

Investitor

GRAD POREČ
Obala Maršala Tita 5, 52440 Poreč

Građevina

**OSNOVNA ŠKOLA I
SPORTSKA DVORANA „FINIDA“**

Lokacija

Poreč, zona društvenih djelatnosti Finida
na k.č.br. 3396/1 k.o. Poreč

Faza projekta

Glavni projekt – projekt konstrukcije

ZOP: A-440-16

T.D.: 22/16 GR

Mapa: 2 / 10

Knjiga I: Osnovna škola

Glavni projektant

Nikica Tabain dia.

Projektant konstrukcije

Nikola Miletić dipl.ing.grad.

Suradnici

Dražen Strunje mag.ing.aedif.

Antonio Šafranko mag.ing.aedif.

Iva Čupić mag.ing.aedif.

Toni Lipovc mag.ing.aedif.

Marko Čupić mag.ing.aedif.

Ana Ljubičić mag.ing.aedif.

Ana Šitum mag.ing.aedif.

Direktor

Nikola Miletić, dipl.ing.grad.

Zagreb, listopad 2016.

SADRŽAJ

A. OPĆI DIO PROJEKTA	1
POPIS MAPA.....	2
IZVADAK IZ SUDSKE REGISTRACIJE	3
RJEŠENJE O IMENOVANJU GLAVNOG PROJEKTANTA.....	8
RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA KONSTRUKCIJE	9
RJEŠENJE O UPISU U IMENIK OVLAŠTENIH INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA	10
B. TEHNIČKI DIO PROJEKTA	12
POPIS PRIMJENJENIH ZAKONA I TEHNIČKIH PROPISA	13
PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KAKVOĆE	14
1 1 OPĆE NAPOMENE	14
2 RADOVI KOJI PRETHODE IZVEDBI KONSTRUKCIJE.....	14
3 BETONSKI i ARMIRANO-BETONSKI RADOVI	15
4 OPLATA I SKELE.....	21
5 ARMATURA I UGRADNJA ARMATURE	22
6 ZIDARSKI RADOVI.....	22
7 RADOVI NA IZVEDBI ČELIČNE KONSTRUKCIJE.....	24
8 ANTIKOROZIVNA ZAŠTITA.....	27
9 OSTALI RADOVI I MATERIJALI	28
10 NADZOR.....	28
11 MJERE U SLUČAJU NESUKLADNOSTI.....	28
12 DODATNA ISPITIVANJA	28
PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE GRAĐEVINE	29
UVJETI ZA ODRŽAVANJE GRAĐEVINE	30
TEHNIČKI OPIS.....	31
C. PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE KONSTRUKCIJE OSNOVNE ŠKOLE.....	40
1 GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE NOSIVE KONSTRUKCIJE.....	41
2 ANALIZA OPTEREĆENJA.....	44
2.1 Djelovanja.....	44
2.1.1 LC1 – vlastita težina.....	44
2.1.2 LC2 – dodatno stalno djelovanje	44
2.1.3 LC3– korisno djelovanje.....	47
2.1.4 LC4 – djelovanje snijega	49
2.1.5 LC5 i LC6 – djelovanje vjetra.....	50
2.1.6 LC7, LC8 – opterećenja podrumskih zidova	58
2.1.7 LC9– temperaturno djelovanje.....	59
2.1.8 LC10,LC11, LC12 i LC13– potresna djelovanja za smjer X i Y.....	61
2.2 Kombinacije djelovanja	69
3 POTRESNA ANALIZA KONSTRUKCIJE	71
3.1 Višemodalna spektralna analiza – rezultati proračuna.....	74
3.1.1 Prikaz vlastitih oblika i sudjelujućih masa.....	74
3.1.2 Pomaci konstrukcije.....	79
4 MEĐUKATNE KONSTRUKCIJE	82
4.1 AB ploča poz 400	83
4.1.1 Deformacije ploče	84
4.1.2 Rezne sile.....	86
4.1.3 Proračun potrebne armature ploče.....	89
4.2 Karakteristična stropna AB ploča prizemlja s „Nautilus“ elementima – poz 300.....	91

4.2.1	Deformacije ploče	94
4.2.2	Rezne sile.....	101
4.2.3	Proračun potrebne armature ploče.....	105
4.3	<i>Krovna AB ploča s „Nautilus“ elementima – poz 400.....</i>	<i>118</i>
4.3.1	Deformacije ploče	120
4.3.2	Rezne sile.....	125
4.3.3	Proračun potrebne armature ploče.....	129
4.4	<i>Stropna AB ploča podruma s „Nautilus“ elementima – poz 200.....</i>	<i>138</i>
4.4.1	Deformacije ploče	140
4.4.2	Rezne sile.....	142
4.4.3	Proračun potrebne armature ploče.....	146
5	DIMENZIONIRANJE STUPOVA	149
5.1	<i>Rezne sile.....</i>	<i>150</i>
5.1.1	Kombinacija opterećenja CO4 (GSN).....	150
5.1.2	Potresna kombinacija opterećenja CO3.....	160
5.2	<i>Provjera naprezanja</i>	<i>170</i>
5.3	<i>Proračunska armatura</i>	<i>172</i>
5.3.1	Kombinacija djelovanja CO4 (GSN).....	172
5.3.2	Potresna kombinacija djelovanja CO3.....	176
5.4	<i>Odabrana armatura stupova</i>	<i>180</i>
6	DIMENZIONIRANJE PARAPETNE GREDE	183
6.1	<i>Deformacije grede.....</i>	<i>184</i>
6.2	<i>Rezne sile.....</i>	<i>184</i>
6.3	<i>Potrebna armatura grede</i>	<i>185</i>
7	ZIDOVI	187
7.1	<i>Zid u osi 1.....</i>	<i>189</i>
7.2	<i>Zid u osi 3.....</i>	<i>195</i>
7.3	<i>Zid između osi 3/5 i b/c</i>	<i>201</i>
7.4	<i>Zid u osi 5.....</i>	<i>207</i>
7.5	<i>Zid u osi 9.....</i>	<i>213</i>
7.6	<i>Zid u osi 11.....</i>	<i>219</i>
7.7	<i>Zid u osi 15 između osi c/d</i>	<i>225</i>
7.8	<i>Zid u osi 17 između osi c/d</i>	<i>231</i>
7.9	<i>Zid u osi 21.....</i>	<i>237</i>
7.10	<i>Zid u osi 23.....</i>	<i>243</i>
7.11	<i>Zid u osi 27.....</i>	<i>249</i>
7.12	<i>Zid u osi 15 između osi 1/2</i>	<i>255</i>
7.13	<i>Zidovi lifta kod osi 15.....</i>	<i>261</i>
7.14	<i>Zidovi lifta kod osi 17.....</i>	<i>267</i>
7.15	<i>Zid između osi 25/27 kod osi c.....</i>	<i>273</i>
7.16	<i>Zid između osi 25/27 kod osi b</i>	<i>279</i>
7.17	<i>Zid u osi 25 između osi b/c</i>	<i>285</i>
8	KONTROLA PROBOJA.....	292
8.1	<i>Dijagrami uzdužnih sila po osima za kombinaciju CO4</i>	<i>292</i>
8.2	<i>Provjera proboja stupova kroz krovnu ploču.....</i>	<i>305</i>
8.2.1	Provjera proboja rubnih stupova.....	306
8.2.2	Provjera proboja središnjih stupova.....	310
8.3	<i>Provjera proboja stupova kroz stropnu ploču prizemlja</i>	<i>321</i>
8.3.1	Provjera proboja rubnih stupova.....	321
8.3.2	Provjera proboja središnjih stupova.....	327

9	PODRUMSKI ZIDOVI	330
9.1	<i>Proračun potrebne armature AB podrumskih zidova</i>	330
9.1.1	Zidovi u horizontalnim osima	331
9.1.2	Zidovi u vertikalnim osima.....	332
10	TEMELJI	334
10.1	<i>Modeliranje temeljnog tla</i>	335
10.2	<i>Trakasti temelji</i>	336
10.2.1	Intenzitet na temeljnoj površini	336
10.2.2	Potrebna armatura trakastih temelja	343
10.3	<i>Temeljna ploča stubišta i lifta</i>	358
10.3.1	Deformacije temeljne ploče stubišta ST1	358
10.3.2	Potrebna armatura	363
10.4	<i>Temeljne stope</i>	367
10.4.1	Naprezanje temeljnih stopa	371
10.4.2	Potrebna armatura temeljnih stopa	383
10.4.3	Proboj	389
10.5	<i>Podna ploča POZ 200 i 100</i>	397
11	AB STUBIŠTE ST1.....	398
12	AB STUBIŠTE ST2.....	400
13	PRORAČUN AB STUBIŠTA ST3	402
13.1	<i>Rezultati proračuna</i>	405
13.2	<i>Potresna analiza stubišta</i>	410
14	PRORAČUN AB STUBIŠTA ST4	413
14.1	<i>Rezultati proračuna</i>	414
15	AB STUBIŠTE ST5.....	421
16	ČELIČNO STUBIŠTE K1	423
16.1	<i>Opis konstrukcije</i>	423
16.2	<i>Analiza opterećenja</i>	424
16.2.1	Kombinacije djelovanja.....	426
16.3	<i>Rezultati proračuna</i>	426
16.3.1	Progib konstrukcije za kombinaciju opterećenja CO2_GSU	426
16.4	<i>Rezne sile–(prikaz rezultata za CO1_GSN)</i>	427
17	KONSTRUKCIJA ČELIČNOG MOSTA I STUBIŠTA K2.....	430
17.1	<i>Opis konstrukcije</i>	430
17.2	<i>Analiza opterećenja</i>	431
17.3	<i>Pomaci konstrukcije</i>	433
17.4	<i>Rezne sile</i>	435
17.5	<i>Nosivnost poprečnih presjeka</i>	438
17.6	<i>Stabilnost konstrukcije</i>	438
17.7	<i>Proračun čelične grede mosta IPE 200</i>	439
18	SVJETLARNIK	443
18.1	<i>Opis konstrukcije</i>	443
18.2	<i>Analiza opterećenja</i>	444
18.2.1	Kombinacije djelovanja.....	445
18.3	<i>Rezultati proračuna</i>	446
18.3.1	Progib konstrukcije za kombinaciju opterećenja CO2_GSU	446
18.4	<i>Rezne sile–(prikaz rezultata za CO1_GSN)</i>	446
19	ZIDOVI SPRINKLER BAZENA	449
20	PRORAČUN POŽARNE OTPORNOSTI KONSTRUKTIVNIH ELEMENATA	453
20.1	<i>Stupovi</i>	453

20.2	Zidovi	454
20.3	Ploče	455
D.	PLANOVI POZICIJA	456
	LIST 1- PLAN POZICIJA- TLOCRT TEMELJA ŠKOLE	
	LIST 2- PLAN POZICIJA-TLOCRT TEMELJA I PODRUMA ŠKOLE	
	LIST 3- PLAN POZICIJA-TLOCRT PRIZEMLJA	
	LIST 4- PLAN POZICIJA-TLOCRT KATA	
	LIST 5- PLAN POZICIJA-TLOCRT KROVA	
	LIST 6- PLAN POZICIJA- PRESJECI ŠKOLE	

A. OPĆI DIO PROJEKTA

POPIS MAPA

POPIS MAPA

MAPA 1	ARHITEKTONSKI PROJEKT KAP4 d.o.o., Zagreb
MAPA 2	GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE KAP4 d.o.o., Zagreb
MAPA 3	PROJEKT VODOVODA, ODVODNJE I HIDRANTSKE MREŽE INOVAPRO d.o.o., Zagreb
MAPA 4	STROJARSKI PROJEKT – PROJEKT TERMOTEHNIČKIH INSTALACIJA INOVAPRO d.o.o., Zagreb
MAPA 5	STROJARSKI PROJEKT – PROJEKT SPRINKLER INSTALACIJE INOVAPRO d.o.o., Zagreb
MAPA 6	STROJARSKI PROJEKT – PROJEKT PLINSKOG PRIKLJUČKA INOVAPRO d.o.o., Zagreb
MAPA 7	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT – PROJEKT ELEKTRIČNIH INSTALACIJA I SUSTAVA ZAŠTITE OD UDARA MUNJE INOVAPRO d.o.o., Zagreb
MAPA 8	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT – PROJEKT VATRODOJAVE INOVAPRO d.o.o., Zagreb
MAPA 9	GEODETSKI PROJEKT G.E.O.T.I.M d.o.o., Poreč
MAPA 10	STROJARSKI PROJEKT – PROJEKT VERTIKALNOG TRANSPORTA Kone d.o.o., Zagreb

POPIS ELABORATA

ELABORAT ZAŠTITE OD POŽARA
FLAMIT d.o.o., Zagreb

ELABORAT ZAŠTITE NA RADU
FLAMIT d.o.o., Zagreb

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:

080718870

OIB:

68965490837

TVRTKA:

- 1 KAP4 društvo s ograničenom odgovornošću za projektiranje, građenje i nadzor
- 1 English KAP4, limited liability company for projecting, construction and supervision
- 1 KAP4 d.o.o.
- 1 English KAP4 Ltd.

SJEDIŠTE/ADRESA:

- 1 Zagreb (Grad Zagreb)
Pokornoga 9

PRAVNI OBLIK:

- 1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

- 1 * - savjetovanje u vezi s poslovanjem i upravljanjem
- 1 * - financiranje komercijalnih poslova, uključujući izvozno financiranje na osnovi otkupa s diskontom i bez regresa dugoročnih nedospjelih potraživanja osiguranih financijskim instrumentima (engl. forfeiting)
- 1 * - otkup potraživanja s regresom ili bez njega (engl. factoring)
- 1 * - usluge vezane uz poslove kreditiranja: prikupljanje podataka, izrada analiza i davanje informacija o kreditnoj sposobnosti pravnih i fizičkih osoba koje samostalno obavljaju djelatnost
- 1 * - posredovanje pri sklapanju poslova na novčanom tržištu
- 1 * - savjetovanje pravnih osoba glede strukture kapitala, poslovne strategije i sličnih pitanja te pružanje usluga koje se odnose na poslovna spajanja i stjecanje dionica i poslovnih udjela u drugim društvima
- 1 * - kupnja i prodaja robe
- 1 * - obavljanje trgovačkog poslovanja na domaćem i inozemnom tržištu
- 1 * - zastupanje inozemnih tvrtki
- 1 * - poslovanje nekretninama

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:

- 1 * - tehničko ispitivanje i analiza
- 1 * - izrada i izvedba projekata iz područja građevinarstva, tehnike, elektronike, rudarstva, kemije, mehanike i industrije
- 1 * - savjetovanje, prikupljanje, analiza te davanje informacija s područja niskogradnje, hidrogradnje, prometa, sistemsko i sigurnosno savjetovanje
- 4 * - Projektiranje i građenje građevina te stručni nadzor građenja
- 4 * - Energetsko certificiranje, energetski pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi
- 4 * - Provedba programa izobrazbe osoba ovlaštenih za energetsko certificiranje, energetski pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi
- 4 * - Neovisna kontrola energetskog certifikata i izvješća o redovitom pregledu sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi
- 4 * - Obavljanje djelatnosti upravljanja projektom gradnje
- 4 * - Pružanje usluga u trgovini
- 4 * - Usluge informacijskog društva

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 1 Nikola Miletić, OIB: 14770117508
Zagreb, Pokornoga 9
- 2 - član društva
- 6 Nikica Tabain, OIB: 95104912181
Zagreb, Vinogradi 56
- 2 - član društva

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- 1 Nikola Miletić, OIB: 14770117508
Zagreb, Pokornoga 9
- 1 - direktor
- 1 - zastupa pojedinačno i samostalno
- 6 Nikica Tabain, OIB: 95104912181
Zagreb, Vinogradi 56
- 2 - direktor
- 2 - zastupa pojedinačno i samostalno od 26.10.2012. godine

TEMELJNI KAPITAL:

- 5 650.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

SUBJEKT UPISA

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

- 1 Izjava o osnivanju od 16.12.2009. godine ulaže se u zbirku isprava.
- 3 Izjava o osnivanju društva od 16.12.2009. godine Odlukom članova društva od 26.10.2012. godine u potpunosti izmijenjena i preimenovana u Društveni ugovor.
- 4 Društveni ugovor društva s ograničenom odgovornošću od 26.listopada 2012.godine, Odlukom članova društva od 5.veljače 2014.godine, izmijenjen u odredbi koja uređuje predmet poslovanja, te je zamijenjen novim potpunim tekstom Društvenog ugovora.
- 5 Društveni ugovor društva s ograničenom odgovornošću od 05.veljače 2014.godine, izmijenjen Odlukom članova društva od 30.travnja 2014.godine u odredbi koja uređuje temeljni kapital društva, te je u potpuno novom tekstu dostavljen sudu.

Promjene temeljnog kapitala:

- 5 Odlukom članova društva od 30.travnja 2014.godine, unosom zadržane dobiti za 2013.godinu, povećan je temeljni kapital društva sa iznosa od 20.000,00 kuna, za iznos od 630.000,00 kuna, na iznos od 650.000,00 kuna.

PODRUŽNICA BR. 001

TVRTKA PODRUŽNICE:

- 7 KAP4 društvo s ograničenom odgovornošću za projektiranje, građenje i nadzor - Podružnica Split
- 7 KAP4 d.o.o. - Podružnica Split

SJEDIŠTE/ADRESA PODRUŽNICE:

- 7 Split (Grad Split)
Lovački put 5

DJELATNOSTI PODRUŽNICE:

- 7 * - Projektiranje i građenje građevina te stručni nadzor građenja
- 7 * - Energetsko certificiranje, energetski pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi
- 7 * - Obavljanje djelatnosti upravljanja projektom gradnje
- 7 * - Savjetovanje u vezi s poslovanjem i upravljanjem
- 7 * - Usluge vezane uz poslove kreditiranja: prikupljanje podataka, izrada analiza i davanje informacija o kreditnoj sposobnosti pravnih i fizičkih osoba koje samostalno obavljaju djelatnost
- 7 * - Posredovanje pri sklapanju poslova na novčanom

SUBJEKT UPISA

PODRUŽNICA BR. 001

DJELATNOSTI PODRUŽNICE:

- tržištu
- 7 * - Savjetovanje pravnih osoba glede strukture kapitala, poslovne strategije i sličnih pitanja te pružanje usluga koje se odnose na poslovna spajanja i stjecanje dionica i poslovnih udjela u drugim društvima
 - 7 * - Kupnja i prodaja robe
 - 7 * - Pružanje usluga u trgovini
 - 7 * - Obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
 - 7 * - Zastupanje inozemnih tvrtki
 - 7 * - Usluge informacijskog društva
 - 7 * - Poslovanje nekretninama
 - 7 * - Tehničko ispitivanje i analiza
 - 7 * - Izrada i izvedba projekata iz područja građevinarstva, tehnike, elektronike, rudarstva, kemije, mehanike i industrije
 - 7 * - Savjetovanje, prikupljanje, analiza te davanje informacija s područja niskogradnje, hidrogradnje, prometa, sistemsko i sigurnosno savjetovanje

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- 7 Nikola Miletić, OIB: 14770117508
Zagreb, Pokornoga 9
 - 7 - osoba ovlaštena da u poslovanju podružnice zastupa osnivača
 - 7 - zastupa osnivača pojedinačno i samostalno
- 7 Nikica Tabain, OIB: 95104912181
Zagreb, Vinogradi 56
 - 7 - osoba ovlaštena da u poslovanju podružnice zastupa osnivača
 - 7 - zastupa osnivača pojedinačno i samostalno

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	26.02.16	2015	01.01.15 - 31.12.15	GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
0001 Tt-10/89-2	19.01.2010	Trgovački sud u Zagrebu
0002 Tt-12/17939-4	06.12.2012	Trgovački sud u Zagrebu
0003 Tt-12/17939-6	18.12.2012	Trgovački sud u Zagrebu
0004 Tt-14/3605-2	04.03.2014	Trgovački sud u Zagrebu

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

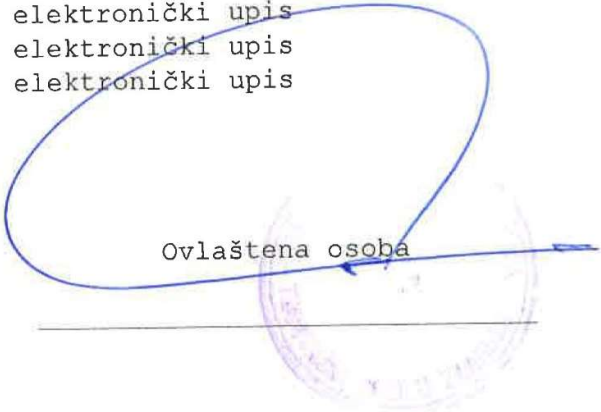
SUBJEKT UPISA

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
0005 Tt-14/11509-2	21.05.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0006 Tt-14/24352-4	27.11.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0007 Tt-14/24354-4	03.12.2014	Trgovački sud u Zagrebu
eu /	28.03.2011	elektronički upis
eu /	23.02.2012	elektronički upis
eu /	25.02.2013	elektronički upis
eu /	24.03.2014	elektronički upis
eu /	06.03.2015	elektronički upis
eu /	26.02.2016	elektronički upis

U Zagrebu, 11. ožujka 2016.

Ovlaštena osoba



RJEŠENJE O IMENOVANJU GLAVNOG PROJEKTANTA

RJEŠENJE O IMENOVANJU GLAVNOG PROJEKTANTA

Na temelju članka 52. Zakona o gradnji (NN 153/13) donosi se:

RJEŠENJE o imenovanju glavnog projektanta

NIKICA TABAIN dipl.ing.arh. postavlja se za GLAVNOG PROJEKTANTA za projektni zadatak:

IZGRADNJA NOVE OSNOVNE ŠKOLE I SPORTSKE DVORANE „FINIDA“ k.č. 3396/1 k.o. Poreč

O b r a z l o ž e n j e:

Prema odredbi čl. 52. citiranog Zakona, ako u projektiranju sudjeluje više projektanata, za cjelovitost i međusobnu usklađenost projekata odgovoran je glavni projektant i određuje ga Naručitelj.

Zagreb, 05/2016



Za Naručitelja:

GRAD POREČ-PARENZO

Gradonačelnik:

Edi Štifanić

RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA KONSTRUKCIJE

građevina: OSNOVNA ŠKOLA I SPORTSKA DVORANA „FINIDA“

lokacija: k.č.br. 3396/1 k.o. Poreč, Poreč

investitor: GRAD POREČ
Obala Maršala Tita 5, 52440 Poreč
OIB: 41303906494

ZOP: A-440-16

TD: 22/16 GR

faza projekta: GLAVNI PROJEKT- PROJEKT KONSTRUKCIJE

KAP 4 d.o.o. Zagreb ima u stalnom radnom odnosu ovlaštenog inženjera građevine, iz čega proizlazi da su ispunjeni uvjeti iz čl. 51 Zakona o gradnji (NN153/13) te se izdaje:

RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA
GRAĐEVINSKOG PROJEKTA KONSTRUKCIJE

kojim se projektantom imenuje:

NIKOLA MILETIĆ, dipl.ing.građ. br. ovl. 4252

Imenovani je u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva upisan pod rednim brojem 4252 na osnovu rješenja Komore klasaUP/I – 360-01/09-01/4252; ur.broj: 314-02-09-1 od 23.03.2009.godine.

Ovo rješenje vrijedi do svršetka projektiranja ili do opoziva.

Direktor:

Nikola Miletić, dipl.ing.građ.

Zagreb, listopad 2016. god.



REPUBLIKA HRVATSKA

**HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA
I INŽENJERA U GRADITELJSTVU**

10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 271

Klasa: UP/I-360-01/09-01/ 4252
Urbroj: 314-02-09-1
Zagreb, 23. ožujka 2009. godine

Na temelju članka 24. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), te na temelju Odluke i nacрта Rješenja Odbora za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva od 18.03.2009. godine, koji je rješavao po Zahtjevu za upis MILETIĆ NIKOLE, dipl.ing.građ., SPLIT, PUT PLOKITA 51, predsjednik Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu donosi i potpisuje

RJEŠENJE

1. U Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva upisuje se **MILETIĆ NIKOLA**, dipl.ing.građ., SPLIT, pod rednim brojem **4252**, s danom upisa **18.03.2009.** godine.
2. Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva, **MILETIĆ NIKOLA**, dipl.ing.građ., stječe pravo na uporabu strukovnog naziva "**ovlašteni inženjer građevinarstva**" i pravo na obavljanje stručnih poslova temeljem članka 25. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a u svezi s člankom 4. stavkom 1., 4. i 5. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, te ostala prava i dužnosti sukladno posebnim propisima.
3. Ovlašteni inženjer građevinarstva poslove iz točke 2. ovoga Rješenja dužan je obavljati stvarno i stalno, te sukladno temeljnim načelima i pravilima struke koje treba poštivati ovlašteni inženjer građevinarstva.
4. Ovlaštenom inženjeru građevinarstva Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu izdaje "**inženjersku iskaznicu**" i "**pečat**", koji su trajno vlasništvo Komore.
5. Ovlašteni inženjer građevinarstva dobiva posredstvom Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu policu osiguranja od profesionalne odgovornosti od odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje za razdoblje od godinu dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja uračunata je u članarinu.
6. Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je plaćati Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu članarinu i ostala davanja koja utvrde tijela Komore i Razreda, osim u slučaju mirovanja članstva, te pri prestanku članstva u Komori podmiriti sve dospjele financijske obveze prema istima.

Obrazloženje

MILETIĆ NIKOLA, dipl.ing.građ., podnio je Zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva.

Odbor za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva proveo je na sjednici održanoj 18.03.2009. godine postupak razmatranja dostavljenog potpunog Zahtjeva imenovanog, te je temeljem članka 24. stavka 2. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), a u svezi s člankom 5. stavkom 2. i člankom 22. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), donio Odluku i nacrt Rješenja o upisu imenovanog u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva. Nacrt Rješenja dostavljen je na potpis predsjedniku Komore.

Ovlašteni inženjer građevinarstva stekao je pravo na obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja prema članku 49. Zakona o gradnji koji je ostavljen na snazi člankom 353. stavkom 2. podstavkom 2. Zakona o prostornom uređenju i gradnji ("Narodne novine", br. 76/07), i članku 4. stavku 1. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), u svojstvu odgovorne osobe upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu i to pravo mu traje dok traje polica osiguranja od profesionalne odgovornosti, odnosno do izricanja stegovne kazne iz članka 30. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), a u svezi s člankom 4. stavkom 4. i 5. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Ovlašteni inženjer građevinarstva, osim u slučaju mirovanja članstva, dobiva posredstvom Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu policu osiguranja od profesionalne odgovornosti od odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje za razdoblje od godinu dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja uračunata je u članarinu.

Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva imenovani je stekao pravo na "pečat" i "inženjersku iskaznicu" koje mu izdaje Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a koji su trajno vlasništvo Komore temeljem članka 4. stavka 2. i 3. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Sva prethodno navedena prava obvezuju ovlaštenog inženjera građevinarstva na redovno i uredno plaćanje članarine u skladu s člankom 31. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Ovlašteni inženjer građevinarstva može poslove projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja prema članku 51., 52., 53. i 55. Zakona o gradnji koji su ostavljeni na snazi člankom 353. stavkom 2. podstavkom 2. Zakona o prostornom uređenju i gradnji ("Narodne novine", br. 76/07), obavljati samostalno u vlastitom uredu, zajedničkom uredu, projektantskom društvu, odnosno u pravnoj osobi registriranoj za tu djelatnost.

Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je u obavljanju poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja poštivati odredbe Zakona o gradnji i posebnih zakona, te osigurati da obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora bude u skladu s načelima i pravilima struke, koja treba poštivati ovlašteni inženjer građevinarstva.

Na temelju svega prethodno navedenog, riješeno je kao u dispozitivu ovoga Rješenja.

Pouka o pravnom lijeku

Protiv ovog Rješenja žalba nije dopuštena, ali se može pokrenuti upravni spor podnošenjem tužbe Upravnom sudu Republike Hrvatske, u roku od 30 dana od primitka ovog Rješenja.

PREDSJEDNIK KOMORE


Tomislav Tkalić, dipl.ing.stroj.

Dostaviti:

1. NIKOLA MILETIĆ, 21000 SPLIT, PUT PLOKITA 51
2. U Zbirku isprava Komore
3. Pismohrana Komore

B. TEHNIČKI DIO PROJEKTA

POPIS PRIMJENJENIH ZAKONA I TEHNIČKIH PROPISA

Primijenjeni su važeći zakoni i tehnički propisi u pogledu mehaničke otpornosti i stabilnosti predmetne građevine.

Popis primijenjenih zakona i propisa:

1. Zakon o gradnji (NN RH br. 153/13) i prateći posebni propisi
2. Zakon o prostornom uređenju (NN RH br. 153/13)
3. Tehnički propis za betonske konstrukcije (NN RH br. 139/09, 14/10, 125/10, 136/12)
4. Tehnički propis za čelične konstrukcije (NN RH br. 112/08, 125/10, 73/12, 136/12)
5. Tehnički propis za spregnute konstrukcije od čelika i betona (NN RH br. 119/08, 125/10, 136/12)
6. Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN RH br. 33/10, 87/10, 146/10, 81/11, 100/11, 130/12, 81/13)
7. Zakon o zaštiti na radu (NN RH br. 59/96, 94/96, 114/03, 100/04, 86/08, 116/08, 75/09, 143/12)
8. Zakon o zaštiti od požara (NN RH br. 92/10)
9. Zakon o građevnim proizvodima (NN RH br. 76/13, 30/14)

PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KAKVOĆE

1 1 OPĆE NAPOMENE

Predmetni projekt je izrađen sukladno Zakonu o gradnji –u daljnjem tekstu Zakon (153/13)) kojim su propisana tehnička svojstva bitna za građevinu te ostalim Zakonima i Propisima, i normama na koji se oni odnose, pobrojanim u prethodnom poglavlju. Materijali, proizvodi, oprema i radovi moraju biti izrađeni u skladu s normama i tehničkim propisima navedenim u projektnoj dokumentaciji. Ako nije navedena niti jedna norma obvezna je primjena odgovarajućih EN normi (europska norma). Ako se u međuvremenu neka norma ili propis stavi van snage, važit će zamjenjujuća norma ili propis.

Ovi tehnički uvjeti i program kontrole kvaliteta (u daljnjem tekstu Tehnički uvjeti), izrađeni prema odredbama Zakona, sadrže tehničke uvjete izvođenja radova, tehnologiju izvođenja, način ocjenjivanja kvalitete. Tehnički uvjeti vrijede za radove na konstrukciji i za radove koji se naknadno odrede na gradilištu, a koji su neophodni za potpuno dovršenje predmetne građevine.

Kontrolna ispitivanja

O izvršenim kontrolnim ispitivanjima materijala koji se ugrađuje u građevinu mora se cijelo vrijeme građenja voditi evidencija te sačiniti izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala sukladno projektu, ovom programu ili citiranim pravilnicima, normama i standardima. Za materijale koji podliježu obveznom atestiranju mora se izdati atestna dokumentacija sukladno propisima.

2 RADOVI KOJI PRETHODE IZVEDBI KONSTRUKCIJE

ISKOLČENJE

Od faze iskolčenja građevine, preko svih faza izgradnje, do završetka građevine, nužan je stalni geodetski nadzor. Tijekom građenja vršiti:

- stalnu kontrolu iskolčenja i druge geometrije svih elemenata
- kontrolu osiguranja svih točaka
- kontrolu repera i poligonih točaka

ZEMLJANI RADOVI

Prije početka gradnje zemljište se mora očistiti od raslinja, smeća i otpadaka. To se isto odnosi na dio zemljišta na kojem je bila prethodno konstrukcija, a srušena je kako bi sad na istom mjestu gradila nova. Tlo na mjestu građenja potrebno je isplanirati i iskolčiti. Prilikom iskopa izvođač je dužan obavijestiti geomehaničara koji mora izvršiti kontrolu svojstava tla i napraviti kontrolu statičkog proračuna. Potrebno je napraviti i kontrolu geometrije i kvalitete građiva postojeće temeljne konstrukcije. Ako se ustvrdi da geometrija odstupa od pretpostavki potrebno je napraviti dodatnu kontrolu statičkog proračuna. Sve iskope potrebno je izvesti po projektu s bočnim odsijecanjem i zaštitom bočnih strana kako ne bi došlo do urušavanja zemljišta prilikom njihova betoniranja. Sve radove, kontrolu i potvrdu parametara izvođač, geomehaničar i nadzorni inženjer su dužni upisati u građevinski dnevnik. Kod zatrpavanja i nasipanja prostora oko temelja do nivoa tla potrebno je nasipavati i nabijati u slojevima po 30 cm. Zasipavanje oko izvedenih temelja izvesti nakon izrade i zaštite hidroizolacije, i to u slojevima s potrebnim zbijanjem kako ne bi došlo do naknadnog slijeganja nasutog tla.

Na kraju je potrebno obaviti planiranje zemljišta, zatrpavanje svih jama i uklanjanje svega nepotrebno s gradilišta.

HIDROIZOLACIJE

Hidroizolaciju građevine izvesti u skladu s projektom te uputama proizvođača hidroizolacije. Provjeravati vrste i ateste po šaržama ljepenke i spojnog materijala u odnosu na projekt. Prije polaganja hidroizolacije provjeriti hrapavost podloge. U toku radova rukovoditelj treba propisati i provesti potrebne mjere zaštite kako ne bi došlo do oštećenja izvedene hidroizolacije, a naročito pažljivo izvoditi zaštitu hidroizolacije betonom.

3 BETONSKI i ARMIRANO-BETONSKI RADOVI

Ovim tehničkim uvjetima dani su kriteriji kvaliteta i ispitivanje osnovnih materijala, tehnološki uvjeti i kontrola izvedbe armirano-betonskih radova, te prethodna i kontrolna ispitivanja svježeg i očvrstlog betona, u svemu prema Tehničkom propisu za betonske konstrukcije – u daljnjem tekstu Propis (NN 139/09). Građevni proizvodi na koje se primjenjuje ovaj Propis jesu cement, agregat, dodatak betonu, dodatak mortu za injektiranje natega, voda, beton, čelik za armiranje, čelik za prednapinjanje, armatura, predgotovljeni betonski element, proizvod za zaštitu i popravak betonske konstrukcije, i drugi građevni proizvodi za koje su propisani zahtjevi priložima ovoga Propisa radi ugradnje zajedno sa spomenutim proizvodima. Kontrolna ispitivanja koja organizira i provodi izvođač, obuhvaćaju prije svega ispitivanje osnovnih materijala, svježeg, stvrdnjavajućeg i čvrstog betona, što sve kontrolira nadzorni inženjer. Ispunjavanje bitnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine i dijela bitnog zahtjeva zaštite od požara, koji se odnosi na čuvanje nosivosti betonske konstrukcije u slučaju požara tijekom određenog vremena utvrđenog posebnim propisom, postiže se betonskom konstrukcijom koja ima tehnička svojstva i ispunjava zahtjeve propisane ovim Propisom. Svi tehnički propisi i norme koji se odnose na spomenute materijale te projektiranje i ugradnju materijala u konstrukcije nalaze se u Propisu.

Proizvođač betona je odgovoran za proizvodnju i transport, a izvođač radova za ugradnju, zbijanje i njegu svježeg betona.

Kontrola kvalitete betona isporučenog gradilištu obaveza je izvođača radova. Na gradilištu je potrebno provoditi kontrolu svježeg i očvrstlog betona prema prilogu J TPBK-a.

Ispitivanje identičnosti tlačne čvrstoće provodi se prema dodatku B norme HRN EN 206-1, točka B.3.1. za beton certificirane kontrole proizvodnje.

Kontrola kvalitete svježeg i očvrstlog betona na gradilištu provodi se u skladu s uvjetima projekta konstrukcije (svojstva očvrstlog betona) i uvjetima izvođača radova (svojstva svježeg betona).

Učestalost uzimanja uzoraka betona za ispitivanje identičnosti tlačnih čvrstoća određuje se prema važnosti armirano betonske konstrukcije .

Izveštaj o postignutoj kvaliteti ugrađenog betona izradit će zadužena i ovlaštena osoba s kojom izvođač ima ugovor za obavljanje tog posla.

PLAN KONTROLE PROIZVODNJE BETONA

Kontrola proizvodnje obuhvaća:

1. Prethodna ispitivanja (početna ispitivanja tipa, prema normi HRN EN 206-1, dodatak A)
2. Ispitivanje proizvodne sposobnosti betonare
3. Ispitivanje osnovnih komponenti betona
4. Ispitivanje svježeg betona
5. Ispitivanje očvrstlog betona (točka 8.0. norme HRN EN 206-1:2006)
 - 5.1 Minimalni broj uzoraka za prihvaćanje sukladnosti betona (tablica 13, točka 8.2.1.2. norme HRN EN 206-1:2006), za početnu i neprekidnu proizvodnju betona
 - 5.2 Kriterij sukladnosti tlačne čvrstoće (tablica 14, točka 8.2.1.3. norme HRN EN 206 -1:2006)

1. Prethodna ispitivanja

Sastav betona definirani su prema ranije izvedenim prethodnim ispitivanjima i početnim ispitivanjima tipa, prema normi HRN EN 206 -1, dodatak A. Dokazi postignutih razreda tlačnih čvrstoća betona po periodima proizvodnje (mesečni), izvještaji o prethodnim ispitivanjima betona i izvještaji o početnim ispitivanjima tipa nalaze se u dokumentaciji betonare i laboratorija

2. Ispitivanje proizvodne sposobnosti betonare

Proizvodna sposobnost betonare ispituje se prema normi HRN U.M1.050 i ASTM C 94-86a, a rezultati ispitivanja sastavni su dio dokumentacije betonare.

3. Ispitivanje osnovnih komponenti betona

Vrši za to ovlaštena osoba pri betonari. Vrši kontrolu osnovnih komponenti za proizvodnju betona. Kontrola se sastoji od vizualnog pregleda svake dopremljene pošiljke, kako bi se utvrdio da li je kvaliteta u skladu s proizvođačevom specifikacijom iz popratne dokumentacije. Potvrde o tvorničkoj kontroli proizvodnji i Izjave o sukladnosti proizvođača cementa, agregata i aditiva nalaze se u dokumentaciji laboratorija i betonare.

4. Ispitivanje svježeg betona

Provodi se u laboratoriju betonare prema normi niza HRN EN 12350 -1,2,3,6, i 7

Ispitivanje KONZISTENCIJE vrši se stalno i to pri betonari. Ispitivanje mjerenjem vrši se u laboratoriju betonare i to na početku rada, kod uzimanja kontrolnih uzoraka i/ili minimalno jednom u smjeni.

Ispitivanje TEMPERATURE (vanjske) se provodi periodično ovisno o vremenskim prilikama.

