\,g + 1.50\,q$



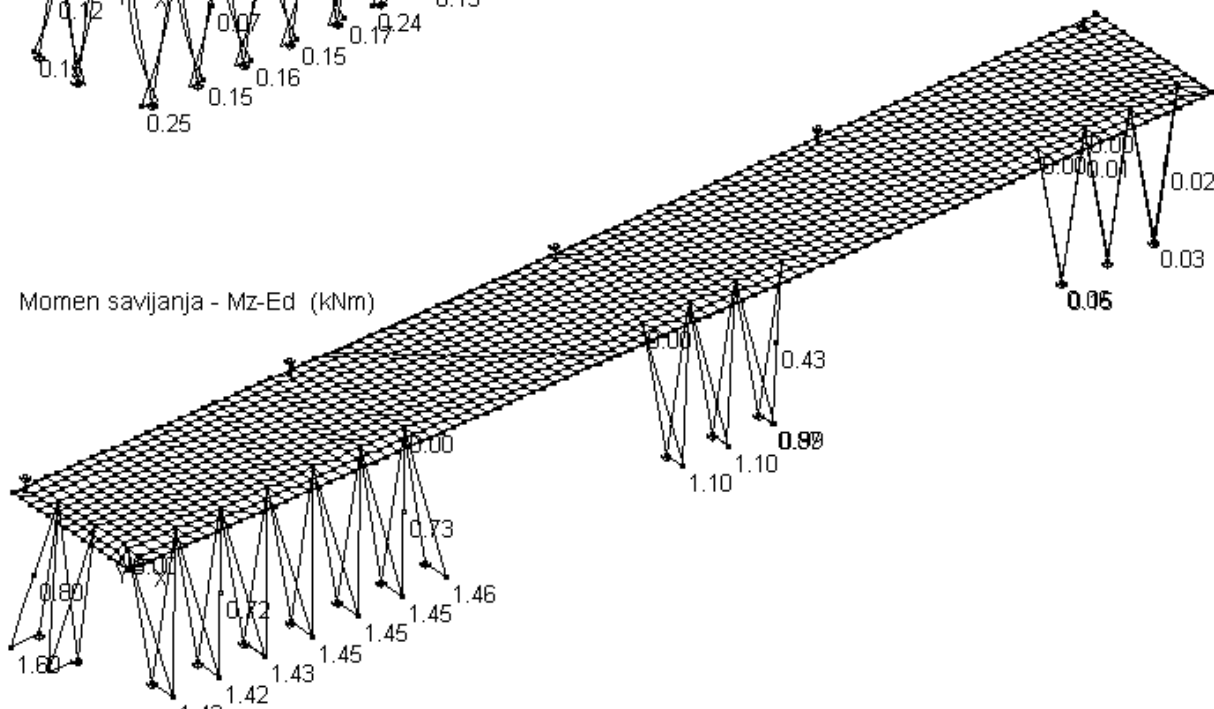


Unutrašnje rezne sile u stupovima
za izvanrednu kombinaciju opterećenja
 $1.00 g + 1.00 q + 1.00 S_x + 0.30 S_y$

Moment savijanja - M_y -Ed (kNm)

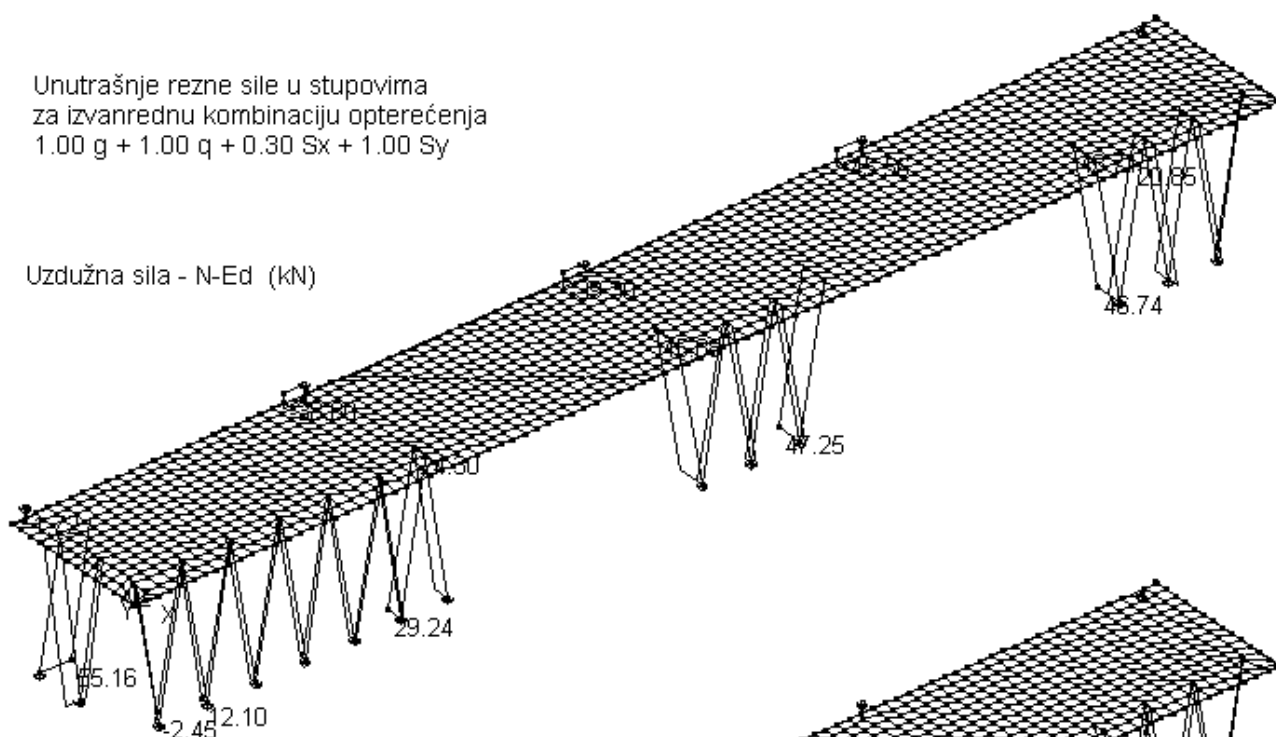


Momen savijanja - M_z -Ed (kNm)

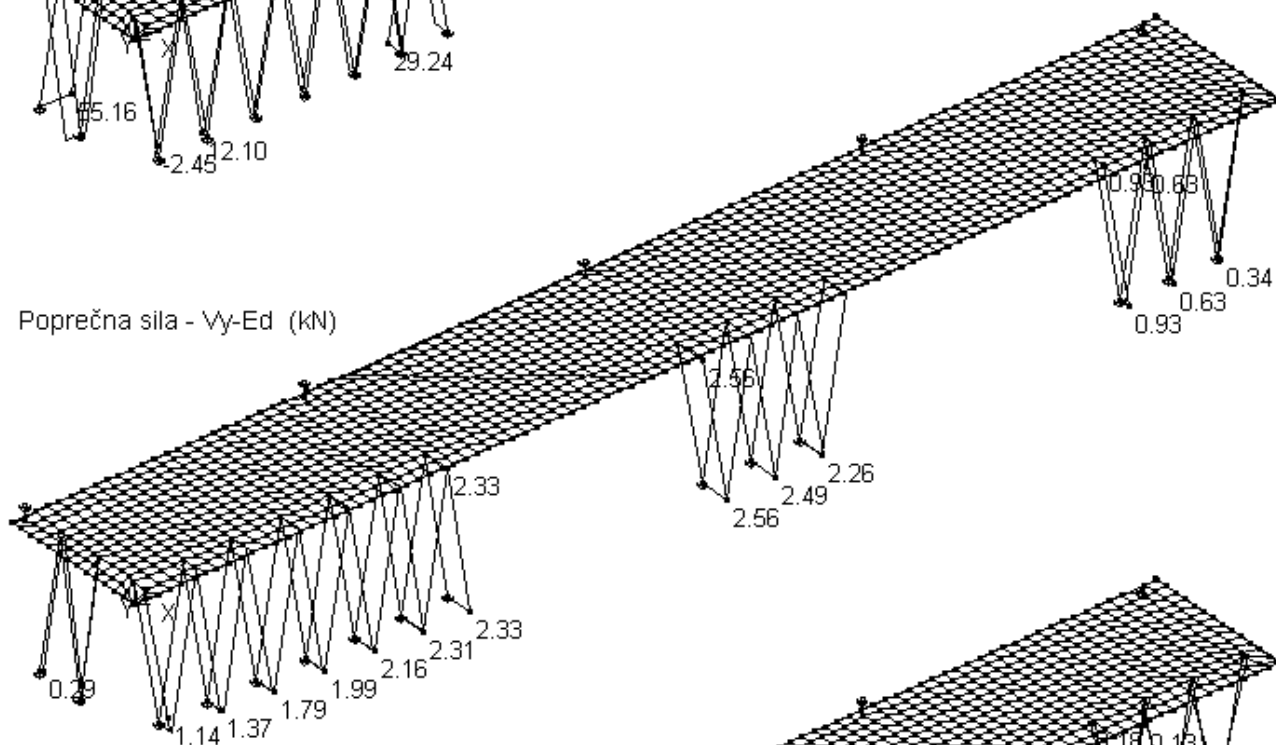


Unutrašnje rezne sile u stupovima
za izvanrednu kombinaciju opterećenja
 $1.00 g + 1.00 q + 0.30 S_x + 1.00 S_y$

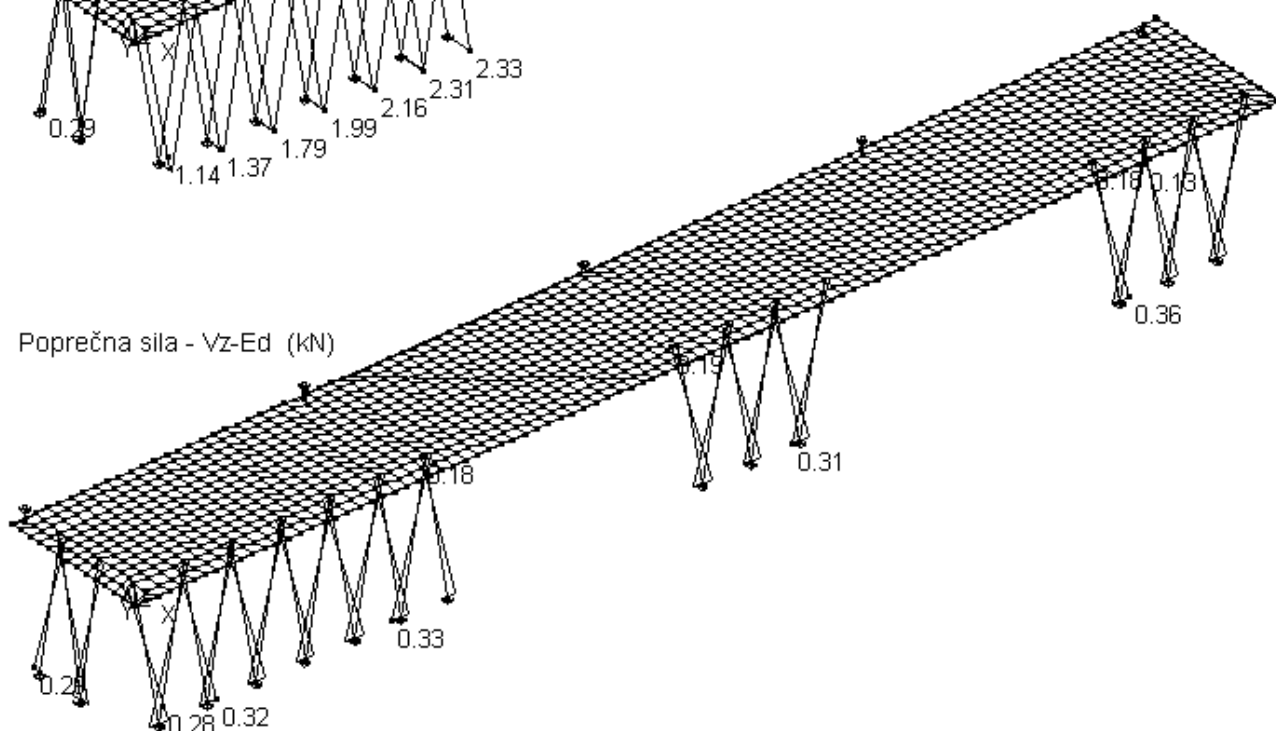
Uzdužna sila - N-Ed (kN)



Poprečna sila - Vy-Ed (kN)

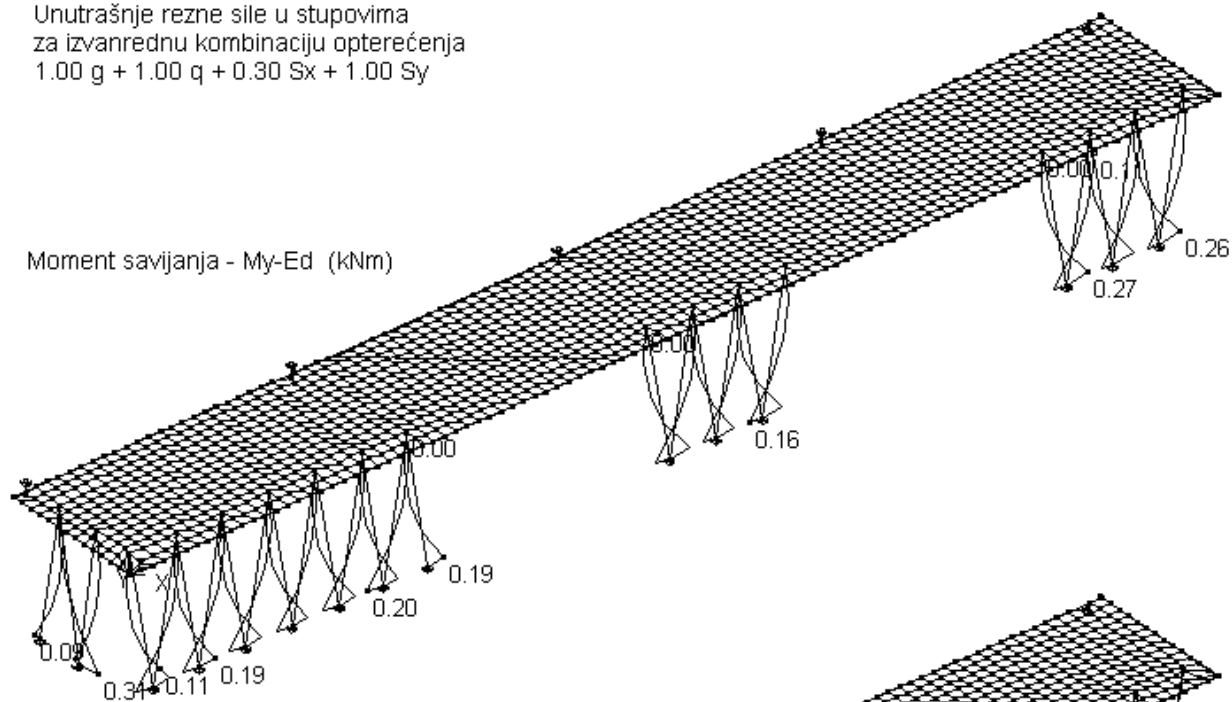


Poprečna sila - Vz-Ed (kN)

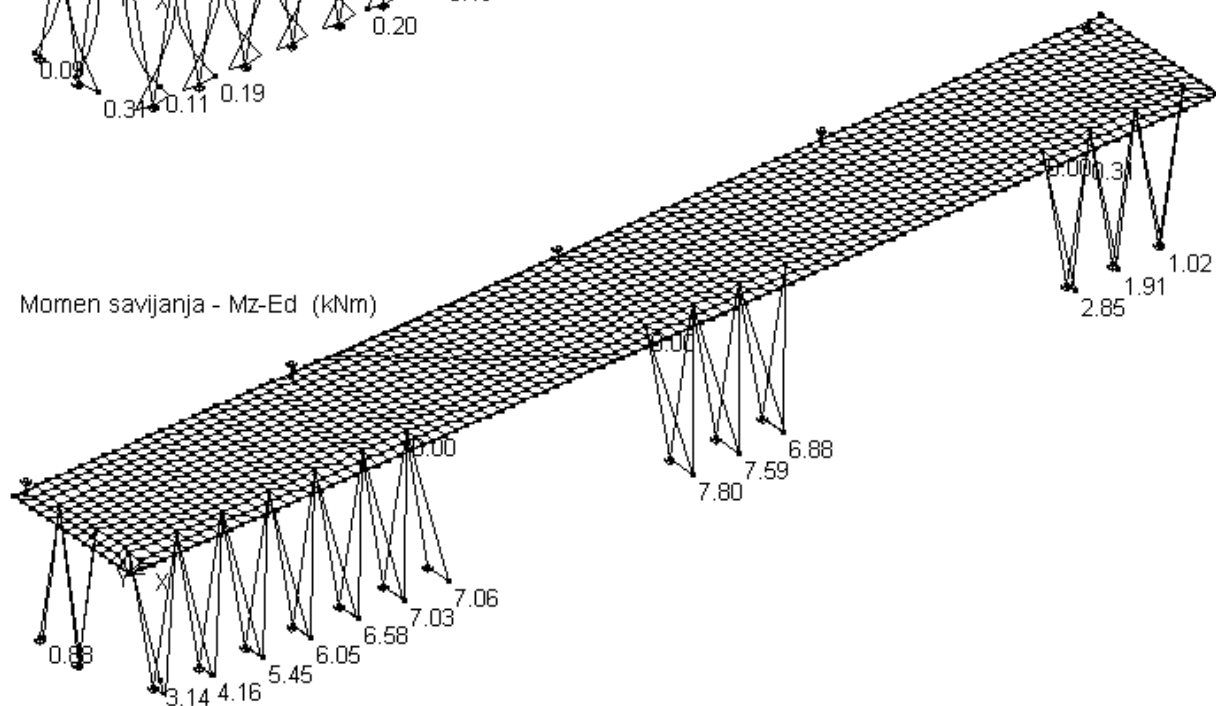


Unutrašnje rezne sile u stupovima
za izvanrednu kombinaciju opterećenja
 $1.00 g + 1.00 q + 0.30 S_x + 1.00 S_y$

Moment savijanja - M_y -Ed (kNm)



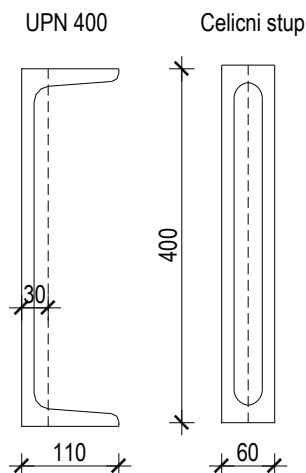
Momen savijanja - M_z -Ed (kNm)



14.4 Dimenzioniranje elemenata

14.4.1 Čelični stupovi

Kako je napomenuto, čelični stupovi su odabrani više iz arhitektonskih nego iz konstruktivnih razloga, jer je vidljivo da stupovi primaju izuzetno male sile.