Ispitivanje GUSTOĆE se vrši dnevno u laboratoriju betonare.

Ispitavnje SADRŽAJA VODE se provodi za svaku mješavinu i to pri betonari.

Dolaskom auto mješalice na gradilište potrebno je provjeriti:

- sve podatke s otpremnice betona (odgovara li isporučeni beton specificiranom u narudžbi)
- je li došlo do promjene svojstva svježeg betona u transportu koje bi mogle utjecati na kavlitetu ugradnje i svojstva očvrstlog betona (izvršiti vizualni pregled, mjerenje konzistencije i temp. svježeg betona kod betoniranja u posebnim uvjetima – temperatura zraka ispod 5 stupnjeva Celzijevih i iznad 30).
- provjeriti da temp samog svježeg betona ne bude iznad 30 stupnjeva Celzijevih te ne manje od 5 stupnjeva celzijevih
- izmjeriti konzistenciju na početku betonaže i kod uzimanja uzoraka (istim postupkom kao u tvornici betona, u skladu s normom HRN EN 12350 -2)

Zadužena stručna osoba Izvođača obavljati će kontrolu dopremljenog betona i po potrebi, prema uputama proizvođača, korigirati konzistenciju betona. Konzistencija mora omogućiti kvalitetnu ugradnju u elemente konstrukcije i zbijanje za to predviđenim sredstvima.

Svježem betonu NE SMIJE se naknadno dodavati voda. Konzistencija se (nakon slump testa) može korigirati jedino dodavanjem superplastifikatora u auto mješalicu, pod stručnim nadzorom odogovorne osobe izvođača radova.

5. Ispitivanje očvrstlog betona

U toku proizvodnje betona obavezno je uzimanje kontrolnih uzoraka svakog tipa betona u skladu s normom HRN EN 206-1:2006. Na uzorcima očvrstlog betona ispituje se tlačna čvrstoća i zahtjevana posebna svojstva betona, ako su određena projektom konstrukcije ili programom kontrole.

Rezultati ispitivanja tlačnih čvrstoća očvrstlog betona obrađuju se u okviru tekuće kontrole za dokaz o postignutim razredima tlačnih čvrstoća projektiranog betona. Ocjena tlačne čvrstoće projektiranog betona daje se u skladu s normom HRN EN 206-1, točka 8.2.1, gdje se proizvodnja betona ocjenjuje kao početna, odnosno neprekidna nakon što se ispita više od 35 uzoraka svakog sastava betona. Ocjena se daje prema kriterijima sukladnosti tlačne čvrstoće iz tablice 14 norme HRN EN 206-1, na grupama od 3 uzastopna rezultata ispitivanja koja se ne preklapaju.

Minimalna, propisana učestalost izorkovanja betona je:

Tablica 13 norme HRN EN 206-1

Proizvodnja	Minimalna učestalost uzorkovanja		
	Prvih 50 m3 proizvodnje	50 m3	Nakon prvih 50 m3 proizvodnje
Početna (dok se ne dobije najmanje 35 rezultata)	3 uzorka		Beton sa certificiranom kontrolom proizvodnje 1 na 200 m3 ili 2 na 150 m2 proizvodni tjedan
Neprekidna (kad se dobije najmanje 35 rezultata)			Beton bez certificirane kontrole proizvodnje 1 na 400 m3 ili 1 na 150 m2 proizvodni tjedan

Osim uzorkovanja definiranih Tablicom 13 potrebno je izvršiti i dodatno uzorkovanje betona ugrađenog na gradilištu i to po slijedećem ključu:

- pri ugradnji betona temeljnih elemenata minimalno dodatno po jedan uzorak na svakih 75 m3 betona iste kvalitete ili minimalno dodatno jedan uzorak dnevno (u razdoblju kad se vrši betoniranje temelja).
- pri ugradnji betona zidova jezgri minimalno dodatno po jedan uzorak na svakih 50 m3 betona iste kvalitete ili minimalno jedan uzorak dnevno (u razdoblju kad se vrši betoniranje zidova jezgre)

Uzorkovanje treba biti raspoređeno kroz svu proizvodnju i ne treba biti veće od 1 uzorka na svakih 25 m3.

Uzorke betona treba uzimati i ugrađivati iz različitih mješavina ili auto dizalica.

Uzorci su dimenzija 150/150/150 mm, uzimaju se u promatranom razdoblju, te ugrađuju i njeguju u skladu sa normom HRN EN 12390-1,2.

Tlačna čvrstoća se ispituje prema normi HRN EN 12390-3 pri starosti uzorka od 28 dana.

Uzorak se ugrađuje u kalup u tri sloja i svaki sloj se zbijanje šipkom. Uzorak betona se drži u kalupu 24 h na temperaturi cca 20 stupnjeva celzijevih, a slobodnu površinu potrebno je pokriti vlažnom jutenom vrećom. Nakon što se kocka izvadi iz kalupa njeguje se do prijevoza u laboratorij u bazenu s vodom.

Razred slijeganja svih betona je S4. Na izvedbenim crtežima specificirano je maksimalno zrno agregata. Ukoliko nije vrijedi 7 do 32 mm.

Kod tvorničke proizvodnje prefabriciranih betonskih elemenata u kontroliranim uvjetima zaštitni sloj se može umanjiti za do 5 mm.

Sve eventualne korekcije moraju biti pravovremeno predočene naručitelju i izvođaču radova na gradilištu, nadzornom inženjeru i projektantu.

Navedeni sastavi betonira definirani su za betone koji će se ugrađivati auto pumpom, direktnim istovarom iz ato mješalice ili pomoću toranjske dizalice s posudom za prihvatanje betona. Vrijedi za dobavljene betone i ugrađene na samom gradilištu te isto za betone dobavljene i ugrađene u tvornici armirano betonskih prefabrikata.

Izvođač prefabrikata dostavlja svu potrebnu specificiranu dokumentaciju Glavnom Izvođaču odnosno Nadzornom inženjeru na gradilište.

Razredi konzistencije svježeg betona definirani su točkom 4.2.1. norme HRN EN 206-1.

S4 – slijeganje 160-210 mm

PROIZVODNJA BETONA

Proizvođač betona obavezan je isporučiti beton odgovarajućih reoloških svostava, homogen i ugradljiv, bez segregacije zrna i izdvajanja vode. To znači da u toku proizvodnje betona mora odrediti optimalno vrijeme miješanja.

Kod utovara betona u auto mješalicu ne smije dolaziti ni do kakave segregacije. Dopuštena visina slobodnog pada ovisna je o sastavu betona, a proizvođač je mora odrediti za svaki slučaj posebno.

Sastavni materijali betona koji se upotrebljavaju za proizvodnju ne smiju sadržavati štetne primjese u količinama koje mogu biti opasne po svojstva trajnosti betona ili uzrokovati koroziju armature. Moraju biti pogodni za namjeravano korištenje betona. Svi sastavni materijali moraju imati odgovarajuću ispravu o sukladnosti.

Cement

Za izradu betona mogu se rabiti cementi propisani Propisom, prilog C i normom HRN EN 197, koja uvjetuje sastav, svojstva i kriterije sukladnosti običnog cementa. Smiju se rabiti samo oni cementi koji imaju potvrdu sukladnosti s uvjetima odgovarajuće važeće norme, izdane po ovlaštenoj hrvatskoj instituciji. Preporuka je cement tipa CEM II, razreda tlačne čvrstoće 42,5 ili veće.

Agregat

Za izradu betona može se upotrebljavati obični i teški agregat propisani Propisom, prilog D i normom HRN EN 12620; i lagani agregat propisan normom HRN EN 13055. Smije se rabiti samo agregat koji ima potvrdu sukladnosti s uvjetima navedenih normi, koju izdaje ovlaštena hrvatska institucija. Za sve vrijeme izvođenja betonskih radova u prostor za uskladištenje pojedinih frakcija agregata smiju se uskladištiti samo vrste agregata odabrane prema projektiranom sastavu betonske mješavine.

Ispitivanje vlažnosti frakcije može raditi laboratorij betonare (izvodi se svakodnevno), dok ispitivanje granulometrijskog sastava, procjena sitnih čestica i upijanja vode može raditi akreditirani laboratorij (izvodi se u slučaju sumnje).

Kemijski i mineralni dodaci betonu

Dodaci betonu i mortu za injektiranje natega mogu se upotrebljavati prema Propisom te normama za kemijske i mineralne dodatke.

Mogu se rabiti kemijski dodaci koji zadovoljavaju uvjete norme HRN EN 934. Smiju se rabiti samo oni *kemijski dodaci* koji imaju potvrdu sukladnosti s uvjetima navedene norme koju je izdala ovlaštena hrvatska institucija.

Prema HRN EN 206-1, primjenjuju se *mineralni dodaci* tip I i tip II. Mineralni dodaci tipa I moraju zadovoljavati norme EN 12620 (za filere) i HRN EN 12878 (za pigmente). Mineralni dodaci tipa II moraju zadovoljavati norme HRN EN 450 (za lebdeći pepeo) i HRN EN 13263 (za silikatnu prašinu). Ostali mineralni i kemijski dodaci koji nisu uvjetovani navedenom normom mogu se rabiti samo uz odgovarajuće tehničko dopuštenje nadležnog ministarstva ili institucije koju to ministarstvo ovlasti. Vrsta i dinamika kontrola, odnosno ispitivanja sastavnih materijala mora biti u skladu s tablicom br. 22 norme HRN EN 206-1.

Voda

Voda za spravljanje betona treba zadovoljavati uvjete Propisa, prilog F i norme HRN EN-1008. Pouzdano pitka voda (iz gradskih vodovoda) može se rabiti bez potrebe prethodne provjere uporabljivosti. Vodu koja se ne koristi za piće, a koristi se za izradu betona na osnovi provedenih ispitivanja, treba kontrolirati.

Razred tlačne čvrstoće betona

U glavnom projektu konstrukcije je specificiran razred tlačne čvrstoće (klasa betona C) i to kao karakteristična vrijednost 95%-tne vjerojatnosti s kriterijima sukladnosti prema normi HRN EN 206-1.

Razredi tlačne čvrstoće	Najmanja karakteristična čvrstoća valjka, $f_{ck, valj}$ (N/mm ²)	Najmanja karakteristična čvrstoća kocke, $f_{ck, koc}$ (N/mm ²)
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

Kontrolna ispitivanja betona

Izvođač mora prema normi HRN EN 13670-1 prije početka ugradnje provjeriti je li beton u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije te je li tijekom transporta betona došlo do promjene njegovih svojstava koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.

Kontrolni postupak utvrđivanja svojstava svježeg betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 13670-1 i projekta betonske konstrukcije, a najmanje pregledom svake otpremnice i vizualnom kontrolom konzistencije kod svake dopreme (svakog vozila) te kod opravdane sumnje ispitivanjem konzistencije istim postupkom kojim je ispitana u proizvodnji.

Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrstnalog betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima projekta betonske konstrukcije, ali ne manje od jednog uzorka za istovrsne elemente betonske konstrukcije koji se bez prekida ugrađivanja betona izvedu unutar 24 sata od betona istih iskazanih svojstava i istog proizvođača. Uzorci se kontroliraju na tlačnu čvrstoću pri starosti od 28 dana; u posebnim uvjetima pri manjoj ili većoj starosti.

Za slučaj nepotvrđivanja zahtijevanog razreda tlačne čvrstoće betona treba na dijelu konstrukcije u koji je ugrađen beton nedokazanog razreda tlačne čvrstoće provesti naknadno ispitivanje tlačne čvrstoće betona u konstrukciji prema HRN EN 12504-1 i ocjenu sukladnosti prema prEN 13791 te obavijestiti sudionike u projektu.

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

Razred izloženosti i zaštitni sloj betonskih elemenata i konstrukcija

Ovisno o vanjskim utjecajima definirani su razredi izloženosti elemenata konstrukcije koje je potrebno poštovati prilikom izvedbe konstrukcije i ugradnje armature jer se iz tih uvjeta direktno određuje zaštitni sloj armature.

Razred	Opis okoliša	Informativni primjeri moguće pojave razreda izloženosti
1 Nema rizika korozije		
X0	Bez rizika djelovanja.	Elementi bez armature u neagresivnom okolišu (npr. nearmirani temelji koji nisu izloženi smrzavanju i odmrzavanju, nearmirani unutarnji elementi) Za beton s armaturom ili ugrađenim metalom: vrlo suho.
2 Korozija uzrokovana karbonatizacijom*		
Kada je beton s armaturom ili drugim ugrađenim metalom izložen zraku i vlazi, izloženost treba svrstati u razrede kako slijedi:		
XC1	Suho ili trajno vlažno	Elementi u prostorijama obične vlažnosti zraka (uključujući kuhinje, kupaoane, prionice rublja u stambenim zgradama); elementi stalno uronjeni u vodu
XC2	Vlažno, rijetko suho	Dijelovi spremnika za vodu; dijelovi temelja
XC3	Umjerena vlažnost	Dijelovi do kojih vanjski zrak ima stalni ili povremeni pristup (npr. zgrade otvorenih oblika, tipa-šed); prostorije s atmosferom visoke vlažnosti (npr. javne kuhinje, kupališta, prionice, vlažni prostori zatvorenih bazena za kupanje, ...)
XC4	Cikličko vlažno i suho	Vanjski betonski elementi izravno izloženi kiši; elementi u području kvašenja vodom (slatkovodna jezera i/ili rijeke)
3 Korozija uzrokovana kloridima koji nisu iz mora		
Kada je beton, koji sadrži armaturu ili drugi ugrađeni materijal, u dodiru s vodom koja sadrži kloride, uključujući soli za odmrzavanje, koji nisu iz mora, razrede izloženosti treba svrstati kako slijedi:		
XD1	Umjerena vlažnost	Područja prskanja vode s prometnih površina; privatne garaže
XD2	Vlažno, rijetko suho	Bazeni za plivanje i kupališta; elementi izloženi industrijskim vodama koje sadrže kloride
XD3	Cikličko vlažno i suho	Elementi izloženi prskanju vode s prometnih površina na koja se nanose sredstva za odleđivanje; parkirališne ploče bez zaštitnog sloja ^{b)}
4 Korozija uzrokovana kloridima iz morske vode		
Kada je beton koji sadrži armaturu ili drugi ugrađeni metal u dodiru s kloridima iz morske vode ili solima iz mora nošenim zrakom, razrede izloženosti treba svrstati kako slijedi:		
XS1	Izložen solima iz zraka, ali ne u izravnom dodiru s morskom vodom	Vanjski elementi u blizini obale
XS2	Stalno uronjeno	Stalno uronjeni elementi u lukama
XS3	U zonama plime i oseke i prskanja vode	Zidovi lukobrana i molova

5 Korozija uzrokovana smrzavanjem i odmrzavanjem sa ili bez sredstva za odmrzavanje		
Kada je beton izložen značajnom djelovanju smrzavanja i odmrzavanja u vlažnom stanju, razrede izloženosti treba svrstati kako slijedi:		
XF1	Umjereno zasićenje vodom, bez sredstva za odmrzavanje	Vanjski elementi
XF2	Umjereno zasićenje vodom, sa sredstvom za odmrzavanje ili morska voda	Područja prskanja vode s prometnih površina, sa sredstvom za odleđivanje (ali drugačije od onog za XF4); područje prskanja morskom vodom
XF3	Jako zasićenje vodom, bez sredstva za odmrzavanje	Otvoreni spremnici za vodu, elementi u području kvašenja vodom (slatkovodna jezera i/ili rijeke)
XF4	Jako zasićenje vodom, sa sredstvom za odmrzavanje ili morskom vodom	Prometne površine tretirane sredstvima za odmrzavanje; pretežno vodoravni elementi izloženi prskanju vode s odleđivanjem; parkirališne ploče bez zaštitnog sloja ^{b)} ; elementi u području morske plime; mjesta na kojima može doći do struganja u postrojenjima za tretiranje voda iz kanalizacije
6 Kemijska korozija^{b)}		
Kada je beton izložen kemijskom djelovanju koje se javlja iz prirodnog tla i podzemne vode kako je dano u tablici 2.11, razrede izloženosti treba svrstati kako dolje slijedi. Ravnostavanje morske vode ovisi o geografskoj lokaciji, pa treba primijeniti razvrstavanje važeće na mjestu uporabe betona.		
XA1	Slabo kemijski agresivna okolina	Spremnici u postrojenjima za tretiranje voda iz kanalizacije, spremnici tekućih umjetnih gnojiva
XA2	Umjereno kemijski agresivni okoliš	Betonski elementi u dodiru s morskom vodom; elementi u agresivnom tlu
XA3	Jako kemijski agresivni okoliš	Kemijski agresivne vode u postrojenjima za tretiranje otpadnih voda; spremnici za silažu i korita (žljebovi) za hranjenje životinja; rashladni tornjevi s dimnjacima za odvođenje dimnih plinova
7 Beton izložen habanju		
XM1	Umjereno habanje	Elementi industrijskih konstrukcija izloženi prometu vozila s pneumatikim gumama na kotačima
XM2	Znatno habanje	Elementi industrijskih konstrukcija izloženi prometu viličara s pneumatikim ili tvrdim gumama na kotačima
XM3	Ekstremno habanje	Elementi industrijskih konstrukcija izloženi prometu viličara s pneumatikim gumama ili čeličnim kotačima; hidrauličke konstrukcije u vrložnim (uzburkanim) vodama (npr. bazeni za destilaciju); površine izložene prometu gusjeničara

Najmanji zaštitni sloj za postavljanje armature u beton definiran je prema razredu izloženosti elemenata konstrukcije:

	Razred izloženosti	1	2
		Najmanji zaštitni sloj c_{min} (mm) ^{a) b)} za armaturu	Dopuštena odstupanja zaštitnog sloja Δc (mm)
1	XC1	20	10
	XC2	35	
	XC3	35	
	XC4	40	
3	XD1	55	15
	XD2		
	XD3 ^{c)}		
4	XS1	55	
	XS2		
	XS3		

UGRADNJA BETONA

Beton je potrebno ugraditi tako da se sva armatura i uloženi elementi dobro obuhvate betonskom mješavinom, te osigura da zaštitni sloj betona bude unutar projektom propisanih tolerancija. Posebnu pažnju treba posvetiti ugradnji i zbijanju betona na mjestima promjene ili suženja presjeka u ab konstruktivnom elementu te na mjestima gušće armature.

Dopuštena visina slobodnog pada betona ne smije biti veća od 1,5 m ako nisu posebno poduzete potrebne mjere za sprečavanje segregacije betona. Kod betoniranja zidova potrebno je iz tog razloga koristiti posudu za prihvat betona s nastavkom.

Vibriranje treba provoditi uronjenim previbratorima. Promjer igle previbratora treba biti prilagođen debljini presjeka a.b. konstruktivnog elementa.

Normalna debljina sloja koji se vibrira ne bi smjela biti veća od visine uronjenog vibratora. Iglu je potrebno vertikalno uranjati u beton na razmacima od cca 60 cm. Pir vibriranju svakog narednog sloja igla se uranja do

polvice prethodnog sloja betona koji se revibrira. Kod betoniranja debljih slojeva revibriranje površinskog sloja je preporučljivo i radi izbjegavanja plastičnog slijeganja betona ispod gornjih šipki armature.

Posebno je važno pažljivo vibriranje betona uz pregrade radnih reški.

Beton se ne smije razastirati unutar oplata pomoću previbratora. Mora se ugrađivati u slojevima, na način da se naredni sloj ugrađuje u vremenu koje osigurava vezanje betona s prethodnim slojem, te izbjegla pojava „hladnih spojeva“.

Prekid betoniranja mora biti izveden tako da se na tom mjestu može izraditi konstruktivno i tehnički odgovarajući sloj. U tom slučaju betoniranje se izvodi po fazama:

- čišćenje površine betona i nastavka armature
- uklanjanje nevezanih djelova betona ispiranjem
- uklanjanje nečistoće
- vlaženje spojnih površina vodom ili odgovarajućim proizvodom za vezu starog i novog betona
- betoniranje slijedećeg sloja svježeg betona uz pažljivo zabijanje donjeg početnog sloja

Odmah nakon ugradnje potrebno je intenzivno započeti s njegom betona

Temeljne ploče, stope i trake betonirat će se iz dva do tri sloja prema dnevnom taktu izvođenja odobrenim od strane projektanta konstrukcije.

Pri betoniranju zidova paziti na veličinu kampa i prekida betoniranja.

KONTROLA PRIJE BETONIRANJA I NJEGOVANJE UGRAĐENOG BETONA

Treba pripremiti planove betoniranja i nadzora kao i sve ostale mjere predviđene ovim projektom, ako ne postoji projekt, a prema složenosti izvedbe je neophodan, potrebo ga je izraditi. Konstrukcijske spojnice moraju biti čiste i navlažene. Oplatu treba očistiti od prljavštine, leda, snijega ili vode. Ako se beton ugrađuje izravno na tlo, svježi beton treba zaštititi od miješanja s tlom i gubitka vode. Konstrukcijske elemente treba podložnim betonom od najmanje 3-5 cm odvojiti od temeljnog tla ili za odgovarajuću vrijednost povećati donji zaštitni sloj betona. Temeljno tlo, stijena, oplata ili konstrukcijski dijelovi u dodiru s pozicijom koja se betonira trebaju imati temperaturu koja neće uzrokovati smrzavanje betona prije no što dostigne dovoljnu otpornost na smrzavanje. Ugradnja betona na smrznuto tlo nije dopuštena ako za takve slučajeve nisu predviđene posebne mjere. Predviđa li se temperatura okoline ispod 0°C u vrijeme ugradnje betona ili u razdoblju njegovanja, treba planirati mjere zaštite betona od oštećenja smrzavanjem. Površinska temperatura betona spojnice prije betoniranja idućeg sloja treba biti iznad 0°C. Ako se predviđa visoka temperatura okoline u vrijeme betoniranja ili u razdoblju njegovanja, treba planirati mjere zaštite betona od tih negativnih djelovanja.

Početna temperatura svježeg betona u fazi ugradnje treba biti između 5°C i 30°C.

Ugradnja i zbijanje

Beton treba ugraditi i zbiti tako da se sva armatura i uloženi elementi dobro obuhvate betonom i osigurati zaštitni sloj betona unutar propisanih tolerancija te beton dobije traženu čvrstoću i trajnost. Posebnu pažnju treba posvetiti ugradnji i zbijanju betona na mjestima promjene presjeka, suženja presjeka, uz otvore, na mjestima zgusnute armature i prekida betoniranja. Vibriranje, osim ako nije drugačije uvjetovano projektom, treba u pravilu izvoditi uronjenim vibratorima. Beton treba uložiti što bliže konačnom položaju u konstrukcijskom elementu. Vibriranjem se beton ne smije namjerno navlačiti kroz oplatu i armaturu. Normalna debljina sloja ne bi smjela biti veća od visine uronjenog vibratora. Vibriranje treba izvoditi sustavnim vertikalnim uranjanjem vibratora tako da se površina donjeg sloja revibrira. Kod debljih slojeva je revibriranje površinskog sloja preporučljivo i radi izbjegavanja plastičnog slijeganja betona ispod gornjih šipki armature. Vibriranje površinskim vibratorima treba izvoditi sustavno dok se iz betona oslobađa zarobljeni zrak. Prekomjerno površinsko vibriranje koje slabi kvalitetu površinskog sloja betona treba izbjeci. Kad se primjenjuje samo površinsko vibriranje, debljina sloja nakon vibriranja obično ne treba prelaziti 100 mm, osim ako nije prethodno eksperimentalno dokazano drugačije. Korisno je dodatno vibriranje površina uz podupore. Brzina ugradnje i zbijanja betona treba biti dovoljno velika da se izbjegnu hladne spojnice i dovoljno spora da se izbjegnu pretjerana slijeganja ili preopterećenje oplata i skela. Hladna spojnica se može stvarati tijekom betoniranja ako beton ugrađenog sloja veže prije ugradnje i zbijanja narednog. Dodatni zahtjevi na postupak i brzinu ugradnje betona mogu biti potrebni kod posebnih zahtjeva za površinsku obradu. Segregaciju betona treba pri ugradnji i zbijanju svesti na najmanju mjeru. Beton treba tijekom ugradnje i zbijanja zaštititi od insolacije, jakog vjetera, smrzavanja, vode, kiše i snijega.

Njega i zaštita

Beton u ranom razdoblju treba zaštititi:

- da se skupljanje svede na najmanju mjeru,

- da se postigne potrebna površinska čvrstoća,
- da se osigura dovoljna trajnost površinskog sloja,
- od smrzavanja i ekstremnih temperatura,
- od štetnih vibracija, udara ili drugih oštećivanja.
- od oborina

Pogodni su sljedeći postupci njegovanja primijenjeni odvojeno ili uzastopno:

- držanje betona u oplati,
- pokrivanje površine betona paronepropusnim folijama, posebno učvršćenim i osiguranim na spojevima i na krajevima,
- pokrivanjem vlažnim materijalima i njihovom zaštitom od sušenja,
- držanjem površine betona vidljivo vlažnom prikladnim vlaženjem,
- primjenom zaštitnog premaza utvrđene uporabivosti (potvrđene certifikatom ili tehničkim dopuštenjem).

Postupci njege trebaju osigurati nisku evaporaciju vlage iz površinskog sloja betona ili držati površinu stalno vlažnom. Prirodno njegovanje je dovoljno ako su uvjeti u cijelom razdoblju potrebnog njegovanja takvi da je brzina evaporacije vlage iz betona dovoljno niska, npr. u vlažnom, kišnom ili maglovitom vremenu. Njegu površine betona treba bez odgode započeti odmah po završetku zbijanja i površinske obrade. Ako slobodnu površinu betona treba zaštititi od pucanja zbog plastičnog skupljanja, privremenu njegu treba primijeniti i prije površinske obrade.

Trajanje primijenjene njege treba biti funkcija razvoja svojstava betona u površinskom sloju ovisno o omjeru:

- čvrstoće i zrelosti betona,
- oslobođene topline i ukupne topline oslobođene u adijabatskim uvjetima.

Prema tablici E.1. norme ENV 13670 -1_2000 definirano je najmanje razdoblje njege za temperaturu od 15 do 25 stupnjeva utrajanju od 2 dana (za srednje brzi razvoj čvrstoće betona). Za druge uvjete potrebno je definirati odgovarajući period njege.

Površinska temperatura betona ne smije pasti ispod 0°C dok površina betona ne dosegne čvrstoću dovoljnu za otpornost na smrzavanje (obično iznad 5 N/mm²).

Najviša temperatura betona ne smije prijeći 65°C.

Geometrijske tolerancije

Izvedene dimenzije konstrukcije trebaju biti unutar najvećih dopuštenih odstupanja radi izbjegavanja štetnih utjecaja na:

- mehaničku otpornost i stabilnost u privremenom i kasnijem uporabnom stanju,
- ponašanje tijekom uporabe građevine,
- kompatibilnost postavljanja i izvedbe konstrukcije i njezinih nekonstrukcijskih dijelova.

Nenamjerna mala odstupanja od referentnih vrijednosti koje nemaju značajniji utjecaj na ponašanje izvedene konstrukcije mogu se zanemariti. Dopuštena odstupanja zaštitnog sloja i dimenzija ab elementa određena su normom HRN EN 1992-1-1:2008.

ZAVRŠNA OCJENA KVALITETE BETONA U KONSTRUKCIJI

Na temelju članka 13 Pravilnika o tehničkom pregledu građevine (NN 108/04) nadzorni inženjer daje izvješće o provedbi kontrolnih postupaka u pogledu ocjenjivanja sukladnosti, odnosno dokazivanja kvalitete određenih dijelova građevine i završnu ocjenu kojom se dokazuje uporabljivost i trajnost konstrukcije.

4 OPLATA I SKELE

Oplata i skele moraju biti u skladu s HRN EN 13670-1 te prema projektu betonske konstrukcije. Skele i oplata moraju biti tako konstruirane i izvedene da mogu preuzeti opterećenja i utjecaje koji nastaju u izvođenju radova, bez štetnih slijeganja i deformacija, kako bi se osigurala sigurnost i točnost elemenata konstrukcije predviđena projektom konstrukcije.

Nadvišenja skela i oplata određuju se ovisno o rasponu konstrukcije i estetskom izgledu. Oplata konstrukcije mora biti takva da se za vrijeme betoniranja na gube sastojci betona, te da vanjsko lice betona ispunjava zahtjeve date u projektu konstrukcije (glatki beton, natur beton, i sl.). Oplata se mora lako i bez oštećenja skidati s još neočvrstlog betona. Njene unutarnje stranice moraju biti čiste i po potrebi premazane zaštitnim sredstvom, koje ne smije djelovati štetno na beton, mijenjati boju betona, utjecati na vezu armature i betona ili djelovati štetno na materijal koji se nakadno nanosi na betonsku konstrukciju. Skele mogu sastavljati, rastavljati i mijenjati samo za to ovlaštene osobe. Kontrole skela potrebno je provoditi prema propisima.

5 ARMATURA I UGRADNJA ARMATURE

Armatura izrađena od čelika za armiranje prema odredbama ugrađuje se u armiranu betonsku konstrukciju prema projektu betonske konstrukcije, normi HRN EN 13670-1 te normama na koje ta upućuje. Rukovanje, skladištenje i zaštita armature treba biti u skladu sa zahtjevima tehničkih specifikacija koje se odnose na čelik za armiranje, projekta betonske konstrukcije te Zakona i Propisa. Izvođač mora prema normi HRN EN 13670-1 prije početka ugradnje provjeriti je li armatura u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije te je li tijekom rukovanja i skladištenja armature došlo do njezinog oštećivanja, deformacije ili druge promjene koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije. Nadzorni inženjer neposredno prije početka betoniranja mora:

- provjeriti postoji li isprava o sukladnosti za čelik za armiranje, odnosno za armaturu i jesu li iskazana svojstva sukladna zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije,
- provjeriti je li armatura izrađena, postavljena i povezana u skladu s projektom betonske konstrukcije te u skladu sa Zakonom te dokumentirati nalaze svih provedenih provjera zapisom u građevinski dnevnik.

Materijali

Čelik za armiranje betona treba zadovoljavati uvjete normi HRN EN 10080 i HRN EN 1130 te uvjete projekta konstrukcije. Svaki proizvod treba biti jasno označen i prepoznatljiv. Površina armature mora biti očišćena od slobodne hrđe i tvari koje mogu štetno djelovati na čelik, beton ili vezu između njih. Galvanizirana armatura može se koristiti samo u betonu s cementom koji nema štetnog djelovanja na vezu s galvaniziranom armaturom. Za sve čelike izvoditelj treba pribaviti ateste koji nisu stariji od 6 mjeseci. Nadzorni inženjer treba upisom u dnevnik potvrditi da li su isporučeni čelici odgovarajuće kakvoće i dozvoliti ugradnju u armiranobetonsku konstrukciju. Za čelike koji su dopremljeni na gradilište ili centralno savijalište bez odgovarajućih atesta ili certifikata ne smiju se ugrađivati dok se ne provede naknadno atestiranje.

Nastavljanje armature zavarivanjem mogu obavljati samo atestirani varioci za tu vrstu zavarivanja prema normi HRN EN 287-1, sa atestom ne starijim od 1 godine i prema normi HRN EN 1992. Izvoditelj mora voditi dnevnik zavarivanja s podacima – ime varioca, način zavarivanja, proizvođača, vrstu i šaržu elektrode te poziciju na kojoj se prema planu armature radilo. Nadzorni inženjer treba utvrditi da se izvoditelj pridržava ovih uvjeta i odobriti način nastavljanja zavarivanjem. Nastavljanje armature poštivajući preklape šipki potrebno je izvoditi prema propisima preklapanja iz HRN EN 1992, kao i sidrenje.

Zaštitni sloj i savijanje armature

Veličinu zaštitnog sloja osigurati dostatnim brojem kvalitetnih distancera. Kvalitetu zaštitnog sloja osigurati kvalitetnom oplatom i ugradnjom betona, te dodacima betonu i ostalim rješenjima prema projektu betona. Veličina i kvaliteta zaštitnog sloja betona presudni su za trajnost objekta. U potpunosti poštivati projektirani raspored i položaj armaturnih šipki, koje trebaju biti nepomične kod betoniranja.

Čelik za armiranje betona treba rezati i savijati prema projektnim specifikacijama. Pri tome:

- savijanje treba izvoditi jednolikom brzinom,
- savijanje čelika pri temperaturi ispod -5°C, ako je dopušteno projektnim specifikacijama, treba izvoditi uz poduzimanje odgovarajućih posebnih mjera osiguranja,
- savijanje armature grijanjem smije se izvoditi samo uz posebno odobrenje u projektnim specifikacijama.

Promjer trna za savijanje šipki treba biti prilagođen stvarnom tipu armature.

6 ZIDARSKI RADOVI

Projektiranje, građenje, održavanje i način korištenja građevine moraju biti takvi da se ispune zahtjevi propisani Tehničkim propisom za zidane konstrukcije (NN 01/07). Zidana konstrukcija se izvodi od: nearmiranog, omeđenog, armiranog i prednapetog ziđa. Građevni proizvodi na koje se primjenjuje ovaj Tehnički propis za zidane konstrukcije jesu: cement i zidarski cement, građevno vapno, agregat, mort, dodaci mortu, dodaci mort za injektiranje natega i betonu, voda, beton, čelik za armiranje, čelik za prednapinjanje, armature, zidni element, pomoćni dijelovi, predgotovljeno ziđe. Zidana konstrukcija i građevni proizvodi moraju imati tehnička svojstva i ispunjavati druge zahtjeve propisane Tehničkim propisima za zidane konstrukcije (NN 01/07).

Tehnička svojstva zidane konstrukcije

Tehnička svojstva zidane konstrukcije moraju biti takva da tijekom trajanja građevine uz propisano, odnosno projektom određeno izvođenje i održavanje zidane konstrukcije, ona podnese sve utjecaje uobičajene uporabe i utjecaje okoliša tako da tijekom građenja i uporabe predvidiva djelovanja na građevinu ne prouzroče: rušenje građevine ili njezinog dijela, deformacije nedopuštenog stupnja, oštećenja građevnog sklopa ili opreme

zbog deformacije, nerazmjerno velika oštećenja građevine u odnosu na uzrok. Tehnička svojstva zidane konstrukcije moraju biti takva da se u slučaju požara očuva nosivost konstrukcije ili njezinog dijela tijekom određenog vremena propisanog posebnim propisom. Tehnička svojstva postižu se projektiranjem i izvođenjem u skladu s odredbama Tehničkog propisa za zidane konstrukcije. Očuvanje tehničkih svojstava postiže se održavanjem zidane konstrukcije u skladu s odredbama Tehničkog propisa za zidane konstrukcije. Tehnička svojstva zidane konstrukcije moraju biti takva da, osim ispunjavanja zahtjeva iz Tehničkog propisa za zidane konstrukcije, budu ispunjeni i zahtjevi posebnih propisa kojima se uređuje ispunjavanje drugih bitnih zahtjeva za građevinu.

Građevni proizvodi za zidane konstrukcije

Građevni proizvodi proizvode se u proizvodnim pogonima (tvornicama) izvan gradilišta, ako Tehničkim propisom za zidane konstrukcije nije drukčije propisano. Iznimno mort, beton, armatura, zidni elementi od prirodnog kamena i predgotovljeno ziđe mogu biti izrađeni na gradilištu za potrebe toga gradilišta.

Građevni proizvod proizveden u proizvodnom pogonu (tvornici) izvan gradilišta smije se ugraditi u zidanu konstrukciju ako ispunjava zahtjeve propisane Tehničkim propisom za zidane konstrukcije i ako je za njega izdana isprava o sukladnosti u skladu s odredbama posebnog propisa.

Mort, beton, armatura, zidni elementi od prirodnog kamena i predgotovljeno ziđe izrađeni na gradilištu za potrebe toga gradilišta smiju se ugraditi u zidanu konstrukciju ako je za njih dokazana uporabljivost u skladu s projektom zidane konstrukcije i Tehničkim propisom za zidane konstrukcije.

U slučaju nesukladnosti građevnog proizvoda s tehničkim specifikacijama za taj proizvod i/ili projektom zidane konstrukcije, proizvođač građevnog proizvoda odnosno izvođač zidane konstrukcije mora odmah prekinuti proizvodnju odnosno izradu tog proizvoda i poduzeti mjere radi utvrđivanja i otklanjanja grešaka koje su nesukladnost uzrokovale.

Specificirana svojstva, dokazivanje uporabljivosti, potvrđivanje sukladnosti, označavanje građevnih proizvoda, ispitivanje građevnih proizvoda, posebnosti pri projektiranju i građenju građevina koje sadrže zidanu konstrukciju te potrebni kontrolni postupci kao i drugi zahtjevi koje moraju ispunjavati građevni proizvodi određeni su u prilogima Tehničkog propisa za zidane konstrukcije.

Projektiranje zidanih konstrukcija

Projektiranjem zidanih konstrukcija moraju se za projektirani uporabni vijek građevine i građenje predvidjeti svi utjecaji na zidanu konstrukciju koji proizlaze iz načina i redoslijeda građenja građevina koje sadrže zidanu konstrukciju, predvidivih uvjeta uobičajene uporabe građevine i predvidivih utjecaja okoliša na građevinu. Projektom zidane konstrukcije mora se dokazati da će građevina tijekom građenja i projektiranog uporabnog vijeka ispunjavati bitni zahtjev mehaničke otpornosti i stabilnosti, otpornost na požar te druge bitne zahtjeve u skladu s posebnim propisima. Mehanička otpornost i stabilnost, te otpornost građevine na požarna djelovanja dokazuju se u glavnom projektu proračunima graničnog stanja nosivosti i graničnog stanja uporabljivosti zidane konstrukcije za predvidiva djelovanja i utjecaje na građevinu.

Gornji rubovi temelja zidane konstrukcije, odnosno gornji rubovi nadtemeljnih zidova moraju biti međusobno povezani veznim gredama, zategama ili armiranobetonskom podnom pločom. Pregradni zidovi, obložni zidovi, zidovi ispune i protupožarni zidovi moraju se, u smjeru okomitom na vlastitu ravninu, povezati s nosivim zidovima odnosno nosivim dijelovima zidane konstrukcije, te stropnim konstrukcijama u skladu s projektom zidane konstrukcije.

Ziđe visine veće od 1,0 m iznad stropne konstrukcije kojemu vrh nije pridržan okomito na vlastitu ravninu (zidovi na koje se oslanja drveno krovšte, zabatni zidovi, pregradni zidovi kojima vrh nije pridržan stropnom konstrukcijom i sl.) mora biti izvedeno kao omeđeno ziđe s upetim vertikalnim serklažima u nosivu konstrukciju.