MATERIJAL

$f_y = 355 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = 510 \text{ N/mm}^2$
 $\varepsilon = 0.814$
 $E = 210000 \text{ N/mm}^2$
 $G = 80777 \text{ N/mm}^2$
 $\nu = 0.3$

REZNE SILE

$N_{Sd} = 65.19 \text{ kN}$
 $V_{y,Sd} = 0.4 \text{ kN}$
 $V_{z,Sd} = 2.6 \text{ kN}$
 $M_{y,Sd} = 7.8 \text{ kNm}$
 $M_{z,Sd} = 0.25 \text{ kNm}$

PARC. FAKTORI SIG.

$\gamma_{M0} = 1.1$
 $\gamma_{M1} = 1.1$
 $\gamma_{M2} = 1.25$

PARAMETRI

$A = 128.800 \text{ cm}^2$
 $A_y = 112.000 \text{ cm}^2$
 $A_z = 36.000 \text{ cm}^2$
 $I_y = 21431.000 \text{ cm}^4$
 $W_y = 1071.600 \text{ cm}^3$
 $W_{ply} = 929.000 \text{ cm}^3$
 $I_y = 12.900 \text{ cm}$
 $I_z = 627.300 \text{ cm}^4$
 $W_z = 209.100 \text{ cm}^3$
 $W_{plz} = 189.380 \text{ cm}^3$
 $i_z = 2.210 \text{ cm}$
 $I_t = 2504.348 \text{ cm}^4$
 $I_{\omega} = 0.000 \text{ cm}^6$

KLASIFIKACIJA POPREČNOG PRESJEKA

HRBAT

$$\frac{h - 3 \cdot t_f}{t_w} = 25.57 \leq \frac{42}{0.67 + 0.33 \cdot \psi} \cdot \varepsilon = 53.42, \psi = -0.09 \Rightarrow \text{KLASA 3}$$

POJASHICA

$$\frac{b - 3 \cdot t_w}{t_f} = 1.29 \leq \frac{42}{0.67 + 0.33 \cdot \psi} \cdot \varepsilon = 34.86, \psi = 0.94 \Rightarrow \text{KLASA 3}$$

POPREČNI PRESJEK JE SVRSTAN U **KLASU 3**

OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA

UZDUŽNA SILA N_{Sd}

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = 4156.73 \text{ kN} \geq N_{Sd} = 65.19 \text{ kN}$$

MOMENT SAVIJANJA $M_{y,Sd}$

$$M_{y,Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = 345.83 \text{ kNm} \geq M_{y,Sd} = 7.8 \text{ kNm}$$

MOMENT SAVIJANJA $M_{z,Sd}$

$$M_{z,Rd} = \frac{W_z \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = 67.48 \text{ kNm} \geq M_{z,Sd} = 0.25 \text{ kNm}$$

POPREČNA SILA $V_{y,Sd}$

$$\frac{b - 3 \cdot t_w}{t_f} = 1.29 \leq 69 \cdot \varepsilon = 56.14$$

⇒ provjera izbočavanja hrpta nije potrebna

$$V_{z,Rd} = \frac{A_{v,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{MO}} = 2086.86 \text{ kN} \geq V_{z,Sd} = 0.4 \text{ kN}$$

POPREČNA SILA $V_{z,Sd}$

$$\frac{h - 3 \cdot t_f}{t_w} = 25.57 \leq 69 \cdot \varepsilon = 56.14$$

⇒ provjera izbočavanja hrpta nije potrebna

$$V_{z,Rd} = \frac{A_{v,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{MO}} = 670.78 \text{ kN} \geq V_{z,Sd} = 2.6 \text{ kN}$$

INTERAKCIJA M - N - V

$$n = \frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} = 0.016$$

$$\frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Sd}}{M_{z,Rd}} = 0.026 \leq 1 - n = 0.984$$

Kontrola oslanjanja nije potrebna, jer su sve sile u stupovima male. Pločica odabrana kao pločica za zategu (vidjeti dalje).

14.4.2 Betonska ploča

Betonska ploča je relativno male debljine (12 cm), a izvedena je iz bijelog cementa sa bijelim vapnenačkim agregatom. Klasa betona: C 30/37, klasa okoliša XS2.

Dimenzioniranje na savijanje – maksimalni moment u polju

Uobičajena kombinacija

C 30/37
 $f_{cd}=30/1.5=20.0 \text{ MPa}$

B 500B
 $f_{yd}=500/1.15=434.8 \text{ MPa}$

$M_{Ed}= 11.00 \text{ kNm}$
 $N_{Ed}= 0 \text{ kN}$

b	100.00	cm		
h	12.00	cm		
d₁ (d₂)	2.50	cm		
d	9.50	cm		
M_{Ed}	11.00	kNm		
N_{Ed}	0.00	kN		
ε_{s1}	10.0	‰		
ε_{c2}	1.5	‰		
M_{sds}	11.00	kNm		
M_{Rd,lim}	28.73	kNm		
μ_{sd}	0.061			
			C 30/37	
			f_{cd}	2.00 kN/cm ²
			f_{yd}	43.48 kN/cm ²
			Jednostruko armiranje	
			ω	7.572 ‰
			ρ	0.294 ‰
			ξ	0.133
			ζ	0.952
			A_{s1}	2.80 cm ²
			A_{s2}	0.00 cm ²
			A_{s,min}	1.20 cm ²
			Odabrana armatura: Q-385 (A_{s1}=3.85 cm²)	

Dimenzioniranje na savijanje – maksimalni moment na ležaju

Uobičajena kombinacija

C 30/37
 $f_{cd}=30/1.5=20.0 \text{ MPa}$

B 500B
 $f_{yd}=500/1.15=434.8 \text{ MPa}$

$M_{Ed}= 20.0 \text{ kNm}$
 $N_{Ed}= 0 \text{ kN}$

b	100.00	cm	C 30/37 f_{cd} 2.00 kN/cm ² f_{yd} 43.48 kN/cm ²
h	12.00	cm	
d₁ (d₂)	2.50	cm	
d	9.50	cm	
M_{Ed}	20.00	kNm	Jednostruko armiranje ω 14.022 % ρ 0.551 % ξ 0.194 ζ 0.925 A_{s1} 5.24 cm ² A_{s2} 0.00 cm ² $A_{s,min}$ 1.20 cm ²
N_{Ed}	0.00	kN	
ϵ_{s1}	10.0	‰	
ϵ_{c2}	2.4	‰	
M_{sds}	20.00	kNm	
M_{Rd,lim}	28.73	kNm	
μ_{sd}	0.111		

Odabrana armatura: **Q-385 ($A_{s1}=3.85 \text{ cm}^2$) + 4Ø12 ($A_{s1}=4.48 \text{ cm}^2$), što je ukupno: **$A_{s1}=8.33 \text{ cm}^2$****

Kontrola pukotina

Granična vrijednost širine pukotine: $w_g = 0.2 \text{ mm}$ (EC-2 – srednje agresivna sredina)

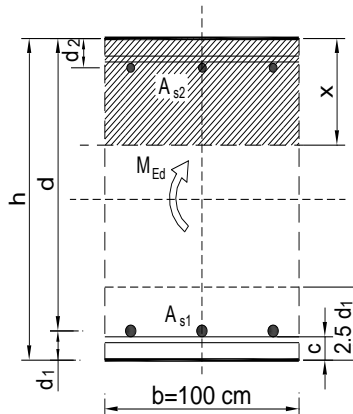
Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

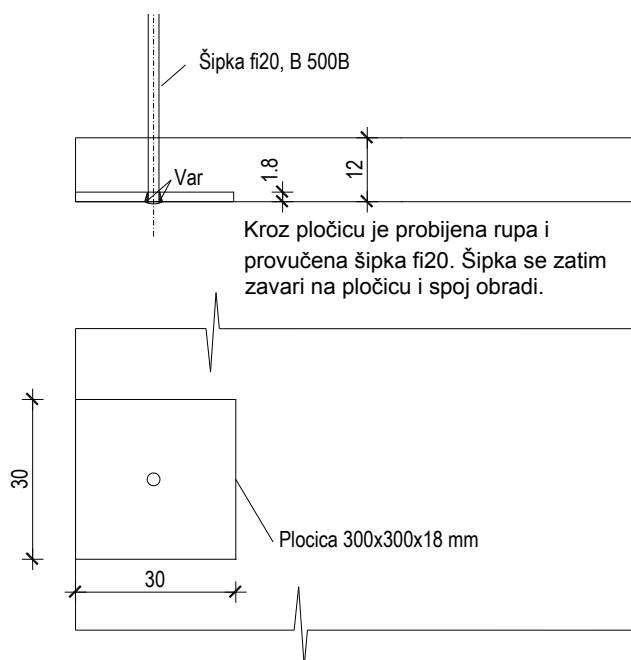
$$M_{Ed} = 7.70 \text{ kNm}$$

Armatura ploče donja zona: **Q-385**.

$b =$	100.0 cm	$d =$	9.5 cm	$h =$	12.0 cm
$f_{ck} =$	30.0 MN/m ²	$f_{ctm} =$	2.90 MN/m ²	$w_g =$	0.20 mm
$A_{s1} =$	3.85 cm ²	$A_{s2} =$	3.85 cm ²	$d_1 = d_2 =$	2.5 cm
$E_s =$	200.00 GN/m ²	$E_{cm} =$	32.80 GN/m ²	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6.10
$M_{Ed} =$	7.7 kNm	$k_t =$	0.40		
$\sigma_s =$	222.60 MN/m ²				
$x =$	1.95 cm	$\rho_{p,eff} =$	0.0062		
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0.000137	$< 0.6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0.000668		
$\emptyset =$	5.0 mm	$c =$	3.00 cm		
$k_1 =$	0.8	$k_2 =$	0.50		
$k_3 =$	3.4	$k_4 =$	0.43		
$s_{r,max} =$	239.99 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) =$	0.160 mm	$< w_g$			



14.4.3 Proračun Zatege



Maksimalna sila u zatezi nastaje kod uobičajene kombinacije opterećenja:

$$N_{Ed,max} = 63.0 \text{ kN}$$

$$B 500B \Rightarrow f_{yk} = 500.0 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.0}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}$$

$$A_{s,pot} = \frac{N_{Ed,max}}{f_{yd}} = \frac{63.0}{43.5} = 1.45 \text{ cm}^2$$

$$\text{Odabrano: } \varnothing 20; A_{s,od} = 3.14 \text{ cm}^2$$

14.4.4 Kontrola lokalnog gnječenja

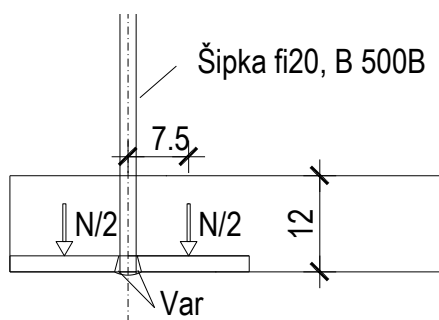
$$N_{Ed,max} = 63.0 \text{ kN}$$

$$A_{ploc} = 30 \cdot 30 = 900.0 \text{ cm}^2$$

$$\gamma = 1.5$$

$$\sigma_c = \frac{\gamma \cdot N_{Ed,max}}{A_{ploc}} = \frac{1.5 \cdot 63.0}{900.0} = 0.11 \text{ kN/cm}^2 = 1.1 \text{ MPa} < \sigma_{c,max} = 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 30.0 = 13.5 \text{ MPa}$$

14.4.5 Kontrola savijanja pločice



$$N_{Ed,max} = 63.0 \text{ kN}$$

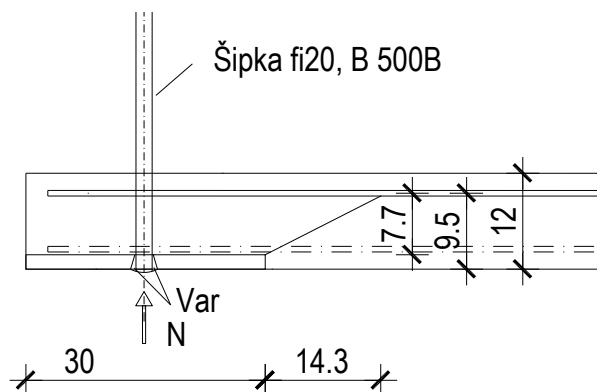
$$\gamma = 1.5$$

$$M_{ploc} = \gamma \cdot \frac{1}{2} \cdot N_{Ed,max} \cdot l_{sile} = 1.5 \cdot \frac{1}{2} \cdot 63.0 \cdot 7.5 = 354.4 \text{ kNcm}$$

$$W_{ploc} = \frac{b_{ploc} \cdot d_{ploc}^2}{6} = \frac{20.0 \cdot 1.8^2}{6} = 10.8 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_s = \frac{M_{ploc}}{W_{ploc}} = \frac{354.4}{10.8} = 32.8 \text{ kN/cm}^2 = 328.0 \text{ MPa} < \sigma_s = 355.0 \text{ MPa}$$

14.4.6 Proboj pločice i šipke kroz ab ploču



$$N_{Ed,max} = 63.0 \text{ kN}$$

$$u_{cr} = 3 \cdot 30 + 14.3 \cdot \pi \approx 135.0 \text{ cm}$$

$$d = 9.5 \text{ cm}$$

$$\beta = 1.4$$

$$V_{Ed} = \beta \cdot \frac{N_{Ed,max}}{u_{cr} \cdot d} = 1.4 \cdot \frac{63.0}{135 \cdot 9.5} = 0.0690 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \geq v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}$$

$$C_{Rdc} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.5 = 0.12$$

$$k = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{95}} = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{95}} = 2.45 \geq 2.0 \Rightarrow k = 2.0$$

$$\sum A_s = 4 \cdot 3.85 = 15.4 \text{ cm}^2 ; \quad \rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{15.40}{100 \cdot 12} = 0.0128$$

$$f_{ck} = 30.0 \text{ MPa}$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 2.0^{3/2} \cdot 30.0^{1/2} = 0.542$$

$$V_{Rd,c} = C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} = 0.12 \cdot 2.0 \cdot (100 \cdot 0.0128 \cdot 30)^{1/3} = 0.809 \text{ MPa}$$

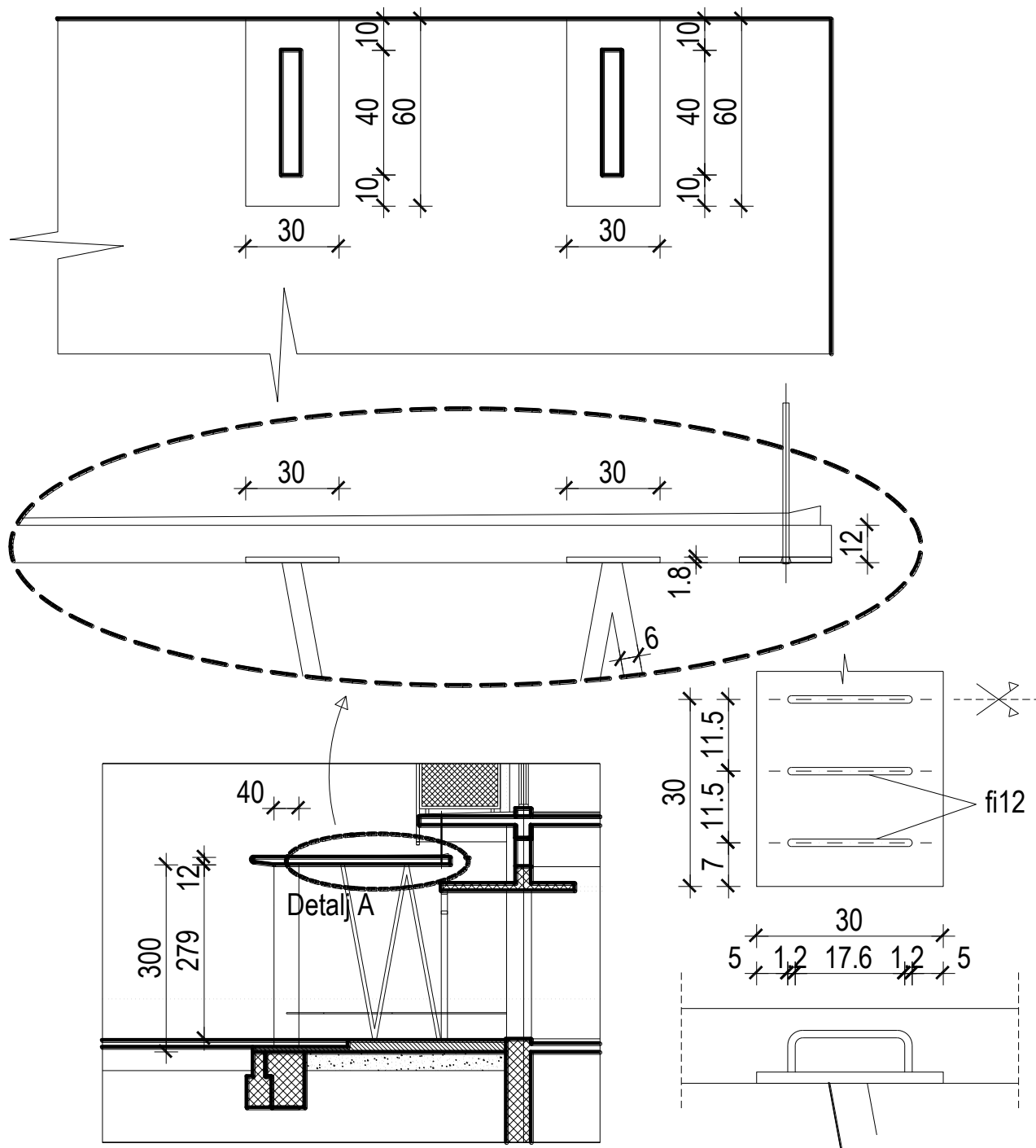
$$V_{Rd,c,min} = v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} = 0.542 \text{ MPa}$$

$$V_{Rd,c} = 0.0809 \text{ kN/cm}^2$$

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

14.4.7 Detalj oslanjanja ploče na stupove

Ova pločica je veća od pločice zatege, a sile u stupovima su manje od sila u zatezi, pa proračun nije potreban. Pločicu ugraditi prema skici.



14.4.8 Temelji nadstrešnice

Naprezanja na temeljnu plohu su mala. Temelje armirati sa Q-283, savijenu u dvostruki U oblik.