Izvođenje i uporabljivost zidanih konstrukcija

Pri izvođenju zidane konstrukcije izvođač je dužan pridržavati se projekta zidane konstrukcije i tehničkih uputa za ugradnju i uporabu građevnih proizvoda i odredaba Tehničkog propisa za zidane konstrukcije.

Propisana svojstva i uporabljivost građevnog proizvoda izrađenog na gradilištu utvrđuju se na način određen projektom i Tehničkim propisom za zidane konstrukcije.

Zabranjena je ugradnja građevnog proizvoda koji:

- je isporučen bez oznake u skladu s posebnim propisom,
- je isporučen bez tehničke upute za ugradnju i uporabu,
- nema svojstva zahtijevana projektom zidane konstrukcije ili mu je istekao rok uporabe, odnosno čiji podaci značajni za ugradnju, uporabu i utjecaj na svojstva i trajnost zidane konstrukcije nisu sukladni podacima određenim glavnim projektom.

Održavanje zidanih konstrukcija

Održavanje zidane konstrukcije mora biti takvo da se tijekom trajanja građevine očuvaju njezina tehnička svojstva i ispunjavaju zahtjevi određeni projektom građevine Tehničkim propisom za zidane konstrukcije te drugi bitni zahtjevi koje građevina mora ispunjavati u skladu s posebnim propisom. Za održavanje zidane konstrukcije dopušteno je rabiti samo one građevne proizvode za koje su ispunjeni propisani uvjeti i za koje izdana isprava o sukladnosti prema posebnom propisu ili za koje je uporabljivost dokazana u skladu s projektom građevine i Tehničkim propisom za zidane konstrukcije.

Mort

Tehnička svojstva morta moraju ispunjavati opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu morta i moraju biti specificirane prema normama Tehničkog propisa za zidane konstrukcije. Sastavni materijali od kojih se mort proizvodi, ili koji mu se pri proizvodnji dodaju, moraju ispunjavati zahtjeve normi Tehničkog propisa za zidane konstrukcije. Tehnička svojstva svježeg i očvrstalog morta moraju ispunjavati zahtjeve bitne za krajnju namjenu. Tehničko svojstvo otpornosti na odmrzavanje i smrzavanje morta mora biti specificirano ako je ziđe u koje je ugrađen mort izloženo takvom djelovanju. Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka, ispitivanje svježeg i očvrstalog morta proizvedenog u tvornici provode se prema normama Tehničkog propisa za zidane konstrukcije. Kontrola morta prije ugradnje u zidanu konstrukciju i naknadno, provode se na gradilištu prema normama Tehničkog propisa za zidane konstrukcije.

7 RADOVI NA IZVEDBI ČELIČNE KONSTRUKCIJE

Konstrukcija obrađena ovim rješenjima podliježe primjeni tehničkih propisa za nosive čelične konstrukcije. Popis propisa je priložen u prethodnom poglavlju.

U tehničkoj dokumentaciji predviđena je vrsta i kvaliteta materijala od kojeg konstrukciju treba izraditi. Materijal druge vrste i kvalitete ne može se upotrijebiti bez suglasnosti i odobrenja projektanta. U istoj tehničkoj dokumentaciji definiran je oblik, kvaliteta i pozicije. Za svaku promjenu potrebno je prethodno ishoditi odobrenje projektanta.

OSNOVNI DOKUMENTI ZA IZVOĐENJE

Prije početka izvođenja shodno Zakonu o gradnji (NN RH 153/13) potrebno je sve radove izvoditi prema:

1. glavnom projektu (građevna dozvola),
2. izvedbenom projektu (usklađenom s glavnim projektom),
3. tehnološkom projektu (prema Pravilniku o montaži čeličnih nosivih konstrukcija),

koji u pravilu sadrži tehnologiju izvođenja zavarenih spojeva i planove montaže čelične konstrukcije s redosljedom montaže i podacima o skelama, opremom za dizanje i mjerama zaštite na radu.

PODLOGE ZA IZRADU TEHNOLOGIJE ZAVARIVANJA I DOKAZE KVALITETE

Tehnologiju zavarivanja potrebno je uskladiti sa sljedećim zahtjevima:

1. Potrebno je izvršiti kontrolu varova nerazornim metodama i to u četiri razine:
 - Dimenzionalna i vizualna kontrola 100 % prema EN 970.
 - Ultrazvučna kontrola varova svih vlačnih nastavaka 100 %, Dok se kod tlačnih nastavaka zahtijeva 30 % prema EN 1714.
 - Penetracijska kontrola 30 % od onih varova koji nisu kontrolirani ultrazvučno, prema EN 1289.
 - Ispitivanje varova magnetofluksom 10 % varova koji su ispitani penetrantima za slučaj pojave pukotine ispod površine vara, prema EN 1290.
2. Dopuštena razina grešaka (kvaliteta vara) određuje se prema HRN EN ISO 5817 za grupu B.
3. Prigodom nabave materijala obavezno je tražiti odgovarajuće ateste za osnovni i dodatni materijal. Kvaliteta cijevnih vrućevaljanih okruglih i pravokutnih profila usvojena je S 235 J0 prema HRN EN 10210. Kvaliteta elektrode definirana je prema EN 499 i usvaja se u ovisnosti o odabranoj kvaliteti čelika. I profili su u kvaliteti S 235 J0 prema HRN EN 10025.
4. Kod zavarivačkih radova potrebno je osigurati stalnu kontrolu prije, u toku i nakon izvedenih radova. Površine za zavarivanje moraju biti kvalitetno pripremljene, bez masnoća, hrđe i drugih prljavština. Poslije izvedenih zavarivačkih radova potrebno je obaviti dimenzionalnu i vizualnu kontrolu te ostale kontrole predviđene u točki 1. ovoga programa. Prilikom izvođenja zavarivačkih radova potrebno je voditi računa da elementi konstrukcije nakon hlađenja ne poprime neželjeni deformirani oblik. Ne dopušta se zavarivanje na

temperaturi nižoj od 0° C. Za radove koji nakon potpunog sklapanja konstrukcije neće biti vidljivi, potrebno je napisati zapisnik o preuzimanju u trenutku dostupnosti pregledavnu svih dijelova konstrukcije (posebna pozornost na ležajeve).

DOKAZI KVALITETE PRIJE POČETKA IZRADE ČELIČNE KONSTRUKCIJE

Prije početka izrade čelične konstrukcije potrebno je posjedovati sljedeće:

- rješenja za voditelja izrade i montaže čelične nosive konstrukcije,
- atesti materijala od kojih će biti izrađena čelična konstrukcija,
- atesti za spojni materijal (vijci, elektrode),
- svjedodžbe tehnologa zavarivanja i zavarivača koji će raditi na ovoj konstrukciji,
- tehnologija izrade (tehnologija zavarivanja),
- tehnologija montaže,
- plan kontrole.

Ova dokumentacija ovjerena po nadzornom inženjeru odnosno projektantu sastavni je dio dokumenata za tehnički pregled konstrukcije.

Ukoliko se materijal nabavlja tijekom rada, potrebno je ateste materijala prije početka izrade dostaviti nadzornom inženjeru na ovjeru.

KONTROLA U TOKU IZRADE, TRANSPORTA I MONTAŽE

Tijekom izrade konstrukcije u radionici i montaže izvoditelj je dužan voditi zakonom propisane dnevnik e i provoditi svoju kontrolu u skladu s planom kontrole. Dužnost je nadzornog inženjera kontrolirati izvedbu u svim fazama izrade i montaže, tj. usklađenost s tehničkom dokumentacijom i važećim tehničkim normama i pravilima, ovjeravati navedene dokumente i ateste, te zapisnik o preuzimanju elemenata u radionici prije isporuke na montažu. Sve izmjene u dimenzijama ili načinu spajanja elemenata moraju biti ovjerene od projektanta konstrukcije.

FAZNE KONTROLE (FAZNI TEHNIČKI PREGLEDI) KOJE SE PROVODE U TOKU IZVEDBE ČELIČNE KONSTRUKCIJE

Izvedba čelične konstrukcije ima sljedeće faze:

- izrada elemenata u radionici,
- transport od radionice na gradilište,
- montaža čelične konstrukcije na gradilištu na prethodno pripremljenu sidrenu konstrukciju (temelje ili dijelove zgrade).

U pravilu se svaka faza mora pregledati i utvrditi da je izvedena prema tehničkoj dokumentaciji i prema važećim tehničkim propisima. Izvršenje fazne kontrole potvrđuju putem zapisnika odgovorne osobe projektanta, stručnog nadzora i izvoditelja. Dok se ne uklone nedostaci utvrđeni u nekoj fazi, u pravilu ne može započeti iduća faza.

Fazni pregledi sa zapisnicima potpisanim od strane odgovornih imenovanih osoba su:

- kontrola dokaza kvalitete prije početka izrade konstrukcije,
- prijem čelične konstrukcije po izradi u radionici,
- prijem čelične konstrukcije po transportu na gradilištu,
- geodetska kontrola izvedene sidrene konstrukcije ili drugih dijelova konstrukcije na koju se montira čelična konstrukcija,
- geodetska kontrola montirane čelične konstrukcije,
- završni pregled čelične konstrukcije prije početka drugih radova na čeličnoj konstrukciji (pokrivanje, oblaganje, montaža instalacija ili opreme i drugo).

Prijem elemenata obavlja se na temelju radioničkih crteža i specifikacija. Kontrola i prijem čelične konstrukcije vrši se prema Pravilniku o tehničkim mjerama i uvjetima za montažu čeličnih konstrukcija. Sve daljnje aktivnosti prigodom transporta, skladištenja i montažnih radova moraju biti u skladu s navedenim Pravilnikom. Posebno se naglašava potreba pažljivog postupanja prigodom utovara, istovara i transporta dijelova konstrukcije.

Dijelovi konstrukcije ne smiju se odlagati neposredno na zemlju nego na drvene grede i sl. Dijelovi konstrukcije se slažu tako da se omogući lagano pronalaženje pozicija i pristup zbog dizanja i transporta.

Prigodom prijema u radionici izvoditelj radova na izradi čelične konstrukcije dužan je staviti na uvid potrebnu tehničku dokumentaciju:

- radioničke nacрте sa specifikacijama,

- ateste osnovnog materijala,
 - ateste dodatnog materijala,
 - ateste zavarivača,
 - ateste priključnih elemenata,
 - dnevnik izrade elemenata,
 - dnevnik zavarivanja,
 - podatke o tehnologiji zavarivanja,
 - izvješće interne tehničke kontrole,
 - uvjerenja o kvalifikacijama stručnih osoba koje sudjeluju u izradi konstrukcije.
- Završnom pregledu po montaži u pravilu sudjeluje i rukovoditelj ili koordinator izgradnje cjelokupne građevine.

8 ANTIKOROZIVNA ZAŠTITA

Antikorozivna zaštita u svemu se provodi prema uvjetima u projektnoj dokumentaciji i u skladu s važećom normom.

Izvođenje radova zahtijeva isti postupak kao i sama čelična konstrukcija; kontrola i dokazi kvalitete predmet su istih faznih pregleda.

TEHNIČKI UVJETI ZA IZRADU ANTIKOROZIVNE ZAŠTITE

OPĆENITO

Radovi zaštite čelične konstrukcije od korozije moraju se izvesti prema uvjetima iz HRN EN ISO 12944. Prema izloženosti konstrukcija spada u C3 korozijsku kategoriju prema klasifikaciji iz tablice 1. HRN EN ISO 12944, Part 2. Gubitak mase i debljine materijala nakon jedne godine izloženosti iznosi:

Kategorija korozije	Gubitak mase i debljine materijala (nakon jedne godine izloženosti)			
	Konstrukcijski čelik		Cink	
	Gubitak mase (g/m ²)	Smanjenje debljine (μm)	Gubitak mase (g/m ²)	Smanjenje debljine (μm)
C3 srednja	> 200 do 400	> 25 do 50	> 5 do 15	> 0,7 do 2,1

SUSTAV ZAŠTITE

Sustav zaštite potrebno je izvesti za korozijsku kategoriju C3 u skladu s HRN EN ISO 12944, prema kojoj se također odabire priprema površine i sustav prevlake. Ukoliko se predviđa cinčanje, ono se provodi prema normi EN ISO 1461.

Razina površinske obrade je pjeskarenje Sa 2 ½, očekivani vijek trajanja građevine - srednji.

TEHNOLOGIJA

Izvoditelj je dužan prije početka radova izraditi tehnološki elaborat koji daje na odobrenje nadzornom inženjeru i provoditelju stručne kontrole.

Dijelove koji se u montaži zavaruju ostaviti bez premaza sa zaštitom od samoljepljive trake.

KONTROLE

Izvršitelji kontrole dužni su provjeravati da se radovi izvršavaju prema tehnološkom elaboratu i u skladu sa propisima. Nakon faza radova i nakon završetka radova izvoditelj je dužan dati stručni izvještaj o provedenoj kontroli postupaka i dokaze kvalitete izvršenih radova u skladu s propisima. Izvoditelj je dužan priložiti dokaze kvalitete nabavljenih premaznih sredstava i pomoćnih sredstava.

TEHNIČKI PREGLED KONSTRUKCIJE U SKLOPU PREGLEDA GRAĐEVINE

Nakon izvedbe građevine prema Zakonu o prostornom uređenju i gradnji provodi se postupak Tehničkog pregleda. Stručnoj komisiji za tehnički pregled izvedene građevine predočuje se sva projektna dokumentacija i dokumentacija praćenja izvedbe sa svim elaboriranim dokazima kvalitete i izvještajima o izvršenim ispitivanjima i pregledima prema Pravilniku o tehničkom pregledu građevine (NN 108/04).

ODRŽAVANJE I PRAĆENJE ČELIČNE NOSIVE KONSTRUKCIJE ZA VRIJEME KORIŠTENJA GRAĐEVINE

Investitor ili korisnik građevine dužan je voditi brigu o stabilnosti konstrukcije za vrijeme korištenja građevine prema Tehničkim propisima za održavanje čeličnih konstrukcija za vrijeme eksploatacije kod nosivih čeličnih konstrukcija (sl.I.6/65) i provoditi sljedeće:

- izraditi program održavanja čelične konstrukcije,
- voditi evidenciju o čeličnoj konstrukciji putem knjige (servisne knjige) čelične konstrukcije,
- svake godine obaviti redovni pregled,

- svakih deset godina obaviti glavni pregled,
- provoditi radove obnove ili sanacije čelične konstrukcije utvrđene pregledima, a prema zakonima i propisima.

9 OSTALI RADOVI I MATERIJALI

Svi materijali i proizvodi koji se ugrađuju u građevinu 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.

10 NADZOR

Za vrijeme izvođenja radova potrebna je stalna nazočnost nadzornog inženjera, kontinuirani geodetski nadzor te povremeni projektantski nadzor. Pregledi i nadzor trebaju osigurati da se radovi završavaju u skladu s ovim Tehničkim uvjetima i zahtjevima projektnih specifikacija.

Nadzor u ovom kontekstu odnosi se i na verifikaciju (potvrđivanje) sukladnosti svojstava proizvoda i materijala koji će se upotrijebiti i na nadzor nad izvedbom radova.

11 MJERE U SLUČAJU NESUKLADNOSTI

Kad nadzor otkrije nesukladnost, treba poduzeti odgovarajuće radnje koje će osigurati uvjetovanu stabilnost i sigurnost konstrukcije i zadovoljiti namijenjenu uporabu, prema HRN ENV 13670-1, Dodatak G. Ocjenu sukladnosti elementa nakon popravka trebaju dati nadzorni inženjer i ovlaštena institucija koja je utvrdila veličinu nesukladnosti i uvjetovala popravak. Dokumentaciju postupka i materijala koji će se upotrijebiti treba prije popravka odobriti nadzorni inženjer.

Sve gore navedene procedure potrebno je predočiti Projekatnu Konstrukteru prije nego što se poduzmu.

12 DODATNA ISPITIVANJA

Dodatna ispitivanja gradiva osoba u postupku građenja obaviti će se po nalogu odgovornih osoba.

PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE GRAĐEVINE

Da bi se osigurala trajnost predmetnog objekta moraju se uzeti u obzir međuzavisni čimbenici:

- planirana i moguća buduća uporaba
- zahtijevani kriteriji ponašanja
- očekivani utjecaji okoliša (okruženja)
- sastav, svojstva i ponašanje gradiva
- izbor konstrukcijskog sustava
- oblik elemenata i oblikovanje konstrukcijskih pojedinosti
- kvaliteta izvedbe i razina nadzora
- posebne mjere zaštite
- održavanje tijekom predviđenog vijeka konstrukcije

Materijali za izradu konstrukcijskih elemenata moraju imati isprave sukladnosti proizvođača/izvođača kojima se dokazuje usklađenost tehničkih i drugih svojstava proizvoda s ovim projektom te tako osigurava projektirani vijek uporabe građevine.

Ostali materijali – ispune, obrada fasade i sl. usklađeni su s vijekom trajanja konstrukcije i osiguravaju maksimalni vijek korištenja predmetne građevine glede mogućnosti ove konstrukcije, za što postoje pisani dokazi kod glavnog izvođača radova.

Razredba proračunskog radnog vijeka (prema Eurkodu 1, dio 1)

Razred	Zahtijevani proračunski radni vijek (godine)	Primjer
1	1 – 5	Privremene konstrukcije
2	25	Zamjenjivi dijelovi konstrukcije
3	50	Konstrukcije zgrada i druge uobičajne konstrukcije
4	100	Monumentalne građevine, mostovi i druge inženjerske konstrukcije

Projektant:

Nikola Miletić, dipl.ing.građ.

UVJETI ZA ODRŽAVANJE GRAĐEVINE

Trajnost konstrukcija ostvaruje se pravilnim projektiranjem konstrukcije, pravilnim odabirom svih materijala u konstrukciji te pravilnim izvođenjem i održavanjem konstrukcija.

Potrebno je redovito provjeravati stanje konstrukcije, posebno nakon bilo kakvog izvanrednog događaja na konstrukciji. Sve provjere konstrukcije potrebno je dokumentirati izvješćima o pregledima i ispitivanjima, zapisima o redovitom održavanju ili na drugi prikladan način.

Potrebno je pročelje zgrade obnavljati prema potrebi, a u odnosu na agresivnost vremena, podneblja i drugih faktora (prljanje pročelja od strane korisnika i drugih) koji je mogu ugroziti.

Sve metalne dijelove – rukohvate, ograde, nadstrešnice i sl. potrebno je sukladno zahtjevima proizvođača, održavati.

Potrebno je redovito kontrolirati stanje krovništva radi eventualnih oštećenja od vremenskih prilika i sl.

Sve uporabljene materijale potrebno je tretirati, od trenutka uporabljivosti na način kako je to označeno od proizvođača, a radi sigurnosti i kvalitete života korisnika.

Propis upućuje na nekoliko normi, u skladu s kojima treba izvoditi radove na održavanju betonskih konstrukcija:

- HRN EN 13269 Održavanje - Smjernice za izradu ugovora o održavanju
- HRN EN 13306 Nazivlje u održavanju
- HRN ISO 15686-1 Zgrade i druge građevine – Planiranje uporabnog vijeka – 1.dio Opća načela
- HRN ISO 15686-2 Zgrade i druge građevine – Planiranje uporabnog vijeka – 2.dio Postupci predviđanja vijeka uporabe
- HRN ISO 15686-3 Zgrade i druge građevine – Planiranje uporabnog vijeka – 2.dio Neovisne ocjene i pregledi svojstava
- prEN 13791 Ocjena tlačne čvrstoće betona u konstrukcijama ili konstrukcijskim elementima
- HRN U.M1.047 Ispitivanje konstrukcija visokogradnje pokusnim opterećenjem i ispitivanje do sloma

Projektant:

Nikola Miletić, dipl.ing.građ.

TEHNIČKI OPIS

Glavnu nosivu konstrukciju građevine osnovne škole tvori armirano-betonski skeletni sustav sa armirano-betonskim stropnim pločama s olakšanim Nautilus elementima oslonjenim na oslonce koje tvore armiranobetonski stupovi i armiranobetonski zidovi. Rasponi nosive konstrukcije u uzdužnom smjeru (osi X) iznose 660, 240, 360, 240, 660 i 220 cm, a u poprečnom smjeru (osi Y) 480 cm ili 960 cm. Stupovi su dimenzija 40x40 i 40x60cm. Zidovi su debljine 20 ili 30 cm. Ukupna visina AB ploča olakšanih gotovim „Nautilus“ elementima je 28cm. AB ploča nad osloncima izvodi se kao puna AB ploča (visine 28cm) dok se u polju postavljaju Nautilus elementi visine 16 cm i dimenzija cca 52/52 cm. Između Nautilus elemenata ostaju betonirana „rebra“ širine 12cm u punoj visini ploče kao poveznica gornje i donje zone u koje se postavlja posmična armatura kao poveznica gornje i donje zone. Sva unutarnja stubišta su armirano-betonska, dok su vanjska požarna stubišta i mostovi od standardnih varenih čeličnih profila.

Zgrada je temeljena na kombinaciji temelja samaca, temeljnih traka te temeljnih ploča.

Proračunski model stropnih ploča s „Nautilus“ elementima

Proračunski model stropne ploče napravljen je kao puna AB ploča sa debljinom ploče 28cm. Masa ploče reducirana je s obzirom na volumen šupljina u software-skim postavkama (masa reducirana za 20%) na stvarnu masu ploče d=28 cm s Nautilus elementima.

Redukcija mase pune AB ploče:

- Donja zona ploče izvodi se u visini 6cm betona kontinuirano
- Gornja zona ploče izvodi se u visini 6cm betona kontinuirano
- Središnji dio ab ploče izvodi se sa nautilus elementima u visini od 16 cm. Prosječni utrošak betona sa postavljanjem nautilus elemenata u polju i punom debljinom ploče nad ležajem iznosi $0,091 \text{ m}^2/\text{m}^3$, odnosno prosječni utrošak betona za takvu stropnu ploču identičan je utrošku betona zapunu ab stropnu ploču visine $9,1\text{cm}/\text{m}^2$.

Zaključak:

Masa ab ploče sa nautilus elementima ukupne visine 28cm identična je masi pune ab ploče visine 21,1cm. Redukcija mase AB ploče iznosi $21/28 = 0,75 = 75\%$. Proračunska masa ab ploče uzeta je kao 80% pune vrijednosti (na strani sigurnosti).

Prednapinjanje ploče

Nosivu konstrukciju čine prednapregnute grede širine 150 cm i visine 28 cm postavljene unutar ploče koje povezuju stupove u x i y smjeru te monolitne prednapregnute prošupljene ploče debljine 28 cm. Stupovi su poprečnog presjeka 40/40cm i 40/60cm. Stupovi su raspoređeni na rasteru konstrukcije od 4,8m i 9,6m u x smjeru, te 6,6m u y smjeru.

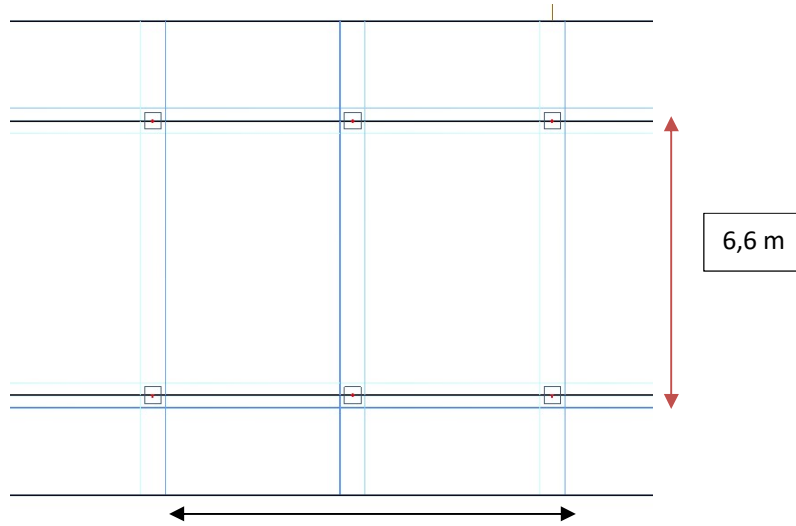
Armirano betonske ploče se prednaprežu naknadno. Kablovi se postavljaju u grede unutar ploče koje se nalaze na osnim razmacima od stupa do stupa. Prednapreže se u oba smjera tvoreći prednapregnuti roštilj u ploči.

Prednaprezanje će se vršiti naknadno te je projektiran „bonded“ sistem prednaprezanja. U tom sistemu koriste se kabel postavljena u zaštitnu galvaniziranu cijev i naknadno injektirana.

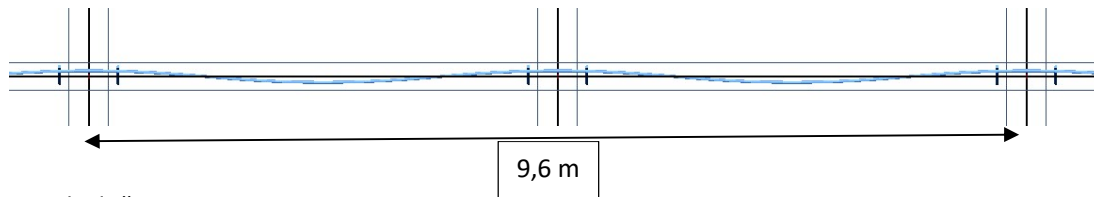
Kablovi su dužine od 11,4 m u Y smjeru do 48 m u x smjeru te na svojim krajevima imaju žive i mrtve kotve.

Raspored kablova

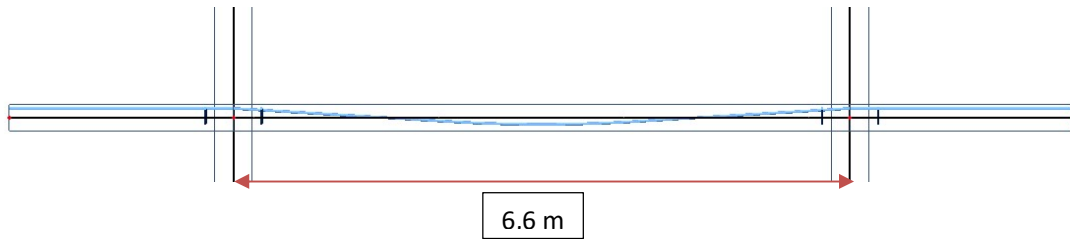
-tlocrt jednog djela ploče



-presjek u x smjeru



Presjek ploče u y smjeru



Ulazni podaci za jedan kabel

Material	
Material	Y1860S7-15,7
Number of tendon elements i...	4
Number of tendons in group (...)	1
Area [mm^2]	600
Diameter of duct [mm]	60,00
Load Case	LC14
Stressing	
Type of stressing	Type 4
Prestressing from	Begin
Coefficient of friction in curve...	0,3
Unintentional angular displace...	0,003
Anchorage set - begin [mm]	6,00
Initial stress - begin [MPa]	1150,00

Iznos sile na preši

Karakteristike kablova

prEN 10138	
Characteristic value of maximum force ...	279,00
Characteristic 0,1% proof force (Fp0,1) [...]	245,50
Total elongation at maximum force (Ag...)	350,0
Fatigue stress range (Fr) [MPa]	190,0
EN 1992-1-1	
Characteristic tensile strength (fpk) [M...	1860,0
Characteristic 0,1% proof stress (fp0,1k)...	1640,0
Characteristic strain at maximum load ...	350,0
Ductility factor (k = fpk / fp01k) [-]	1,13
Design yield strength - persistent (fpd ...)	1426,1
Design yield strength - accidental (fpd ...)	1640,0
Design strain limit (eps ud) [1e-4]	315,0
Surface characteristics	Plain
Relaxation class	Class 2 - low relaxation wires and strands
Production	Low-relaxation

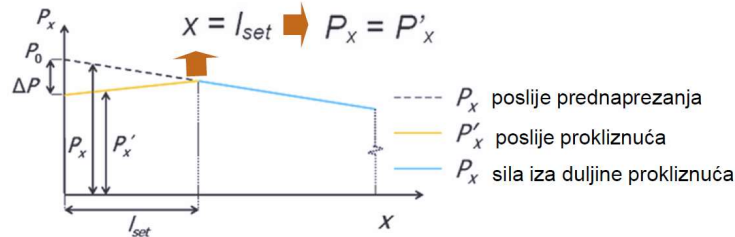
Početna sila prednapinjanja je određena glavnim projektom konstrukcije, a sve prema normi

P_0 – početna sila prednapinjanja koja ne smije prekoračiti veličinu $A_p \cdot \sigma_{p0}$

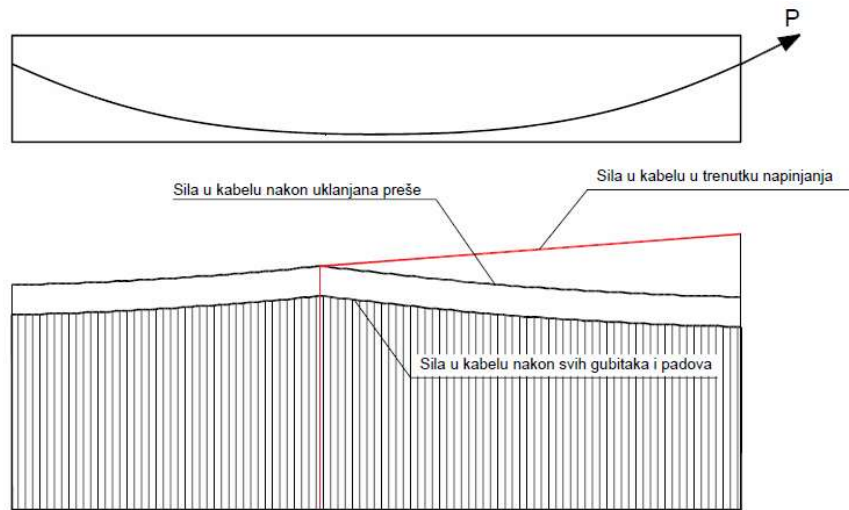
$$\sigma_{p0} \leq \begin{cases} 0,80f_{pk} \\ 0,9f_{p0.1,k} \end{cases} \text{ - maksimalni dopušteno naprezanje na preši, mjerodavan je manji}$$

Prilikom unošenja sile u kablove događa se pad sile u kablovima usljed trenja, prokliznuća klina, elastičnih deformacija betona, usljed skupljanja i puzanja betona i relaksacije čelika.

Skica gubitka silie u kablovima na mjestu unošenja sile nakon otpuštanja preše te usljed gubitaka trenjem



Skica gubitka sile u kabelu usljed naprezanja sa jedne strane u trenutku $t=\infty$



Maksimalno naprezanje u kabelu nakon nanošenja opterećenja

Sila prednapinjanja u vrijeme $t=0$ je P_{m0} određuje se smanjenjem početne sile za trenutne gubitke.

Ova sila ne smije prekoračiti veličinu $A_p \cdot \sigma_{pm,0}$.

$\sigma_{pm,0}$ je maksimalno dopušteno naprezanje nakon gubitaka sidrenjem kod prednapinjanja prije stvrdnjavanja betona, odnosno maksimalno dopušteno naprezanje nakon uklanjanja preše kod kabelskog prednapinjanja.

Mjerodavna je manja vrijednost od slijedećih:

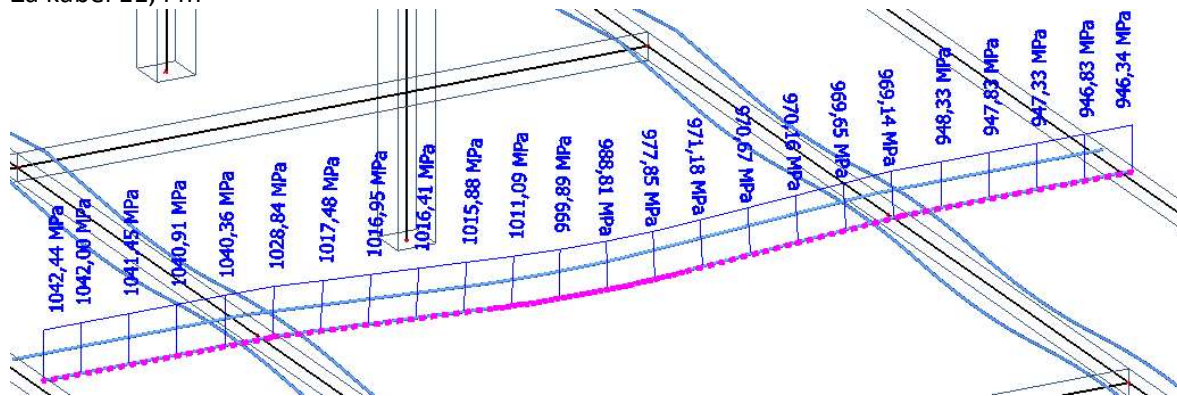
$$\sigma_{pm,0} \leq \begin{cases} 0,75 f_{pk} \\ 0,85 f_{p0.1,k} \end{cases}$$

Konačna sila prednapinjanja $P_{m\infty}$ je sila nakon svih gubitaka i trenutnih i vremenskih u $t=\infty$.

Beton:	Armatura:	Užad:
Klasa, izloženost: C 40/50	Tip: B 500B	Tip: St 1600/1860
$f_{ck} = 40,0$ Mpa	$f_{yk} = 500,0$ Mpa	$f_{p0,1k} = 1600,0$ Mpa
$f_{cd} = 26,7$ Mpa	$f_{yd} = 434,8$ Mpa	$f_{pk} = 1860,0$ Mpa
$f_{ctm} = 3,5$ Mpa	$E_s = 200000,0$ MPa	$E_k = 195000,0$ MPa
$E_c = 34500,0$ MPa		$\sigma_{p0,max} = 1488,00$ MPa - najveće naprezanje na PREŠI nakon prednapreznja
$\gamma_c = 25,0$ kN/m ³		$\sigma_{pm0,max} = 1360,00$ MPa - najveće naprezanje nakon sidrenja
$\tau_{Rd} = 0,41$ Mpa		
$\sigma_{c,max,t=0} = -24,0$ Mpa - tlak u fazi prednapinjanja		
$\sigma_{c,max,t=\infty} = -18,0$ Mpa - tlak u eksploataciji		
$\sigma_{t,max,t=0} = 3,5$ Mpa - vlak u fazi prednapinjanja		
$\sigma_{t,max,t=\infty} = 2,1$ Mpa - vlak u eksploataciji		

Prikaz naprezanja u kabelu nakon početnog prijenosa sile

Za kabel 11,4 m



Case	Tendon	x [m]	Stress after anchoring / transfer [MPa]	LED [MPa]	LCS [MPa]	Lmin [MPa]	Lmax [MPa]	MinStress [MPa]	MaxStress [MPa]
LC14	TND143	0,000	946,34	0,00	0,00	0,00	0,00	946,34	946,34
LC14	TND143	11,400	1042,44	0,00	0,00	0,00	0,00	1042,43	1042,43
LC14	TND143	2,500	969,14	-5,62	0,00	0,00	0,00	963,52	963,52
LC14	TND143	2,000	948,33	5,05	0,00	0,00	0,00	953,37	953,37
LC14	TND143	1,500	947,83	0,43	0,00	0,00	0,00	948,25	948,25
LC14	TND143	9,500	1040,36	-0,69	0,00	0,00	0,00	1039,67	1039,67
LC14	TND143	9,000	1028,84	-0,49	0,00	0,00	0,00	1028,36	1028,36

Maximum stress after transfer [MPa]
1042,44

Za kabel 48 m



Case	Tendon	x [m]	Stress after anchoring / transfer [MPa]	LED [MPa]	LCS [MPa]	Lmin [MPa]	Lmax [MPa]	MinStress [MPa]	MaxStress [MPa]
LC14	TND66	48,000	361,40	-0,01	0,00	0,00	0,00	361,39	361,39
LC14	TND66	7,000	992,63	-7,75	0,00	0,00	0,00	984,88	984,88
LC14	TND66	10,500	903,47	2,81	0,00	0,00	0,00	906,28	906,28
LC14	TND66	0,000	859,98	0,00	0,00	0,00	0,00	859,99	859,99
LC14	TND66	24,500	634,93	0,13	0,00	0,00	0,00	635,05	635,05
LC14	TND66	3,500	914,95	-1,31	0,00	0,00	0,00	913,64	913,64
LC14	TND66	47,000	361,78	0,34	0,00	0,00	0,00	362,12	362,12

Maximum stress after transfer [MPa]
992,63

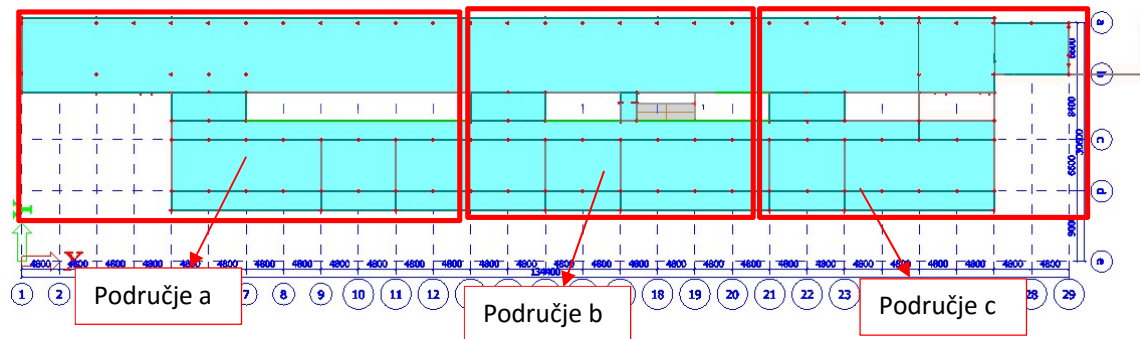
Ako se tijekom unošenja sile u naknadno napete kabele računsko izduženje ne dobiva u granicama $\pm 5\%$ uvjetovane ukupne sile ili unutar $\pm 10\%$ uvjetovane sile za jedan kabel, treba poduzeti mjere predviđene projektnim specifikacijama. Jednako treba postupiti i ako se tijekom unošenja sile u prethodno napete kabele računsko izduženje ne dobiva u granicama $\pm 3\%$ uvjetovane ukupne sile ili unutar $\pm 5\%$ uvjetovane sile za jedan kabel.

Protokol prednaprezanja ispunjava odgovorna osoba koja izvodi prednaprezanje (voditelj radova). Za svaki kabel se upisuje njegovo stvarno izduženje. Uspoređuje se stvarno izduženje sa teoretskim izduženjem te se upisuje razlika tj. odstupanje stvarnog od teorijskog izduženja. Dopuštena razlika tj. odstupanje mora biti u granicama $\pm 5\%$ teorijskog izduženja. Protokol prednaprezanja se vraća tj. daje na uvid projektantu konstrukcije koji kontrolira stvarna i teorijska izduženja kablova te na temelju odstupanja, ukoliko je potrebno, propisuje mjere sanacije.

Svi uređaji koji se koriste (preše) su baždareni te je za svaku prešu dan tehnički list koji je sastavni dio protokola prednaprezanja. Također svi materijali koji se ugrađuju moraju imati pripadajuće ateste.

Izvedba AB ploča

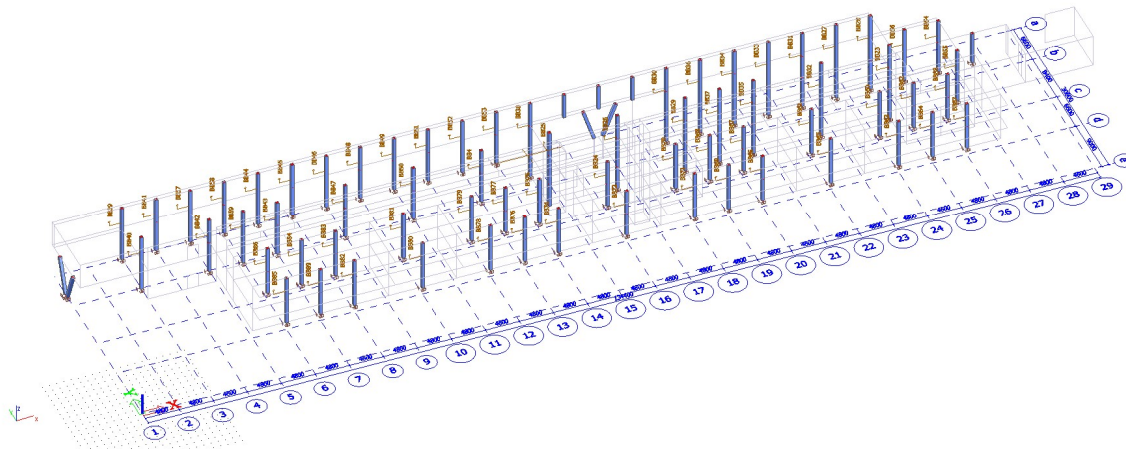
Objekt je izduženog oblika, tj. dužina je znatno veća od širine, te je stoga potrebno izvoditi ploču u fazama. Ploča se tlocrtno dijeli na tri područja (kao što je prikazano na skici). Betonira se prvo područje a, zatim područje c, te nakon toga područje b. Spoj sva tri područja se izvodi naknadno, tj. između sva tri područja se ostavlja prostor od cca. 1,5-2 m koji se naknadno betonira.



Stupovi

Stupovi su pravokutnog poprečnog presjeka dimenzija 40/40cm i 40/60cm. Stupovi su raspoređeni na rasteru konstrukcije od 4,8m i 9,6m u x smjeru, te 6,6m u y smjeru. Na sjevernoj strani građevine između osi a i b te osi 16 i 18 nalaze se V stupovi pravokutnog presjeka dimenzija 40/40cm. Stupovi su u razini međukatnih konstrukcija, te su upeti u temeljne stope. Zaštitni sloj je 25 mm sa svih strana. Time je zadovoljen kriterij XC1. Beton za izradu elemenata je C30/37.

Prikaz AB stupova



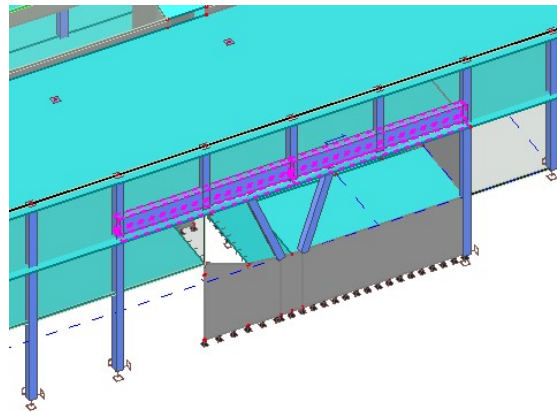
Zidovi

Monolitni AB zidovi prizemlja i 1.kata su debljine 20 i 30 cm te se izrađuju od betona C30/37. Zidovi preuzimaju horizontalna i vertikalna opterećenja, te ih prenose do temeljne konstrukcije. Razred izloženosti je XC1, zaštitni sloj iznosi 2,5 cm. Armiranobetonski zidovi su modelirani kao plošni elementi (wall); klasa betona C30/37; $\gamma=25$ kN/m³, te armatura B500B . Zidovi su pridržani međukatnim pločama u visini kata (zglobna veza).

Na sjevernoj strani konstrukcije od osi a-b te 15-29 nalazi se etaža podruma. Svi podrumski zidovi su debljine 30cm. Na zidove djeluje opterećenje od tla i dodatno promjenjivo opterećenje (opisano u poglavlju „Analiza opterećenja“). Podrumski zid je na vrhu pridržan stropnom pločom, te se na tom mjestu promatra kao slobodno oslonjen. Linijski ležajevi podrumskih zidova promatraju se kao upeti.

Parapetna greda

Prapetna greda nalazi se na sjevernoj strani konstrukcije u osi a te se proteže od stupa u osi 15 do stupa u osi 19. Greda je dimenzija b/h=40/100cm te duljine 19,2m. Beton je kvalitete C30/37.



Temelji

Ispod skupine AB zidova izvode se trakasti temelji. Ispod AB stupova izvode se temeljne stope. Ispod jezgre lifta i AB stubišta se izvodi temeljna ploča. Beton je klase C30/37, armatura B500B. Razred okoliša XC1, minimalni zaštitni sloj 35 mm za sve strane temeljne konstrukcije.

Podna ploča podruma izvodi se u debljini 12 cm i klase betona C 25/30.

Prema geomehaničkom elaboratu:

Investitor:	TELE 2, Vukovarska 269D, 10 000 Zagreb
Građevina:	Antenski stup
Izvrješće broj:	05/2009- 19.02.2009.
Rukovoditelj projekta:	Glišo Rašković, dipl.ing.geol.
Naziv izvješća:	IZVJEŠĆE O REZULTATIMA INŽENJERSKO - GEOLOŠKO - GEOTEHNIČKOG ISTRAŽIVANJA NA k.č. 2786 k.o. Grab (ZAD504.1 KONTIĆ)

dopušteno opterećenje tj. nosivost temeljnog tla za temeljne trake iznosi:

→ (izvadak iz geomehničkog elaborata):

Granična nosivost tla	426 kN/m ²
Dozvoljeno opterećenje tla za faktor sigurnosti za koheziju	426 kN/m ²
Proračun po formuli za slom tla	450 kN/m ²

Za vapnenca, kakvi su utvrđeni na ovom lokalitetu u zoni temeljenja, brojna su laboratorijska ispitivanja na sličnim terenima omogućila proračune dopuštenog opterećenja koja se mogu koristiti s odstupanjima najviše do 10%. Dopušteno specifično opterećenje, za glavno+dopunsko iznosi $q_{dop}=650 \text{ kN/m}^2$. S obzirom na relativno malu deformabilnost stijenske mase vapnenaca pri gornjim kontaktnim naponima za očekivati je slijeganje manje od 1,0 cm i to kao posljedicu zatvaranja pukotina .

NAPOMENA:

- Prije proizvodnje nosivih elemenata bilo čeličnih ili betonski te izvođenja monolitne konstrukcije projektant konstrukcije mora pregledati i ovjeriti izvedbenu i radioničku dokumentaciju.
- Prije izvođenja temeljne konstrukcije potrebno je uvidom i dopunom geomehničkog elaborata utvrditi stvarnu nosivost tla i stišljivost podloge te potvrditi pretpostavke iz ovog glavnog projekta
- Operativni plan i plan montaže izvođač radova dostavlja projektantu konstrukcije na ovjeru
- Projekt betona izvođač radova dostavlja projektantu konstrukcije na ovjeru
- Prema Pravilniku o tehničkom pregledu građevine (NN108/04) pri tehničkom pregledu je potrebno mišljenje projektanta konstrukcije o usklađenosti izvedenih radova s glavnim projektom. Stoga je potrebno u tijeku izvođenja radova ugovoriti projektantski nadzor konstrukcije.

Projektant konstrukcije

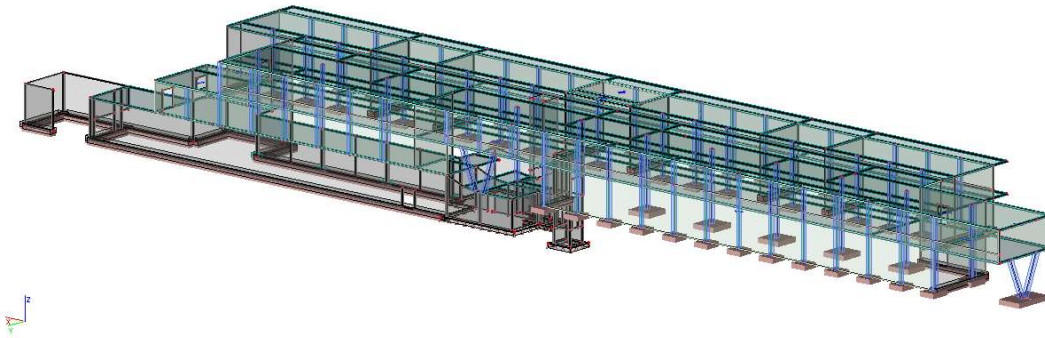
Nikola Miletić dipl.ing.građ.

C. PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE KONSTRUKCIJE OSNOVNE ŠKOLE

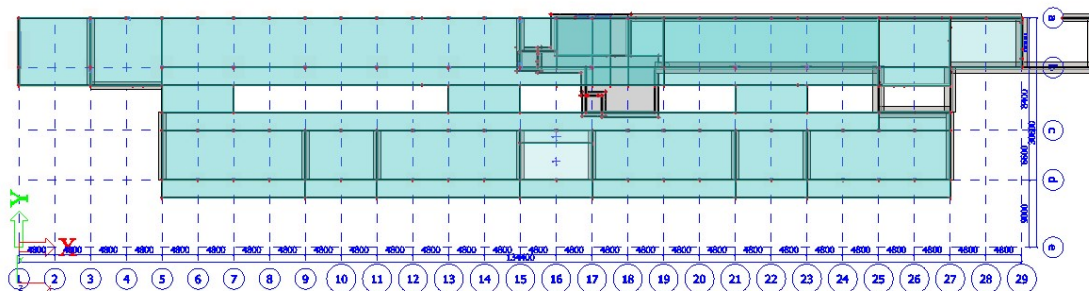
1 GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE NOSIVE KONSTRUKCIJE

Glavnu nosivu konstrukciju građevine osnovne škole tvori armirano-betonski skeletni sustav sa armirano-betonskim stropnim pločama s olakšanim Nautilus elementima oslonjenim na oslonce koje tvore armiranobetonski stupovi i armiranobetonski zidovi. Rasponi nosive konstrukcije u uzdužnom smjeru (osi X) iznose 660, 240, 360, 240, 660 i 220 cm, a u poprečnom smjeru (osi Y) 480 cm ili 960 cm. Stupovi su dimenzija 40 x 40 cm i 40x60cm. Zidovi su debljine 20 ili 30 cm. Ukupna visina AB ploča olakšanih gotovim „Nautilus“ elementima je ukupne visine 28cm. AB ploča nad osloncima izvodi se kao puna AB ploča (visine 28cm) dok se u polju postavljaju Nautilus elementi visine 16 cm i dimenzija cca 52/52 cm. Između Nautilus elemenata ostaju betonirana „rebra“ širine 12cm u punoj visini ploče kao poveznica gornje i donje zone u koje se postavlja posmična armatura kao poveznica gornje i donje zone. Zgrada je temeljena na kombinaciji temelja samaca i temeljnih traka. Manji i precizniji elementi zgrade (mostovi za evakuaciju i požarno čelično stubište) su od standardnih varenih čeličnih profila.

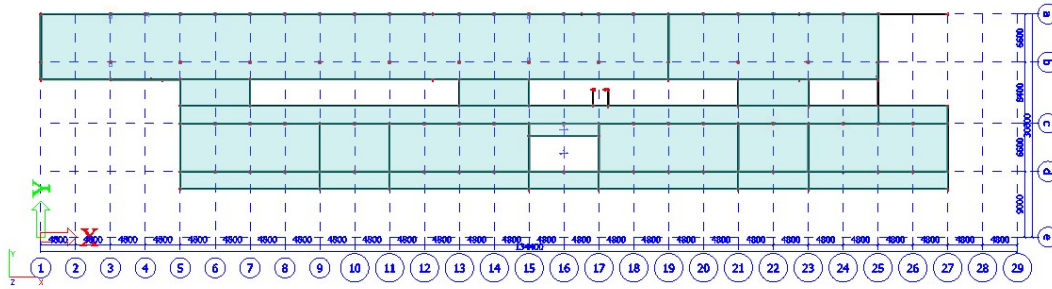
Prikaz 3D modela osnovne škole



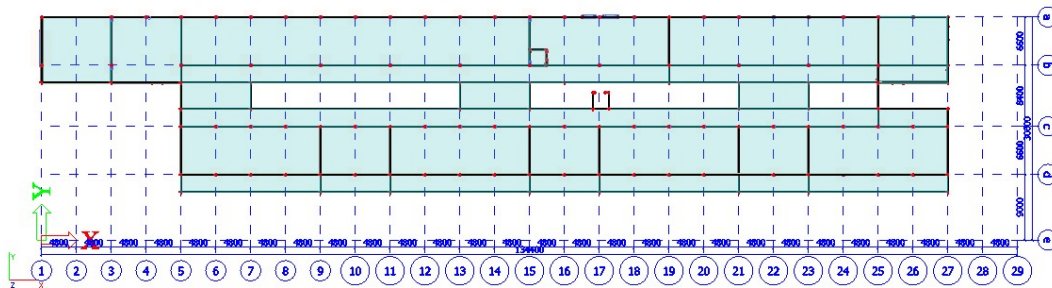
Ukupni tlocrt



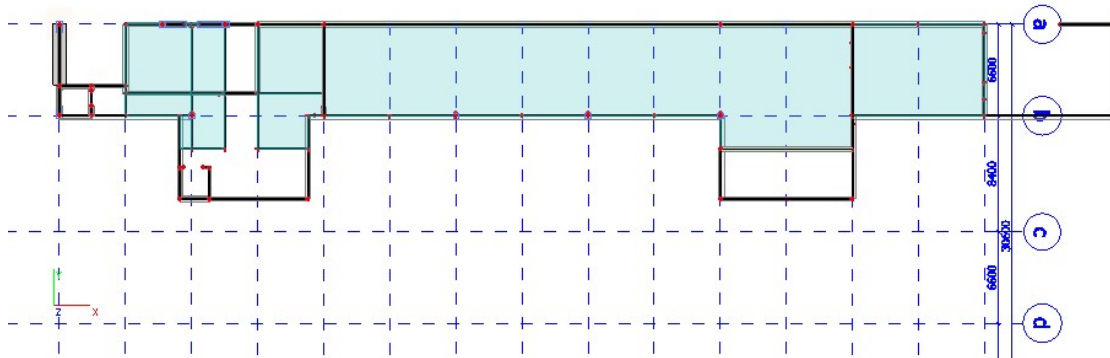
Tloct kata



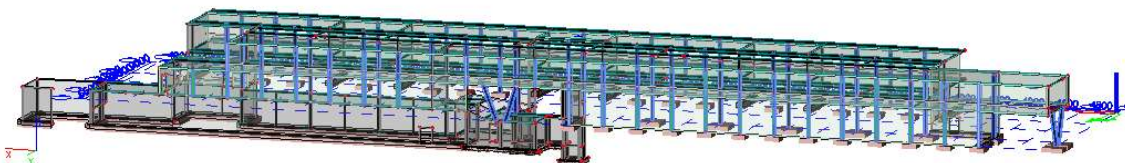
Tloct prizemlja



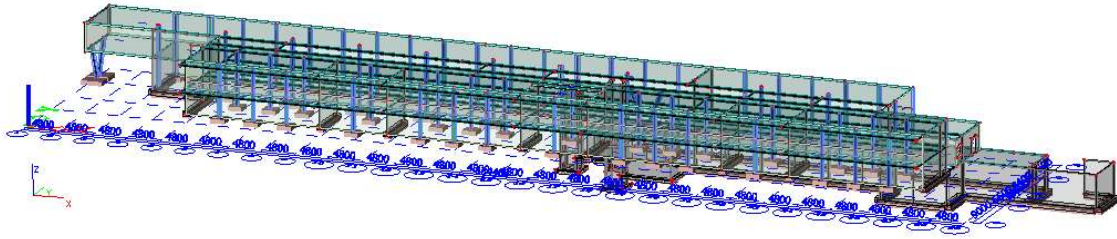
Tloct podruma



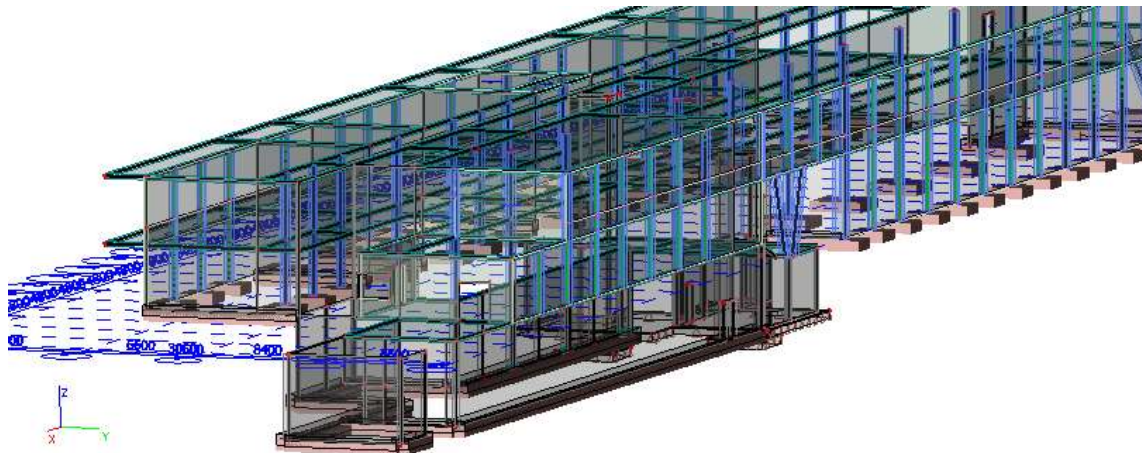
Pogled na sjevernu stranu



Pogled na južnu stranu



Pogled na istočnu stranu



Pogled na zapadnu stranu



2 ANALIZA OPTEREĆENJA

2.1 Djelovanja

2.1.1 LC1 – vlastita težina

Opterećenje ovisno o geometrijskim i materijalnim karakteristikama nosivih elemenata. Opterećenje se automatski generira softwareskim paketima.

2.1.2 LC2 – dodatno stalno djelovanje

Djelovanje od težine slojeva poda, fasada, krovnih panela itd. Opis sloja je podložan promjeni dok je ukupni iznos djelovanja zadan.

Opterećenje ravnog krova:

- šljunak (8 cm)	1,60 kN/m ²
- geotekstil	0,05 kN/m ²
- XPS (12 cm)	0,036 kN/m ²
- geotekstil	0,05 kN/m ²
- hidroizolacija	0,05 kN/m ²
- krovna ljepenka	0,05 kN/m ²
- kamena vuna u padu 3-14 cm	0,136 kN/m ²
- parna brana	0,05 kN/m ²
- AB ploča – „nautilus“ sistem	Uključeno u vlastitu težinu
UKUPNO	2,00 kN/m²

Opterećenje međуетаžа:

- parket (2 cm)	0,48 kN/m ²
- armirani estrih (6cm)	1,32 kN/m ²
- geotekstil	0,05 kN/m ²
- hidroizolacija	0,05 kN/m ²
- krovna ljepenka	0,05 kN/m ²
- kamena vuna u padu 2,5-4,5 cm	0,05 kN/m ²
- AB ploča – „nautilus“ sistem	Uključeno u vlastitu težinu
UKUPNO	2,00 kN/m²

Opterećenje podna ploča:

- završni sloj (parket) (2,0 cm)	0,48 kN/m ²
- armirani estrih (6cm)	1,32 kN/m ²
- PE folija	0,05 kN/m ²
- XPS (5 cm)	0,015 kN/m ²
- EPS (2 cm)	0,003 kN/m ²
- podna ploča	Uključeno u vlastitu težinu
- geotekstil	/
- podloga	/
UKUPNO	2,00 kN/m²

Opterećenje stubište:

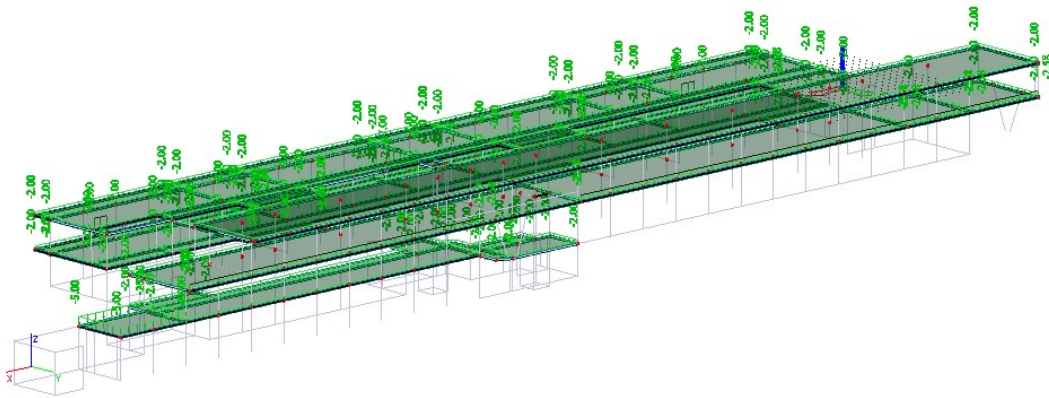
završna obrada poda	0,56 kN/m ²
- cementni namaz	0,20 kN/m ²
- žbuka podgled	0,42 kN/m ²
- AB stube	2,12 kN/m ²
- AB ploča	Uključeno u vlastitu težinu

UKUPNO 3,30 kN/m²

Osim djelovanja slojeva, u proračun su uzeta djelovanja od fasadnih panela (stakla) i svjetlarnika, djelovanja od zidanih zidova (težina zidanog zida uzeta je u iznosu od 860 kg/m³) te djelovanja od čeličnih spojnih mostova.

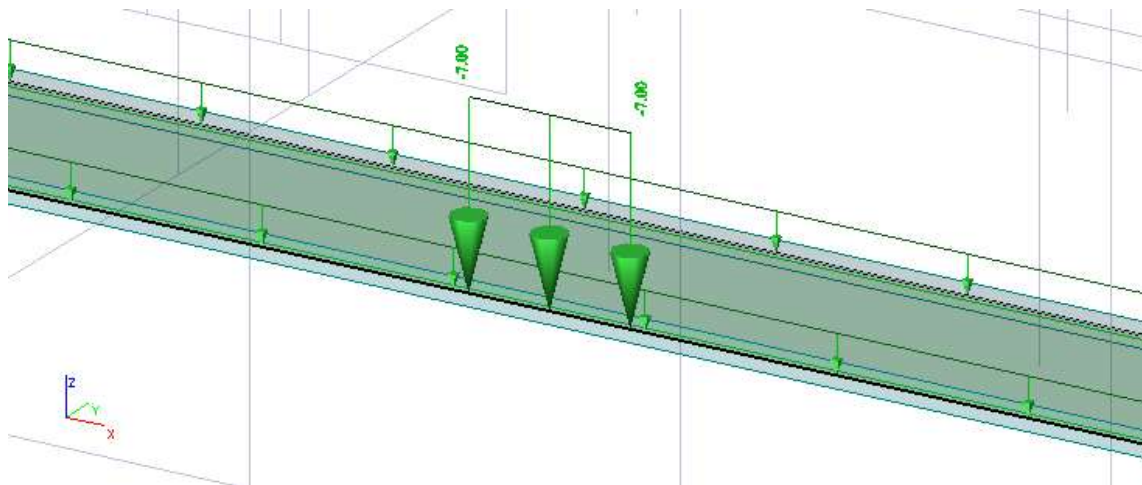
Prikaz opterećenja

Opterećenja od slojeva:



Opterećenje od spojnih mostova:

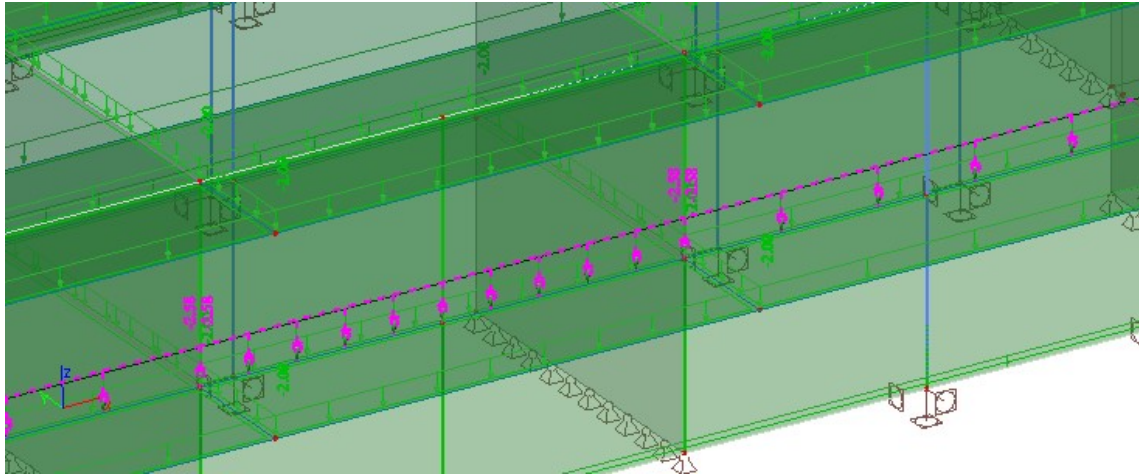
Opterećenje od spojnih mostova nanosi se linijski na ploču u iznosu od 7,00 kN/m' (u obzir se uzima vlastita težina čeličnih profila i dodatno stalno opterećenje koje na njih djeluje).



Napomena: Čelični spojni mostovi i stubišta su obrađeni u poglavlju „Proračun čeličnih spojnih mostova i stubišta“.

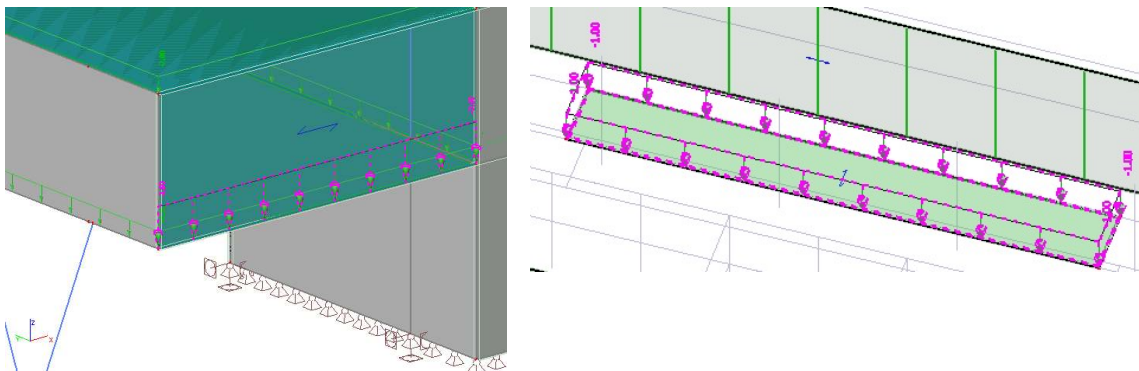
Težina zidanih zidova:

Težina zidanih parapetnih zidova nanosi se linijski u iznosu od 2,58 kN/m².



Opterećenje od staklenih panela i svjetlarnika

Opterećenje svjetlarnika u modelu se na nanosi površinski pomoću opcije Load panels preko kojih se opterećenje prenosi na stupove. Opterećenje se nanosi u iznosu od 1,00 kN/m². Opterećenje od staklenih panela nanosi se linijski na stropne ploče prizemlja i podruma u iznosu od 3,6 kN/m'.



Napomena: Svjetlarnici su obrađeni u poglavljima „Proračun svjetlarnika“.

2.1.3 LC3- korisno djelovanje

Tablica 6.1 – Uporabne kategorije

Kategorija	Namjena	Primjer
A	Prostori za stanovanje i kućanske djelatnosti	Sobe u stambenim zgradama i kućama, sobe i odjeli u bolnicama; sobe u hotelima i prenočištima, kuhinje i kupaonice
B	Uredski prostori	
C	Prostori gdje se mogu okupljati ljudi (osim prostora određenih u kategorijama A, B, i D ¹⁾)	C1: Prostorije sa stolovima i sl., primjerice u školama, kavanama, restoranima, blagovaonicama, čitaonicama, recepcijama
		C2: Prostori s nepomičnim sjedalima, primjerice u crkvama, kazalištima ili kinima, sobe za sastanke, dvorane za predavanja, dvorane za skupove, željezničke čekaonice i sl.
		C3: Prostori bez zapreka za kretanje ljudi, primjerice u muzejima, izložbenim prostorima i slično, te pristupi u javnim i upravnim zgradama, hotelima, bolnicama i željezničkim stanicama
		C4: Prostori gdje su moguće fizičke aktivnosti, primjerice plesne dvorane, gimnastičke dvorane, pozornice
		C5: Prostori za velika okupljanja ljudi, primjerice u zgradama za javne priredbe kao što su koncertne dvorane, sportske dvorane uključujući gledališta, terase, prilaze i željezničke perone
D	Prodajni prostori	D1: Prostori u trgovinama D2: Prostori u robnim kućama

¹⁾ Obratiti pažnju na točku 6.3.1.1(2), posebno za kategorije C4 i C5. Kad se dinamički učinci trebaju uzeti u obzir, vidjeti normu EN 1990. Za kategoriju E, vidjeti tablicu 6.3.

NAPOMENA 1: Ovisno o predviđenom načinu upotrebe, prostori koji bi mogli pripadati kategorijama C2, C3 i C4 smiju se odlukom investitora i/ili nacionalnim dodatkom svrstati u kategoriju C5

NAPOMENA 2: U nacionalnome dodatku smiju se odrediti potkategorije za A, B, C1 do C5, D1 i D2.

NAPOMENA 3: Za proizvodne djelatnosti ili skladištenje, vidjeti točku 6.3.2.

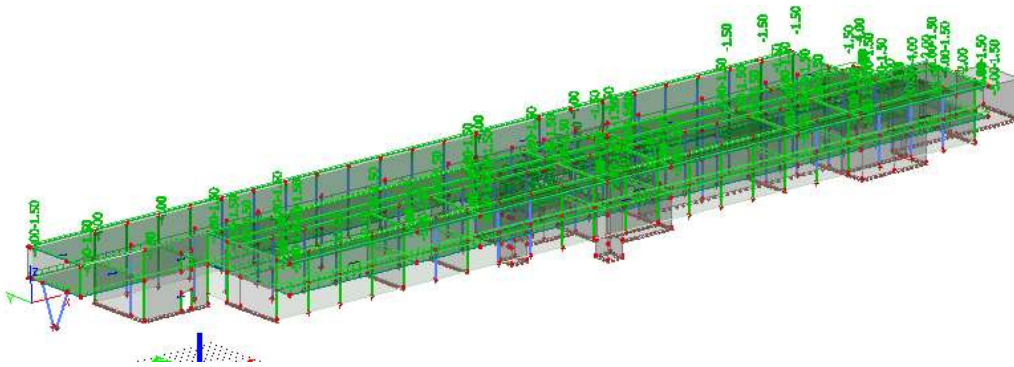
Tablica 6.2 – Uporabna opterećenja stropova, balkona i stubišta u zgradama

Kategorija opterećenog prostora	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
Kategorija A		
– stropovi	1,5 do <u>2,0</u>	<u>2,0</u> do 3,0
– stubišta	<u>2,0</u> do 4,0	<u>2,0</u> do 4,0
– balkoni	<u>2,5</u> do 4,0	<u>2,0</u> do 3,0
Kategorija B	2,0 do <u>3,0</u>	1,5 do <u>4,5</u>
Kategorija C		
– C1	<u>2,0</u> do <u>3,0</u>	<u>3,0</u> do <u>4,0</u>
– C2	<u>3,0</u> do <u>4,0</u>	<u>2,5</u> do <u>7,0</u> (<u>4,0</u>)
– C3	<u>3,0</u> do <u>5,0</u>	<u>4,0</u> do <u>7,0</u>
– C4	<u>4,5</u> do <u>5,0</u>	<u>3,5</u> do <u>7,0</u>
– C5	<u>5,0</u> do <u>7,5</u>	<u>3,5</u> do <u>4,5</u>
Kategorija D		
– D1	<u>4,0</u> do 5,0	<u>3,5</u> do <u>7,0</u> (<u>4,0</u>)
– D2	<u>4,0</u> do <u>5,0</u>	<u>3,5</u> do <u>7,0</u>

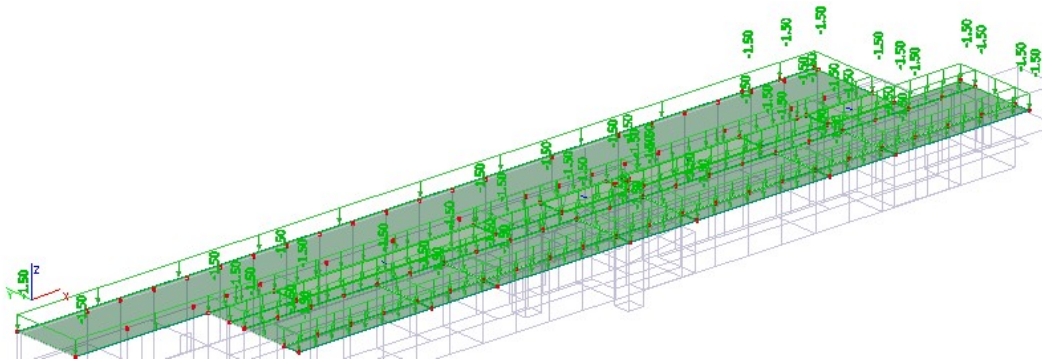
Zbog simulacije korisnih opterećenja po šahovskim poljima sva korisna opterećenja povećavaju se u rasponu od 15-25%.

Kategorija opterećenog prostora	q_k [kN/m ²] – usvojeno opt.	q_k [kN/m ²] – simulirano opt.
hodnici (kategorija C3)	4,00 kN/m ²	5,00 kN/m ²
tehničke prostorije na tlu (C3)	4,00 kN/m ²	5,00 kN/m ²
učionice i prostorije škole (C1)	3,00 kN/m ²	4,00 kN/m ²
stubišta (A)	3,00 kN/m ²	4,00 kN/m ²
krov (A)	1,50 kN/m ²	1,50 kN/m ²

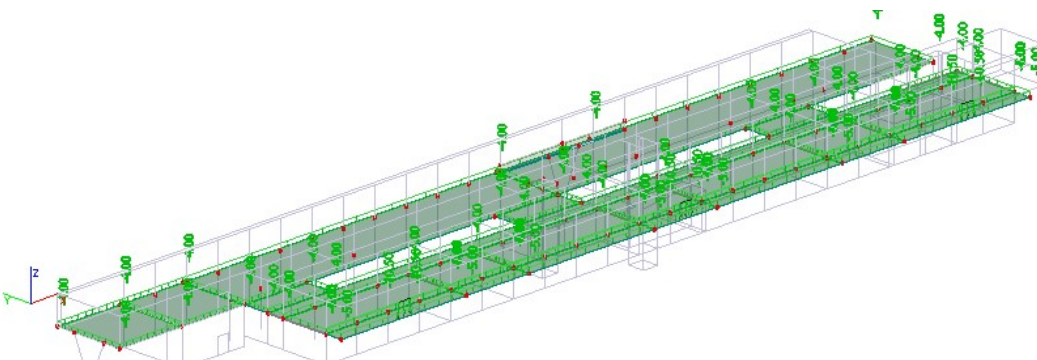
Prikaz opterećenja



Krovn ploča

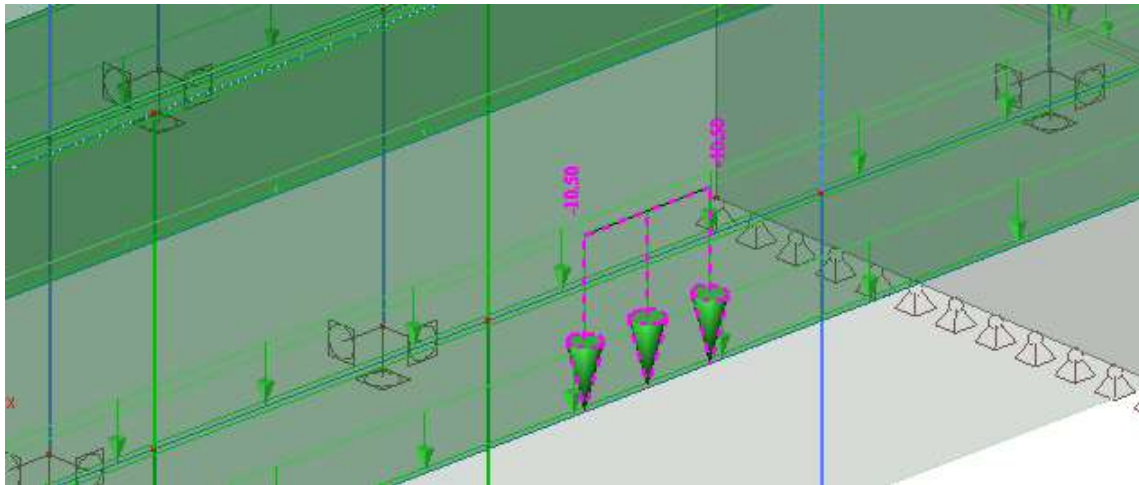


Ploča kata



Opterećenje od spojnih mostova:

Korisno opterećenje od spojnih mostova nanosi se na ploču linijski u iznosu od 10,5 kN/m'.