15 PRORAČUN NOSAČA BALKONA

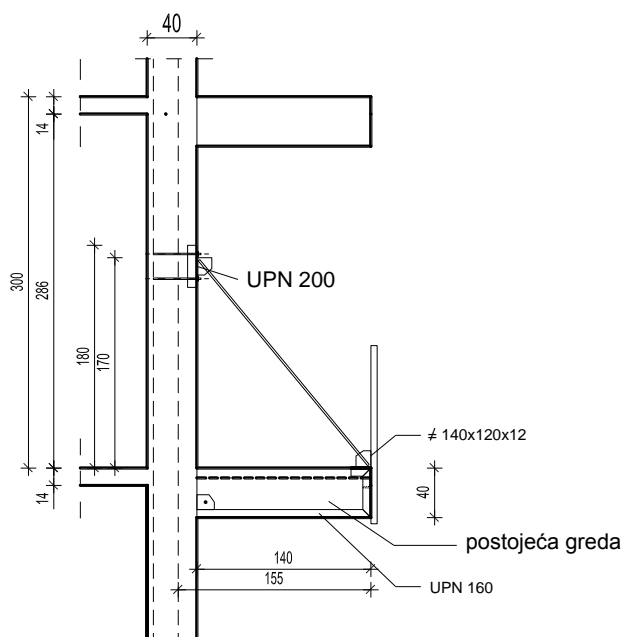
15.1 Tehnički opis

U postojećem stanju građevina sa južne strane na prvom i drugom katu nema balkone, već su izvedeni betonski brisolei. Na trećem katu su izvedeni balkoni. Sadašnje stanje se vidi na fotografiji.



Novim projektom predviđena je izvedba balkona na prvom i drugom katu. Pri tome će se iskoristiti konzolni nosači brisolea, dok se uzdužne grede skidaju.

Kako se nije uspjela očitati točna količina i položaj armature u konzolama, nosači balkona se izvode od čeličnih U profila montiranih na postojeće betonske grede. Ovi nosači se postavljaju na mjestima punog ab zida, što znači svako drugo polje.



15.2 Analiza opterećenja

a) stalno opterećenje

Uključeno je kroz numerički model.

b) dodatno stalno opterećenje

$\Delta g = 2.00 \text{ kN/m}^2$ raspodijeljeno opterećenje po ploči

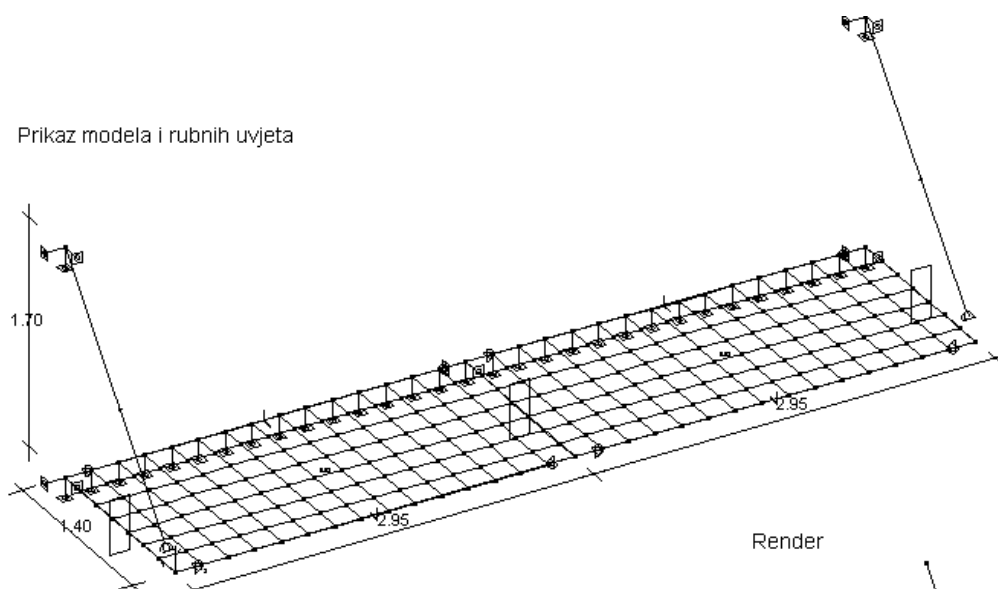
$\Delta g_f = 2.50 \text{ kN/m}$ opterećenje fasade, ograde i sl. – opterećenje po rubu ploče

c) pokretno opterećenje

$q = 4.0 \text{ kN/m}^2$

15.3 Model i rezultati

Prikaz modela i rubnih uvjeta



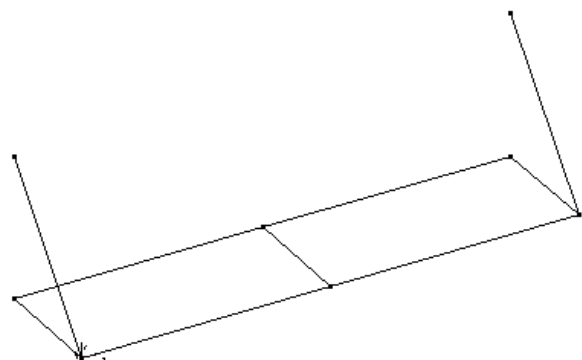
Render

C 30/37

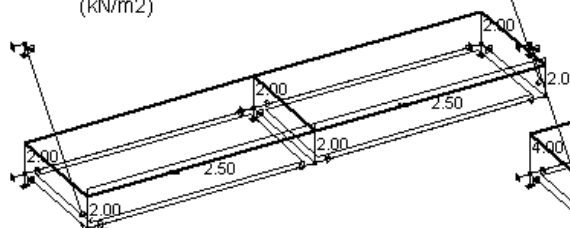
$E = 34000 \text{ N/mm}^2$
 $G = 14000 \text{ N/mm}^2$
 $\nu = 0.2$
 $\gamma = 2.5E-5 \text{ N/mm}^3$
 $\alpha = 1E-5 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Celik - S235

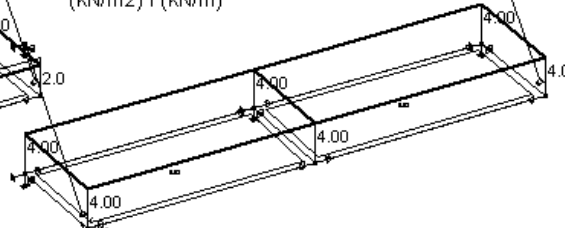
$E = 210000 \text{ N/mm}^2$
 $G = 80000 \text{ N/mm}^2$
 $\nu = 0.3$
 $\gamma = 7.85E-5 \text{ N/mm}^3$
 $\alpha = 1E-5 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

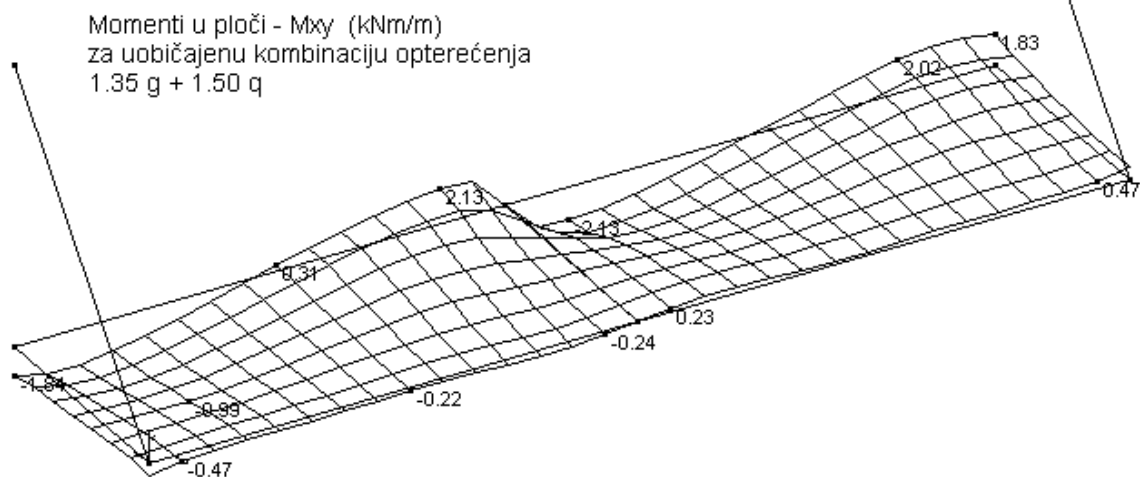
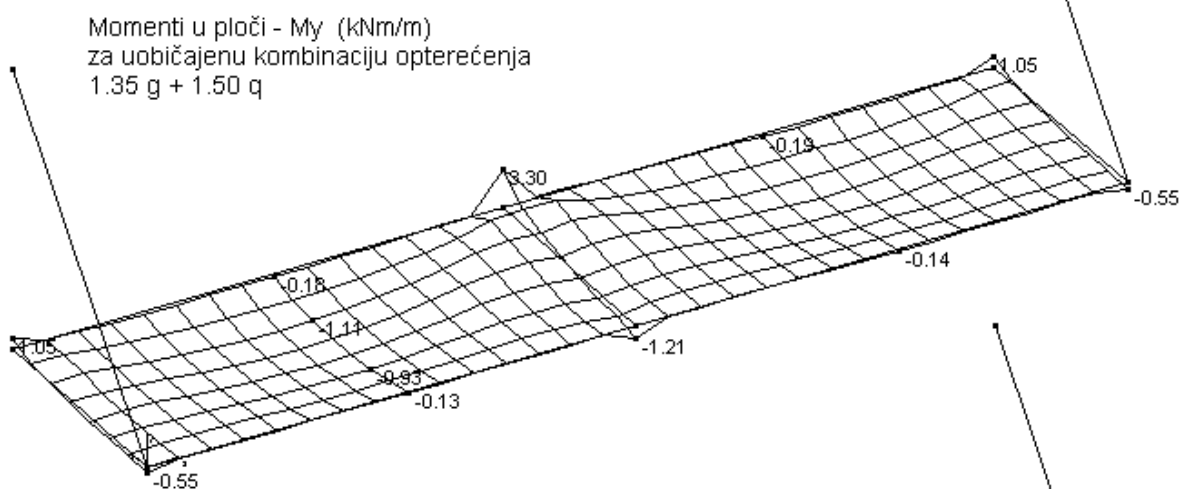
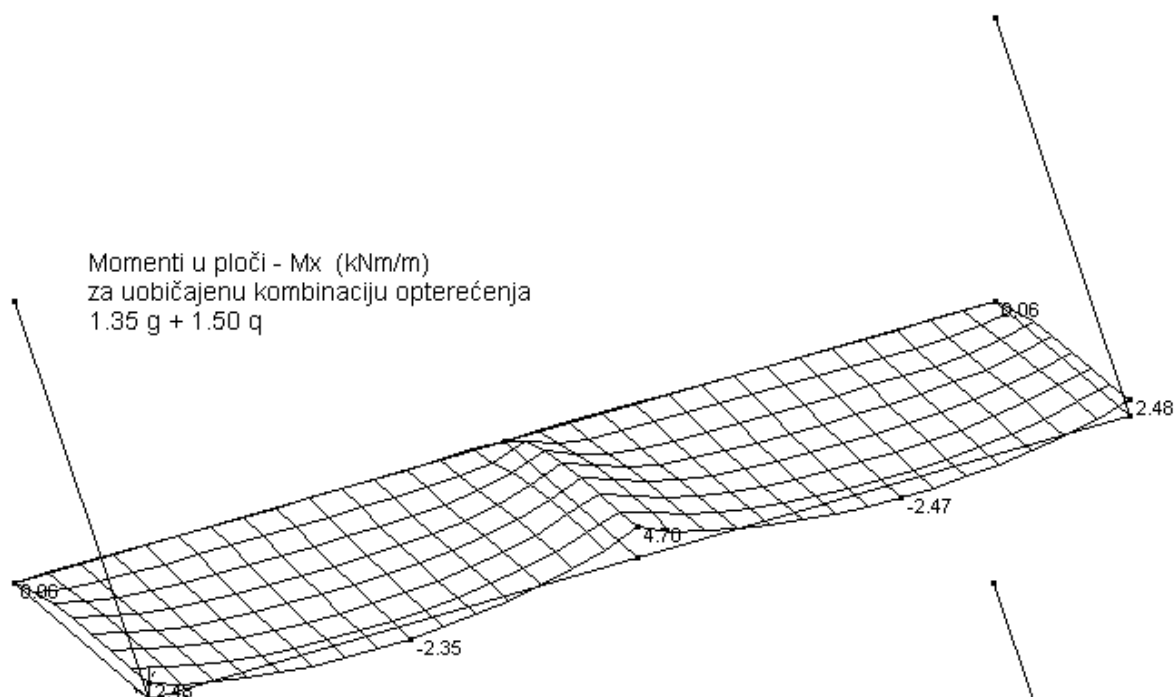


Dodatno stalno opterećenje
(kN/m^2)

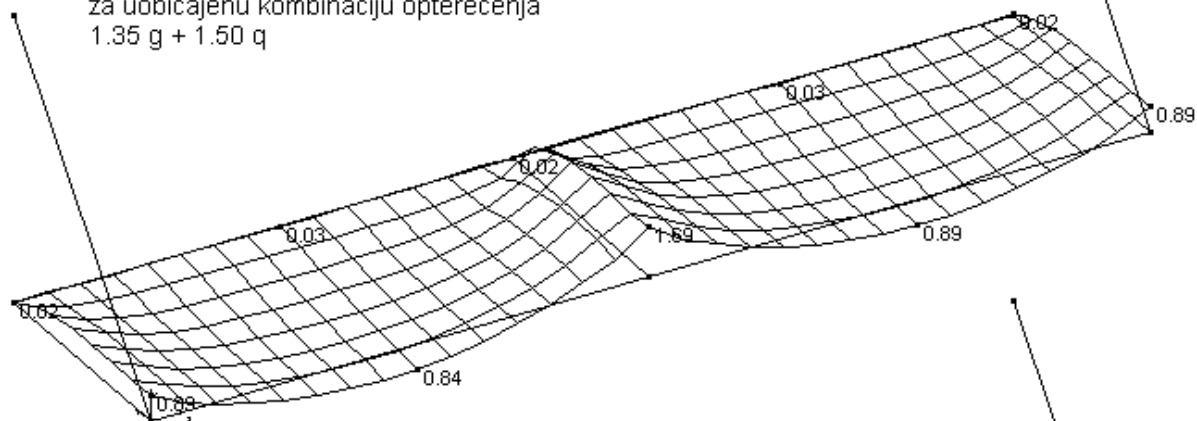


Korisno opterećenje
(kN/m^2) i (kN/m)

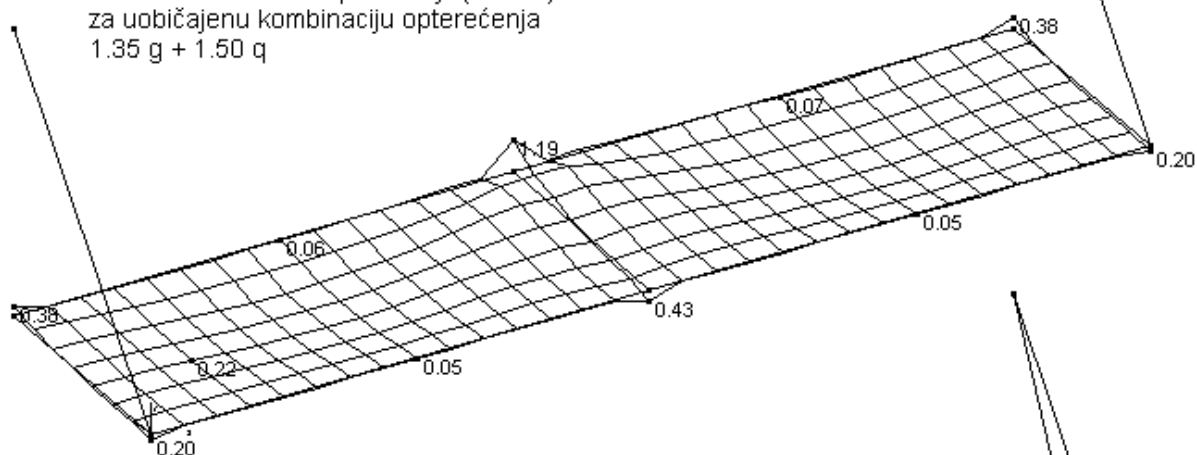




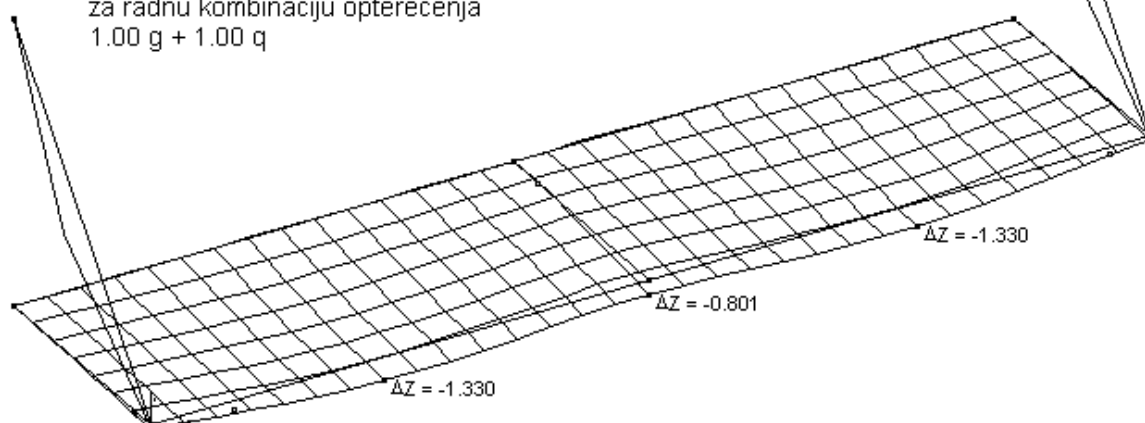
Potrebna armatura u ploči - A_x (cm²/m)
za uobičajenu kombinaciju opterećenja
 $1.35 g + 1.50 q$