2.1.4 LC4 - djelovanje snijega

Snijeg (po tlocrtu površine)

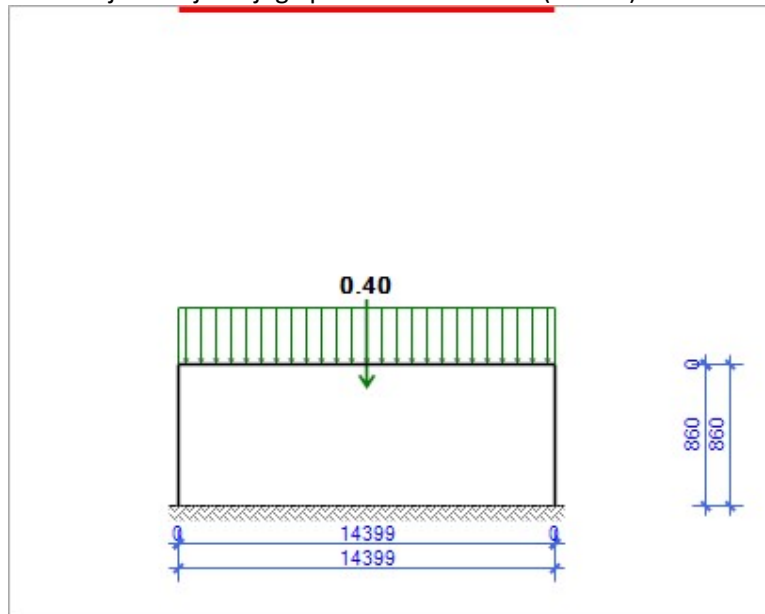
- 1. područje $S_k = 0.50 \text{ kN/m}^2$

Opterećenja od djelovanja snijega po ploham i vrstama:

(S-Osnovno opt. snijegom [kN/m²]; Se-Snijeg što visi preko ruba krova [kN/m']; Fs-Snijeg na snjegobranima [kN/m'])

KROV. PLOHA: $S_1 = 0.40$ $S_2 = 0.20$

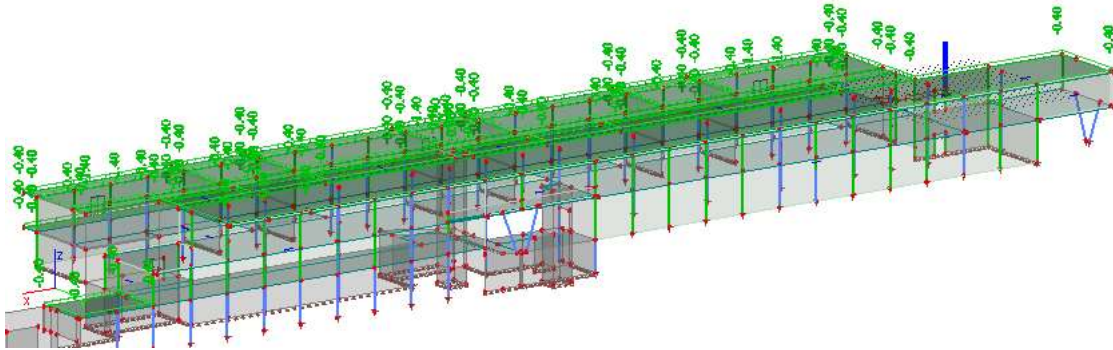
Schema djelovanja snijega po rasteru $r=1.00\text{m}$ (oblik 1):



NAPOMENA:

Na dijelovima konstrukcije gdje je moguća povećana količina snijega zbog zapuha uzet će se djelovanje snijega uvećano za 30 %.

Prikaz opterećenja:



2.1.5 LC5 i LC6 - djelovanje vjetra

Vjetar (okomito na plohu)

- 3. područje
- 3. Predgrađa gradova ili industrijska područja i š...

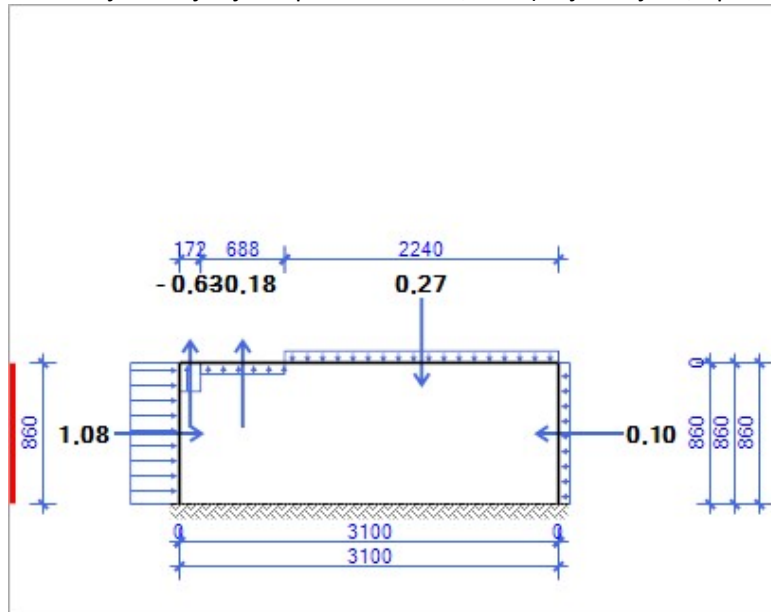
$v_{b,0} = 30,00 \text{ m/s}$

$C_{e(z)} = 1,59$

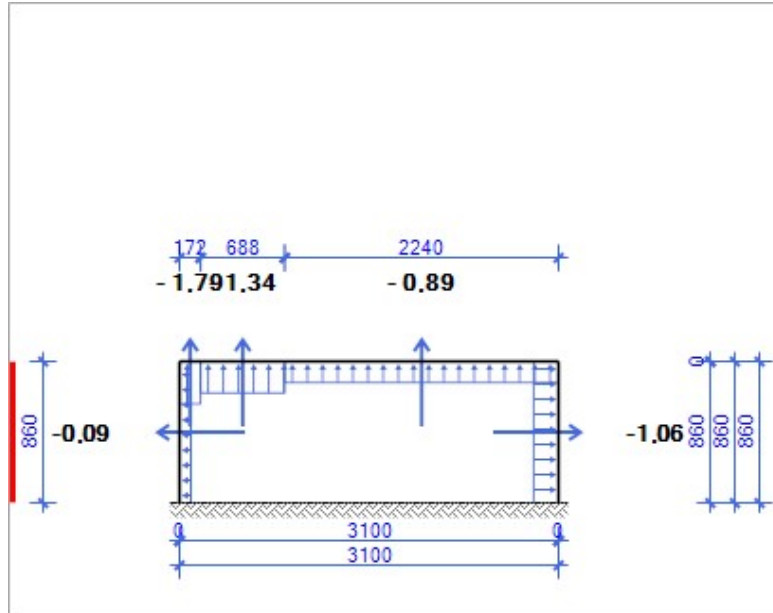
Ref. pritisak srednje brzine vjetra:

$q_B = 0,56 \text{ kN/m}^2$

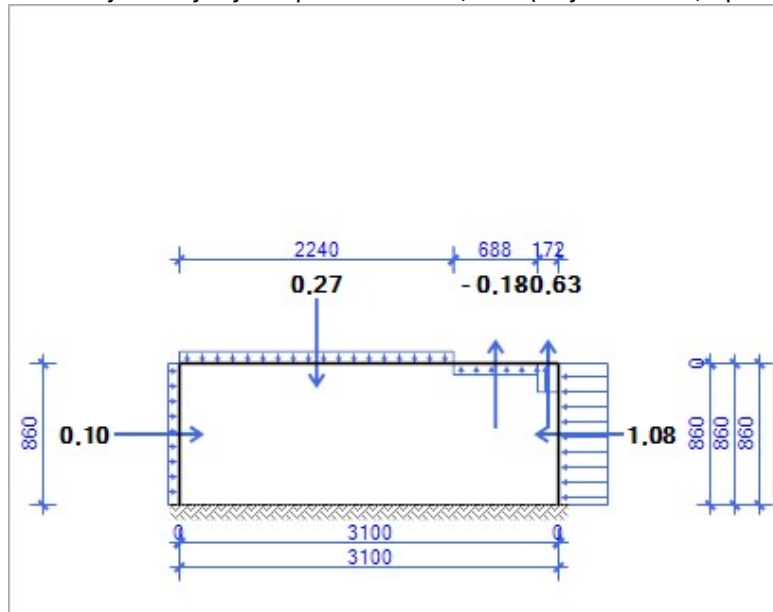
Shema djelovanja vjetra po rasteru $r=1,00\text{m}$ (smjer s lijeva, C_{pi} negativan):



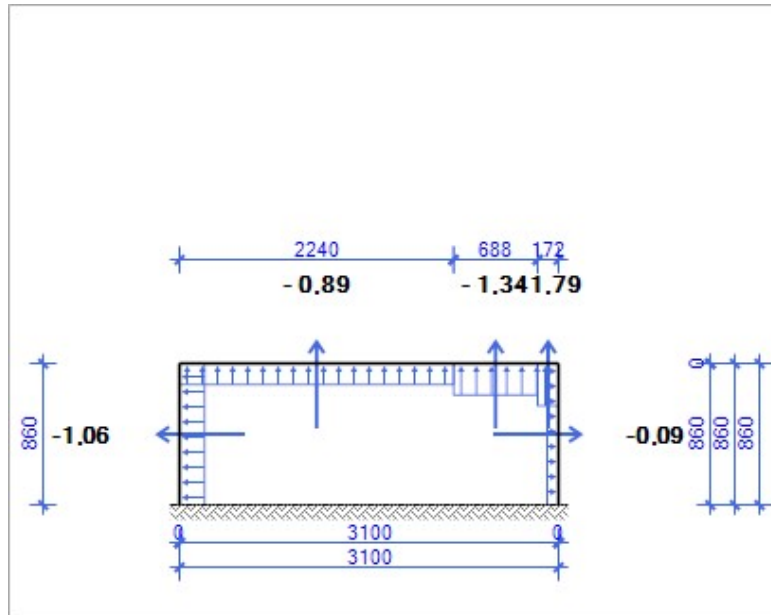
Shema djelovanja vjetra po rasteru $r=1,00\text{m}$ (smjer s lijeva, C_{pi} pozitivan):



Shema djelovanja vjetra po rasteru $r=1,00\text{m}$ (smjer s desna, C_{pi} negativan):



Shema djelovanja vjetra po rasteru $r=1,00\text{m}$ (smjer s desna, C_{pi} pozitivan):



- Sila trenja uzdužno po krovnoj plohi:

$$F_{FR} = 39,91 \text{ kN}$$

- Sila trenja uzdužno po zidnim ploham:

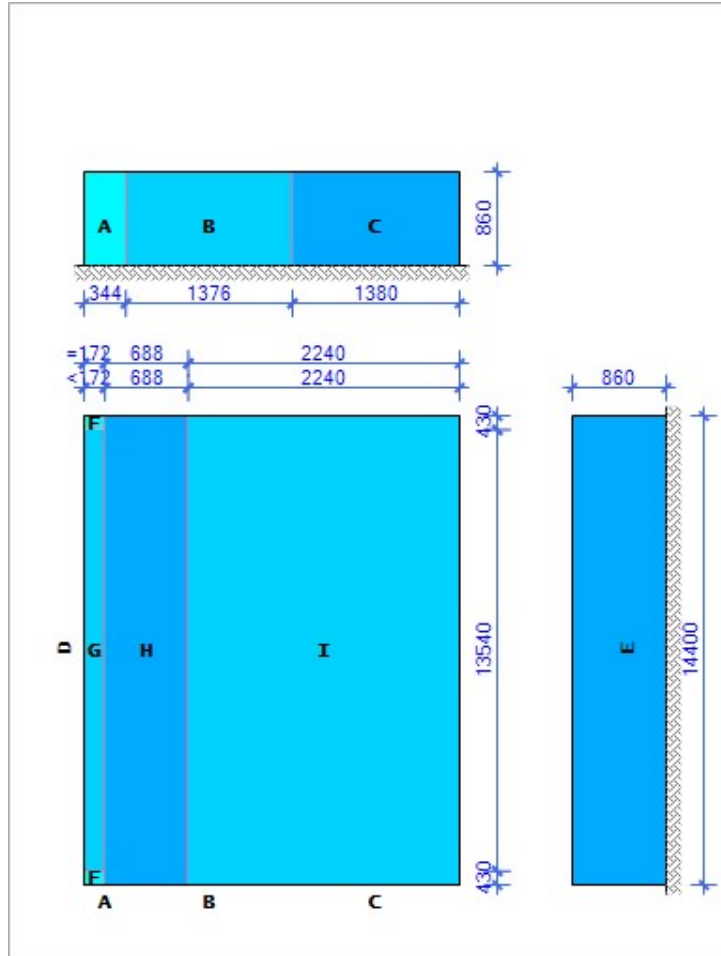
$$F_{FR} =$$

11,07 | 11,07 kN

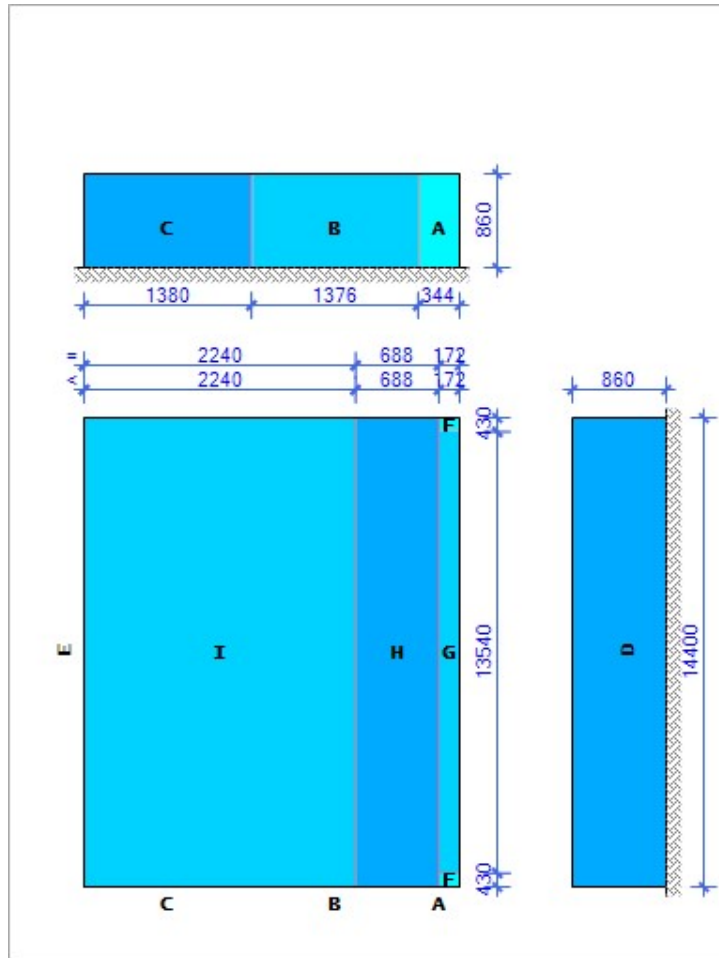
Opterećenja od djelovanja vjetra po ploham i vrstama:

(*W*-Osnovno opterećenje vjetrom [kN/m^2]; *C_e*-Koefficient izloženosti)

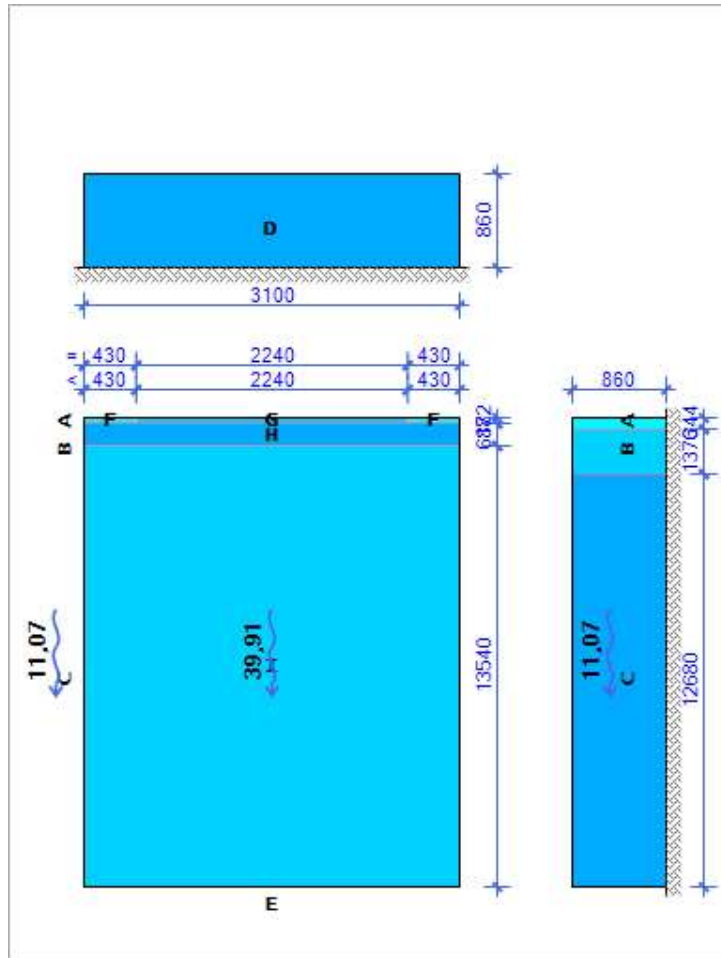
W_L MAX	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<i>C_e(8,60)</i>	-0,63	-0,27	0,00	1,08	0,10	<i>C_e(8,60)</i>	-1,24	-0,63	-0,18 0,27
W_L MIN									
<i>C_e(8,60)</i>	-1,79	-1,43	-1,16	-0,09	-1,06	<i>C_e(8,60)</i>	-2,41	-1,79	-1,34 -0,89



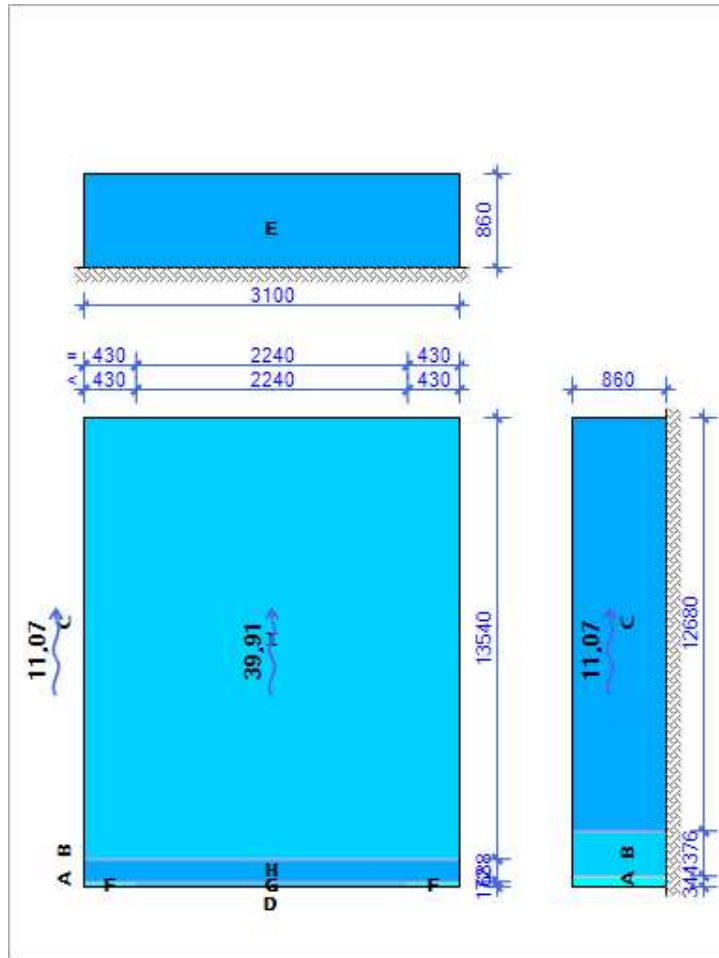
W_{DE} MAX	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$C_{e(8,60)}$	-0,63	-0,27	0,00	1,08	0,10	$C_{e(8,60)}$	-1,24	-0,63	-0,18	0,27
W_{DE} MIN										
$C_{e(8,60)}$	-1,79	-1,43	-1,16	-0,09	-1,06	$C_{e(8,60)}$	-2,41	-1,79	-1,34	-0,89



W_{GO} MAX	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$C_{e(8,60)}$	-0,63	-0,27	0,00	1,07	0,18	$C_{e(8,60)}$	-1,24	-0,63	-0,18	0,27
W_{GO} MIN										
$C_{e(8,60)}$	-1,79	-1,43	-1,16	-0,09	-0,98	$C_{e(8,60)}$	-2,41	-1,79	-1,34	-0,89



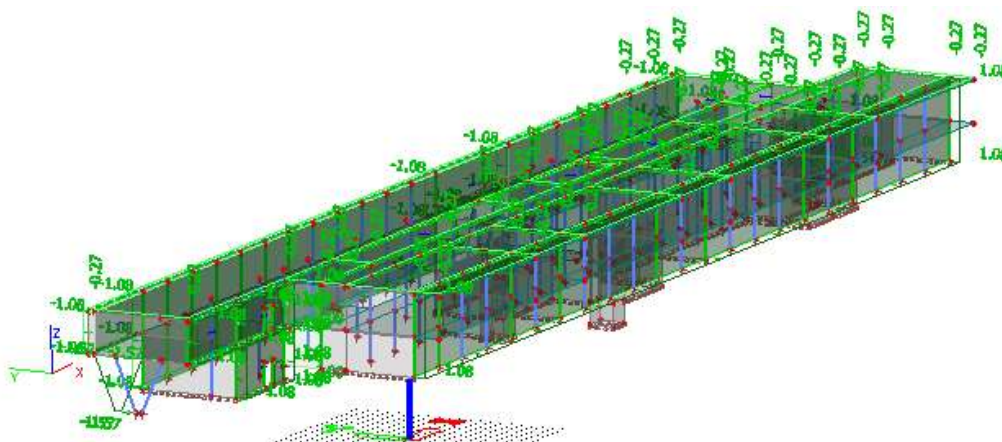
W_{DO} MAX	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
$C_{e(8,60)}$	-0,63	-0,27	0,00	1,07	0,18	$C_{e(8,60)}$	-1,24	-0,63	-0,18	0,27
W_{DO} MIN										
$C_{e(8,60)}$	-1,79	-1,43	-1,16	-0,09	-0,98	$C_{e(8,60)}$	-2,41	-1,79	-1,34	-0,89



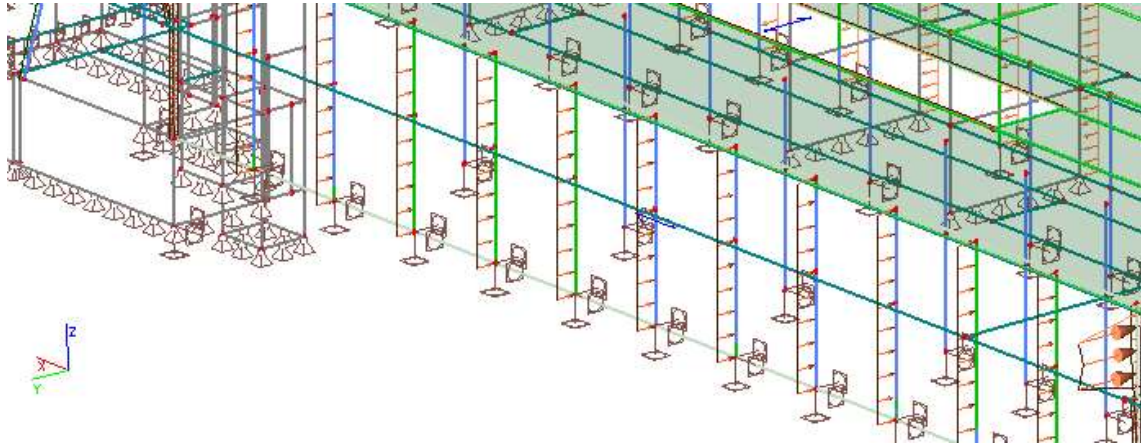
Prikaz opterećenja:

Opterećenje od vjetra nanosi se preko opcije Load panels koja omogućava prijenos opterećenja na stupove:

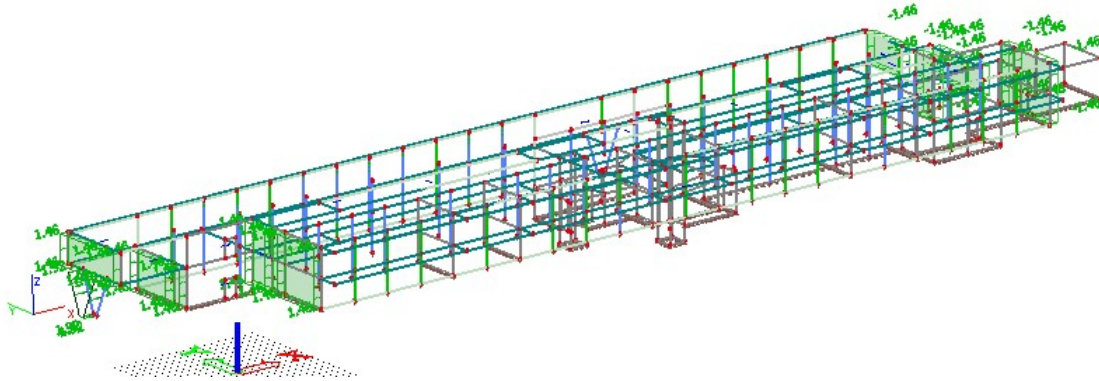
LC5 – vjetar u smjeru y



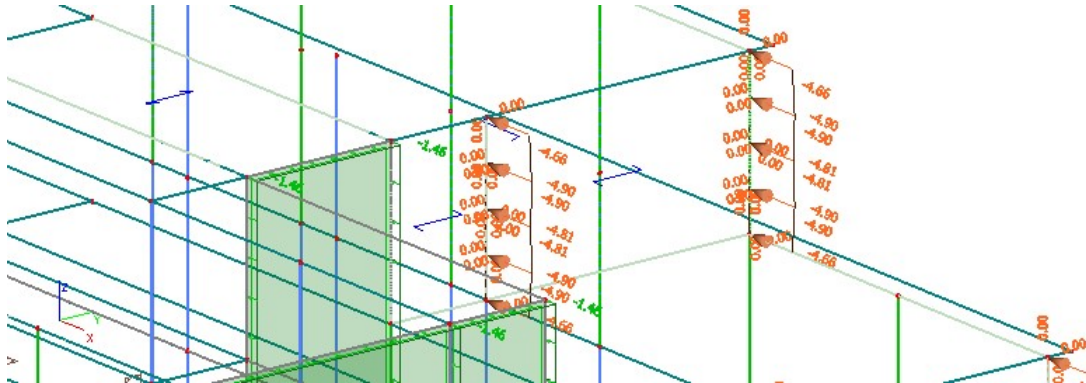
- opterećenje preneseno na stupove:



LC6 – vjetar u smjeru x



- opterećenje preneseno na stupove:



2.1.6 LC7, LC8 – opterećenja podrumskih zidova

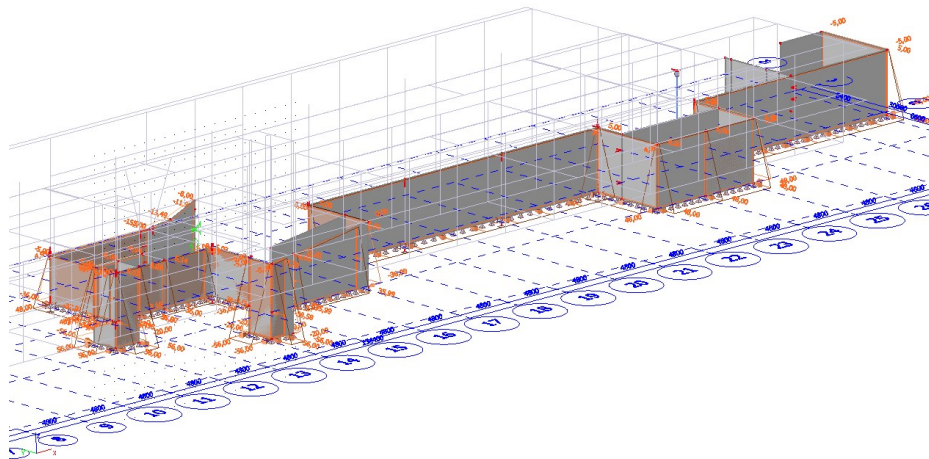
Opterećenje ovisno o geometrijskim i materijalnim karakteristikama nosivih elemenata. Opterećenje se automatski generira softwareskim paketima.

Prema „Izvešću o rezultatima inženjersko – geološko – geotehničkog istraživanja“ iz 2009. godine utvrđeno je da se stalni nivo podzemne vode nalazi na koti + 0,00 m n.m. ili malo dublje, stoga se horizontalno opterećenje uslijed pritiska vode zanemaruje.

– horizontalno opterećenje uslijed pritiska zemlje:

$$1) \quad \begin{aligned} \gamma_{tlo} &= 20 \text{ kN/m}^3 \\ k_0 &= 0,5 \\ h &= 3,6 \text{ m} \\ p_{1,tlo} &= 5 \text{ kN/m}^2 \\ p_{2,tlo} &= k_0 \cdot \gamma_{tlo} \cdot h = 0,5 \cdot 20 \cdot 3,6 = 36 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

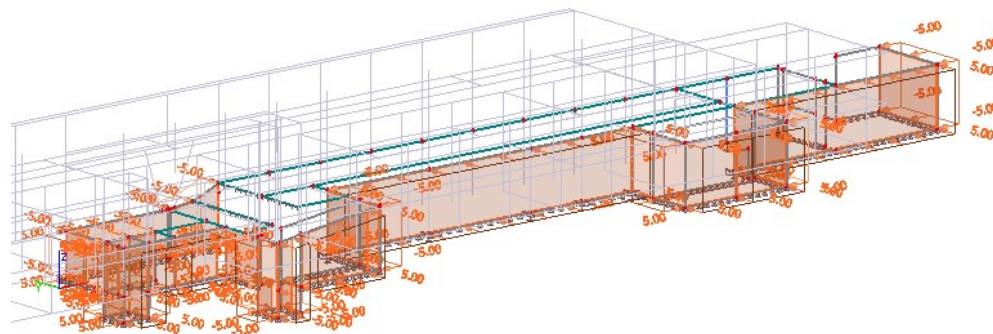
$$2) \quad \begin{aligned} \gamma_{tlo} &= 20 \text{ kN/m}^3 \\ k_0 &= 0,5 \\ h &= 4,8 \text{ m} \\ p_{1,tlo} &= 5 \text{ kN/m}^2 \\ p_{2,tlo} &= k_0 \cdot \gamma_{tlo} \cdot h = 0,5 \cdot 20 \cdot 4,8 = 48 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$



– horizontalno opterećenje uslijed dodatnog promjenljivog opterećenja:

$$q = 10 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{1,dodatno} = p_{2,dodatno} = k_0 \cdot q = 0,5 \cdot 10 = 5 \text{ kN/m}^2$$



2.1.7 LC9- temperaturno djelovanje

prema EN 1991-1-5 definirana je uniformirana komponenta ΔT_u sa:

$$\Delta T_u = T - T_0$$

Tablica 5.2 – Orijentacijske vrijednosti temperature T_{out} za zgrade iznad razine tla

Godišnje doba	Faktor važnosti		Temperatura T_{out} u °C
Ljeto	Relativna apsorptivnost ovisna o boji površine	0,5 blještave svijetle površine	$T_{max} + T_3$
		0,7 svijetlo obojene površine	$T_{max} + T_4$
		0,9 tamne površine	$T_{max} + T_5$
Zima		T_{min}	

NAPOMENA: Vrijednosti najviše temperature zraka u hladu T_{max} , najniže temperature zraka u hladu T_{min} i učinci sunčanog zračenja T_3 , T_4 i T_5 smiju se odrediti u nacionalnom dodatku. Ako nema podataka za područja na geografskim širinama između 45°N i 55°N, preporučene su vrijednosti za sjeveroistočno orijentirane elemente $T_3 = 0\text{ °C}$, $T_4 = 2\text{ °C}$ i $T_5 = 4\text{ °C}$ te za jugozapadno orijentirane ili horizontalne $T_3 = 18\text{ °C}$, $T_4 = 30\text{ °C}$ i $T_5 = 42\text{ °C}$.

gdje je T_0 temperatura u trenutku zadavanja rubnih uvjeta (ukoliko nije jasno definirana uzima se vrijednost od 10°C), a T određena Nacionalnim dokumentom za određeno područje.

$T_{max} = 40\text{ °C}$ - vrijednost najviše temperature zraka u hladu

$T_{min} = -10\text{ °C}$ - vrijednost najniže temperature zraka u hladu

Također usvaja se T_1 do T_9 prema preporučenim vrijednostima Eurocode norme.

$T_3=0\text{°C}$, $T_4=2\text{°C}$, $T_5=4\text{°C}$ za elemente na S-I

Odnosno $T_3=18\text{°C}$, $T_4=30\text{°C}$, $T_5=42\text{°C}$ za elemente na J-Z



Slika A.1(HR) – Karta najviših temperatura zraka



Slika A.2(HR) – Karta najnižih temperatura zraka

Temperaturno djelovanje ljeti

Sjeveroistočni elementi:

$$\Delta T_u = T - T_0$$

$$T = (T_{in} + T_{out}) / 2$$

$$T_{in}(\text{ljeto}) = 20^\circ\text{C}$$

$$T_{out} = T_{max} + T_4 = 40 + 2 = 42^\circ\text{C}$$

$$T = (20 + 42) / 2 = 31^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_u = 31 - 10 = 21\text{K}$$

Jugozapadni i horizontalni elementi:

$$\Delta T_u = T - T_0$$

$$T = (T_{in} + T_{out}) / 2$$

$$T_{in}(\text{ljeto}) = 20^\circ\text{C}$$

$$T_{out} = T_{max} + T_4 = 40 + 30 = 70^\circ\text{C}$$

$$T = (20 + 70) / 2 = 45^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_u = 45 - 10 = 35\text{K}$$

Temperaturno djelovanje zimi

$$\Delta T_u = T - T_0$$

$$T = (T_{in} + T_{out}) / 2$$

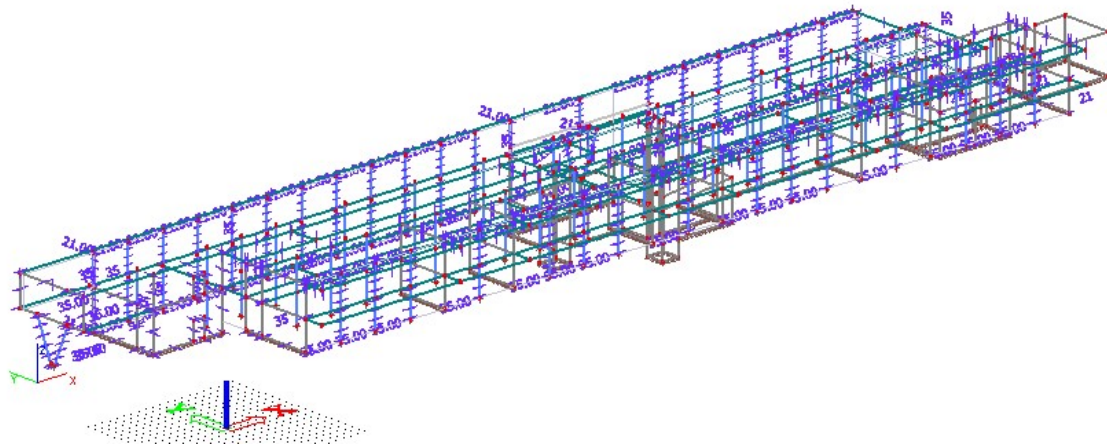
$$T_{in}(\text{zima}) = 25^\circ\text{C}$$

$$T_{out} = T_{min} = -10^\circ\text{C}$$

$$T = (25 - 10) / 2 = 7,5^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_u = 7,5 - 10 = -2,5\text{K}$$

Kao mjerodavna djelovanja usvajaju se temperaturna djelovanja od 21K i 35K.



2.1.8 LC10,LC11, LC12 i LC13- potresna djelovanja za smjer X i Y

Potresno djelovanje

Objekt se proračunava se na djelovanje potresa u skladu sa parametrima danim prema EN 1998-1-1. Opterećenja su zadana prema važećim propisima i zakonima te uvjetima koji će vladati u konstrukciji, a njihov detaljni prikaz te kombinacije se prikazane u glavnom projektu.

Predmetna građevina se proračunava na horizontalno potresno djelovanje, koje se opisuje dvjema okomitim komponentama S_x i S_y koje djeluju neovisno, u dvije međusobno okomite ravnine, a prikazane su istim spektrom odziva. Vrijednosti za ove sile proračunavaju se uporabom računskog spektra i ukupne težine, pri čemu se može rabiti pojednostavljena ili višemodalna spektralna analiza prema EC8.

Odabir ulaznih parametara

Razred važnosti građevine

Razlikovanje po pouzdanosti je uključeno preko razreda važnosti građevine u faktoru važnosti γ_i .

Predmetna građevina ima **faktor važnosti 1.2**

Razred važnosti	Opis i namjena zgrade	Faktor važnosti zgrade γ_i
I	Zgrade manje važnosti za javnu sigurnost	0.8
II	Obične zgrade koje ne pripadaju drugim razredima	1.0
III	Zgrade čija je potresna otpornost važna zbog posljedica vezanih uz rušenje	1.2
IV	Zgrade čija je cjelovitost neposredno nakon potresa životno važna za zaštitu ljudi	1.4

Elastični spektar odgovora

EN 1998 propisuje dva tipa elastičnih spektara odgovora:

Tip 1 karakterizira veći intenzitet za duže periode i predlaže se za područja visoke seizmičnosti ($MS > 5.5$).

Tip 2 se predlaže za područja niske seizmičnosti, a karakterizira ga veća amplifikacija za manje periode i manji intenzitet za duge periode ($MS < 5.5$).

Predmetna građevina pripada spektru **tipa 1**.

Tip tla

Europska norma EN 1998-1-1 razlikuje pet razreda tla: A, B, C, D, E i F.