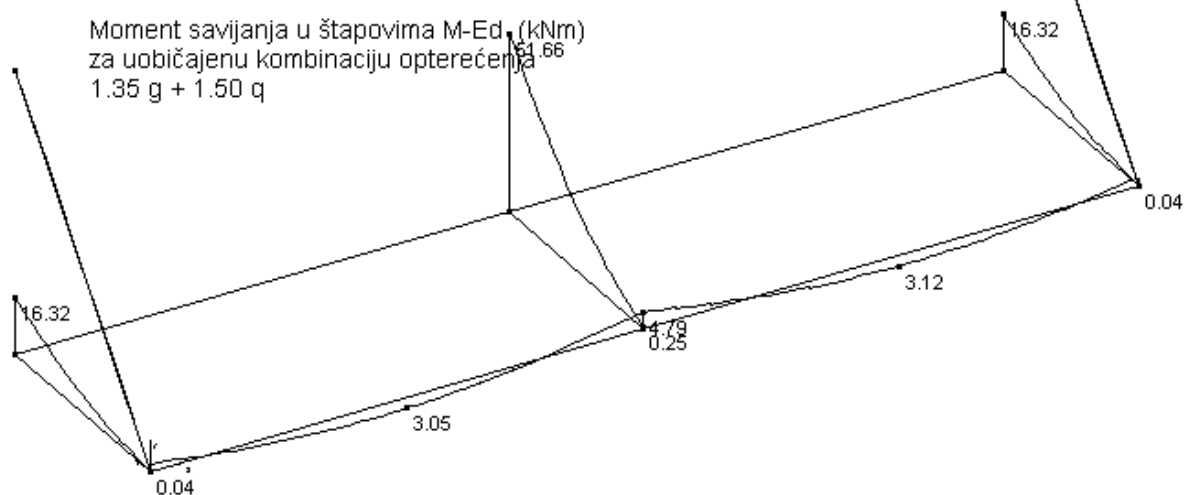
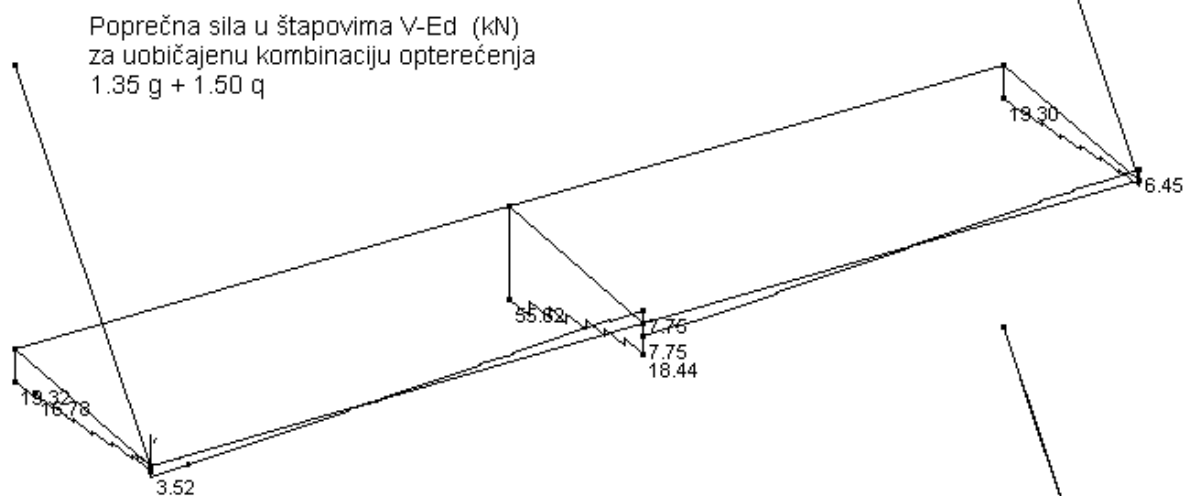
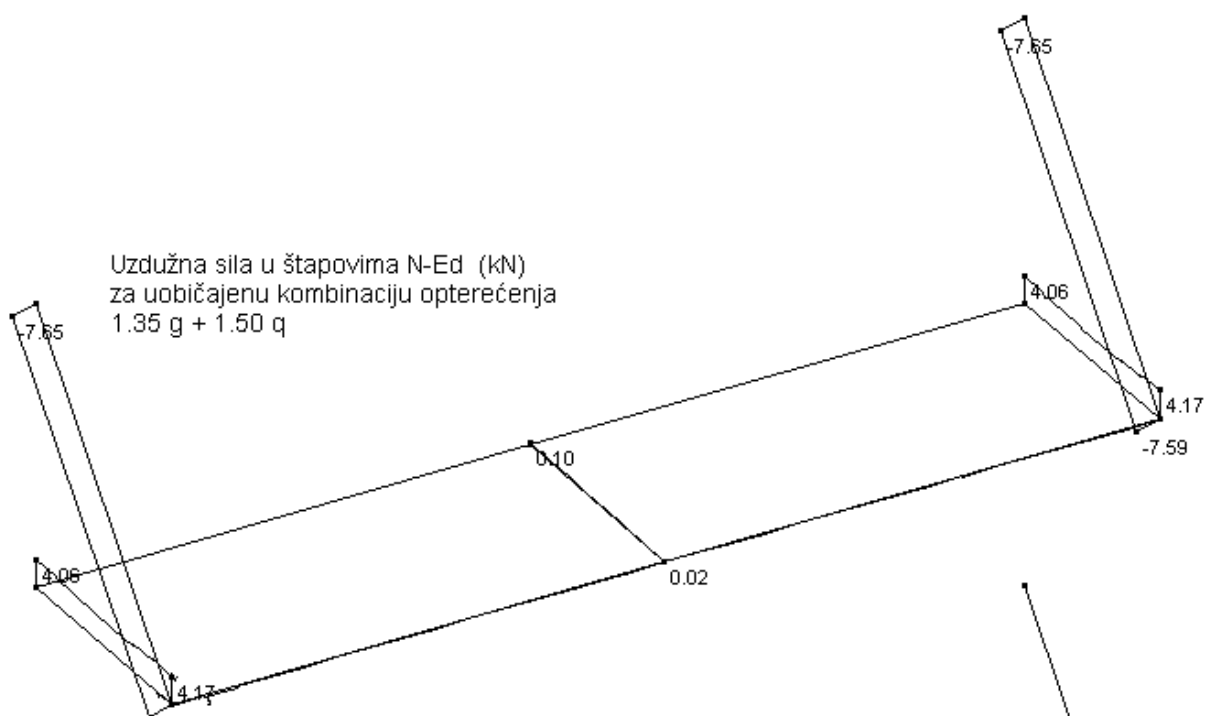


Potrebna armatura u ploči - A_y (cm²/m)
za uobičajenu kombinaciju opterećenja
 $1.35 g + 1.50 q$



Pomaci (mm)
za radnu kombinaciju opterećenja
 $1.00 g + 1.00 q$





15.4 Dimenzioniranje elemenata

15.4.1 Dimenzioniranje ploča

Dimenzioniranje na savijanje – maksimalni moment s gornje strane

Uobičajena kombinacija

C 30/37

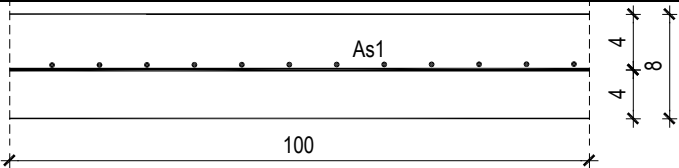
$f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa

B 500B

$f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa

$M_{Ed}= 4.70$ kNm

$N_{Ed}= 0$ kN

					
b	100.00	cm			
h	8.00	cm			
d_1 (d_2)	4.00	cm			
d	4.00	cm			
M_{Ed}	4.70	kNm			
N_{Ed}	0.00	kN			
ϵ_{s1}	10.0	‰			
ϵ_{c2}	3.2	‰			
M_{sds}	4.70	kNm			
$M_{Rd,lim}$	5.09	kNm			
μ_{sd}	0.147				
			C 30/37 f_{cd} 2.00 kN/cm ² f_{yd} 43.48 kN/cm ² Jednostruko armiranje ω 19.187 % ρ 0.750 % ξ 0.242 ζ 0.901 A_{s1} 3.00 cm ² A_{s2} 0.00 cm ² $A_{s,min}$ 0.80 cm ²		

Odabrana armatura: **Q-385 ($A_{s1}=3.85$ cm²)**

Dimenzioniranje na savijanje – maksimalni moment s donje strane

Uobičajena kombinacija

C 30/37

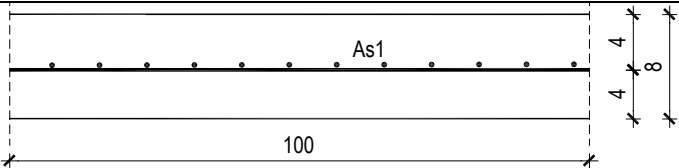
$f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa

B 500B

$f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa

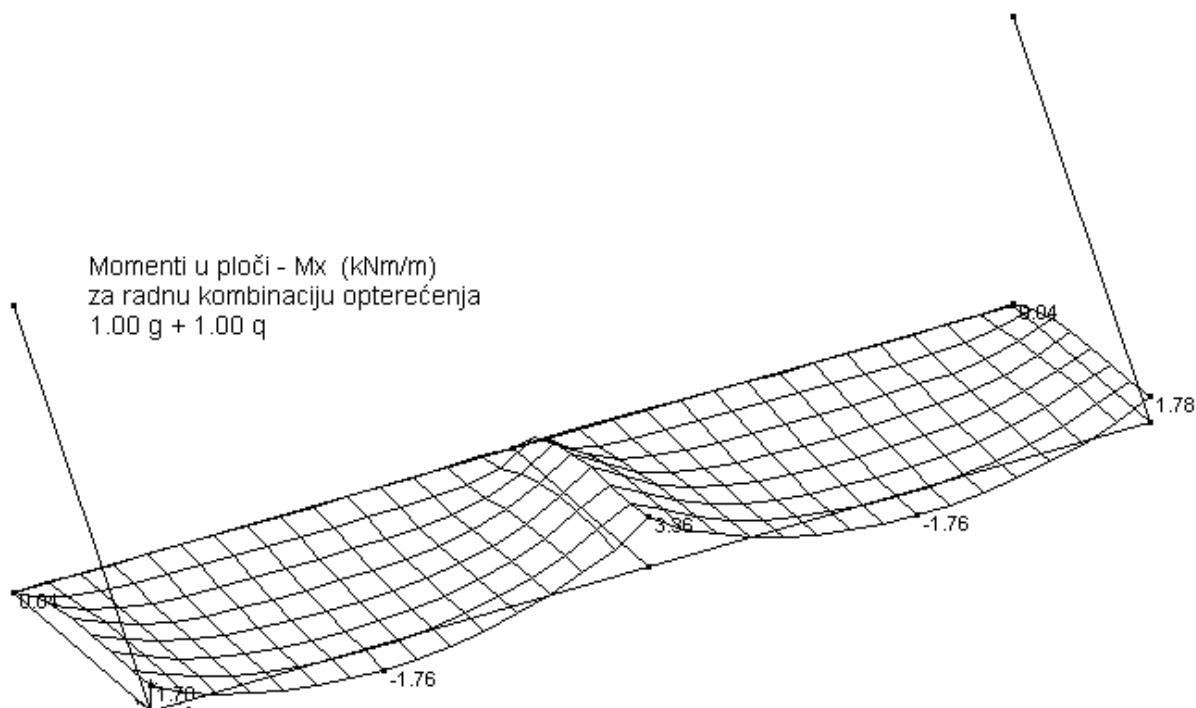
$M_{Ed}= 2.5$ kNm

$N_{Ed}= 0$ kN

					
b	100.00	cm			
h	8.00	cm			
d_1 (d_2)	4.00	cm			
d	4.00	cm			
M_{Ed}	2.50	kNm			
N_{Ed}	0.00	kN			
ϵ_{s1}	10.0	‰			
ϵ_{c2}	1.8	‰			
M_{sds}	2.50	kNm			
$M_{Rd,lim}$	5.09	kNm			
μ_{sd}	0.078				
			C 30/37 f_{cd} 2.00 kN/cm ² f_{yd} 43.48 kN/cm ² Jednostruko armiranje ω 9.646 % ρ 0.381 % ξ 0.153 ζ 0.944 A_{s1} 1.52 cm ² A_{s2} 0.00 cm ² $A_{s,min}$ 0.80 cm ²		

Odabrana armatura: **Q-385 ($A_{s1}=3.85$ cm²)**

Kontrola pukotina



Granična vrijednost širine pukotine: $w_g = 0.2 \text{ mm}$ (EC-2 – srednje agresivna sredina)

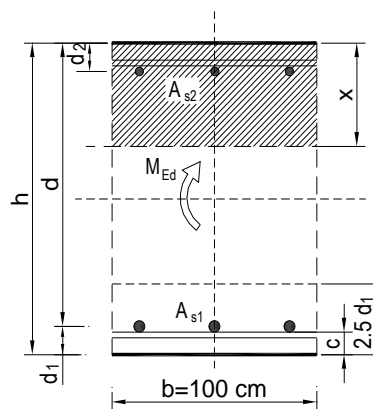
Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

$$M_{Ed} = 3.36 \text{ kNm}$$

Armatura ploče: **Q-385**.

$b =$	100.0 cm	$d =$	4.0 cm	$h =$	8.0 cm
$f_{ck} =$	30.0 MN/m ²	$f_{ctm} =$	2.90 MN/m ²	$w_g =$	0.20 mm
$A_{s1} =$	3.85 cm ²	$A_{s2} =$	3.85 cm ²	$d_1 = d_2 =$	4.0 cm
$E_s =$	200.00 GN/m ²	$E_{cm} =$	32.80 GN/m ²	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6.10
$M_{Ed} =$	3.4 kNm	$k_t =$	0.40		
$\sigma_s =$	124.97 MN/m ²				
$x =$	1.52 cm	$\rho_{p,eff} =$	0.0039		
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) =$	-0.000915	$< 0.6 \cdot \sigma_s/E_s =$	0.000375		
$\emptyset =$	5.0 mm	$c =$	3.00 cm		
$k_1 =$	0.8	$k_2 =$	0.50		
$k_3 =$	3.4	$k_4 =$	0.43		
$s_{r,max} =$	322.78 mm				
$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) =$	0.121 mm	$< w_g$			



15.4.2 Dimenzioniranje grede

Greda na koju se ne postavlja zatega

Uobičajena kombinacija

C 30/37

$f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa

B 500B

$f_{yd}=500/1.15=434.8$ MPa

$M_{Ed}= 51.7$ kNm

$N_{Ed}= 0$ kN

b	15.00	cm
h	40.00	cm
d₁ (d₂)	5.00	cm
d	35.00	cm
M_{Ed}	51.70	kNm
N_{Ed}	0.00	kN
ε_{s1}	10.0	‰
ε_{c2}	3.1	‰
M_{sds}	51.70	kNm
M_{Rd,lim}	58.49	kNm
μ_{sd}	0.141	

C 30/37

f_{cd} 2.00 kN/cm²

f_{yd} 43.48 kN/cm²

Jednostruko armiranje

ω 18.341 %

ρ 0.715 %

ξ 0.234

ζ 0.905

A_{s1} 3.75 cm²

A_{s2} 0.00 cm²

A_{s,min} 0.60 cm²

Odabrana armatura: **2Ø16 (A_{s1}=4.02 cm²)**

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = [C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,c,min} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,c,mjer} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min})$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{s_w}$$

C 30/37 (MB-40)

$f_{cd}=30/1.5=20.0$ MPa

A_{sl} = 2Ø16=4.02 cm²

$V_{Ed,max}=56.0$ kN

$N_{sd}=0.0$ kN

b_w	15.00	cm
h	40.00	cm
d₁ (d₂)	5.00	cm
d	35.00	cm
A_{sl}	28.00	cm ²
V_{Ed,max}	115.00	kN
N_{sd}	0.00	kN
k	1.76	
ρ_l	0.0200	
v_{min}	0.45	
σ_{cp}	0.00	kN/cm ²
V_{Rd,c}	43.3	kN
V_{Rd,c,min}	23.4	kN
V_{Rd,c,mjer}	43.3	kN
v	0.528	
V_{Rd2}	277.2	kN

C 30/37

f_{ck} 30.00 Mpa

f_{cd} 2.00 kN/cm²

$f_{yd}, f_{yw,d}$ 20.87 kN/cm²

τ_{Rd} 0.34 kN/cm²

Računska armatura

ρ_{min} 0.0011

m 2

$V_{Ed,max}/V_{Rd2}$ 0.41

s_{w,max} 19.3 cm

A_{sw,min} 0.159 cm²

Računsko:

Odabrano: **Ø6 / 10**

A_{sw,od} 0.28 cm²

V_{wd} 37.18 kN

Konstruktivno:

Odabrano: **Ø6 / 20**

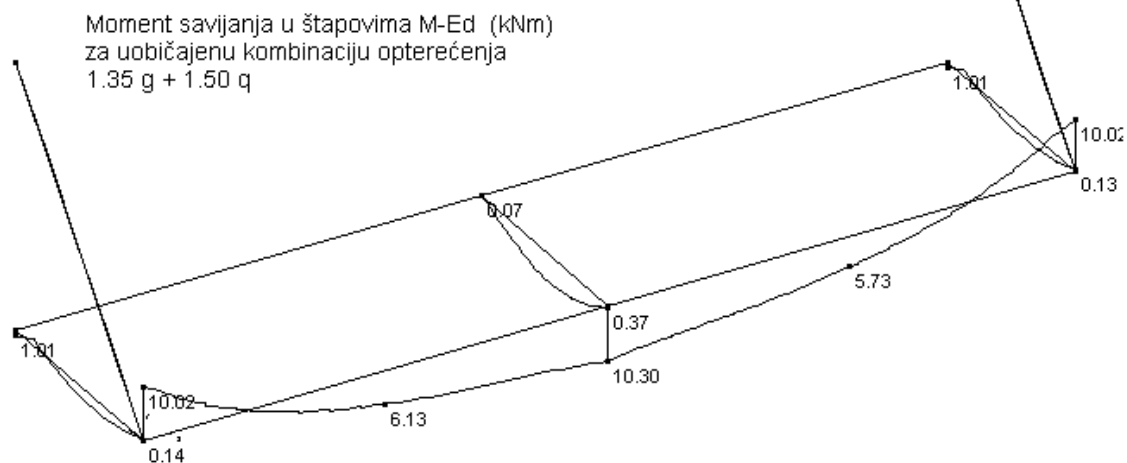
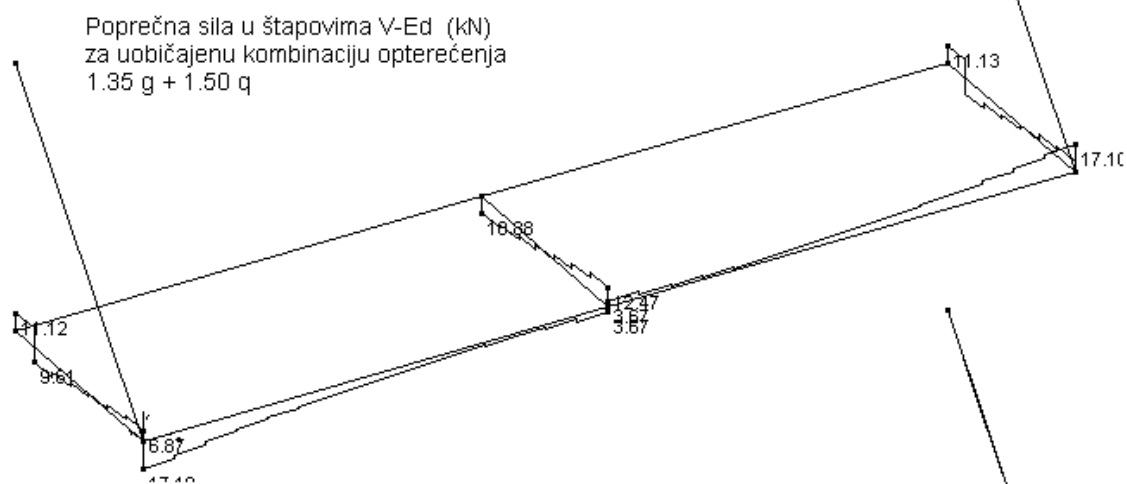
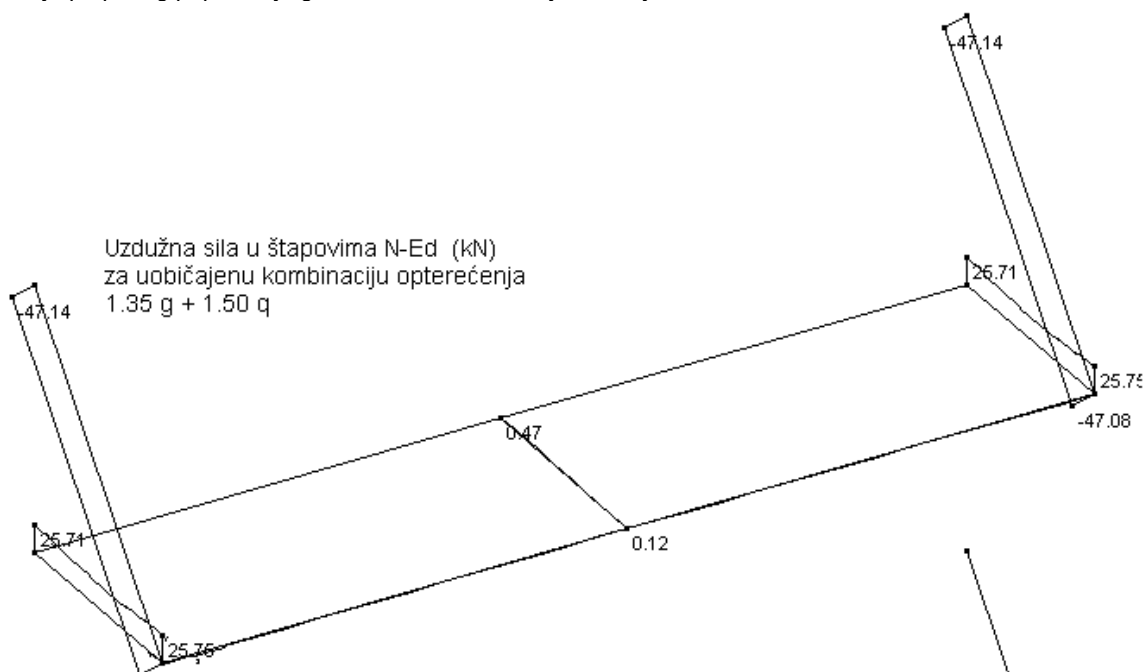
A_{sw,od} 0.28 cm²

V_{wd} 18.59 kN

Ugrađena armatura zadovoljava!

15.4.3 Dimenzioniranje zatege

U slučaju potpunog popuštanja greda na osloncu nastaje situacija:



Zatega se dimenzionira na ovu situaciju:

$$N_{Ed,max} = 47.2 \text{ kN}$$

$$B 500B \Rightarrow f_{yk} = 500.0 \text{ MPa}; f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.0}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}$$

$$A_{s,pot} = \frac{N_{Ed,max}}{f_{yd}} = \frac{47.2}{43.5} = 1.09 \text{ cm}^2$$

Odabrano: Ø16; $A_{s,od} = 2.01 \text{ cm}^2$

15.4.4 Dimenzioniranje čeličnog nosača

MATERIJAL

$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$
 $\varepsilon = 1.000$
 $E = 210000 \text{ N/mm}^2$
 $G = 80777 \text{ N/mm}^2$
 $\nu = 0.3$

REZNE SILE

$V_{z,Sd} = 17.1 \text{ kN}$
 $M_{y,Sd} = 10.3 \text{ kNm}$

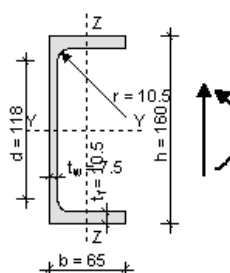
PARC. FAKTORI SIG.

$\gamma_{Mo} = 1.1$
 $\gamma_{M1} = 1.1$
 $\gamma_{M2} = 1.25$

PARAMETRI

$A = 24.000 \text{ cm}^2$
 $A_y = 15.000 \text{ cm}^2$
 $A_z = 12.600 \text{ cm}^2$
 $I_y = 925.000 \text{ cm}^4$
 $W_y = 116.000 \text{ cm}^3$
 $W_{ply} = 138.000 \text{ cm}^3$
 $i_y = 6.200 \text{ cm}$
 $I_z = 85.300 \text{ cm}^4$
 $W_z = 18.300 \text{ cm}^3$
 $W_{plz} = 35.200 \text{ cm}^3$
 $i_z = 1.900 \text{ cm}$
 $I_t = 7.400 \text{ cm}^4$
 $I_{\omega} = 3.260 \text{ cm}^6$

UPN 160



KLASIFIKACIJA POPREČNOG PRESJEKA

HRBAT

$$\frac{d}{t_w} = 15.73 \leq 72 \cdot \varepsilon = 72.00 \Rightarrow \text{KLASA 1}$$

POJASNICA

$$\frac{c}{t_f} = 6.19 \leq 10 \cdot \varepsilon = 10.00 \Rightarrow \text{KLASA 1}$$

POPREČNI PRESJEK JE SVRSTAN U **KLASU 1**

OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA

MOMENT SAVIJANJA $M_{y,Sd}$

$$M_{y,Rd} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{Mo}} = 29.48 \text{ kNm} \geq M_{y,Sd} = 10.3 \text{ kNm}$$

POPREČNA SILA $V_{z,Sd}$

$$\frac{d}{t_w} = 15.73 \leq 69 \cdot \varepsilon = 69.00$$

\Rightarrow provjera izbočavanja hrpta nije potrebna

$$V_{z,Rd} = \frac{A_{v,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{Mo}} = 155.41 \text{ kN} \geq V_{z,Sd} = 17.1 \text{ kN}$$

INTERAKCIJA M - V

$$\frac{M_{n.v.y.Rd}}{M_{y.Rd}} = 1.0 \Rightarrow M_{n.v.y.Rd} = 29.48 \text{ kNm}$$

$$M_{n.v.y.Rd} = 29.48 \text{ kNm} \geq M_{y.Sd} = 10.3 \text{ kNm}$$

OTPORNOST ELEMENTA

OTPORNOST NA BOČNO IZVIJANJE

$$g = 0 \text{ cm}, L = 300 \text{ cm}$$

$$k = 1.0, k_w = 1.0, C_1 = 1.132, C_2 = 0.459$$

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(k \cdot L)^2} \cdot \left(C_2 \cdot g + \sqrt{\frac{k^2}{k_w^2} \cdot \frac{I_\omega}{I_z} + \frac{(k \cdot L)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + (C_2 \cdot g)^2} \right)$$

$$M_{cr} = 38.79 \text{ kNm}$$

$$\chi_{LT} = \sqrt{\frac{\beta_w \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = 0.914 > 0.4$$

$$\text{MJERODANVA LINIJA IZVIJANJA } a \Rightarrow \chi_{LT} = 0.7244$$

$$M_{b.Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{\beta_w \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 21.36 \text{ kNm} \geq M_{y.Sd} = 10.3 \text{ kNm}$$

15.5 Tehnologija izvedbe

Postojeći brisolei (točnije, uzdužne gredice brisolea) na južnoj strani građevine se skidaju, a na njih se postavljaju novi balkoni, tako da će sve sobe imati balkon. Kako nije točno poznata armatura brisolea (kratke konzolne grede), ove grede su ojačane čeličnim „U“ profilima i zategom da mogu podnijeti nova opterećenja.

Nakon skidanja uzdužnih gredica, kratka poprečna greda će se oštemati sa gornje strane (uz obavezno podupiranje), do dubine od oko 8 cm, tj. do armature. Gredice koje se nastavljaju na betonske zidove (svaka druga) se ojačavaju zategom. Zatega se postavlja prema skicama u prilogu 12 i 13. Čelični U nosač se postavlja ispod grede. Iz tog razloga gredu je potrebno lagano oštemati odozdo (0.5-1.0 cm, tako da se dođe do zdravog betona) i oštemani dio dobro očistiti. U nosač se namaže epoxy smolom, te zalijepi za gredu. Na kraju gdje se greda veže za zid, U nosač se preko pločice i vijka (rupa u gredi i pločici prethodno pripremljena) vezuje za ab gredu.

Grede na koje se ne postavlja zatega (grede iza kojih su pregradne zidovi) su također oštemane u dubini do cca 8 cm. Na dubini oko 4 cm od gornjeg ruba se buše rupe u stup. Rupe su Ø18 i dubine 30-35 cm. U rupe se lagano utisne epoxy smola i dvije šipke Ø16.

Postojeća betonska ploča (rub sadašnje betonske ploče) također je potrebno oštemati na kraju do armature. Nova mreža se navari na postojeću armaturu.

Na tako pripremljene grede se postavlja U nosač vertikalno (na rubu balkona) i betonira betonska ploča debljine 8 cm s armaturom Q-385. Beton je Tipa E, poglavlje 2.1.

16 PRORAČUN ISTOČNOG POŽARNOG STUBIŠTA

16.1 Tehnički opis

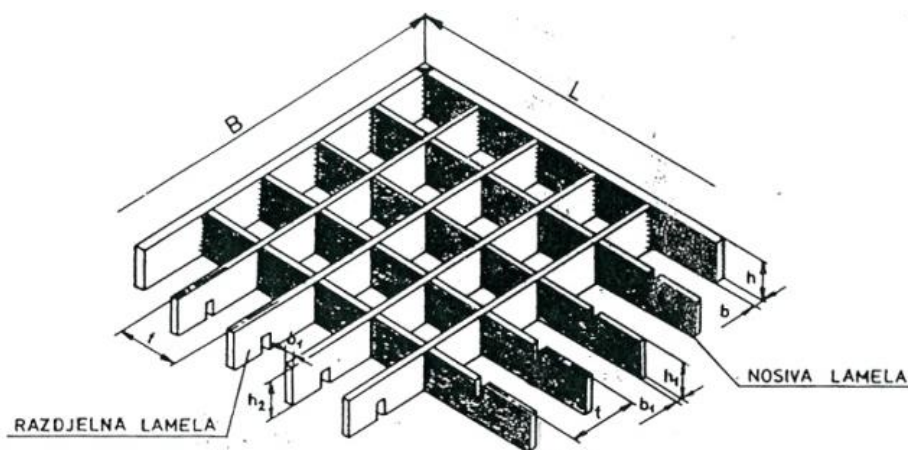
Istočno požarno stubište se nalazi između istočnog zabatnog zid zgrade i zida na istočnom dijelu parcele uz kolno pješačku površinu i maksimalnih je tlocrtnih dimenzija 10,43 x 2,32 m. Konstrukcija stubišta je od čeličnih UPN160 i 2xUPN160 profila koji su na mjestima pričvršćeni u postojeće zidove. Nacrt istočnog požarnog stubišta s oznakama pozicija elemenata je u grafičkim priložima. Za potrebe proračuna izrađen je 3D prostorni model prikazan u nastavku.

16.2 Analiza opterećenja

a) stalno opterećenje

Uključeno je kroz numerički model.

b) dodatno stalno opterećenje



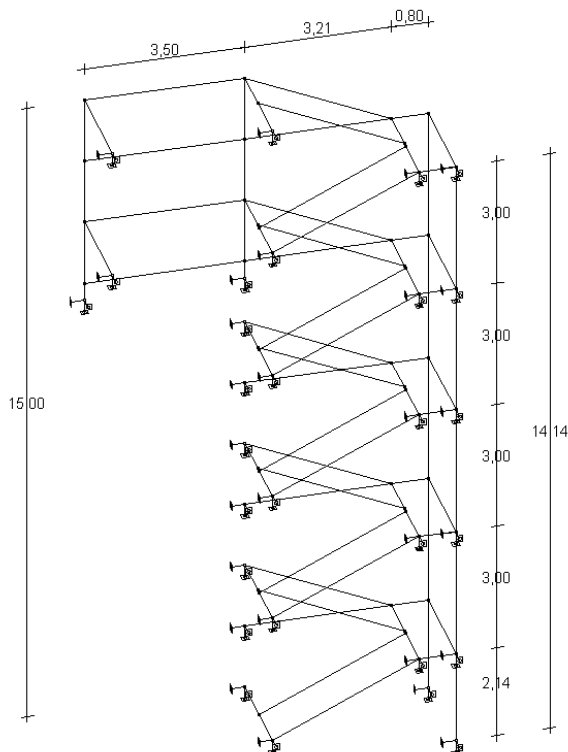
$$\Delta g = 1.00 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{čelične podne rešetke } 30 \times 30 \times 30 \text{ mm, debljina lamela } 3 \text{ mm})$$

c) pokretno opterećenje

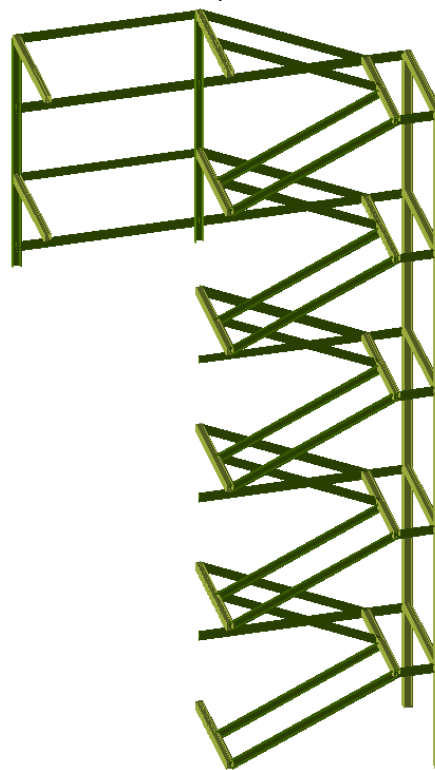
$$q = 3.0 \text{ kN/m}^2$$

16.3 Model i rezultati

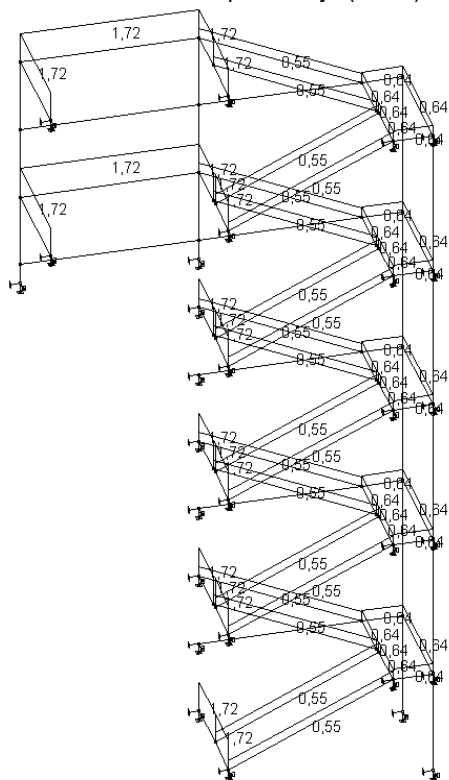
Prikaz modela i rubnih uvjeta



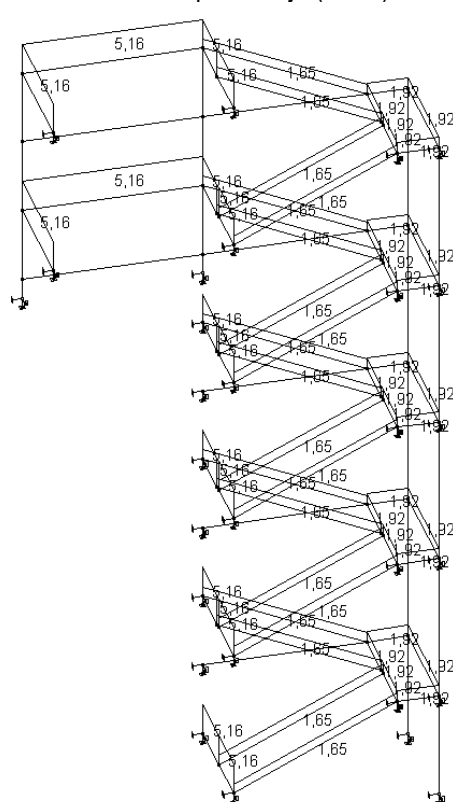
Renderirani prikaz modela



Dodatno stalno opterećenje (kN/m')

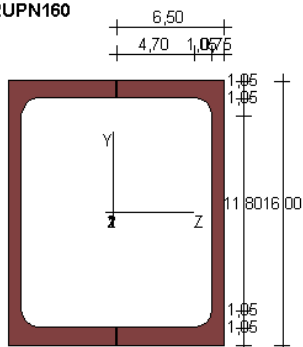


Pokretno opterećenje (kN/m')



Poprečni presjeci

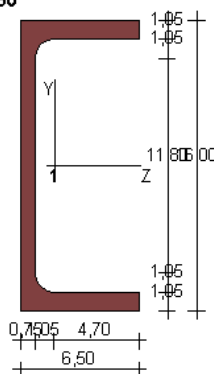
2UPN160



Presjek

$A_x = 48,00 \text{ cm}^2$
 $A_y = 25,20 \text{ cm}^2$
 $A_z = 22,80 \text{ cm}^2$
 $I_x = 100000,00 \text{ cm}^4$
 $I_y = 170,60 \text{ cm}^4$
 $I_z = 1850,00 \text{ cm}^4$
 $S_y = 9,0804 \text{ cm}^3$
 $S_z = 0,00 \text{ cm}^3$
 $T_y = 0,19 \text{ cm}$
 $T_z = 0,00 \text{ cm}$