Za objekt je odabran **tip tla A**

Opis tla prema EN 1998-1	Oznaka
Stjenovita tla s najviše 5 m slabijeg materijala pri površini i brzinom širenja poprečnih valova $v_s > 800$ m/s.	A
Naslage vrlo krutog pijeska, šljunka ili prekonsolidirane gline, debljine od nekoliko desetaka metara, s postupnim povećanjem mehaničkih svojstava s dubinom i brzinom širenja poprečnih valova $v_s = 360 - 800$ m/s.	B
Duboke naslage zbijenog ili srednje zbijenog pijeska, šljunka ili krutih glina, debljine od nekoliko desetaka do nekoliko stotina metara, s $v_s = 180 - 360$ m/s.	C
Naslage rastresitog tla s mekim koherentnim slojevima ili bez njih s $v_s \leq 180$ m/s u gornjih 20 m. Naslage s mekim do srednje krutim koherentnim tlima s $v_s \leq 180$ m/s u gornjih 20 m.	D
Profil tla A s površinskim aluvijalnim slojem s brzinama širenja poprečnih valova v_s za tip C i D, i debljinom između 5 i 20 m, ispod kojeg je krući materijal sa $v_s > 800$ m/s.	E

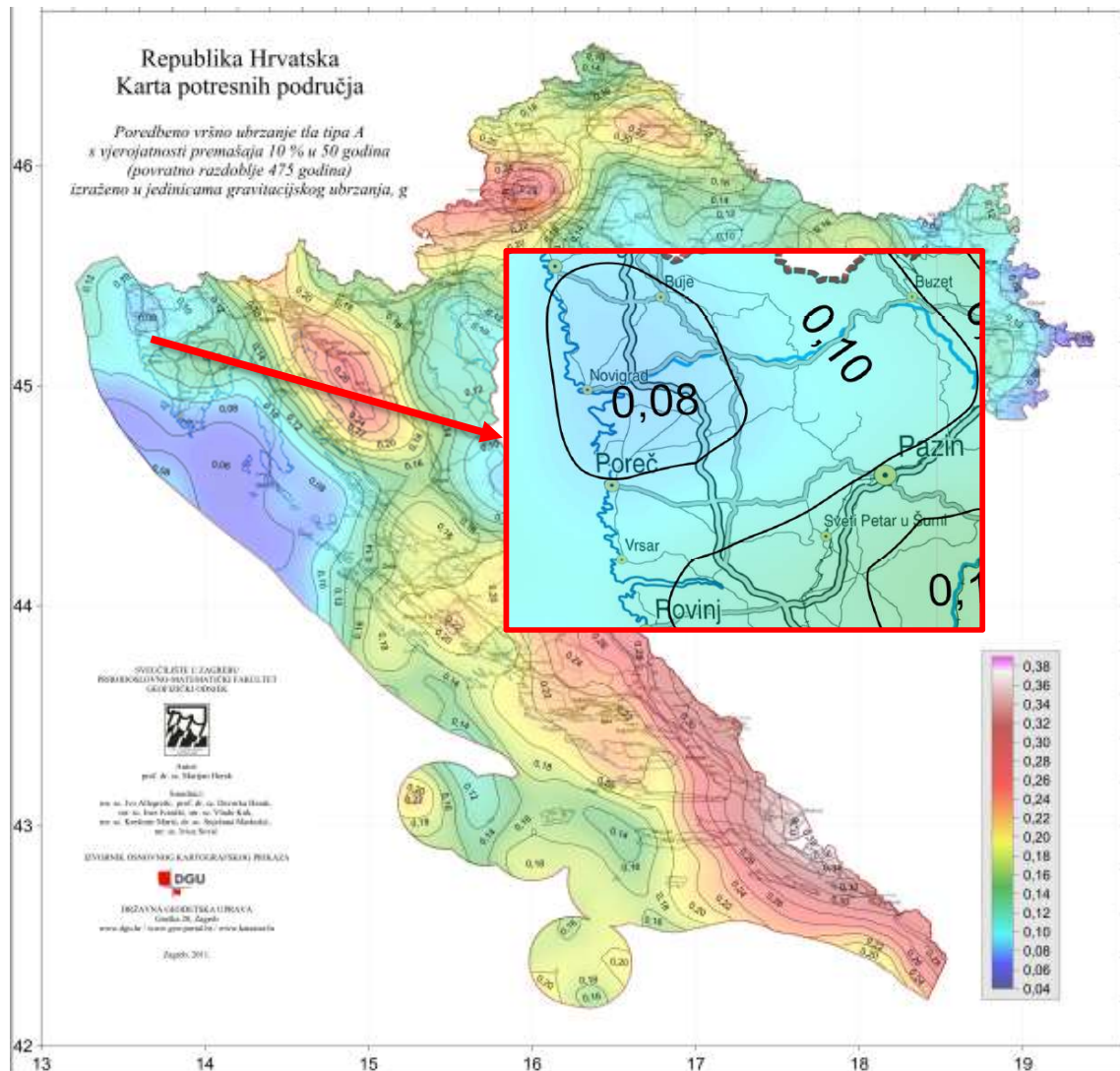
Razred duktilnosti

Građevina je smještena u razred duktilnosti M (DC „M“).

Računsko ubrzanje tla

Objekt se nalazi u VII. potresnoj zoni, ubrzanje podloge $a_g=0,1g$ tj. $0,981 \text{ m/s}^2$. Prema novoj potresnoj karti prof.dr.sc. Marijan Herak, računsko ubrzanje tla za predmetnu lokaciju iznosi $a_g=0,091 \text{ g}$ tj. $0,893 \text{ m/s}^2$. **U proračunu se ubrzanje podloge množi s faktorom ponašanja: $1,2a_g$.**

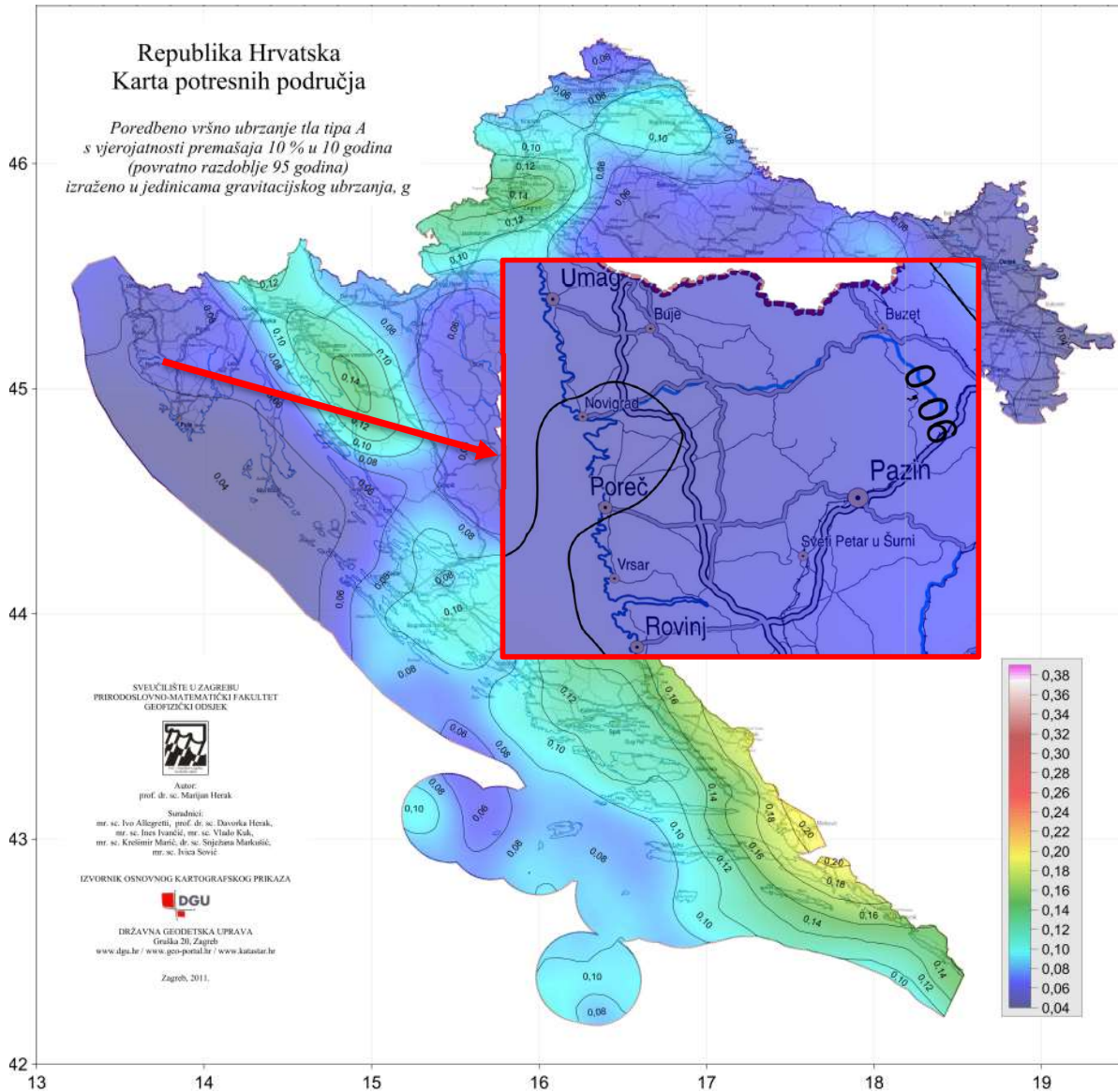
Prikaz računskih ubrzanja tla prema novoj potresnoj karti, prof.dr.sc. Marijan Herak:



Računsko ubrzanje tla za provjeru graničnog stanja uporabljivosti konstrukcije

Prema novoj potresnoj karti prof.dr.sc. Marijan Herak računsko ubrzanje tla za predmetnu lokaciju iznosi $a_g=0,05$ g tj. $0,4905(m/s^2)$ za kartu s povratnim periodom od 95 godina. **U proračunu se ubrzanje podloge množi s faktorom ponašanja: $1,2a_g$.**

Prikaz računskih ubrzanja tla prema novoj potresnoj karti, prof.dr.sc. Marijan Herak



Faktor ponašanja

Faktor ponašanja q odražava duktilnost konstrukcije, odnosno njenu sposobnost da prihvaća reducirane seizmičke sile bez krhkih lomova u postelastičnom području deformiranja. Sadrži u sebi podatak o vrsti elementa, vrsti gradiva i duktilnosti.

Proračun faktora ponašanja prema EN 1998-1

Računski spektar odgovora je elastičan spektar reduciran s faktorom ponašanja konstrukcije q koji se dobiva prema izrazu:

$$q = q_0 \cdot k_w \geq 1.5$$

gdje je:

q_0 - osnovna vrijednost faktora ponašanja koja ovisi o tipu konstrukcije, klasi duktilnosti i regularnosti konstrukcije

k_w - koeficijent prevladavajućeg oblika loma u konstrukcijskim sustavima sa zidovima

Osnovna vrijednost faktora ponašanja q_0 očitana je iz tablice.

Faktor ponašanja q_0 za konstrukcije regularne po visini:

TIP KONSTRUKCIJE	DCM srednja duktilnost	DCH visoka duktilnost
Okvirne konstrukcije, povezani zidovi	$3,0 \cdot \alpha_u / \alpha_1$	$4,5 \cdot \alpha_u / \alpha_1$
Nepovezani zidovi	3,0	$4,0 \cdot \alpha_u / \alpha_1$
Torzijsko fleksibilni sustavi	2,0	3,0
Konzolne konstrukcije (obrnuta njihala)	1,5	2,0

Okvirni sustavi, dvojni sustavi istovrijedni okvirnom sustavu	α_u / α_1
Jednoetažne građevine	1,1
Višeetažni, jednopoljni okviri	1,2
Višeetažni, višepoljni okviri ili dvojni sustavi istovrijedni okvirnom sustavu	1,3
Sustav zidova, dvojni sustavi istovrijedni sustavu zidova	α_u / α_1
Sustavi zidova sa samo dva nepovezana zida u svakom horizontalnom pravcu	1,0
Ostali nepovezani zidovi	1,1
Dvojni sustavi istovrijedni sustavu zidova ili povezani zidovi	1,2

α_1 - množitelj horizontalnog seizmičkog djelovanja pri pojavi prvog plastifikacijskog zgoba

α_u - množitelj horizontalnog seizmičkog djelovanja pri pojavi mehanizma

Predmetna građevina je konstrukcija s nepovezanim zidovima, regularna po visini te srednje duktilna.

Koeficijent $\alpha_0/\alpha_1 = 1.0$ za konstrukcije s AB povezanim zidovima

Faktor ponašanja u smjeru X: $q_{ox}=3,0$; u smjeru Y, $q_{oy}=3,0$

Koeficijent prevladavajućeg oblika loma u konstrukcijskim sustavima sa zidovima iznosi:

1.0	za okvirne i dvojne konstrukcije ekvivalentne okvirima
$(1+\alpha_0)/3 \leq 1$ $ne > 0.5$	za konstrukcije od AB zidova, dvojne konstrukcije ekvivalentne zidovima i konstrukcije s jezgrom

gdje je:

α_0 - prevladavajući omjer visine i duljine zida u konstrukciji $\alpha_0 = H_w/L_w$

H_w - ukupna visina dominantnog zida

L_{wx} - duljina dominantnog zida u smjeru x

L_{wy} - duljina dominantnog zida u smjeru y

Predmetnoj građevini odgovara $k_{wx} = 1.0$; $k_{wy} = 1.0$

Faktor ponašanja za pojedini smjer:

$q_x = 3,0 \cdot 1,0 = 3,0$; $q_y = 3,0 \cdot 1,0 = 3,0$

Nakon određenih parametara faktor ponašanja građevine q u globalnom smjeru osi x i y iznosi:

$q_x = 3,0 \times 1,0 = 3,0$

$q_y = 3,0 \times 1,0 = 3,0$

Računski spektar odgovora

Računski spektar odgovora reduciran s faktorom ponašanja konstrukcije q izračunava se prema izrazu:

$$0 \leq T < T_B \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2.5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q}$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

$$T_D \leq T \quad S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

gdje je:

$S_0(T)$ - ordinata računskog spektra odgovora u jedinici ubrzanja tla

T - osnovni period oscilacija

S - parametar tla

T_B, T_C - granica konstantnog intervala spektralnog ubrzanja

T_D - vrijednost koja definira početak dijela spektra velikih perioda

a_g - računsko ubrzanje tla

q - faktor ponašanja konstrukcije

β - faktor koji određuje najnižu vrijednost projektnog spektra odgovora za horizontalno ubrzanje, $\beta=0.2$

Proračun je proveden preko grupa masa, koje čine stalno opterećenje G_0 i G_1 (vlastita težina nosivih AB elemenata konstrukcije i težina slojeva), te promjenjivo opterećenje Q_1 sa faktorom 0,3. Mase se računaju iz vertikalnog opterećenja prema kombinaciji djelovanja:

$$\sum G_{kj} + \sum \Psi_{Ei} \cdot Q_{ki}$$

Ψ_{Ei} – koeficijent kombinacije za promjenjivo djelovanje za proračun učinka potresnog djelovanja dobije se prema slijedećoj formuli:

$$\Psi_{Ei} = \varphi \times \Psi_{2i} ;$$

Ψ_{2i} - koeficijent za kvazistalnu vrijednost promjenjivog opterećenja:

$$\Psi_{2i} = 0.3 ; \varphi = 0.50$$

$$\Psi_{Ei} = 0.3 \times 0.5 = 0.15$$

Ukupna potresna poprečna sila F_b za svaki glavni smjer određuje se formulom

$$F_b = S_d(T_1)W$$

gdje je:

$S_d(T_1)$ – ordinata proračunskog spektra

T_1 – osnovni period vibracija zgrade za horizontalno poprečno gibanje u promatranom smjeru

W – ukupna težina zgrade proračunata na prethodni opisani način

Općenito se uzima da horizontalne komponente potresnog djelovanja djeluju istodobno. Kombinacija horizontalnih komponenti potresnog djelovanja može se uzeti u obzir na način da se proračunaju unutarnje sile iz kombinacije (zbroja) horizontalnih komponenata potresnog djelovanja prema formulama:

$$E_{dx} + 0.30 E_{dy}$$

$$0.30 E_{dx} + E_{dy}$$

Gdje je:

E_{dx} - unutarnja sila od potresnog djelovanja u smjeru osi x konstrukcije

E_{dy} - unutarnja sila od potresnog djelovanja u smjeru osi y konstrukcije

Pri proračunu je uzeto 5%-tno viskozno prigušenje.

Broj vlastitih oblika se određuje iz izraza:

$$k \geq 3 \cdot \sqrt{n}$$

gdje je:

k - broj promatranih oblika vibracija

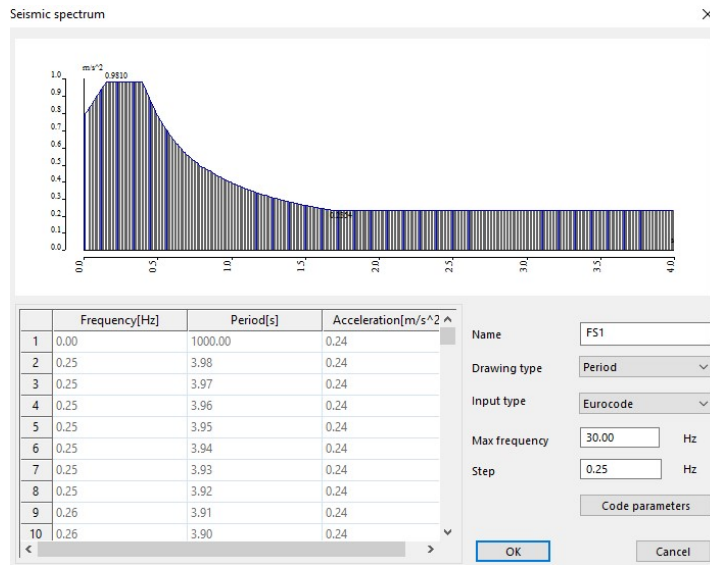
n - broj katova (etaža) nad tlom

Kombinacija modalnih masa odziva je načinjena primjenom pravila kvadratnog korijena iz sume kvadrata (engl. Square root of the sum of the squares – SRSS). U obzir su uzeti odzivi svih oblika vibracije koji znatno doprinose ukupnom odzivu, što je zadovoljeno ako se pokaže:

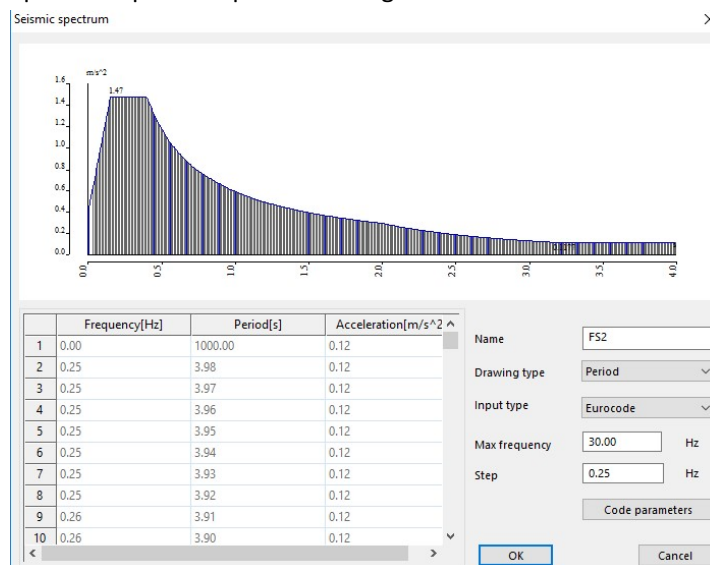
- da je zbroj svih (efektivnih modalnih) masa za oblike vibracije koji se razmatraju jednak 90% ukupne mase zgrade

- da su u obzir uzeti svi oblici vibracija s (efektivnim modalnim) masama većim od 5% ukupne mase

Spektar za povratni period od 475 godina:



Spektar za povratni period od 95 godina:



NAPOMENA:

Sile potresnog djelovanja dobivene spektralnom analizom detaljno su prikazane u poglavlju „Potresna analiza“.

2.2 Kombinacije djelovanja

Za provjeru graničnog stanja nosivosti koriste se sljedeće kombinacije:

- Za linearnu statičku provjeru graničnog stanja nosivosti pojedinih elemenata zgrade koristi se sljedeće kombinacije

$$\sum_i (Y_G * G_{k,i}) + Y_Q * Q_{k,1} + \sum_{i>1} (Y_Q * \psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

CO1-GSN s temperaturnim djelovanjem (anvelopa svih linearnih kombinacija)

- ploče, grede, zidovi, temelji

Name	Type	Load cases	Coeff. [1]
CO7	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.35
		LC2 - dodatno stalno	1.35
		LC7 - tlo	1.35
CO8	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.00
		LC2 - dodatno stalno	1.00
		LC7 - tlo	1.00
CO9	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.35
		LC2 - dodatno stalno	1.35
		LC3 - korisno	1.50
		LC4 - snijeg	0.75
		LC5 - vjetar smjer y	0.90
		LC6 - vjetar smjer x	0.90
		LC7 - tlo	1.35
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1.50
		LC9 - temperatura - ljeto	0.90
CO10	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.00
		LC2 - dodatno stalno	1.00
		LC3 - korisno	1.50
		LC4 - snijeg	0.75
		LC5 - vjetar smjer y	0.90
		LC6 - vjetar smjer x	0.90
		LC7 - tlo	1.00
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1.50
		LC9 - temperatura - ljeto	0.90
CO11	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.35
		LC2 - dodatno stalno	1.35
		LC3 - korisno	1.05
		LC4 - snijeg	1.50
		LC5 - vjetar smjer y	0.90
		LC6 - vjetar smjer x	0.90
		LC7 - tlo	1.35
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1.05
		LC9 - temperatura - ljeto	0.90
CO12	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.00
		LC2 - dodatno stalno	1.00
		LC3 - korisno	1.05
		LC4 - snijeg	1.50
		LC5 - vjetar smjer y	0.90
		LC6 - vjetar smjer x	0.90
		LC7 - tlo	1.00
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1.05
		LC9 - temperatura - ljeto	0.90
CO13	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.35
		LC2 - dodatno stalno	1.35
		LC3 - korisno	1.05
		LC4 - snijeg	0.75
		LC5 - vjetar smjer y	1.50
		LC6 - vjetar smjer x	1.50
		LC7 - tlo	1.35
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1.05
		LC9 - temperatura - ljeto	0.90
CO14	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.00
		LC2 - dodatno stalno	1.00
		LC3 - korisno	1.05
		LC4 - snijeg	0.75
		LC5 - vjetar smjer y	1.50
		LC6 - vjetar smjer x	1.50
		LC7 - tlo	1.00
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1.05
		LC9 - temperatura - ljeto	0.90
CO15	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.35
		LC2 - dodatno stalno	1.35
		LC3 - korisno	1.05
		LC4 - snijeg	0.75
		LC5 - vjetar smjer y	0.90
		LC6 - vjetar smjer x	0.90
		LC7 - tlo	1.35
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1.05
		LC9 - temperatura - ljeto	1.50
CO16	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.00
		LC2 - dodatno stalno	1.00
		LC3 - korisno	1.05
		LC4 - snijeg	0.75
		LC5 - vjetar smjer y	0.90
		LC6 - vjetar smjer x	0.90
		LC7 - tlo	1.00
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1.05
		LC9 - temperatura - ljeto	1.50

CO5-GSN bez temperaturnog djelovanja (anvelopa svih linearnih kombinacija)

- ploče, zidovi

Name	Type	Load cases	Coeff. [1]
CO17	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.35
		LC2 - dodatno stalno	1.35
		LC7 - tlo	1.35
CO18	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.00
		LC2 - dodatno stalno	1.00
		LC7 - tlo	1.00
CO19	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.35
		LC2 - dodatno stalno	1.35
		LC3 - korisno	1.50
		LC4 - snijeg	0.75
		LC5 - vjetar smjer y	0.90
		LC6 - vjetar smjer x	0.90
		LC7 - tlo	1.35
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1.50
CO20	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.00
		LC2 - dodatno stalno	1.00
		LC3 - korisno	1.50
		LC4 - snijeg	0.75
		LC5 - vjetar smjer y	0.90
		LC6 - vjetar smjer x	0.90
		LC7 - tlo	1.00
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1.50
CO21	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.35
		LC2 - dodatno stalno	1.35
		LC3 - korisno	1.05
		LC4 - snijeg	1.50
		LC5 - vjetar smjer y	0.90
		LC6 - vjetar smjer x	0.90
		LC7 - tlo	1.35
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1.05
CO22	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.00
		LC2 - dodatno stalno	1.00
		LC3 - korisno	1.05
		LC4 - snijeg	1.50
		LC5 - vjetar smjer y	0.90
		LC6 - vjetar smjer x	0.90
		LC7 - tlo	1.00
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1.05
CO22	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.00
		LC2 - dodatno stalno	1.00
		LC3 - korisno	1.05
		LC4 - snijeg	1.50
		LC5 - vjetar smjer y	0.90
		LC6 - vjetar smjer x	0.90
		LC7 - tlo	1.00
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1.05
CO23	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.35
		LC2 - dodatno stalno	1.35
		LC3 - korisno	1.05
		LC4 - snijeg	0.75
		LC5 - vjetar smjer y	1.50
		LC6 - vjetar smjer x	1.50
		LC7 - tlo	1.35
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1.05
CO24	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.00
		LC2 - dodatno stalno	1.00
		LC3 - korisno	1.05
		LC4 - snijeg	0.75
		LC5 - vjetar smjer y	1.50
		LC6 - vjetar smjer x	1.50
		LC7 - tlo	1.00
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1.05

CO6-GSN s prednaprezanjem i temperaturnim djelovanjem - ploče

Name	Type	Load cases	Coeff. [1]
CO26	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.35
		LC2 - dodatno stalno	1.35
		LC7 - tlo	1.35
CO27	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.00
		LC2 - dodatno stalno	1.00
		LC7 - tlo	1.00
CO28	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.35
		LC2 - dodatno stalno	1.35
		LC7 - tlo	1.35
		LC14	1.20
CO29	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.00
		LC2 - dodatno stalno	1.00
		LC7 - tlo	1.00
		LC14	1.20
CO30	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.35
		LC2 - dodatno stalno	1.35
		LC3 - korisno	1.50
		LC4 - snijeg	0.75
		LC5 - vjetar smjer y	0.90
		LC6 - vjetar smjer x	0.90
		LC7 - tlo	1.35
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1.50
		LC14	1.20
CO31	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.00
		LC2 - dodatno stalno	1.00
		LC3 - korisno	1.50
		LC4 - snijeg	0.75
		LC5 - vjetar smjer y	0.90
		LC6 - vjetar smjer x	0.90
		LC7 - tlo	1.00
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1.50
		LC14	1.20
CO32	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.35
		LC2 - dodatno stalno	1.35
		LC3 - korisno	1.50
		LC4 - snijeg	0.75
		LC5 - vjetar smjer y	0.90
		LC6 - vjetar smjer x	0.90
		LC7 - tlo	1.35
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1.50
		LC14	1.20
CO33	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.00
		LC2 - dodatno stalno	1.00
		LC3 - korisno	1.50
		LC4 - snijeg	0.75
		LC5 - vjetar smjer y	0.90
		LC6 - vjetar smjer x	0.90
		LC7 - tlo	1.35
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1.50
		LC14	1.20
CO34	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.35
		LC2 - dodatno stalno	1.35
		LC3 - korisno	1.05
		LC4 - snijeg	1.50
CO35	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.00
		LC2 - dodatno stalno	1.00
		LC3 - korisno	1.05
		LC4 - snijeg	1.50
		LC5 - vjetar smjer y	0.90
		LC6 - vjetar smjer x	0.90
		LC7 - tlo	1.00
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1.05
		LC14	1.00
CO36	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.35
		LC2 - dodatno stalno	1.35
		LC3 - korisno	1.05
		LC4 - snijeg	1.50
		LC5 - vjetar smjer y	0.90
		LC6 - vjetar smjer x	0.90
		LC7 - tlo	1.35
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1.05
		LC14	1.20
CO37	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1.00
		LC2 - dodatno stalno	1.00
		LC3 - korisno	1.05
		LC4 - snijeg	1.50
		LC5 - vjetar smjer y	0.90
		LC6 - vjetar smjer x	0.90
		LC7 - tlo	1.00
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1.05
		LC14	1.20

- za analizu i dimenzioniranje **stupova** koristi se kombinacija djelovanja

- CO4-GSN s umanjenim korisnim djelovanjem za 20% zbog simulacije korisnog djelovanja po šahovskim poljima (anvelopa svih linearnih kombinacija):

Name	Type	Load cases	Coef. [.]
CO38	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1,35
		LC2 - dodatno stalno	1,35
		LC7 - tlo	1,35
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1,35
CO39	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
		LC7 - tlo	1,00
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1,00
CO40	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1,35
		LC2 - dodatno stalno	1,35
		LC3 - korisno	1,20
		LC4 - snijeg	0,75
		LC5 - vjetar smjer y	0,90
		LC6 - vjetar smjer x	0,90
		LC7 - tlo	1,35
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1,50
CO41	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
		LC3 - korisno	1,20
		LC4 - snijeg	0,75
		LC5 - vjetar smjer y	0,90
		LC6 - vjetar smjer x	0,90
		LC7 - tlo	1,00
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1,50
CO42	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1,35
		LC2 - dodatno stalno	1,35
		LC3 - korisno	0,84
		LC4 - snijeg	1,50
		LC5 - vjetar smjer y	0,90
		LC6 - vjetar smjer x	0,90
		LC7 - tlo	1,35
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1,50
CO43	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
		LC3 - korisno	0,84
		LC4 - snijeg	1,50
		LC5 - vjetar smjer y	0,90
		LC6 - vjetar smjer x	0,90
		LC7 - tlo	1,00
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1,05
CO44	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1,35
		LC2 - dodatno stalno	1,35
		LC3 - korisno	0,84
		LC4 - snijeg	0,75
		LC5 - vjetar smjer y	1,50
		LC6 - vjetar smjer x	1,50
		LC7 - tlo	1,35
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1,05
CO45	Envelope - ultimate	LC1 - Vlastita težina	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
		LC3 - korisno	0,84
		LC4 - snijeg	0,75
		LC5 - vjetar smjer y	1,50
		LC6 - vjetar smjer x	1,50
		LC7 - tlo	1,00
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1,05

- Za linearnu **dinamičku** provjeru graničnog stanja nosivosti koristi se kombinacija **CO3-potres**:

$$\sum_i (G_i) + \sum_i (\psi_{2,i} * Q_{k,i}) + \gamma_i * A_{Ed}$$

γ_i – koeficijent važnosti, za obične zgrade koje ne pripadaju drugim razredima iznosi 1,2

A_{Ed} – potresna sila

Za provjeru graničnog stanja napreznja se koristi sljedeća kombinacija

- Za provjeru širina pukotina i progiba koristi se karakteristična (rijetka) kombinacija **CO2-GSU**:

$$\sum_i (G_{k,i}) + Q_{k,i} + \sum_{i>1} (\psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

- Za provjeru širina pukotina i progiba ploča s prednapreznjem koristi se karakteristična (nazovistalna) kombinacija **CO7-GSU i CO8-GSU**:

$$\sum_i (G_{k,i}) + Q_{k,i} + \sum_{i>1} (\psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

CO2-GSU s temperaturnim djelovanjem (anvelopa svih linearnih kombinacija)
- svi elementi

Name	Type	Load cases	Coef. [.]
CO46	Envelope - serviceability	LC1 - Vlastita težina	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
		LC7 - tlo	1,00
CO47	Envelope - serviceability	LC1 - Vlastita težina	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
		LC3 - korisno	1,00
		LC4 - snijeg	0,50
		LC5 - vjetar smjer y	0,60
		LC6 - vjetar smjer x	0,60
		LC7 - tlo	1,00
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	1,00
		LC9 - temperatura - ljeto	0,60
CO48	Envelope - serviceability	LC1 - Vlastita težina	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
		LC3 - korisno	0,70
		LC4 - snijeg	1,00
		LC5 - vjetar smjer y	0,60
		LC6 - vjetar smjer x	0,60
		LC7 - tlo	1,00
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	0,70
		LC9 - temperatura - ljeto	0,60
CO49	Envelope - serviceability	LC1 - Vlastita težina	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
		LC3 - korisno	0,70
		LC4 - snijeg	0,50
		LC5 - vjetar smjer y	1,00
		LC6 - vjetar smjer x	1,00
		LC7 - tlo	1,00
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	0,70
		LC9 - temperatura - ljeto	0,60
CO50	Envelope - serviceability	LC1 - Vlastita težina	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
		LC3 - korisno	0,70
		LC4 - snijeg	0,50
		LC5 - vjetar smjer y	0,60
		LC6 - vjetar smjer x	0,60
		LC7 - tlo	1,00
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	0,70
		LC9 - temperatura - ljeto	1,00

CO7-GSU bez temperaturnog djelovanja s djelovanjem prednapinjanja (anvelopa svih linearnih kombinacija)
- ploče

Name	Type	Load cases	Coef. [.]
CO51	Envelope - serviceability	LC1 - Vlastita težina	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
		LC7 - tlo	1,00
		LC14	1,00
CO52	Envelope - serviceability	LC1 - Vlastita težina	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
		LC3 - korisno	0,30
		LC7 - tlo	1,00
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	0,30
		LC14	1,00

CO8-GSU bez temperaturnog djelovanja i prednapinjanja (anvelopa svih linearnih kombinacija)
- ploče

Name	Type	Load cases	Coef. [.]
CO53	Envelope - serviceability	LC1 - Vlastita težina	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
		LC7 - tlo	1,00
CO54	Envelope - serviceability	LC1 - Vlastita težina	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
		LC3 - korisno	0,30
		LC7 - tlo	1,00
		LC8 - dodatno promjenjivo opterećenje	0,30

3 POTRESNA ANALIZA KONSTRUKCIJE

Napravljen je 3D model konstrukcije metodom konačnih elemenata (FEM). Stupovi su modelirani kao štapovi, dok su zidovi i ploče modelirani kao plošni elementi. Ploča je zglobovno povezana sa zidovima, a stupovi su zglobovno pridržani za ploču.

Proračun je proveden preko grupa masa, koje čine stalno opterećenje G_1 i G_2 (vlastita težina nosivih AB elemenata konstrukcije i težina slojeva, te panela), G_3 te korisno opterećenje sa faktorom 0,3.

Mase se računaju iz vertikalnog opterećenja prema kombinaciji djelovanja:

Spektralna analiza

Obrađena je u poglavlju „Analiza opterećenja“ te se primjenjuje pri svim potresnim analizama.

Modalna analiza

Provodi se dinamička analiza konstrukcije. U proračunskom modelu zadane su mase s obzirom na opterećenja konstrukcije. Mase se kombiniraju na sljedeći način pri čemu je prikazana kombinacija masa u pogledu zadanih djelovanja:

$$1,0 \times MG1 + 1,0 \times MG2 + 0,3 \times MG3$$

pri čemu je:

MG1 – masa djelovanja vlastite težine

MG2 – masa dodatnog stalnog djelovanja

MG3 – masa korisnog djelovanja

$$\sum G_{kj} + \sum \Psi_{Ei} \cdot Q_{ki}$$

Ψ_{Ei} – koeficijent kombinacije za promjenjivo djelovanje za proračun učinka potresnog djelovanja dobije se prema slijedećoj formuli:

$$\Psi_{Ei} = \varphi \times \Psi_{2i} ;$$

Ψ_{2i} - koeficijent za kvazistalnu vrijednost promjenjivog opterećenja:

$$\Psi_{2i} = 0.3 ; \varphi = 1,00$$

$$\Psi_{Ei} = 0.3 \times 1,00 = 0,30$$

Ukupna potresna poprečna sila F_b za svaki glavni smjer određuje se formulom

$$F_b = S_d(T_1)W$$

gdje je:

$S_d(T_1)$ – ordinata proračunskog spektra

T_1 – osnovni period vibracija zgrade za horizontalno poprečno gibanje u promatranom smjeru

W – ukupna težina zgrade proračunata na prethodni opisani način

Općenito se uzima da horizontalne komponente potresnog djelovanja djeluju istodobno. Kombinacija horizontalnih komponenti potresnog djelovanja može se uzeti u obzir na način da se proračunaju unutarnje sile iz kombinacije (zbroja) horizontalnih komponenata potresnog djelovanja prema formulama:

$$E_{dx} + 0.30 E_{dy}$$

$$0.30 E_{dx} + E_{dy}$$

Gdje je:

E_{dx} - unutarnja sila od potresnog djelovanja u smjeru osi x konstrukcije

E_{dy} - unutarnja sila od potresnog djelovanja u smjeru osi y konstrukcije

Pri proračunu je uzeto 5%-tno viskozno prigušenje.

Broj vlastitih oblika se određuje iz izraza:

$$k \geq 3 \cdot \sqrt{n}$$

gdje je:

k - broj promatranih oblika vibracija

n - broj spratova nad tlom

Kombinacija modalnih masa odziva je načinjena primjenom pravila kvadratnog korijena iz sume kvadrata (engl. Square root of the sum of the squares – SRSS). U obzir su uzeti odzivi svih oblika vibracije koji znatno doprinose ukupnom odzivu, što je zadovoljeno ako se pokaže:

- da je zbroj svih (efektivnih modalnih) masa za oblike vibracije koji se razmatraju jednak 90% ukupne mase zgrade

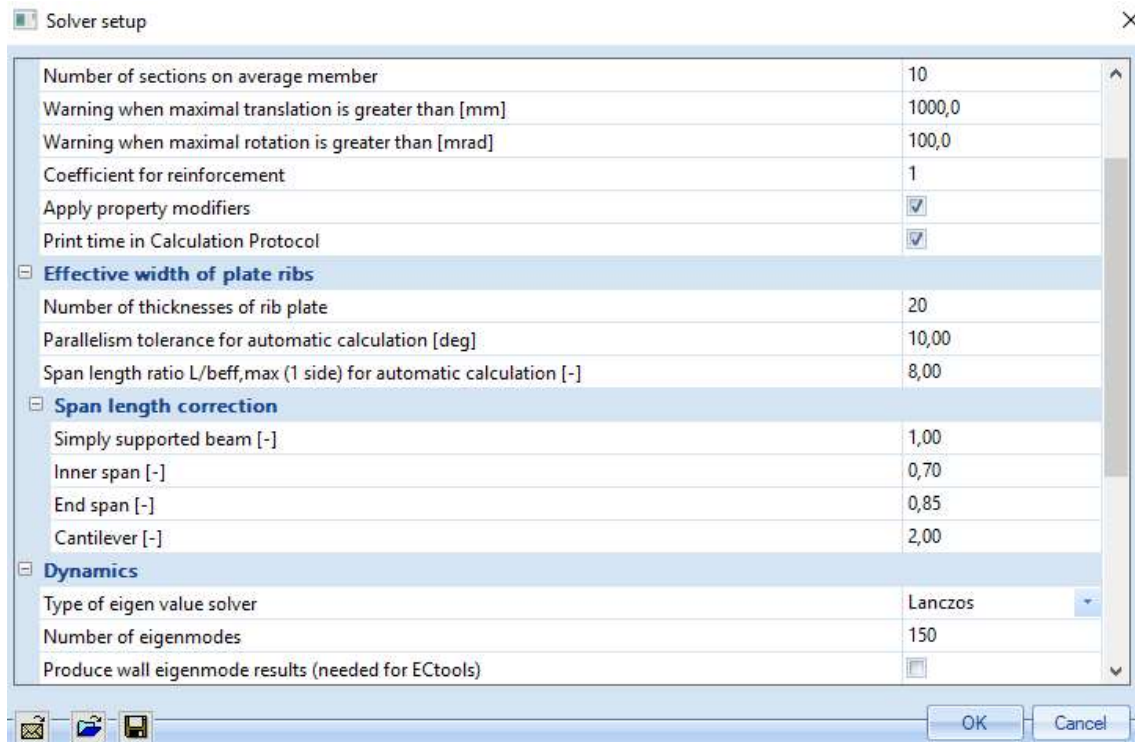
- da su u obzir uzeti svi oblici vibracija s (efektivnim modalnim) masama većim od 5% ukupne mase

Vrijednosti navedenih djelovanja opisana su u poglavlju „Analiza opterećenja“.

Na slici je prikazan izvod kombinacije masa iz proračunskog modela.

Contents of combination	
MG1 [-]	1,00
MG2 [-]	1,00
MG3 [-]	0,30

Modalna analiza provode se za prvih 50 tonova dok je na slici ispod prikazana slika postavke solvera:



3.1 Višemodalna spektralna analiza – rezultati proračuna

3.1.1 Prikaz vlastitih oblika i sudjelujućih masa

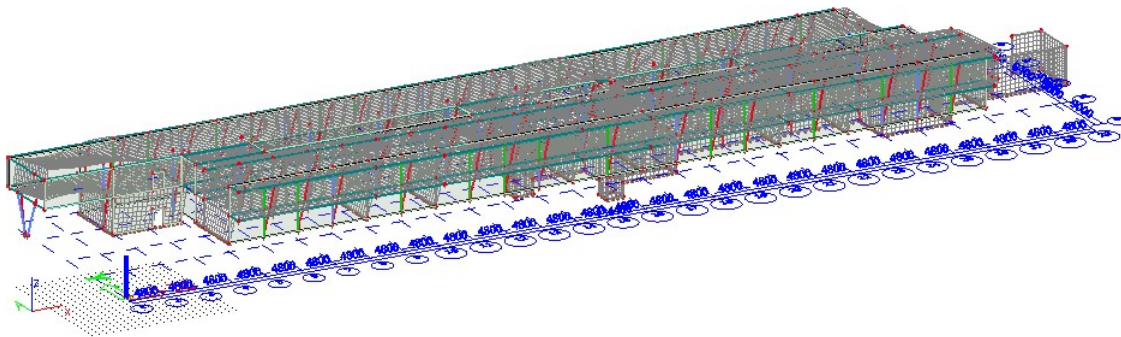
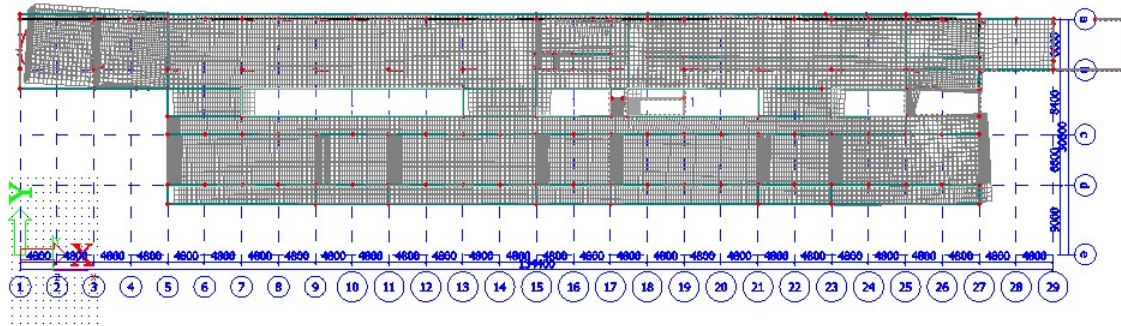
Mode	Omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	Wxi / Wxtot	Wyi / Wytot	Wzi / Wztot	Wxi_R / Wxtot_R	Wyi_R / Wytot_R	Wzi_R / Spectral
1	30.2491	0.2077	4.8143	0.6729	0.0004	0.0000	0.0001	0.0018	0.0019
2	38.4925	0.1632	6.1263	0.0000	0.0000	0.0003	0.0001	0.0002	0.0000
3	38.5951	0.1628	6.1426	0.0002	0.0001	0.0089	0.0066	0.0333	0.0005
4	39.0089	0.1611	6.2085	0.0000	0.0000	0.0026	0.0017	0.0002	0.0000
5	42.9435	0.1463	6.8347	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0009	0.0000
6	43.2846	0.1452	6.8890	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0004	0.0001
7	44.2040	0.1421	7.0353	0.0000	0.0008	0.0006	0.0002	0.0001	0.0001
8	46.3061	0.1357	7.3699	0.0000	0.0007	0.0012	0.0003	0.0003	0.0000
9	46.5508	0.1350	7.4088	0.0002	0.0041	0.0062	0.0003	0.0044	0.0021
10	47.5276	0.1322	7.5643	0.0200	0.0059	0.0003	0.0042	0.0022	0.1664
11	48.1511	0.1305	7.6635	0.0002	0.0119	0.0105	0.0050	0.0089	0.0013
12	48.3026	0.1301	7.6876	0.0000	0.0000	0.0044	0.0001	0.0022	0.0001
13	49.7342	0.1263	7.9154	0.0000	0.0007	0.0022	0.0002	0.0351	0.0248
14	49.7950	0.1262	7.9251	0.0000	0.0039	0.0302	0.0129	0.0331	0.0010
15	49.9090	0.1259	7.9433	0.0000	0.1212	0.0001	0.0177	0.0182	0.0050
16	50.0891	0.1254	7.9719	0.0000	0.3517	0.0208	0.0092	0.0058	0.0178
17	50.1494	0.1253	7.9815	0.0000	0.0552	0.0535	0.0366	0.0007	0.0023
18	51.9764	0.1209	8.2723	0.0000	0.0007	0.0116	0.0028	0.0020	0.0000
19	52.1397	0.1205	8.2983	0.0000	0.0035	0.0024	0.0042	0.0052	0.0008
20	52.8759	0.1188	8.4155	0.0000	0.0021	0.0342	0.0303	0.0168	0.0002
21	53.3132	0.1179	8.4851	0.0000	0.0000	0.0067	0.0044	0.0109	0.0000
22	53.9398	0.1165	8.5848	0.0000	0.0003	0.0047	0.0067	0.0002	0.0059
23	54.3559	0.1156	8.6510	0.0000	0.0001	0.0079	0.0167	0.0087	0.0144
24	54.8201	0.1146	8.7249	0.0001	0.0000	0.0120	0.0020	0.0091	0.0039
25	55.1270	0.1140	8.7737	0.0002	0.0004	0.0014	0.0003	0.0008	0.0007
26	55.7644	0.1127	8.8752	0.0001	0.0035	0.0003	0.0009	0.0000	0.2374
27	56.7861	0.1106	9.0378	0.0001	0.0071	0.0001	0.0005	0.0017	0.0000
28	56.9363	0.1104	9.0617	0.0002	0.0027	0.0006	0.0001	0.0003	0.0016
29	57.5745	0.1091	9.1633	0.0022	0.0251	0.0006	0.0062	0.0000	0.0638
30	58.2742	0.1078	9.2746	0.0001	0.0000	0.0006	0.0037	0.0045	0.0021
31	58.5792	0.1073	9.3232	0.0018	0.0089	0.0000	0.0021	0.0009	0.0169
32	59.0007	0.1065	9.3903	0.0001	0.0013	0.0171	0.0067	0.0363	0.0000
33	59.0565	0.1064	9.3991	0.0004	0.0000	0.0005	0.0001	0.0035	0.0000
34	60.7921	0.1034	9.6754	0.0038	0.0001	0.0015	0.0077	0.0004	0.0005
35	61.1642	0.1027	9.7346	0.0754	0.0000	0.0001	0.0001	0.0011	0.0013
36	61.8471	0.1016	9.8433	0.0034	0.0001	0.0000	0.0004	0.0003	0.0000
37	62.4754	0.1006	9.9433	0.0000	0.0012	0.0063	0.0135	0.0017	0.0033
38	63.1835	0.0994	10.0560	0.0003	0.0001	0.0095	0.0041	0.0048	0.0002
39	63.9006	0.0983	10.1701	0.0008	0.0002	0.0048	0.0000	0.0009	0.0003
40	64.5662	0.0973	10.2760	0.0000	0.0002	0.0023	0.0005	0.0002	0.0000
41	65.4630	0.0960	10.4188	0.0007	0.0019	0.0004	0.0001	0.0000	0.0012
42	65.8979	0.0953	10.4880	0.0000	0.0002	0.0001	0.0001	0.0002	0.0016
43	66.3058	0.0948	10.5529	0.0000	0.0000	0.0033	0.0025	0.0026	0.0000
44	67.1717	0.0935	10.6907	0.0001	0.0007	0.0025	0.0033	0.0002	0.0003
45	67.6371	0.0929	10.7648	0.0004	0.0001	0.0008	0.0002	0.0000	0.0001
46	68.6431	0.0915	10.9249	0.0006	0.0090	0.0059	0.0025	0.0164	0.0050

Mode	Omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	Wxi / Wxtot	Wyi / Wytot	Wzi / Wztot	Wxi_R / Wxtot_R	Wyi_R / Wytot_R	Wzi_R / Wztot_R	Spectral
47	68.8704	0.0912	10.9611	0.0016	0.0060	0.0012	0.0007	0.0042	0.0004	
48	69.3853	0.0906	11.0430	0.0000	0.0001	0.0022	0.0016	0.0147	0.0004	
49	69.4454	0.0905	11.0526	0.0002	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0006	
50	69.9664	0.0898	11.1355	0.0003	0.0000	0.0115	0.0029	0.0005	0.0000	
51	70.6282	0.0890	11.2408	0.0008	0.0012	0.0003	0.0007	0.0000	0.0000	
52	70.9932	0.0885	11.2989	0.0001	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	
53	71.4317	0.0880	11.3687	0.0032	0.0038	0.0003	0.0002	0.0000	0.0007	
54	72.1328	0.0871	11.4803	0.0091	0.0149	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	
55	73.5694	0.0854	11.7089	0.0001	0.0002	0.0023	0.0016	0.0000	0.0000	
56	74.0836	0.0848	11.7908	0.0000	0.0016	0.0063	0.0010	0.0107	0.0012	
57	74.4668	0.0844	11.8518	0.0000	0.0016	0.0002	0.0007	0.0010	0.0016	
58	75.1198	0.0836	11.9557	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0009	0.0000	
59	75.1804	0.0836	11.9653	0.0000	0.0016	0.0000	0.0011	0.0000	0.0002	
60	75.3303	0.0834	11.9892	0.0000	0.0013	0.0026	0.0000	0.0063	0.0007	
61	76.7668	0.0818	12.2178	0.0007	0.0001	0.0001	0.0028	0.0003	0.0009	
62	77.6301	0.0809	12.3552	0.0000	0.0000	0.0045	0.0017	0.0029	0.0001	
63	78.4246	0.0801	12.4817	0.0000	0.0001	0.0081	0.0055	0.0152	0.0001	
64	79.6391	0.0789	12.6750	0.0029	0.0004	0.0001	0.0002	0.0001	0.0054	
65	79.9579	0.0786	12.7257	0.0012	0.0000	0.0009	0.0003	0.0019	0.0038	
66	80.2910	0.0783	12.7787	0.0003	0.0002	0.0003	0.0003	0.0006	0.0001	
67	80.7799	0.0778	12.8565	0.0016	0.0033	0.0006	0.0019	0.0000	0.0020	
68	80.8733	0.0777	12.8714	0.0018	0.0001	0.0011	0.0002	0.0000	0.0262	
69	81.4274	0.0772	12.9596	0.0014	0.0001	0.0010	0.0079	0.0002	0.0098	
70	82.3964	0.0763	13.1138	0.0001	0.0026	0.0003	0.0051	0.0006	0.0004	
71	83.0129	0.0757	13.2119	0.0001	0.0022	0.0001	0.0007	0.0026	0.0054	
72	83.2621	0.0755	13.2516	0.0001	0.0002	0.0038	0.0001	0.0007	0.0000	
73	83.6274	0.0751	13.3097	0.0000	0.0215	0.0005	0.0145	0.0000	0.0011	
74	84.1431	0.0747	13.3918	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0002	0.0002	
75	85.1341	0.0738	13.5495	0.0000	0.0007	0.0018	0.0007	0.0020	0.0003	
76	85.7393	0.0733	13.6458	0.0000	0.0036	0.0013	0.0086	0.0001	0.0028	
77	85.9625	0.0731	13.6814	0.0000	0.0002	0.0003	0.0009	0.0000	0.0004	
78	86.1471	0.0729	13.7107	0.0001	0.0042	0.0004	0.0000	0.0019	0.0008	
79	86.6786	0.0725	13.7953	0.0000	0.0060	0.0000	0.0012	0.0001	0.0054	
80	85.8332	0.0724	13.8199	0.0000	0.0059	0.0003	0.0042	0.0006	0.0061	
81	86.9680	0.0722	13.8414	0.0000	0.0002	0.0022	0.0000	0.0022	0.0004	
82	87.2681	0.0720	13.8891	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0002	
83	87.6653	0.0717	13.9524	0.0000	0.0004	0.0014	0.0002	0.0003	0.0003	
84	88.3710	0.0711	14.0647	0.0000	0.0396	0.0006	0.0265	0.0004	0.0153	
85	88.7827	0.0708	14.1302	0.0000	0.0002	0.0002	0.0007	0.0009	0.0001	
86	88.9126	0.0707	14.1509	0.0000	0.0039	0.0078	0.0005	0.0018	0.0019	
87	89.2899	0.0704	14.2109	0.0000	0.0001	0.0001	0.0003	0.0000	0.0000	
88	89.9085	0.0699	14.3094	0.0000	0.0000	0.0022	0.0062	0.0004	0.0000	
89	90.1897	0.0697	14.3541	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	0.0022	0.0001	
90	90.3911	0.0695	14.3862	0.0000	0.0001	0.0055	0.0045	0.0031	0.0001	
91	90.9956	0.0690	14.4824	0.0000	0.0000	0.0016	0.0002	0.0025	0.0000	
92	91.4670	0.0687	14.5574	0.0000	0.0000	0.0051	0.0003	0.0018	0.0003	
93	91.7088	0.0685	14.5959	0.0000	0.0000	0.0009	0.0001	0.0000	0.0000	
94	92.1154	0.0682	14.6606	0.0001	0.0016	0.0033	0.0067	0.0007	0.0000	
95	92.9930	0.0676	14.8003	0.0003	0.0010	0.0005	0.0006	0.0002	0.0007	
96	93.6470	0.0671	14.9044	0.0000	0.0001	0.0053	0.0010	0.0198	0.0002	
97	93.8102	0.0670	14.9304	0.0001	0.0024	0.0078	0.0000	0.0001	0.0008	
98	94.2350	0.0667	14.9980	0.0000	0.0001	0.0166	0.0307	0.0147	0.0002	

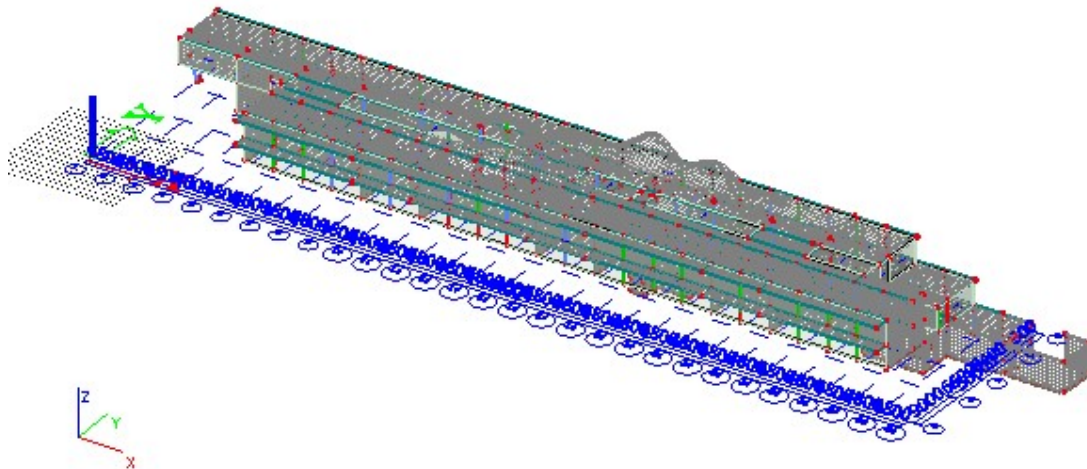
99	94.3854	0.0666	15.0219	0.0000	0.0004	0.0112	0.0163	0.0062	0.0000
100	94.7332	0.0663	15.0773	0.0000	0.0015	0.0022	0.0067	0.0511	0.0003
101	94.9072	0.0662	15.1049	0.0000	0.0005	0.0005	0.0001	0.0048	0.0002
102	95.2999	0.0659	15.1674	0.0000	0.0013	0.0041	0.0077	0.0024	0.0010
103	95.4735	0.0658	15.1951	0.0000	0.0011	0.0029	0.0112	0.0039	0.0001
104	95.6049	0.0657	15.2160	0.0000	0.0000	0.0034	0.0010	0.0004	0.0000
105	95.7383	0.0656	15.2372	0.0000	0.0000	0.0116	0.0042	0.0006	0.0000
106	95.9406	0.0655	15.2694	0.0000	0.0009	0.0018	0.0029	0.0000	0.0000
107	96.2341	0.0653	15.3161	0.0000	0.0004	0.0000	0.0036	0.0003	0.0005
108	96.9645	0.0648	15.4324	0.0000	0.0024	0.0002	0.0040	0.0123	0.0006
109	97.4860	0.0645	15.5154	0.0000	0.0003	0.0007	0.0000	0.0010	0.0000
110	98.0488	0.0641	15.6050	0.0000	0.0000	0.0101	0.0171	0.0021	0.0000
111	98.3737	0.0639	15.6567	0.0000	0.0003	0.0005	0.0004	0.0001	0.0000
112	98.4045	0.0639	15.6616	0.0000	0.0001	0.0055	0.0071	0.0051	0.0001
113	98.9717	0.0635	15.7518	0.0000	0.0000	0.0163	0.0141	0.0015	0.0003
114	99.5803	0.0631	15.8487	0.0000	0.0000	0.0006	0.0007	0.0008	0.0002
115	100.2185	0.0627	15.9503	0.0000	0.0004	0.0004	0.0003	0.0001	0.0013
116	100.2461	0.0627	15.9547	0.0000	0.0023	0.0000	0.0000	0.0000	0.0040
117	100.3520	0.0626	15.9715	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0003	0.0000
118	100.6981	0.0624	16.0266	0.0000	0.0000	0.0038	0.0036	0.0014	0.0000
119	101.3401	0.0620	16.1288	0.0000	0.0000	0.0007	0.0012	0.0000	0.0003
120	101.5307	0.0619	16.1591	0.0000	0.0000	0.0162	0.0184	0.0019	0.0000
121	102.4283	0.0613	16.3020	0.0000	0.0000	0.0103	0.0023	0.0050	0.0001
122	102.8228	0.0611	16.3648	0.0000	0.0000	0.0011	0.0011	0.0003	0.0002
123	103.4777	0.0607	16.4690	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003	0.0000	0.0035
124	103.6266	0.0606	16.4927	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0002
125	104.1232	0.0603	16.5717	0.0000	0.0000	0.0010	0.0001	0.0005	0.0001
126	104.2181	0.0603	16.5868	0.0000	0.0000	0.0017	0.0012	0.0015	0.0024
127	104.4092	0.0602	16.6172	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
128	104.9152	0.0599	16.6978	0.0000	0.0000	0.0008	0.0017	0.0002	0.0000
129	105.4629	0.0596	16.7849	0.0000	0.0000	0.0017	0.0006	0.0023	0.0002
130	105.7770	0.0594	16.8349	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0016	0.0001
131	105.8331	0.0594	16.8439	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0002	0.0000
132	106.5867	0.0589	16.9638	0.0001	0.0001	0.0003	0.0004	0.0007	0.0000
133	106.8422	0.0588	17.0045	0.0001	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
134	106.9320	0.0588	17.0188	0.0008	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000	0.0013
135	107.1119	0.0587	17.0474	0.0000	0.0000	0.0024	0.0027	0.0000	0.0001
136	107.4611	0.0585	17.1030	0.0000	0.0000	0.0003	0.0001	0.0000	0.0004
137	107.7931	0.0583	17.1558	0.0001	0.0000	0.0006	0.0059	0.0001	0.0000
138	108.5101	0.0579	17.2699	0.0040	0.0005	0.0014	0.0030	0.0012	0.0001
139	108.6676	0.0578	17.2950	0.0008	0.0000	0.0165	0.0152	0.0041	0.0001
140	109.0326	0.0576	17.3531	0.0001	0.0000	0.0082	0.0043	0.0151	0.0000
141	109.0567	0.0576	17.3569	0.0000	0.0000	0.0047	0.0017	0.0002	0.0002
142	109.7508	0.0572	17.4674	0.0000	0.0000	0.0062	0.0052	0.0025	0.0000
143	110.0971	0.0571	17.5225	0.0001	0.0000	0.0018	0.0002	0.0001	0.0000
144	110.6895	0.0568	17.6168	0.0001	0.0000	0.0004	0.0000	0.0057	0.0002
145	111.2870	0.0565	17.7119	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001
146	111.5686	0.0563	17.7567	0.0002	0.0016	0.0002	0.0000	0.0013	0.0006
147	111.8818	0.0562	17.8065	0.0000	0.0003	0.0007	0.0008	0.0028	0.0004
148	112.2467	0.0560	17.8646	0.0001	0.0001	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000
149	112.9815	0.0556	17.9816	0.0004	0.0032	0.0011	0.0003	0.0013	0.0048
150	113.1866	0.0555	18.0142	0.0001	0.0009	0.0010	0.0007	0.0000	0.0007
				0.8185	0.7795	0.5519	0.5331	0.5402	0.7083

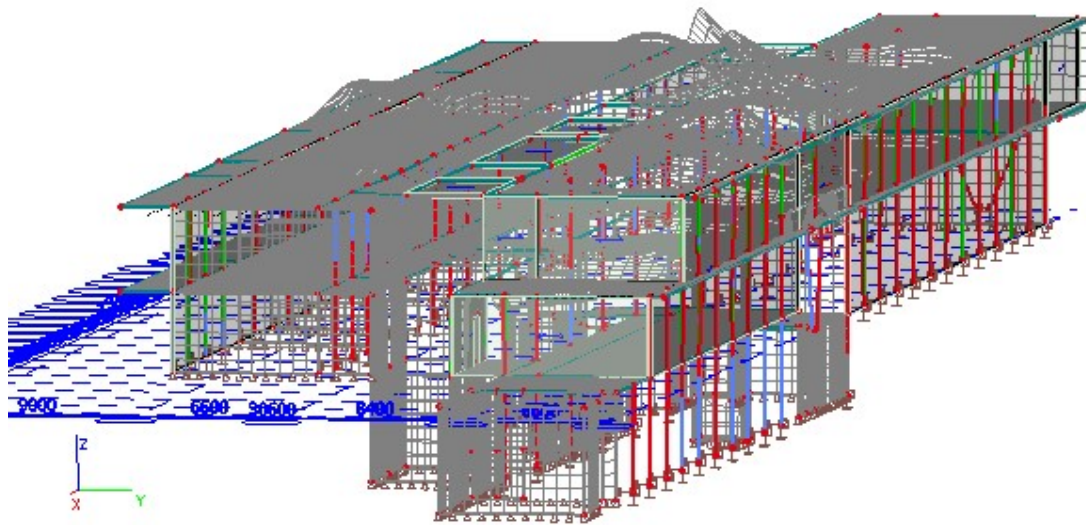
S obzirom da je postotak aktivirane mase u oba smjera je 77%, pri potresnoj kombinaciji CO3 potresna djelovanja množe se s koeficijentom 1,3, odnosno povećava za 30%.

TON 1; T=0,2077s



TON15; T=0,1259s





3.1.2 Pomaci kontrukcije

Objekt se proračunava se na djelovanje potresa u skladu sa parametrima danim prema EN 1998-1-1. Opterećenja su zadana prema važećim propisima i zakonima te uvjetima koji će vladati u konstrukciji, a njihov detaljni prikaz te kombinacije su prikazane u glavnom projektu.

Predmetna građevina se proračunava na horizontalno potresno djelovanje, koje se opisuje dvjema okomitim komponentama S_x i S_y koje djeluju neovisno, u dvije međusobno okomite ravnine, a prikazane su istim spektrom odziva. Vrijednosti za ove sile proračunavaju se uporabom računskog spektra i ukupne težine, pri čemu se može rabiti pojednostavljena ili višemodalna spektralna analiza prema EC8.

1) Zgrade koje imaju za konstrukciju pričvršćene konstrukcijske elemente od krhkih materijala prema izrazu:

$$d r^*v \leq 0,005h$$

2) Zgrade koje imaju duktilne ne konstrukcijske elemente prema izrazu:

$$d r^*v \leq 0,0075h$$

3) Zgrade koje imaju nekonstrukcijske elemente pričvršćene tako da na njih ne utječu deformacije konstrukcijskog sustava, ili nemaju nekonstrukcijskih elemenata, prema sljedećem izrazu:

$$d r^*v \leq 0,01h$$

gdje su:

dr - međukatni pomak

v - redukcijfski faktor

h - katna visina.

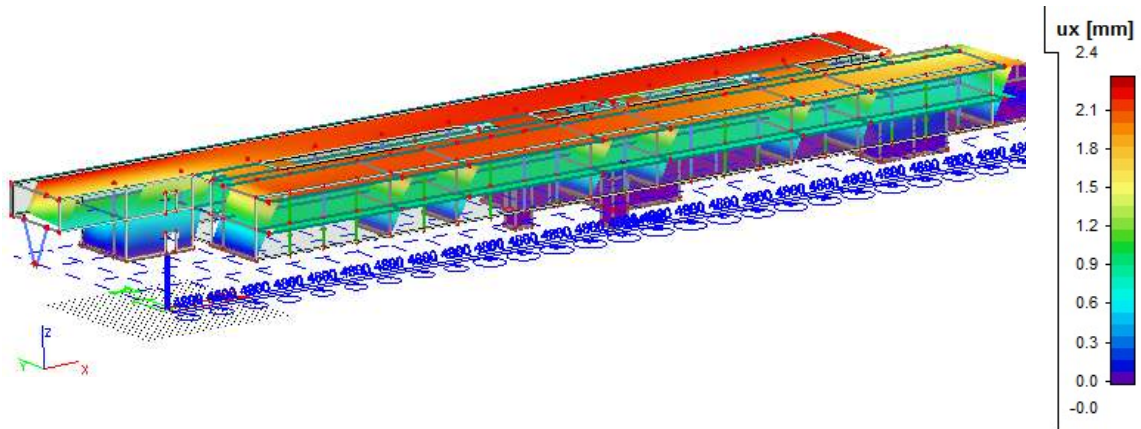
MODEL 1 – neraspucalo stanje

Za proračun pomaka na djelovanje potresa primjenjuje se model sa spriječenim pomacima pri dnu stupova i zidova najniže etaže. Stupovi i zidovi su modelirani sa punom krutosti po cijeloj visini.

Pomak X smjer

Za provjeru međukatnih pomaka konstrukcije korišteno je ubrzanje tla za povratni period od 95 godina (GSU).

Računsko ubrzanje tla: (T_{NCR}=95 godina; 10 godina; P_{NCR}=10%):



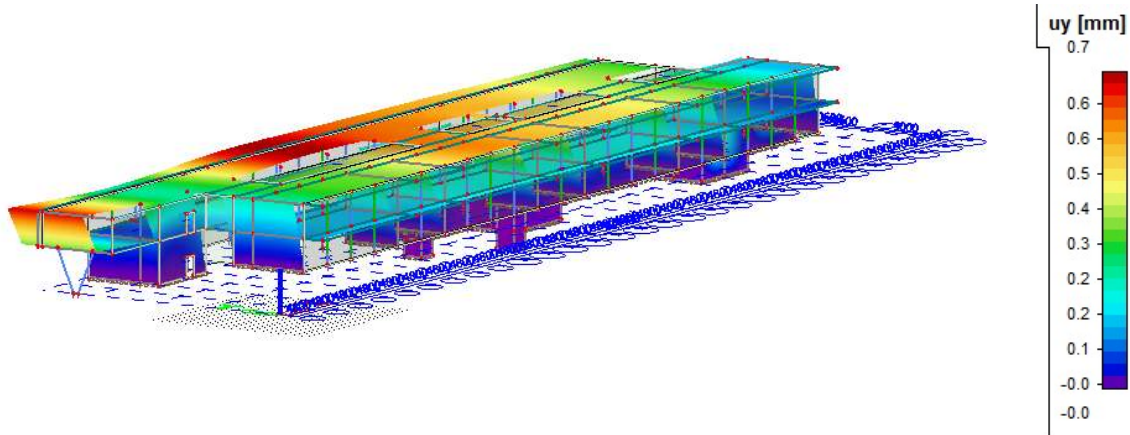
Pomaci [mm] u smjeru X za djelovanje potresa u X, smjeru broj deformabilnih etaža: 2

$$d_s = 2,4 \text{ mm}; d_r \cong d_s / \text{broj def. etaža} = 2,4 / 2 = 1,2 \text{ mm} < d_{r,dop} = 0.005 * 3800 = 19.0 \text{ mm}$$

Pomak Y smjer

Za provjeru međukatnih pomaka konstrukcije korišteno je ubrzanje tla za povratni period od 95 godina (GSU).

Računsko ubrzanje tla: (T_{NCR}=95 godina; 10 godina; P_{NCR}=10%):

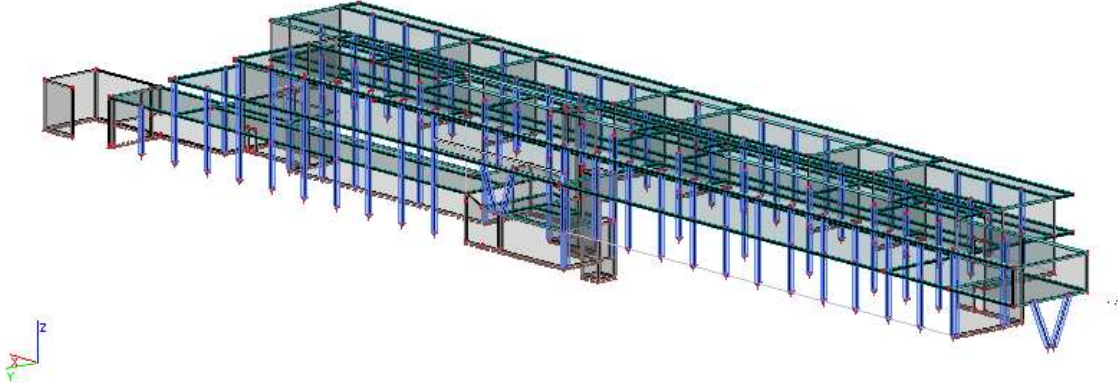


Pomaci [mm] u smjeru Y za djelovanje potresa u Y, smjeru broj deformabilnih etaža: 2

$$d_s = 0,7 \text{ mm}; d_r \cong d_s / \text{broj def. etaža} = 0,7 / 2 = \mathbf{0,35 \text{ mm}} < d_{r,dop} = 0.005 * 3600 = \mathbf{19 \text{ mm}}$$

4 MEĐUKATNE KONSTRUKCIJE

3D prikaz proračunskog modela



Sve AB ploče međуетажа modelirane su kao plošni elementi klase betona C30/37 debljine od 28 cm i to kao olakšane ploče s „Nautilus elementima“.

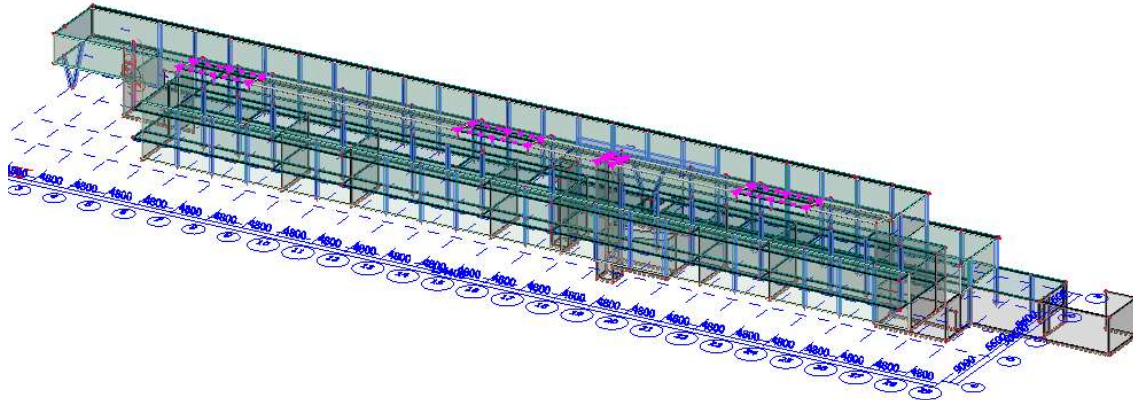
Veličina konačnog elementa za proračun plohe iznosi 0,6 m.

AB zidovi te AB zidovi jezgre stubišta i dizala izvode se iz betona C30/37 različitih debljina od 20 i 30 cm. U proračunskom modelu veza kontinuiranih AB zidova i krovne stropne ploče postavljena je kao zglobna veza. Ležajevi AB zidova postavljeni su kao linijski zglobni.

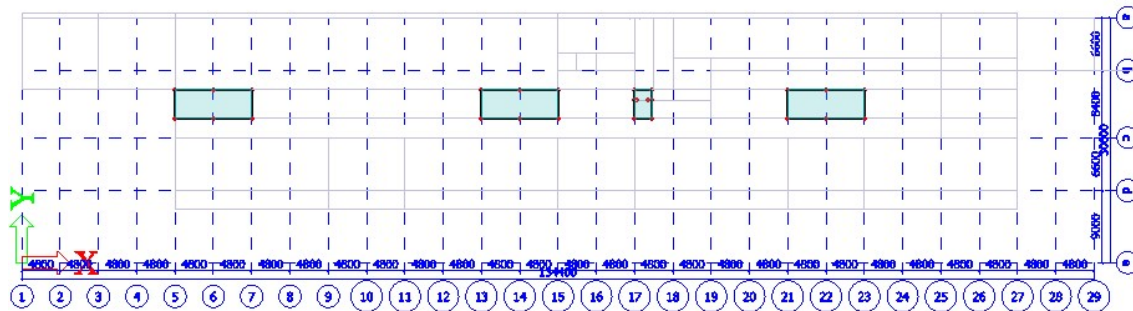
4.1 AB ploča poz 400

Krovovi kabineta škole koji spajaju sjeverniji i južni dio konstrukcije (između osi b i c) izvode se kao kosa AB ploča debljine 15cm.

Prikaz 3D modela promatrane ploče



Tlocrtni prikaz

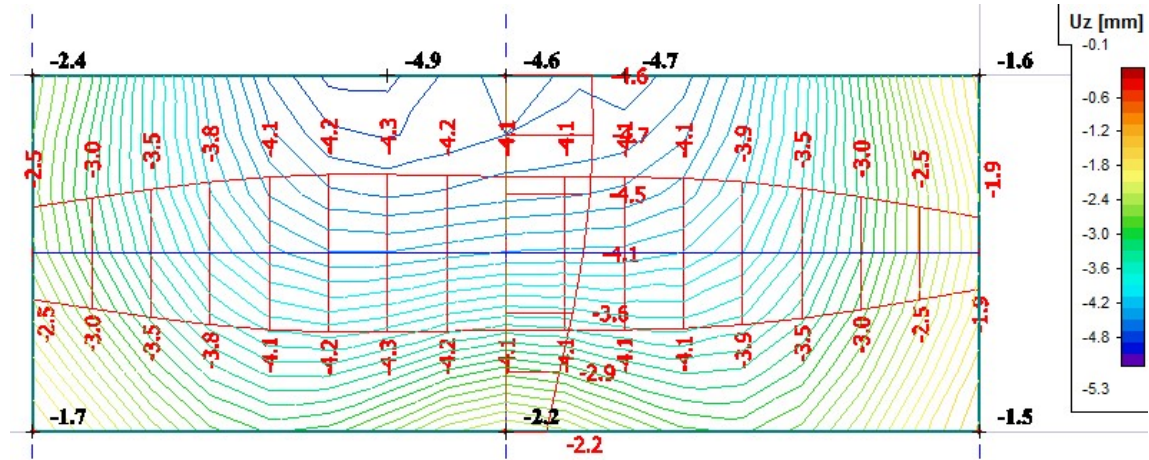


U nastavku su prikazani rezultati proračuna i dimenzioniranje najopterećenije ploče između osi 13 i 15.

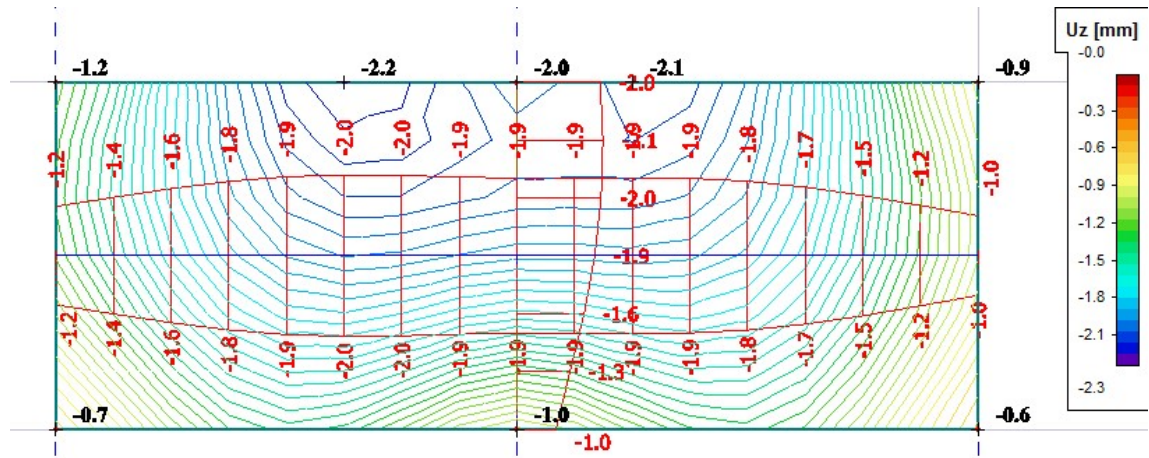
Za ostale AB ploče debljine 15cm usvajaju se donji zaključci.