UPN160



Presjek

$A_x = 48,00 \text{ cm}^2$
 $A_y = 25,20 \text{ cm}^2$
 $A_z = 22,80 \text{ cm}^2$
 $I_x = 100000,00 \text{ cm}^4$
 $I_y = 170,60 \text{ cm}^4$
 $I_z = 1850,00 \text{ cm}^4$
 $S_y = 9,0804 \text{ cm}^3$
 $S_z = 0,00 \text{ cm}^3$
 $T_y = 0,19 \text{ cm}$
 $T_z = 0,00 \text{ cm}$

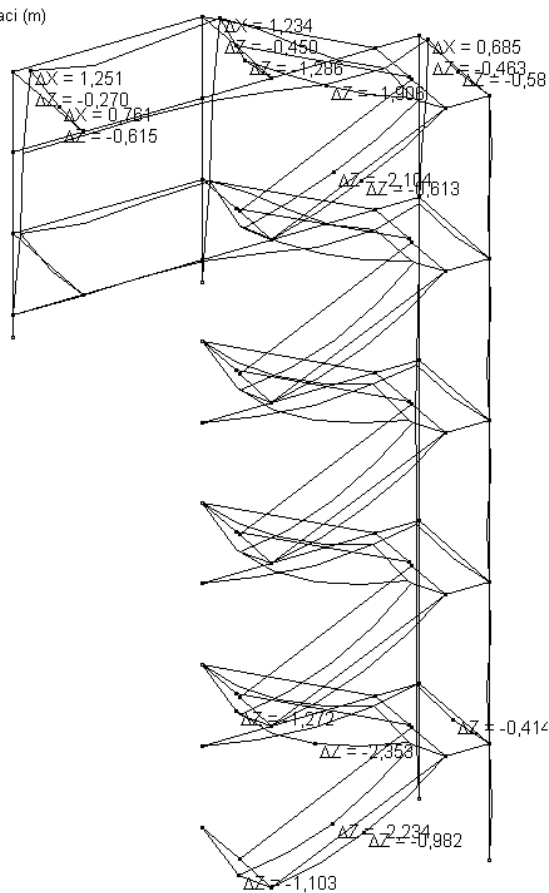
Materijal S235

$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$
 $\epsilon = 1,000$
 $E = 210000 \text{ N/mm}^2$
 $G = 80777 \text{ N/mm}^2$
 $\nu = 0,3$

Pomaci za kombinaciju opterećenja (GSU)

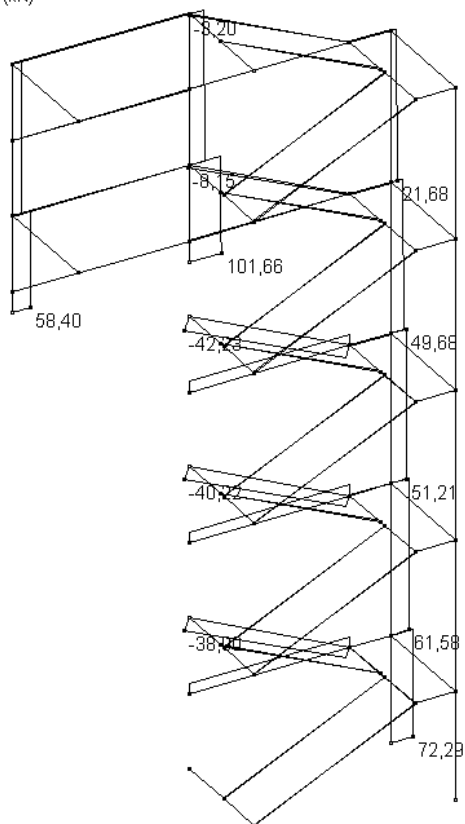
$$s = 1,0 \cdot g + 1,0 \cdot q$$

Pomaci (m)

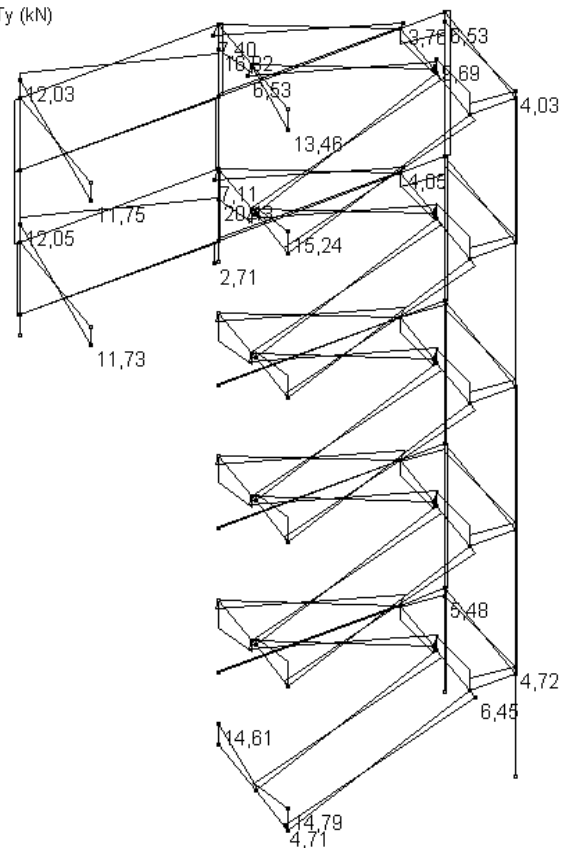


$$s = 1.35 \cdot g + 1.5 \cdot q$$

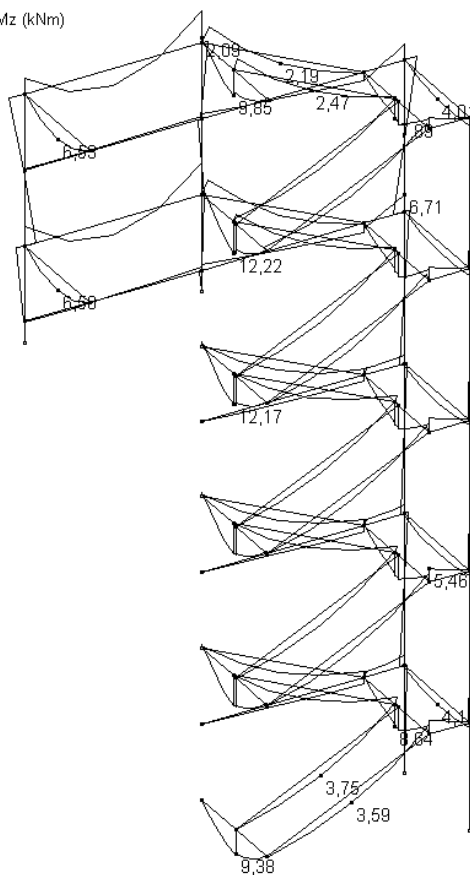
N (kN)



Ty (kN)



Mz (kNm)



16.4 Dimenzioniranje čeličnih elemenata

Dimenzioniranje pozicije 1

MATERIJAL

$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$
 $\varepsilon = 1,000$
 $E = 210000 \text{ N/mm}^2$
 $G = 80777 \text{ N/mm}^2$
 $\nu = 0,3$

REZNE SILE

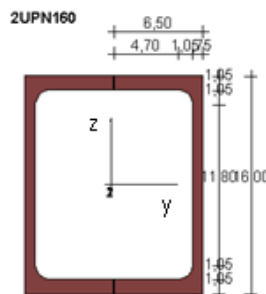
$N_{Sd} = -72,29 \text{ kN}$
 $V_{z,Sd} = 5,48 \text{ kN}$

PARC. FAKTORI SIG.

$\gamma_{M0} = 1,1$
 $\gamma_{M1} = 1,1$
 $\gamma_{M2} = 1,25$

PARAMETRI

$A = 48,000 \text{ cm}^2$
 $A_y = 22,800 \text{ cm}^2$
 $A_z = 25,200 \text{ cm}^2$
 $I_y = 1850,000 \text{ cm}^4$
 $W_y = 231,250 \text{ cm}^3$
 $W_{ply} = 265,930 \text{ cm}^3$
 $I_z = 170,000 \text{ cm}^4$
 $W_z = 26,150 \text{ cm}^3$
 $W_{plz} = 29,810 \text{ cm}^3$
 $I_z = 1,880 \text{ cm}^4$
 $I_z = 3,600 \text{ cm}^4$
 $I_z = 3958,900 \text{ cm}^6$



KLASIFIKACIJA POPREČNOG PRESJEKA

HRBAT

$$\frac{d}{t_w} = 8,07 \leq 33 \cdot \varepsilon = 33,00 \Rightarrow \text{KLASA 1}$$

POJASNICA

$$\frac{c}{t_f} = 6,19 \leq 10 \cdot \varepsilon = 10,00 \Rightarrow \text{KLASA 1}$$

POPREČNI PRESJEK JE SVRSTAN U KLASU 1

OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA

UZDUŽNA SILA N_{Sd}

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 1025,45 \text{ kN} \geq N_{Sd} = 72,29 \text{ kN}$$

POPREČNA SILA $V_{z,Sd}$

$$\frac{d}{t_w} = 8,07 \leq 69 \cdot \varepsilon = 69,00$$

\Rightarrow provjera izbočavanja hrpta nije potrebna

$$V_{z,Rd} = \frac{A_{v,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 310,82 \text{ kN} \geq V_{z,Sd} = 5,48 \text{ kN}$$

INTERAKCIJA N - V

$$\frac{N_{pl,V,Sd}}{N_{c,Rd}} = 1 - \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{V_{z,Sd}}{V_{z,Rd}} \right)^2} \right] \cdot \frac{A_z}{A}$$

$$N_{pl,V,Sd} = 1025,37 \text{ kN} \geq N_{Sd} = 72,29 \text{ kN}$$

OTPORNOST ELEMENTA

UZDUŽNA TLAČNA OTPORNOST

$$\lambda_1 = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,91, \beta_A = 1,00$$

OS Y-Y

$$l_y = 300 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = 48,31$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} \cdot \sqrt{\beta_A} = 0,514$$

$$h/b = 1,23 > 1,2$$

$$t_f = 10,5 \text{ mm} \leq 40 \text{ mm}$$

LINIJA IZVIJANJA a

$$\chi_y = 0,9197$$

OS Z-Z

$$l_z = 150 \text{ cm}$$

$$\lambda_z = \frac{l_z}{i_z} = 79,79$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} \cdot \sqrt{\beta_A} = 0,850$$

LINIJA IZVIJANJA b

$$\chi_z = 0,6934$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{\min} \cdot N_{c,Rd} = 711,05 \text{ kN} \geq N_{Sd} = 72,29 \text{ kN}$$

Dimenzioniranje pozicije 3

MATERIJAL

$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$
 $s = 1,000$
 $E = 210000 \text{ N/mm}^2$
 $G = 80777 \text{ N/mm}^2$
 $\nu = 0,3$

REZNE SILE

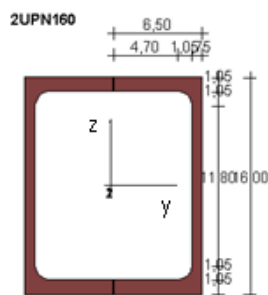
$N_{Sd} = -72,29 \text{ kN}$
 $V_{z,Sd} = 5,48 \text{ kN}$

PARC. FAKTORI SIG.

$\gamma_{M0} = 1,1$
 $\gamma_{M1} = 1,1$
 $\gamma_{M2} = 1,25$

PARAMETRI

$A = 48,000 \text{ cm}^2$
 $A_y = 22,800 \text{ cm}^2$
 $A_z = 25,200 \text{ cm}^2$
 $I_y = 1850,000 \text{ cm}^4$
 $W_y = 231,250 \text{ cm}^3$
 $W_{ply} = 265,930 \text{ cm}^3$
 $i_y = 6,210 \text{ cm}$
 $I_z = 170,000 \text{ cm}^4$
 $W_z = 26,150 \text{ cm}^3$
 $W_{plz} = 29,810 \text{ cm}^3$
 $i_z = 1,880 \text{ cm}$
 $I_t = 3,800 \text{ cm}^4$
 $I_o = 3958,900 \text{ cm}^6$



KLASIFIKACIJA POPREČNOG PRESJEKA

HRBAT

$$\frac{d}{t_w} = 8,07 \leq 72 \cdot s = 72,00 \Rightarrow \text{KLASA 1}$$

POJASNICA

$$\frac{c}{t_f} = 6,19 \leq 10 \cdot s = 10,00 \Rightarrow \text{KLASA 1}$$

POPREČNI PRESJEK JE SVRSTAN U KLASU 1

OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA

MOMENT SAVIJANJA $M_{y,Sd}$

$$M_{y,Rd} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 56,81 \text{ kNm} \geq M_{y,Sd} = 12,22 \text{ kNm}$$

POPREČNA SILA $V_{z,Sd}$

$$\frac{d}{t_w} = 8,07 \leq 69 \cdot s = 69,00$$

\Rightarrow provjera izbočavanja hrpta nije potrebna

$$V_{z,Rd} = \frac{A_{v,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 310,82 \text{ kN} \geq V_{z,Sd} = 20,43 \text{ kN}$$

INTERAKCIJA M - V

$$\frac{M_{n.v.y,Rd}}{M_{y,Rd}} = 1,0 \Rightarrow M_{n.v.y,Rd} = 56,81 \text{ kNm}$$

$$M_{n.v.y,Rd} = 56,81 \text{ kNm} \geq M_{y,Sd} = 12,22 \text{ kNm}$$

OTPORNOST ELEMENTA

OTPORNOST NA BOČNO IZVIJANJE

$g = 0 \text{ cm}$, $L = 225 \text{ cm}$

$k = 1,0$, $k_w = 1,0$, $C_1 = 1,132$, $C_2 = 0,459$

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(k \cdot L)^2} \cdot \left(C_2 \cdot g + \sqrt{\frac{k^2}{k_w^2} \cdot \frac{I_o}{I_z} + \frac{(k \cdot L)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + (C_2 \cdot g)^2} \right)$$

$$M_{cr} = 63,55 \text{ kNm}$$

$$\chi_{LT} = \sqrt{\frac{\beta_w \cdot W_{ply} \cdot f_y}{M_{cr}}} = 0,992 > 0,4$$

$$\text{MJERODANVA LINIJA IZVIJANJA } a \Rightarrow \chi_{LT} = 0,8714$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{\beta_w \cdot W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 38,15 \text{ kNm} \geq M_{y,Sd} = 12,22 \text{ kNm}$$

Dimenzioniranje pozicije 4

MATERIJAL

$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$
 $\epsilon = 1,000$
 $E = 210000 \text{ N/mm}^2$
 $G = 80777 \text{ N/mm}^2$
 $\nu = 0,3$

REZNE SILE

$N_{Sd} = 38 \text{ kN}$
 $V_{z,Sd} = 6,45 \text{ kN}$
 $M_{y,Sd} = 3,75 \text{ kNm}$

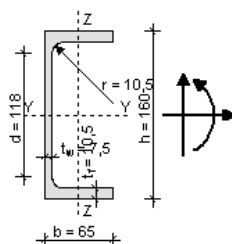
PARC. FAKTORI SIG.

$\gamma_{M0} = 1,1$
 $\gamma_{M1} = 1,1$
 $\gamma_{M2} = 1,25$

PARAMETRI

$A = 24,000 \text{ cm}^2$
 $A_y = 15,000 \text{ cm}^2$
 $A_z = 12,600 \text{ cm}^2$
 $I_y = 925,000 \text{ cm}^4$
 $W_y = 116,000 \text{ cm}^3$
 $W_{ply} = 138,000 \text{ cm}^3$
 $i_y = 6,200 \text{ cm}$
 $I_z = 85,300 \text{ cm}^4$
 $W_z = 18,300 \text{ cm}^3$
 $W_{plz} = 35,200 \text{ cm}^3$
 $i_z = 1,900 \text{ cm}$
 $I_t = 7,400 \text{ cm}^4$
 $I_{\omega} = 3,260 \text{ cm}^6$

UPN 160



KLASIFIKACIJA POPREČNOG PRESJEKA

HRBAT

$$\frac{d}{t_w} = 15,73 \leq \frac{396}{13 \cdot \alpha - 1} \cdot \epsilon = 58,18, \alpha = 0,60 \Rightarrow \text{KLASA 1}$$

POJASNICA

$$\frac{c}{t_f} = 6,19 \leq 10 \cdot \epsilon = 10,00 \Rightarrow \text{KLASA 1}$$

POPREČNI PRESJEK JE SVRSTAN U **KLASU 1**

OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA

UZDUŽNA SILA N_{Sd}

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 512,73 \text{ kN} \geq N_{Sd} = 38 \text{ kN}$$

MOMENT SAVIJANJA $M_{y,Sd}$

$$M_{y,Rd} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 29,48 \text{ kNm} \geq M_{y,Sd} = 3,75 \text{ kNm}$$

POPREČNA SILA $V_{z,Sd}$

$$\frac{d}{t_w} = 15,73 \leq 69 \cdot \epsilon = 69,00$$

\Rightarrow provjera izbočavanja hrpta nije potrebna

$$V_{z,Rd} = \frac{A_{v,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 155,41 \text{ kN} \geq V_{z,Sd} = 6,45 \text{ kN}$$

INTERAKCIJA M - N - V

$$\frac{M_{n,v,y,Rd}}{M_{y,Rd}} = 1,0 \Rightarrow M_{n,v,y,Rd} = 29,48 \text{ kNm}$$

$$M_{n,v,y,Rd} = 29,48 \text{ kNm} \geq M_{y,Sd} = 3,75 \text{ kNm}$$

OTPORNOST ELEMENTA

OTPORNOST NA BOČNO IZVIJANJE

$g = 0 \text{ cm}$, $L = 355 \text{ cm}$

$k = 1,0$, $k_w = 1,0$, $C_1 = 1,132$, $C_2 = 0,459$

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(k \cdot L)^2} \cdot \left(C_2 \cdot g + \sqrt{\frac{k^2}{k_w^2} \cdot \frac{I_{\omega\omega}}{I_z} + \frac{(k \cdot L)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + (C_2 \cdot g)^2} \right)$$

$M_{cr} = \mathbf{32,78 \text{ kNm}}$

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{\beta_{wv} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = 0,995 > 0,4$$

MJERODAVNA LINIJA IZVIJANJA **a** $\Rightarrow \chi_{LT} = 0,6693$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{\beta_{wv} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \mathbf{19,73 \text{ kNm}} \geq M_{y,Sd} = 3,75 \text{ kNm}$$

INTERAKCIJA M - N

$$M_{eff,Sd} = M_{y,Sd} - 0,8 \cdot N_{Sd} \cdot \frac{W_y}{A} = \mathbf{2,28 \text{ kNm}} \leq M_{b,Rd} = 19,73 \text{ kNm}$$

Dimenzioniranje pozicije 10

MATERIJAL

$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$
 $\epsilon = 1,000$
 $E = 210000 \text{ N/mm}^2$
 $G = 80777 \text{ N/mm}^2$
 $\nu = 0.3$

REZNE SILE

$N_{Sd} = -101,66 \text{ kN}$
 $V_{z,Sd} = 2,71 \text{ kN}$

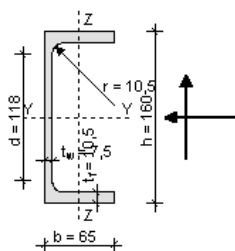
PARC. FAKTORI SIG.

$\gamma_{M0} = 1,1$
 $\gamma_{M1} = 1,1$
 $\gamma_{M2} = 1,25$

PARAMETRI

$A = 36,000 \text{ cm}^2$
 $A_y = 15,000 \text{ cm}^2$
 $A_z = 24,600 \text{ cm}^2$
 $I_y = 925,000 \text{ cm}^4$
 $W_y = 116,000 \text{ cm}^3$
 $W_{ply} = 138,000 \text{ cm}^3$
 $i_y = 6,200 \text{ cm}$
 $I_z = 185,050 \text{ cm}^4$
 $W_z = 56,930 \text{ cm}^3$
 $W_{plz} = 65,460 \text{ cm}^3$
 $I_z = 2,260 \text{ cm}^6$
 $I_t = 7,400 \text{ cm}^4$
 $I_{\omega} = 3,260 \text{ cm}^6$

UPN 160



KLASIFIKACIJA POPREČNOG PRESJEKA

HRBAT

$$\frac{d}{t_w} = 15,73 \leq 33 \cdot \epsilon = 33,00 \Rightarrow \text{KLASA 1}$$

POJASNICA

$$\frac{c}{t_f} = 6,19 \leq 10 \cdot \epsilon = 10,00 \Rightarrow \text{KLASA 1}$$

POPREČNI PRESJEK JE SVRSTAN U **KLASU 1**

OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA

UZDUŽNA SILA N_{Sd}

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 769,09 \text{ kN} \geq N_{Sd} = 101,66 \text{ kN}$$

POPREČNA SILA $V_{z,Sd}$

$$\frac{d}{t_w} = 15,73 \leq 69 \cdot \epsilon = 69,00$$

\Rightarrow provjera izbočavanja hrpta nije potrebna

$$V_{z,Rd} = \frac{A_{v,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 303,42 \text{ kN} \geq V_{z,Sd} = 2,71 \text{ kN}$$

INTERAKCIJA N - V

$$\frac{N_{pl,V,Sd}}{N_{c,Rd}} = 1 - \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{V_{z,Sd}}{V_{z,Rd}} \right)^2} \right] \cdot \frac{A_z}{A}$$

$$N_{pl,V,Sd} = 769,07 \text{ kN} \geq N_{Sd} = 101,66 \text{ kN}$$



OTPORNOST ELEMENTA

UZDUŽNA TLAČNA OTPORNOST

$$\lambda_1 = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,91, \beta_A = 1,00$$

OS Y-Y

$$l_{iy} = 150 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{iy}}{i_y} = 24,19$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} \cdot \sqrt{\beta_A} = 0,258$$

LINIJA IZVIJANJA c

$$\chi_y = 0,9707$$

OS Z-Z

$$l_{iz} = 300 \text{ cm}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{iz}}{i_z} = 132,74$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} \cdot \sqrt{\beta_A} = 1,413$$

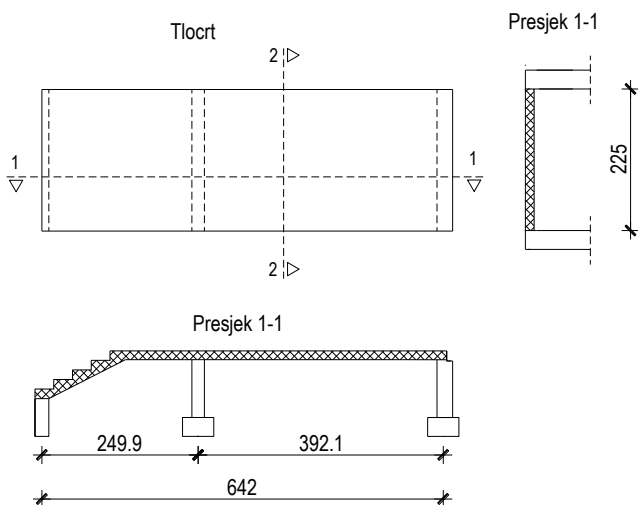
LINIJA IZVIJANJA c

$$\chi_z = 0,3443$$

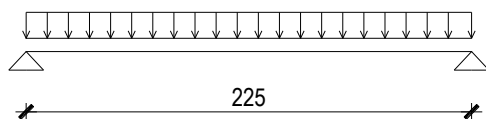
$$N_{b,Rd} = \chi_{\min} \cdot N_{c,Rd} = \mathbf{264,78 \text{ kN}} \geq N_{Sd} = 101,66 \text{ kN}$$

NAPOMENA: Na čelični profil UPN160 pozicije 10 s otvorene strane profila navariti čeličnu pločicu debljine $t=7,5 \text{ mm}$ po cijeloj visini stupa. Geometrijske karakteristike su izračunate u skladu s tim.

16.5 Dimenzioniranje ploče podesta u prizemlju



$g = 3,5 \text{ kN/m'}$ (vlastita težina)
 $q = 3,0 \text{ kN/m'}$ (pokretno opterećenje)



$$M_g = \frac{g \cdot l^2}{8} = \frac{3,5 \cdot 2,25^2}{8} = 2,2 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{3,0 \cdot 2,25^2}{8} = 1,9 \text{ kNm}$$

Računski moment savijanja u polju:

$$M_{Ed} = 1,35 \cdot 2,2 + 1,5 \cdot 1,9 = 5,82 \text{ kNm}$$

Dimenzioniranje ploče na savijanje – maksimalni moment u polju (y-smjer)

Uobičajena kombinacija

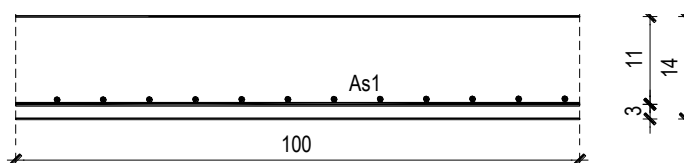
C 30/37 (MB-40)

$f_{cd} = 30/1,5 = 20,0 \text{ MPa}$

B 500

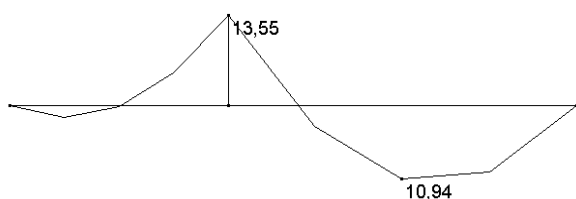
$f_{yd} = 500/1,15 = 434,8 \text{ MPa}$

$M_{Ed} = 5,82 \text{ kNm}$



b	100,00	cm	C 30/37		
h	14,00	cm	f_{cd}	2,00	kN/cm ²
d_1 (d_2)	3,00	cm	f_{yd}	43,48	kN/cm ²
d	11,00	cm	Jednostruko armiranje		
M_{Ed}	5,82	kNm	ω	3,007	%
N_{Ed}	0,00	kN	ρ	0,114	%
ϵ_{s1}	10,0	‰	ξ	0,080	
ϵ_{c2}	0,9	‰	ζ	0,972	
M_{sds}	5,82	kNm	A_{s1}	1,25	cm ²
$M_{Rd,lim}$	38,52	kNm	A_{s2}	0,00	cm ²
μ_{sd}	0,024		$A_{s,min}$	1,40	cm ²

Odabrana armatura: **Q-283 ($A_{s1} = 2,83 \text{ cm}^2$)**



Računski moment savijanja iznad ležaja:

$$M_{Ed} = 1.35 \cdot 5.14 + 1.5 \cdot 4.41 = 13.55 \text{ kNm}$$

Dimenzioniranje ploče na savijanje – maksimalni moment na ležaju (x-smjer)

Uobičajena kombinacija

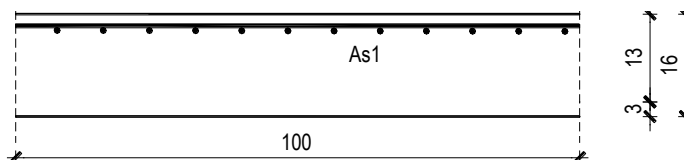
C 30/37 (MB-40)

$$f_{cd} = 30 / 1.5 = 20.0 \text{ MPa}$$

B 500

$$f_{yd} = 500 / 1.15 = 434.8 \text{ MPa}$$

$$M_{Ed} = 13.55 \text{ kNm}$$



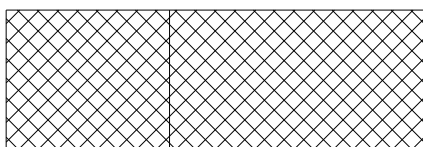
b	100.00	cm		
h	16.00	cm		
d₁ (d₂)	3.00	cm	C 30/37	
d	13.00	cm	f_{cd}	2.00 kN/cm ²
			f_{yd}	43.48 kN/cm ²
M_{Ed}	13.55	kNm	Jednostruko armiranje	
N_{Ed}	0.00	kN	ω	4.783 %
ε_{s1}	10.0	‰	ρ	0.191 %
ε_{c2}	1.1	‰	ξ	0.103
M_{sds}	13.55	kNm	ζ	0.964
M_{Rd,lim}	53.79	kNm	A_{s1}	2.49 cm ²
μ_{sd}	0.040		A_{s2}	0.00 cm ²
			A_{s,min}	1.60 cm ²

Odabrana armatura: **Ø10/20 cm (A_{s1}=5x0.79 cm²=3,95 cm²/m')**

Sva odabrana armatura je veća od minimalne i manja od maksimalne. Zbog preraspodjele kod dugotrajnih efekata armaturu u polju uvijek birati veću od izračunate, a armaturu na ležajevima u skladu s izračunatom.

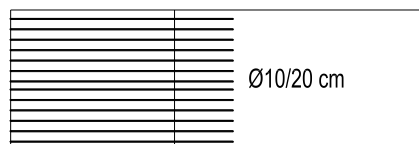
Skica armature:

DONJA ZONA



Q-283

GORNJA ZONA



NAPOMENA: Postojeća AB ploča dimenzija 1,9 x 3,6 m u na mjestu podesta će se ukloniti i izvesti nova AB ploča kako je prikazano u Nacrtu istočnog stubišta.

Temelje armirati sa Q-196, savijeno u U oblik.

17 PRORAČUN ZAPADNOG POŽARNOG STUBIŠTA

17.1 Tehnički opis

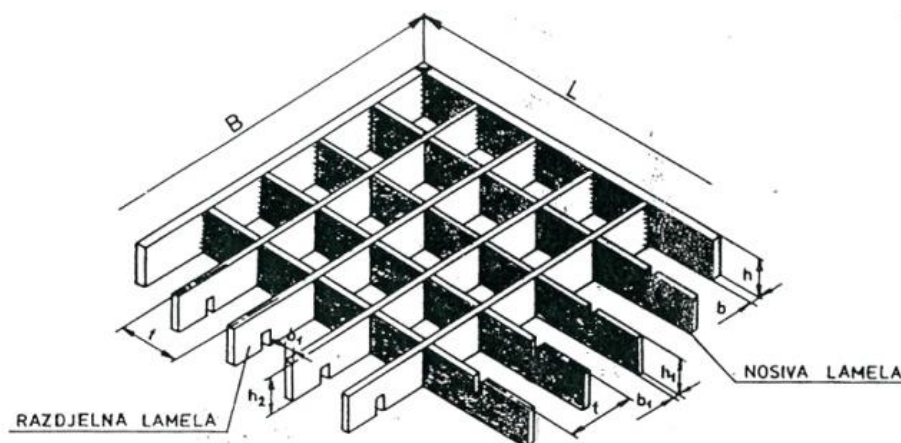
Zapadno požarno stubište nalazi se uz zapadni zabatni zid građevine. Nosiva konstrukcija zapadnog požarnog stubišta izvedena je iz čelika kvalitete S 235. Sastoji se od stupova profila RHS 160/80/12, greda profila RHS 160/80/12 i RHS 80/80/6, te stubišnog kraka profila UPN 160. Stupovi su oslonjeni na ab temelje. Stubište je na razini etaža vezano za postojeću konstrukciju. Detalji stubišta prikazani su u nacrtima. Za potrebe proračuna ovog sustava napravljen je 3D model.

17.2 Analiza opterećenja

a) stalno opterećenje

Uključeno je kroz numerički model.

b) dodatno stalno opterećenje



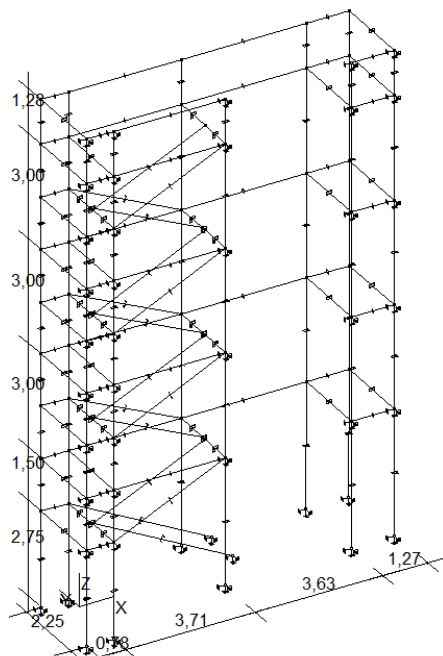
$$\Delta g = 1.00 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{čelične podne rešetke } 30 \times 30 \times 30 \text{ mm, debljina lamela } 3 \text{ mm})$$

c) pokretno opterećenje

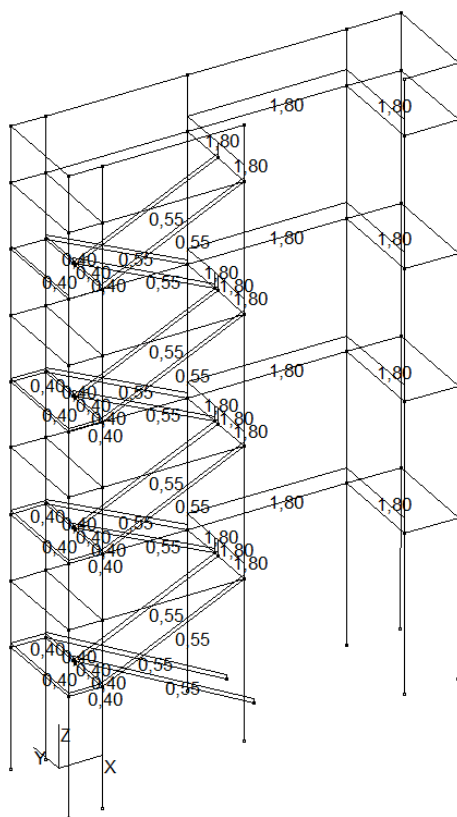
$$q = 3.0 \text{ kN/m}^2$$

17.3 Model i rezultati

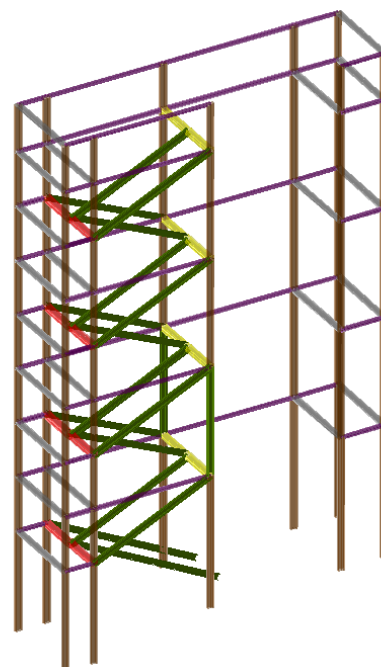
Prikaz modela i rubnih uvjeta



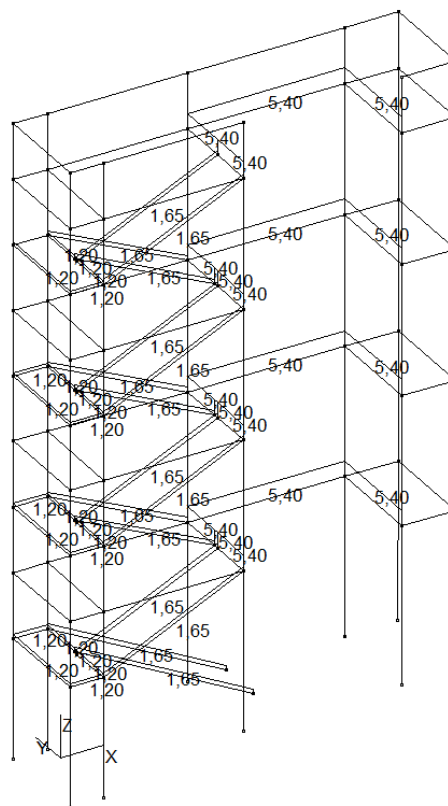
Dodatno stalno opterećenje (kN/m¹)

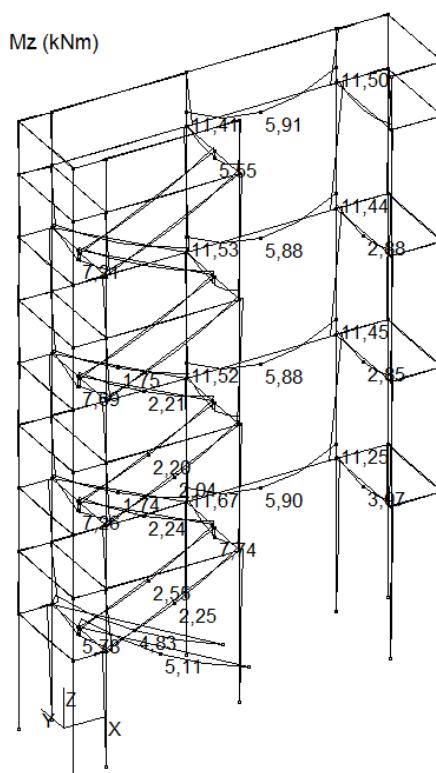


Renderirani prikaz modela

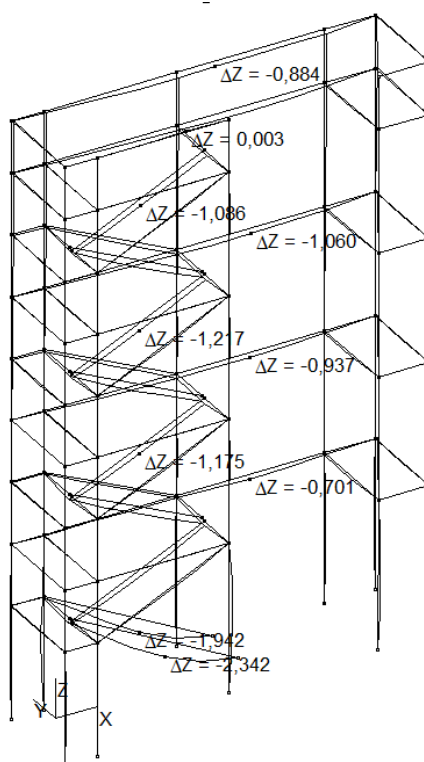


Pokretno opterećenje (kN/m¹)





Pomaci za kombinaciju opterećenja (GSU)
 $s = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot q$



17.4 Dimenzioniranje čeličnih elemenata

Dimenzioniranje stupa profila RHS 160/80/12

MATERIJAL

$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$
 $\varepsilon = 1,000$
 $E = 210000 \text{ N/mm}^2$
 $G = 80777 \text{ N/mm}^2$
 $\nu = 0,3$

REZNE SILE

$N_{Sd} = -154,94 \text{ kN}$
 $M_{y,Sd} = 1,08 \text{ kNm}$

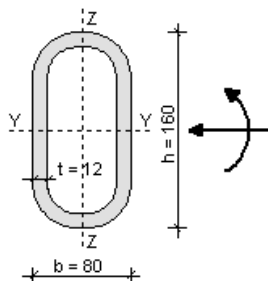
PARC. FAKTORI SIG.

$\gamma_{M0} = 1,1$
 $\gamma_{M1} = 1,1$
 $\gamma_{M2} = 1,25$

PARAMETRI

$A = 45,859 \text{ cm}^2$
 $A_y = 1,920 \text{ cm}^2$
 $A_z = 21,120 \text{ cm}^2$
 $I_y = 1246,937 \text{ cm}^4$
 $W_y = 155,867 \text{ cm}^3$
 $W_{ply} = 203,974 \text{ cm}^3$
 $i_y = 5,226 \text{ cm}$
 $I_z = 467,555 \text{ cm}^4$
 $W_z = 116,889 \text{ cm}^3$
 $W_{plz} = 125,016 \text{ cm}^3$
 $i_z = 3,200 \text{ cm}$
 $I_t = 1365,333 \text{ cm}^4$
 $I_{\omega} = 0,000 \text{ cm}^6$

RHS 160/80/12



KLASIFIKACIJA POPREČNOG PRESJEKA

HRBAT

$$\frac{h - 3 \cdot t_f}{t_w} = 10,33 \leq \frac{42}{0,67 + 0,33 \cdot \psi} \cdot \varepsilon = 46,16, \quad \psi = 0,73 \Rightarrow \text{KLASA 3}$$

POJASNICA

$$\frac{b - 3 \cdot t_w}{t_f} = 3,67 \leq 33 \cdot \varepsilon = 33,00 \Rightarrow \text{KLASA 1}$$

POPREČNI PRESJEK JE SVRSTAN U **KLASU 3**

OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA

UZDUŽNA SILA N_{Sd}

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 975,45 \text{ kN} \geq N_{Sd} = 154,94 \text{ kN}$$

MOMENT SAVIJANJA $M_{y,Sd}$

$$M_{y,Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 33,3 \text{ kNm} \geq M_{y,Sd} = 1,08 \text{ kNm}$$

INTERAKCIJA M - N

$$n = \frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} = 0,159$$

$$\frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} = 0,032 \leq 1 - n = 0,841$$

OTPORNOST ELEMENTA

UZDUŽNA TLAČNA OTPORNOST

$$\lambda_1 = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,91, \quad \beta_A = 1,00$$

OS Y-Y

$$l_y = 300 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = 57,41$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} \cdot \sqrt{\beta_A} = 0,611$$

LINIJA IZVIJANJA **a**

$$\chi_y = 0,8857$$

OS Z-Z

$$l_z = 300 \text{ cm}$$

$$\lambda_z = \frac{l_z}{i_z} = 93,75$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} \cdot \sqrt{\beta_A} = 0,998$$

LINIJA IZVIJANJA **a**

$$\chi_z = 0,6668$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{\min} \cdot N_{c,Rd} = \mathbf{650,45 \text{ kN}} \geq N_{Sd} = 154,94 \text{ kN}$$

INTERAKCIJA M - N BEZ BOČNOG IZVIJANJA

$$\beta_{M,y} = 1,400$$

$$\mu_y = \bar{\lambda}_y \cdot (2 \cdot \beta_{My} - 4) = -0,734 \leq 0,9$$

$$k_y = 1 - \frac{\mu_y \cdot N_{Sd}}{\chi_y \cdot A \cdot f_y} = 1,120 \leq 1,5$$

$$\frac{N_{Sd}}{\chi_{\min} \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}} + \frac{k_y \cdot M_{y,Sd}}{\frac{W_{y,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}} = \mathbf{0,216} \leq 1$$

Dimenzioniranje grede profila RHS 80/80/6

MATERIJAL

$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$
 $\varepsilon = 1,00$
 $E = 210000 \text{ N/mm}^2$
 $G = 80777 \text{ N/mm}^2$
 $\nu = 0,3$

REZNE SILE

$V_{z,Sd} = 19,41 \text{ kN}$
 $M_{y,Sd} = 11,67 \text{ kNm}$

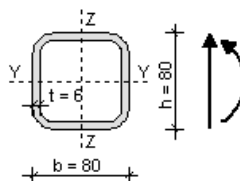
PARC. FAKTORI SIG.

$\gamma_{Mo} = 1,1$
 $\gamma_{M1} = 1,1$
 $\gamma_{M2} = 1,25$

PARAMETRI

$A = 88,900 \text{ cm}^2$
 $A_y = 65,600 \text{ cm}^2$
 $A_z = 32,400 \text{ cm}^2$
 $I_y = 13800,000 \text{ cm}^4$
 $W_{y1} = 975,600 \text{ cm}^3$
 $W_{y2} = 1065,300 \text{ cm}^3$
 $i_y = 12,500 \text{ cm}$
 $I_z = 4733,500 \text{ cm}^4$
 $W_{z1} = 315,600 \text{ cm}^3$
 $W_{z2} = 482,300 \text{ cm}^3$
 $i_z = 7,300 \text{ cm}$
 $I_t = 49,300 \text{ cm}^4$
 $I_{\omega} = 877152,000 \text{ cm}^6$

RHS 80/80/6



KLASIFIKACIJA POPREČNOG PRESJEKA

HRBAT

$$\frac{h - 3 \cdot t_f}{t_w} = 10,33 \leq 72 \cdot \varepsilon = 72,00 \Rightarrow \text{KLASA 1}$$

POJASNICA

$$\frac{b - 3 \cdot t_w}{t_f} = 10,33 \leq 33 \cdot \varepsilon = 33,00 \Rightarrow \text{KLASA 1}$$

POPREČNI PRESJEK JE SVRSTAN U KLASU 1

OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA

MOMENT SAVIJANJA $M_{y,Sd}$

$$M_{y,Rd} = \frac{W_{y2} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 227,59 \text{ kNm} \geq M_{y,Sd} = 11,67 \text{ kNm}$$

POPREČNA SILA $V_{z,Sd}$

$$\frac{h - 3 \cdot t_f}{t_w} = 10,33 \leq 69 \cdot \varepsilon = 69,00$$

\Rightarrow provjera izbočavanja hrpta nije potrebna

$$V_{z,Rd} = \frac{A_{v,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 399,63 \text{ kN} \geq V_{z,Sd} = 19,41 \text{ kN}$$

INTERAKCIJA M - V

$$\frac{M_{n,v,y,Rd}}{M_{y,Rd}} = 1,0 \Rightarrow M_{n,v,y,Rd} = 227,59 \text{ kNm}$$

$$M_{n,v,y,Rd} = 227,59 \text{ kNm} \geq M_{y,Sd} = 11,67 \text{ kNm}$$

Dimenzioniranje grede profila RHS 160/80/12

MATERIJAL

$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$
 $\varepsilon = 1,000$
 $E = 210000 \text{ N/mm}^2$
 $G = 80777 \text{ N/mm}^2$
 $\nu = 0,3$

REZNE SILE

$V_{z,Sd} = 9,74 \text{ kN}$
 $M_{y,Sd} = 5,78 \text{ kNm}$

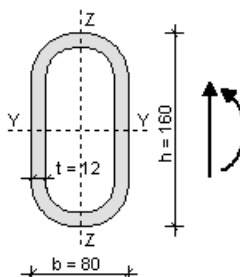
PARC. FAKTORI SIG.

$\gamma_{M0} = 1,1$
 $\gamma_{M1} = 1,1$
 $\gamma_{M2} = 1,25$

PARAMETRI

$A = 45,659 \text{ cm}^2$
 $A_y = 1,920 \text{ cm}^2$
 $A_z = 21,120 \text{ cm}^2$
 $I_y = 1246,937 \text{ cm}^4$
 $W_y = 155,867 \text{ cm}^3$
 $W_{ply} = 203,974 \text{ cm}^3$
 $i_y = 5,226 \text{ cm}$
 $I_z = 467,555 \text{ cm}^4$
 $W_z = 116,889 \text{ cm}^3$
 $W_{plz} = 125,016 \text{ cm}^3$
 $i_z = 3,200 \text{ cm}$
 $I_t = 1365,333 \text{ cm}^4$
 $I_\omega = 0,000 \text{ cm}^6$

RHS 160/80/12



KLASIFIKACIJA POPREČNOG PRESJEKA

HRBAT

$$\frac{h - 3 \cdot t_f}{t_w} = 10,33 \leq 72 \cdot \varepsilon = 72,00 \Rightarrow \text{KLASA 1}$$

POJASNICA

$$\frac{b - 3 \cdot t_w}{t_f} = 3,67 \leq 33 \cdot \varepsilon = 33,00 \Rightarrow \text{KLASA 1}$$

POPREČNI PRESJEK JE SVRSTAN U **KLASU 1**

OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA

MOMENT SAVIJANJA $M_{y,Sd}$

$$M_{y,Rd} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 43,58 \text{ kNm} \geq M_{y,Sd} = 5,78 \text{ kNm}$$

POPREČNA SILA $V_{z,Sd}$

$$\frac{h - 3 \cdot t_f}{t_w} = 10,33 \leq 69 \cdot \varepsilon = 69,00$$

\Rightarrow provjera izbočavanja hrpta nije potrebna

$$V_{z,Rd} = \frac{A_{w,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 260,5 \text{ kN} \geq V_{z,Sd} = 9,74 \text{ kN}$$

INTERAKCIJA M - V

$$\frac{M_{n,v,y,Rd}}{M_{y,Rd}} = 1,0 \Rightarrow M_{n,v,y,Rd} = 43,58 \text{ kNm}$$

$$M_{n,v,y,Rd} = 43,58 \text{ kNm} \geq M_{y,Sd} = 5,78 \text{ kNm}$$

Dimenzioniranje stubišnog kraka profila UPN 160

MATERIJAL

$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$
 $\epsilon = 1,000$
 $E = 210000 \text{ N/mm}^2$
 $G = 80777 \text{ N/mm}^2$
 $\nu = 0,3$

REZNE SILE

$N_{Sd} = 10,22 \text{ kN}$
 $V_{z,Sd} = 8,49 \text{ kN}$
 $M_{y,Sd} = 6,3 \text{ kNm}$

PARC. FAKTORI SIG.

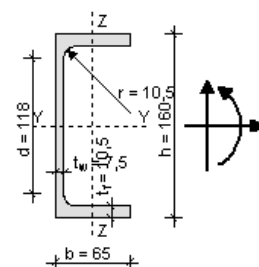
$\gamma_{Mo} = 1,1$
 $\gamma_{M1} = 1,1$
 $\gamma_{M2} = 1,25$

PARAMETRI

$A = 24,000 \text{ cm}^2$
 $A_y = 15,000 \text{ cm}^2$
 $A_z = 12,600 \text{ cm}^2$
 $I_y = 925,000 \text{ cm}^4$
 $W_y = 116,000 \text{ cm}^3$
 $W_{ply} = 138,000 \text{ cm}^3$
 $i_y = 6,200 \text{ cm}$
 $I_z = 85,300 \text{ cm}^4$
 $W_z = 18,300 \text{ cm}^3$
 $W_{plz} = 35,200 \text{ cm}^3$
 $i_z = 1,900 \text{ cm}$

$I_t = 7,400 \text{ cm}^4$
 $I_\omega = 3,260 \text{ cm}^6$

UPN 160



KLASIFIKACIJA POPREČNOG PRESJEKA

HRBAT

$$\frac{d}{t_w} = 15,73 \leq \frac{396}{13 \cdot \alpha - 1} \cdot \epsilon = 67,68, \alpha = 0,53 \Rightarrow \text{KLASA 1}$$

POJASNICA

$$\frac{c}{t_f} = 6,19 \leq 10 \cdot \epsilon = 10,00 \Rightarrow \text{KLASA 1}$$

POPREČNI PRESJEK JE SVRSTAN U **KLASU 1**

OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA

UZDUŽNA SILA N_{Sd}

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{Mo}} = 512,73 \text{ kN} \geq N_{Sd} = 10,22 \text{ kN}$$

MOMENT SAVIJANJA $M_{y,Sd}$

$$M_{y,Rd} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{Mo}} = 29,48 \text{ kNm} \geq M_{y,Sd} = 6,3 \text{ kNm}$$

POPREČNA SILA $V_{z,Sd}$

$$\frac{d}{t_w} = 15,73 \leq 69 \cdot \epsilon = 69,00$$

\Rightarrow provjera izbočavanja hrpta nije potrebna

$$V_{z,Rd} = \frac{A_{v,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{Mo}} = 155,41 \text{ kN} \geq V_{z,Sd} = 8,49 \text{ kN}$$

INTERAKCIJA M - N - V

$$\frac{M_{n.v.y,Rd}}{M_{y,Rd}} = 1,0 \Rightarrow M_{n.v.y,Rd} = 29,48 \text{ kNm}$$

$$M_{n.v.y,Rd} = 29,48 \text{ kNm} \geq M_{y,Sd} = 6,3 \text{ kNm}$$

OTPORNOST ELEMENTA

OTPORNOST NA BOČNO IZVIJANJE

$$g = 0 \text{ cm}, L = 487 \text{ cm}$$

$$k = 1,0, k_w = 1,0, C_1 = 1,132, C_2 = 0,459$$

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(k \cdot L)^2} \cdot \left(C_2 \cdot g + \sqrt{\frac{k^2}{k_w^2} \cdot \frac{I_\omega}{I_z} + \frac{(k \cdot L)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + (C_2 \cdot g)^2} \right)$$

$$M_{cr} = \mathbf{24,92 \text{ kNm}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{\beta_w \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = 1,141 > 0,4$$

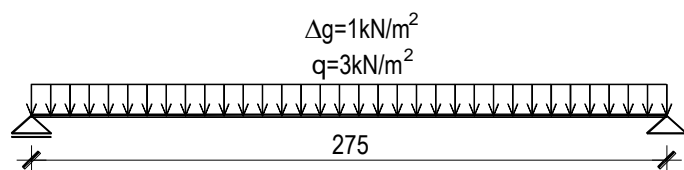
$$\text{MJERODANVA LINIJA IZVIJANJA } \mathbf{a} \Rightarrow \chi_{LT} = 0,5684$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{\beta_w \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \mathbf{16,76 \text{ kNm}} \geq M_{y,Sd} = 6,3 \text{ kNm}$$

INTERAKCIJA M - N

$$M_{eff,Sd} = M_{y,Sd} - 0,8 \cdot N_{Sd} \cdot \frac{W_y}{A} = \mathbf{5,9 \text{ kNm}} \leq M_{b,Rd} = 16,76 \text{ kNm}$$

17.5 Dimenzioniranje ab ploče podesta prizemlja



$$M_{Ed} = \frac{1.35 \cdot (1 + 3.5) \cdot 2.75^2}{8} + \frac{1.5 \cdot 3 \cdot 2.75^2}{8} = 9.99 \text{ kNm}$$

Dimenzioniranje ploče na savijanje – maksimalni moment u polju

Uobičajena kombinacija

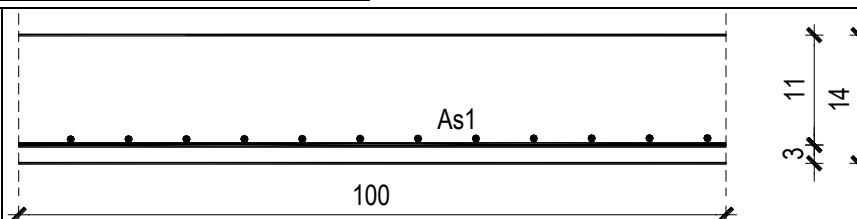
C 30/37 (MB-40)

$f_{cd} = 30/1.5 = 20.0 \text{ MPa}$

B 500

$f_{yd} = 500/1.15 = 434.8 \text{ MPa}$

$M_{Ed} = 9.99 \text{ kNm}$



b	100.00	cm		
h	14.00	cm		
d₁ (d₂)	3.00	cm	C 30/37	
d	11.00	cm	f_{cd}	2.00 kN/cm ²
			f_{yd}	43.48 kN/cm ²
M_{Ed}	9.99	kNm	Jednostruko armiranje	
N_{Ed}	0.00	kN	ω	5.165 %
ε_{s1}	10.0	‰	ρ	0.197 %
ε_{c2}	1.2	‰	ξ	0.107
M_{sds}	9.99	kNm	ζ	0.962
M_{Rd,lim}	38.52	kNm	A_{s1}	2.17 cm ²
μ_{sd}	0.041		A_{s2}	0.00 cm ²
			A_{s,min}	1.40 cm ²

Odabrana armatura: **Q-283 (A_{s1}=2,83 cm²)** (gornja i donja zona)



INVESTITOR: Sveučilište u Splitu
Livanjska 5, 21000 Split, OIB 29845096215

IZVODITELJ: SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Matice hrvatske 15, Split

GRADEVINA: STUDENTSKI DOM „BRUNO BUŠIĆ“ U SPLITU
Spinutska 37, 21000 Split, k.č.z. 5226/6

PROJEKT: REKONSTRUKCIJA – NADOGRADNJA I DOGRADNJA –
PROJEKT MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI KONSTRUKCIJA

RAZINA RAZRADE: GLAVNI PROJEKT

BROJ PROJEKTA: 01-S154/3-1310-90-2015

DATUM IZRADE: Studeni 2015.

ZOP: SDBB

II TEHNIČKI DIO PROJEKTA

II-2 GRAFIČKI PRILOZI

Projektant: Dr.sc. Alen Harapin, dipl.ing.grad.