4.1.1 Deformacije ploče

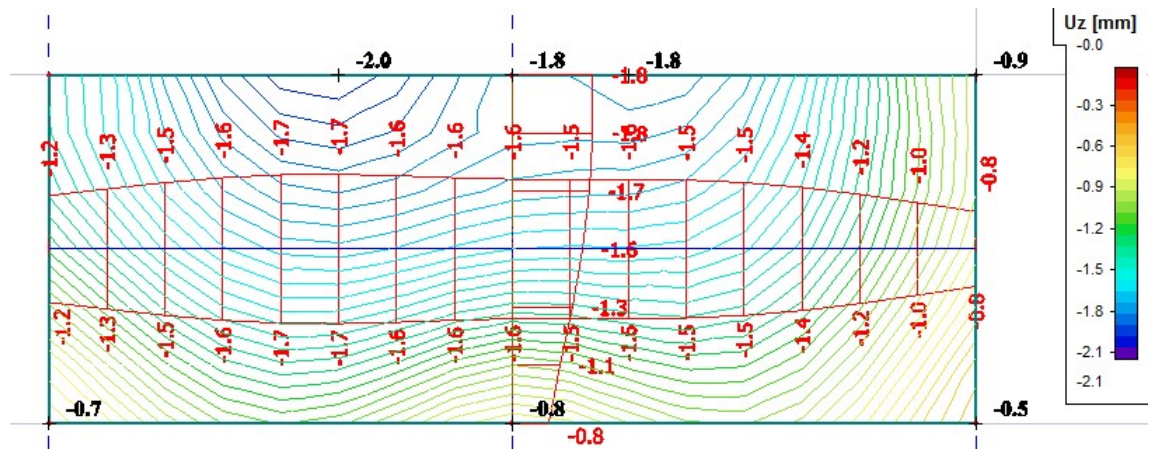
Pomak ploče za vlastitu težinu LC1 u (mm)



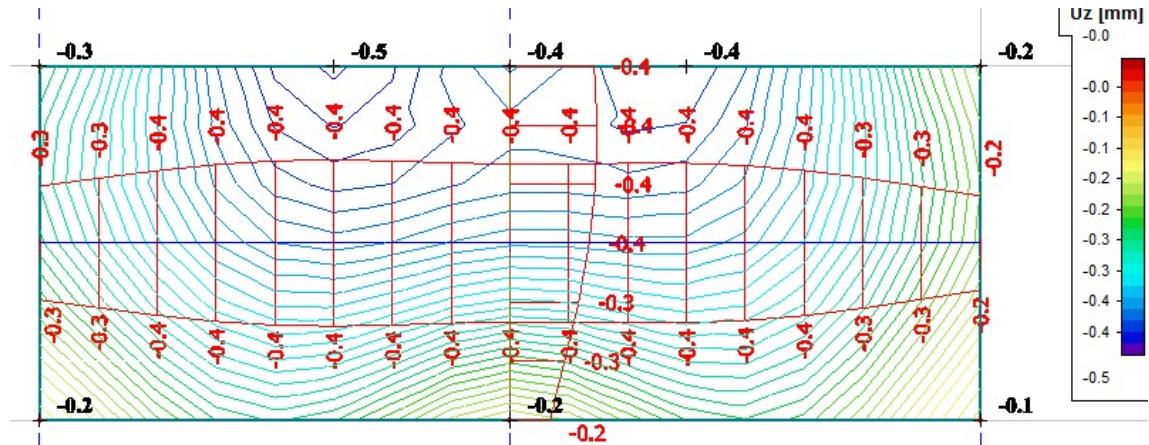
Pomak ploče za dodatno stalno djelovanje LC2 u (mm)



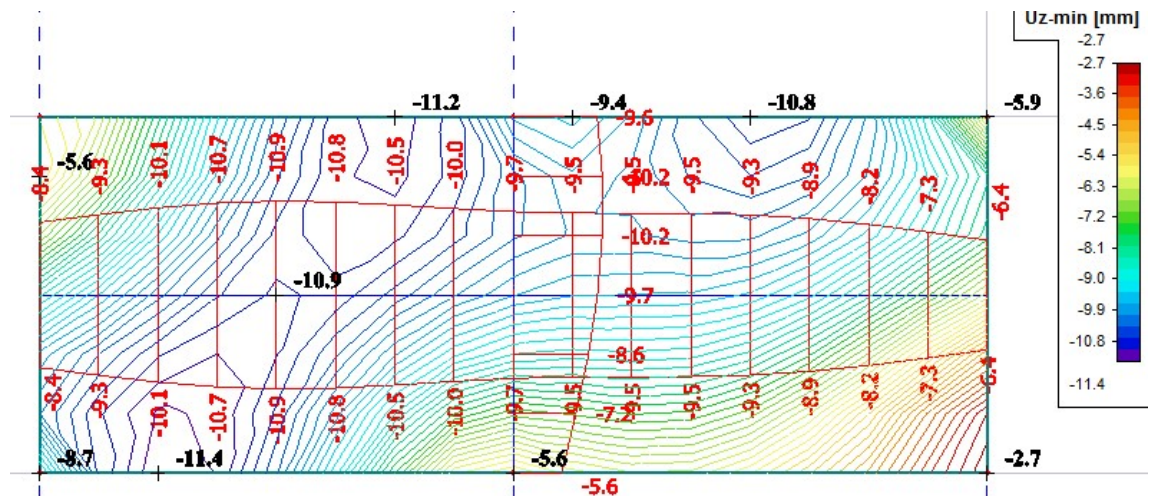
Pomak ploče za korisno djelovanje LC3 u (mm)



Pomak ploče za djelovanje snijega LC4 u (mm)



Pomak ploče za kombinaciju djelovanja CO2-GSU-karakteristična kombinacija



Linearni elastični (kratkotrajni) progib za kombinaciju opterećenja CO2-GSU karakteristična iznosi:

- L = 3,6m: **5,6 mm**

- L=9,6m: **3,6 mm**

Linearni neelastični (dugotrajni) progib za slučaj opterećenja iznosi:

- polje $\Delta(L=3,6\text{ m}) = (LC1+LC2)*2,5+LC3+LC4 = (2,4+1,1)*2,5+0,9+0,2 = 9,85\text{ mm}$

- polje $\Delta(L=9,6\text{ m}) = (LC1+LC2)*2,5+LC3+LC4 = (2,4+1,0)*2,5+1,0+0,2 = 9,70\text{ mm}$

Dopušteni progib:

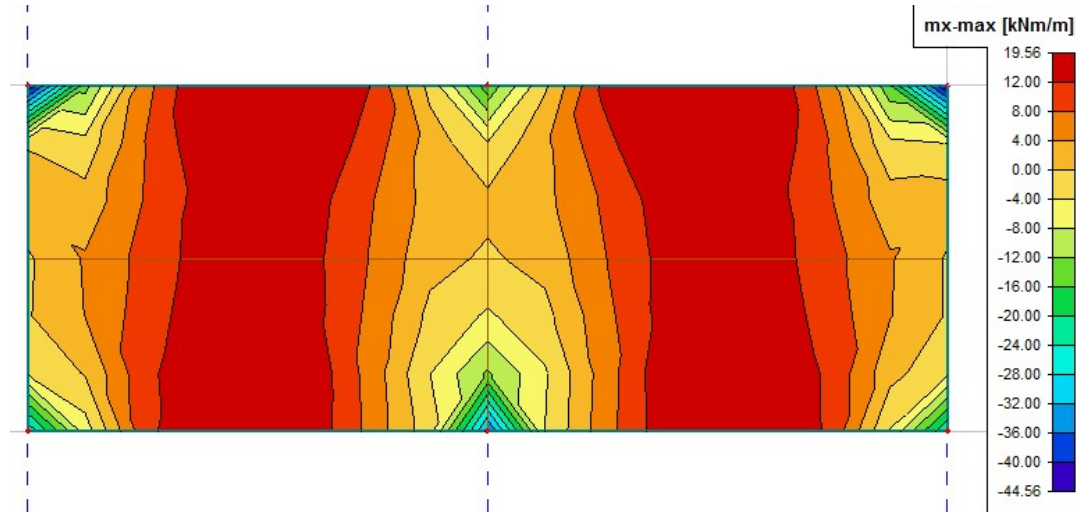
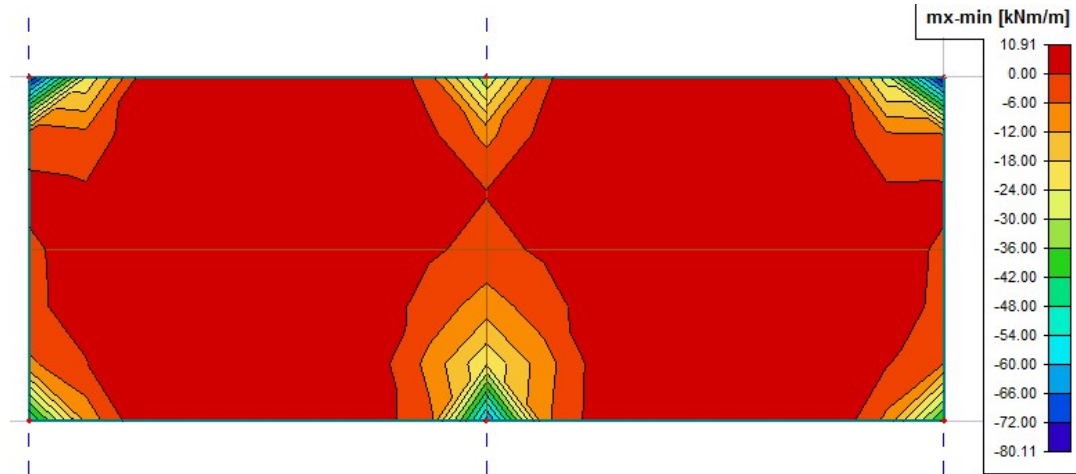
$$\Delta = L/300$$

- polje (L=3,6 m) $\Delta = 3600/300 = 12\text{ mm}$ → PROGIB ZADOVOLJAVA

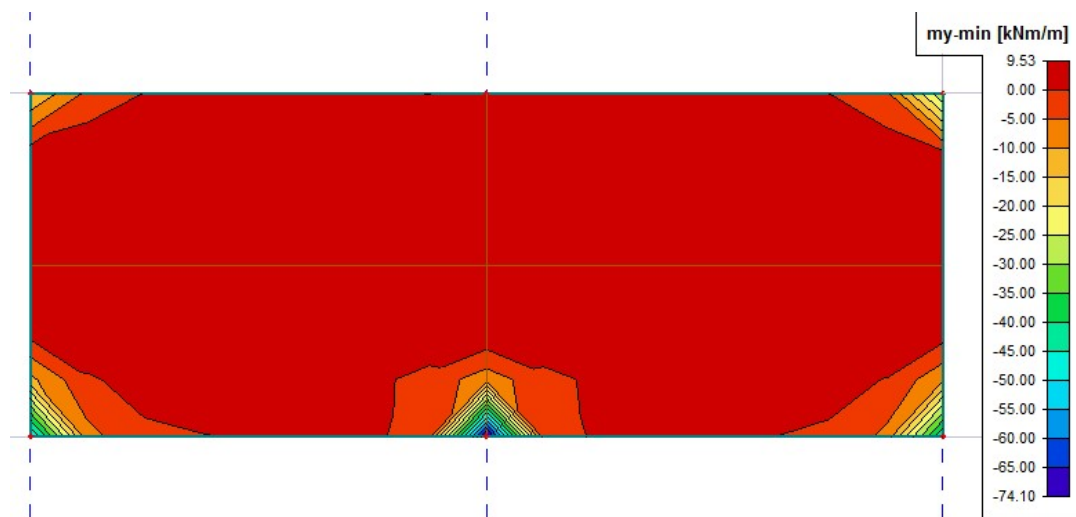
- polje (L=9,6 m) $\Delta = 9600/300 = 32\text{ mm}$ → PROGIB ZADOVOLJAVA

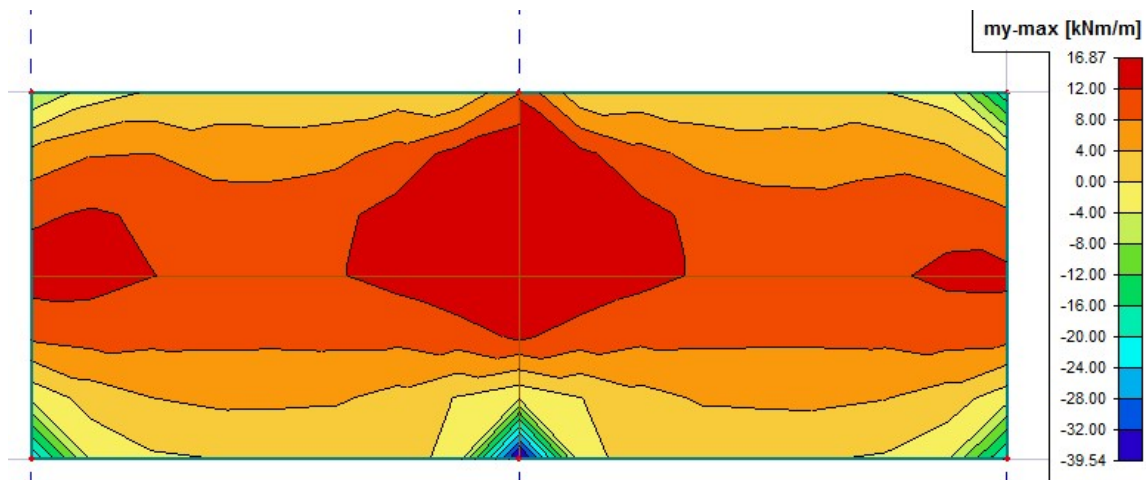
4.1.2 Rezne sile

m_x (kNm/m) za CO1 GSN

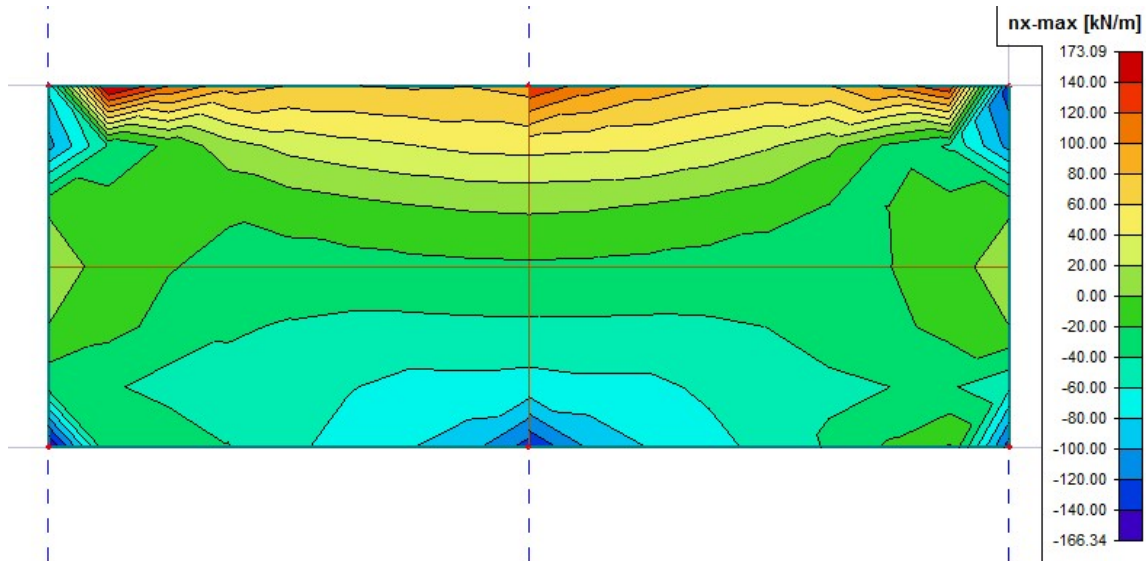
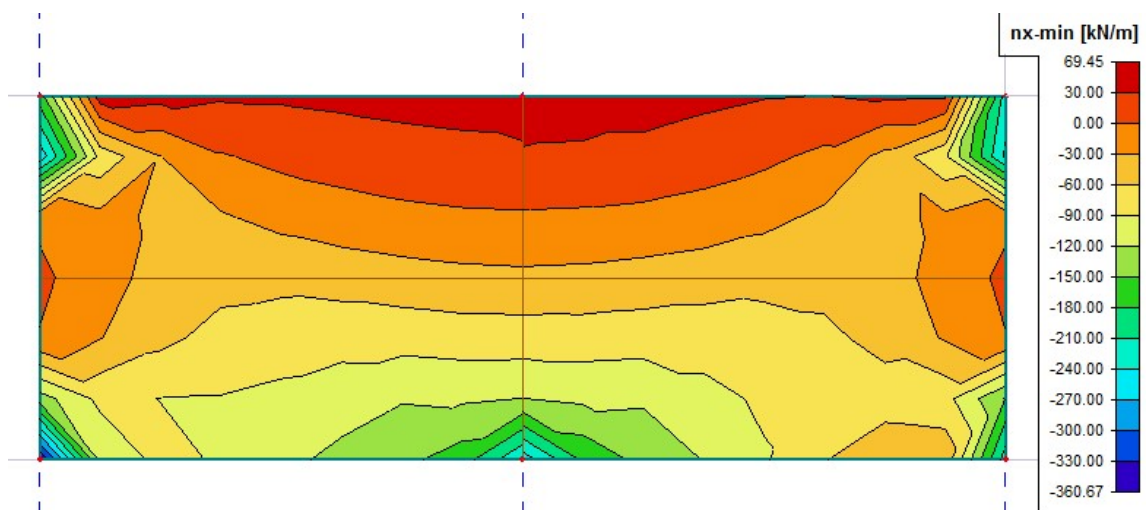


m_y (kNm/m) za CO1 GSN

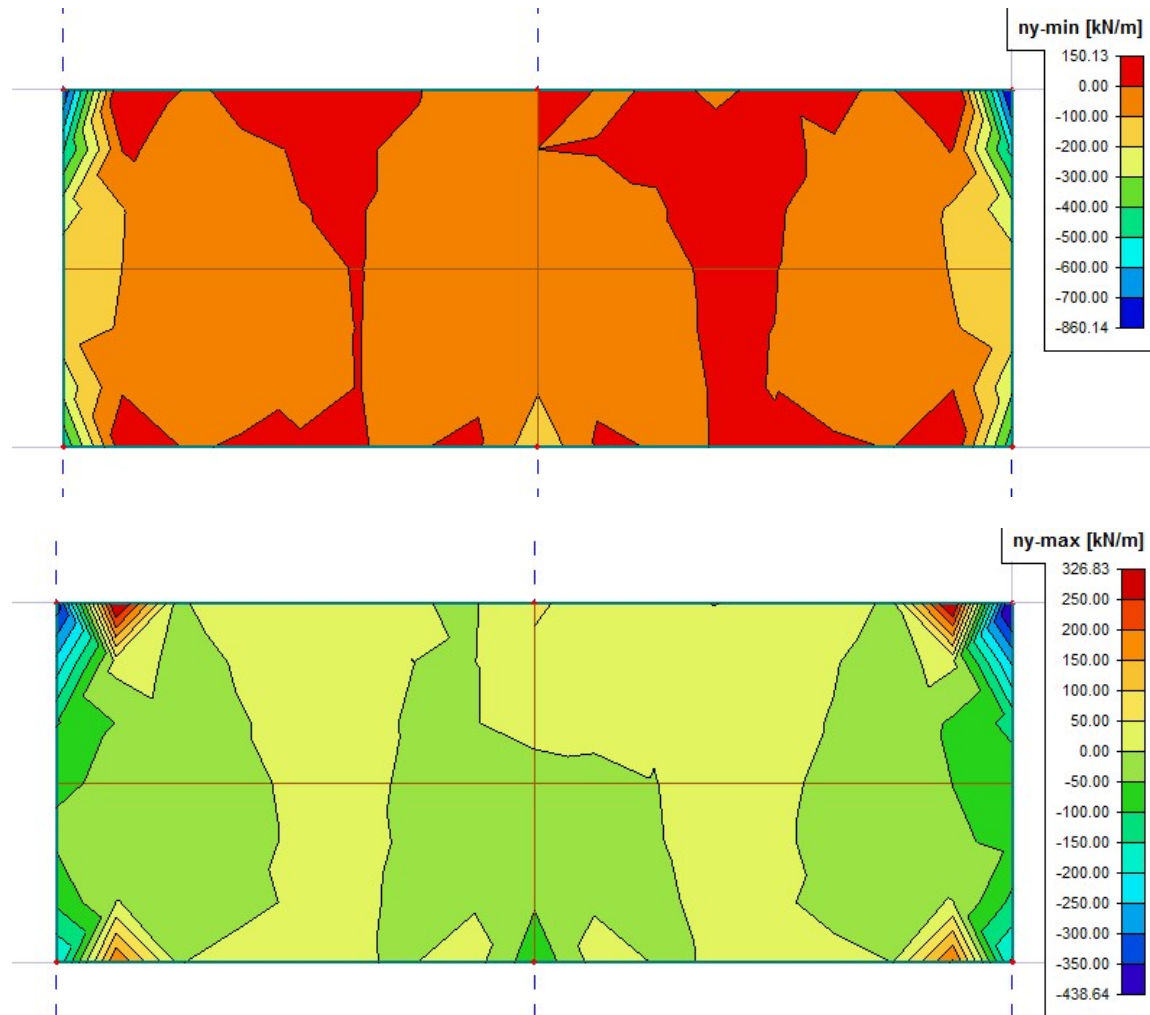




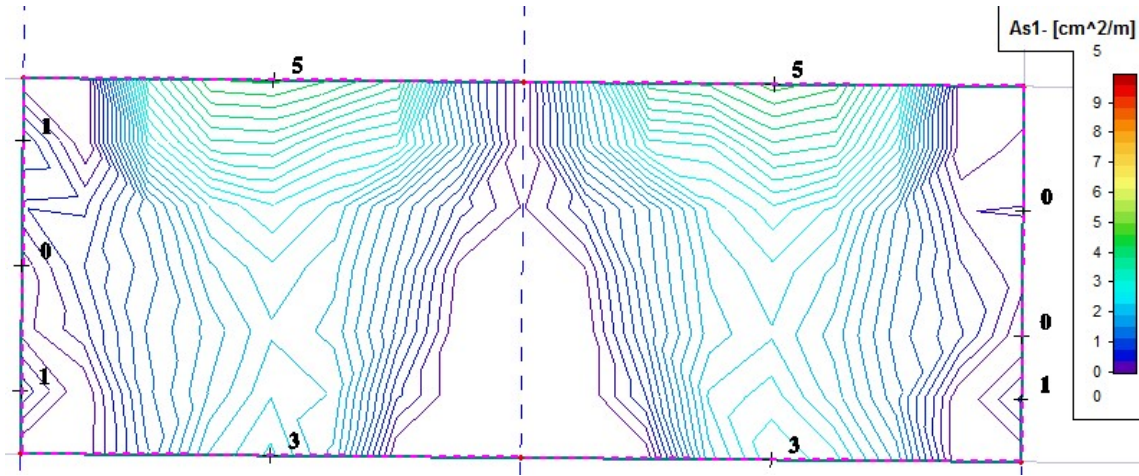
nx(kN/m) za CO1 GSN



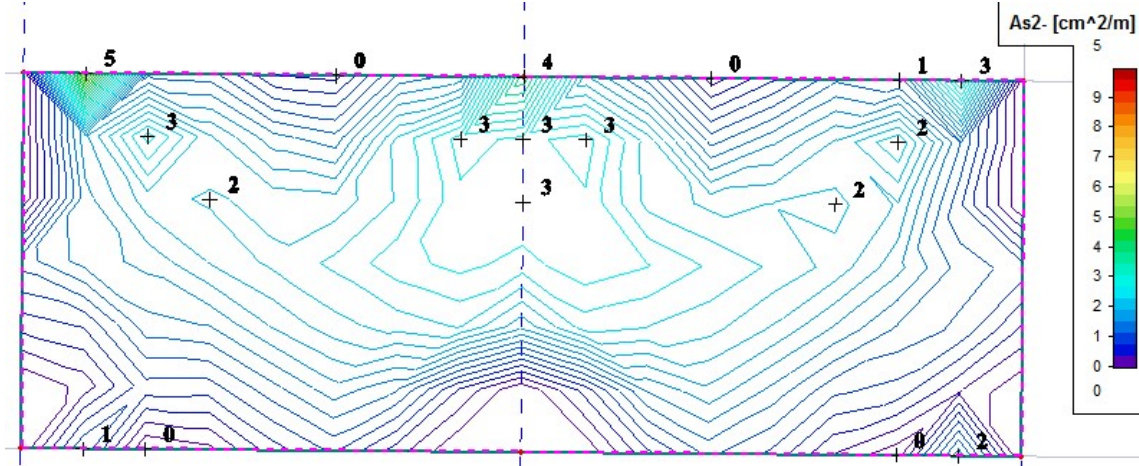
ny(kN/m) za CO1 GSN



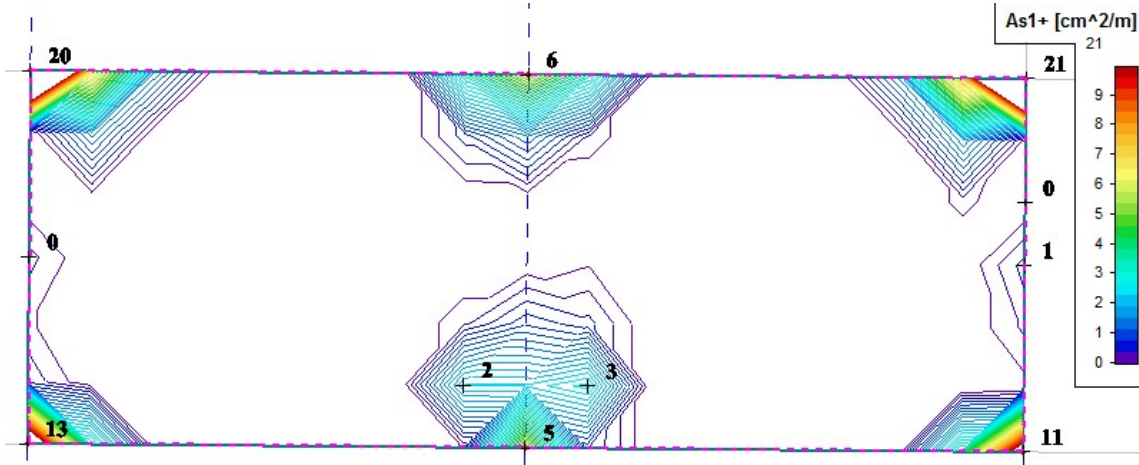
4.1.3 Proračun potrebne armature ploče
SMJER X – donja zona za CO1 GSN u (cm²/m')



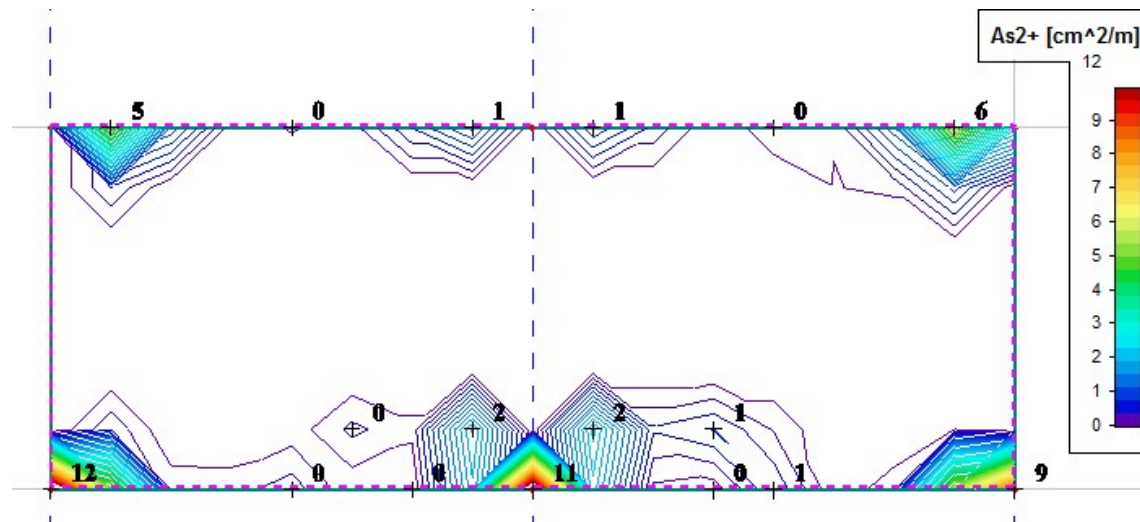
SMJER Y – donja zona za CO1 GSN u (cm²/m')



SMJER X – gornja zona za CO1 GSN u (cm²/m')



SMJER Y – gornja zona za CO1 GSN u (cm²/m')



Minimalna armatura ploče :

$$A_{s,min} = 0,0013 \times b \times d = 0,0013 \times 12,5 \times 100 = 1,63 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ODABRANA ARMATURA

Donja zona ploče

- AB ploču u donjoj zoni armirati s mrežama Q 503, uz dodatak prema prikazanim dijagramima armature.

Gornja zona ploče

- AB ploče u gornjoj zoni armirati s mrežama Q335, uz dodatak prema prikazanim dijagramima armature.

4.2 Karakteristična stropna AB ploča prizemlja s „Nautilus“ elementima – poz 300

AB stropna konstrukcija izvodi se kao AB ploča debljine 28cm u koju se postavljaju štedni zračni ulošci, odnosno jednostruki „Nautilus“ elementi (SINGLE H16) visine 16 cm. Proračun stropne ploče vrši se identično proračunu pune AB stropne ploče visine 28cm uz korekciju mase s obzirom na umanjenje volumena betona. Ploča je naknadno prednapregnuta.

Proračun gustoće olakšane AB ploče:

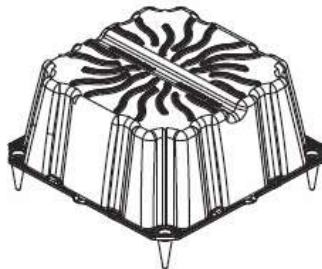
- ukupna visina Ab ploče s Nautilusima = 28 cm
- ekvivalentna masa Ab ploče bez Nautilusa= 20 cm
- gustoću armiranog betona $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$

→ olakšana AB ploča $2500 * ((6+6+8,1)/28) = 1795 \text{ kg/m}^3 + 205 \text{ kg/m}^3$ za pune djelove AB ploče nad ležajevima i rubovima = **2000 kg/m³**

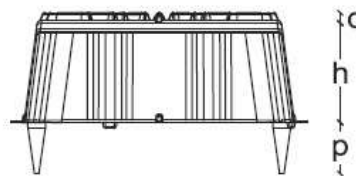
HEIGHT	Beam width (cm)	Beams axle spacing (cm)	Formwork bearing (pieces/m ²)	NEWNAUTILUSEVO		NEWNAUTILUS	
				concrete consumption (m ² /m ³)	Formwork volume (m ² /pieces)	concrete consumption (m ² /m ³)	Formwork volume (m ² /pieces)
H16 SINGLE	12	64	2.44	0.081		0.079	
	14	66	2.30	0.086		0.084	
	16	68	2.16	0.091	0.032	0.089	0.033
	18	70	2.04	0.094		0.093	
	20	72	1.93	0.097		0.096	

Presjek

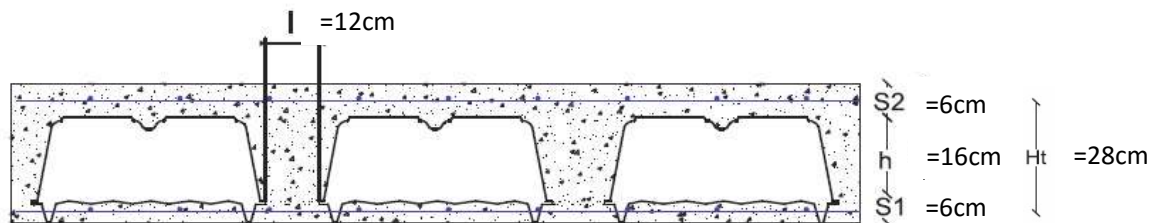
l=12, S2=S1=6cm, h= 16cm



Axonometry



Side view, SINGLE



Cross-section, SINGLE

Na mjestima oslonaca AB stropne ploče ne postavljaju se Nautilus elementi već se nad ležajevima izvodi puna AB ploča sa armaturom „skrивene“ grede unutar ploče.

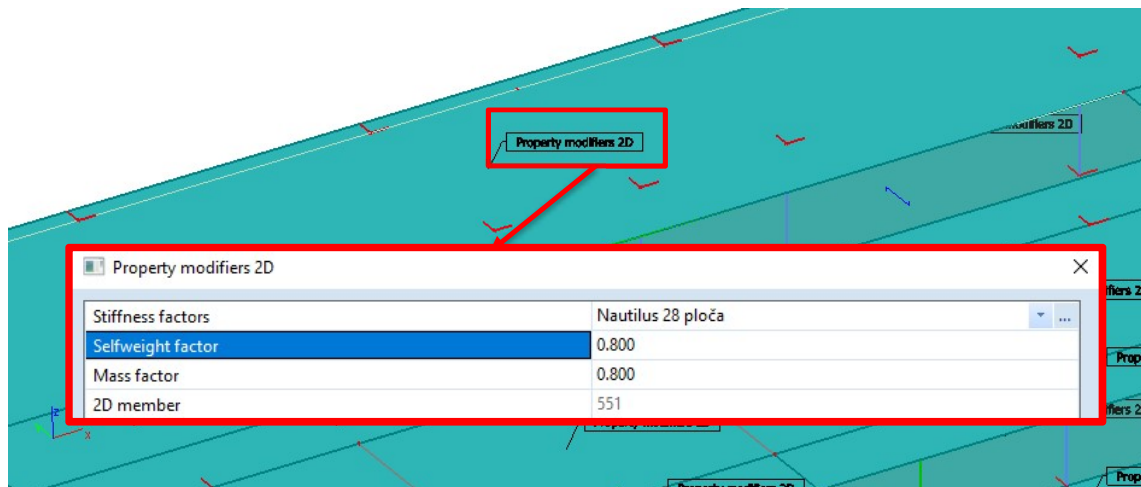
Proračunski model stropne ploče napravljen je kao puna AB ploča sa debljinom ploče 28cm. Masa ploče reducirana je s obzirom na volumen šupljina u software-skim postavkama (masa reducirana za 20%) na stvarnu masu ploče d=28 cm s Nautilus elementima.

Redukcija mase pune AB ploče:

- Donja zona ploče izvodi se u visini 6cm betona kontinuirano
- Gornja zona ploče izvodi se u visini 6cm betona kontinuirano
- Središnji dio ab ploče izvodi se sa nautilus elementima u visini od 16 cm. Prosječni utrošak betona sa postavljanjem nautilus elemenata u polju i punom debljinom ploče nad ležajem iznosi $0,091 \text{ m}^2/\text{m}^3$, odnosno prosječni utrošak betona za takvu stropnu ploču identičan je utrošku betona zapunu ab stropnu ploču visine $9,1\text{cm}/\text{m}^2$.

Zaključak:

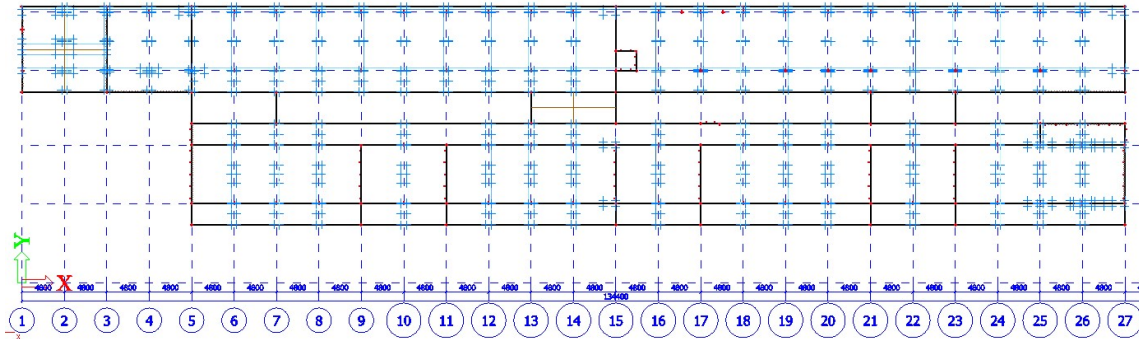
Masa AB ploče sa Nautilus elementima ukupne visine 28cm identična je masi pune AB ploče visine 21,1cm. Redukcija mase ab ploče iznosi $21/28 = 0,75 = 75\%$. Proračunska masa AB ploče uzeta je kao 80% pune vrijednosti (na strani sigurnosti).



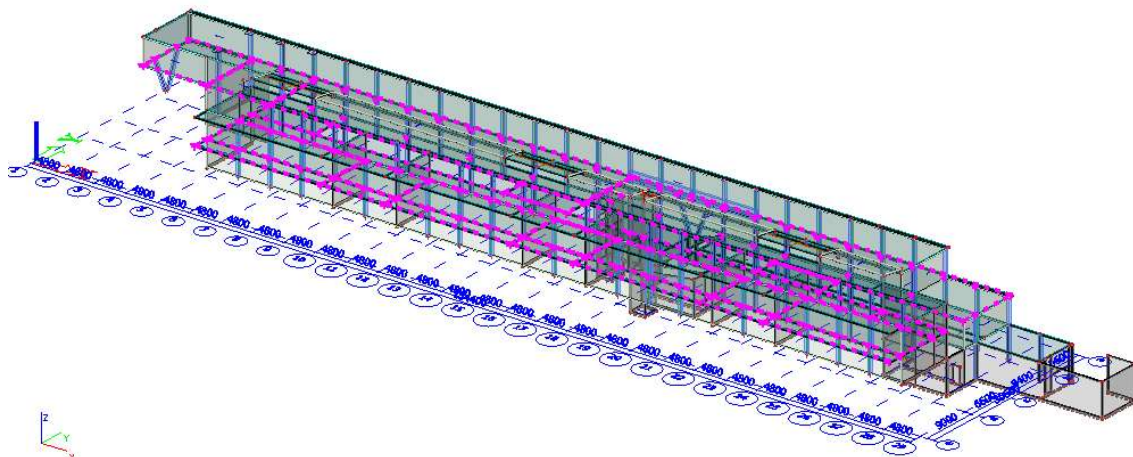
lazni podaci za proračun (s dugotrajnim gubicima):

Material	
Material	Y1860S7-15,7
Number of tendon elements in tendo...	4
Number of tendons in group (ng)	1
Area [mm ²]	600
Diameter of duct [mm]	60,00
oad Case	LC14
Stressing	
Type of stressing	Type 4
Prestressing from	Begin
Coefficient of friction in curved part o...	0,3
Unintentional angular displacement (...)	0,003
Anchorage set - begin [mm]	6,00
Initial stress - begin [MPa]	1150,00

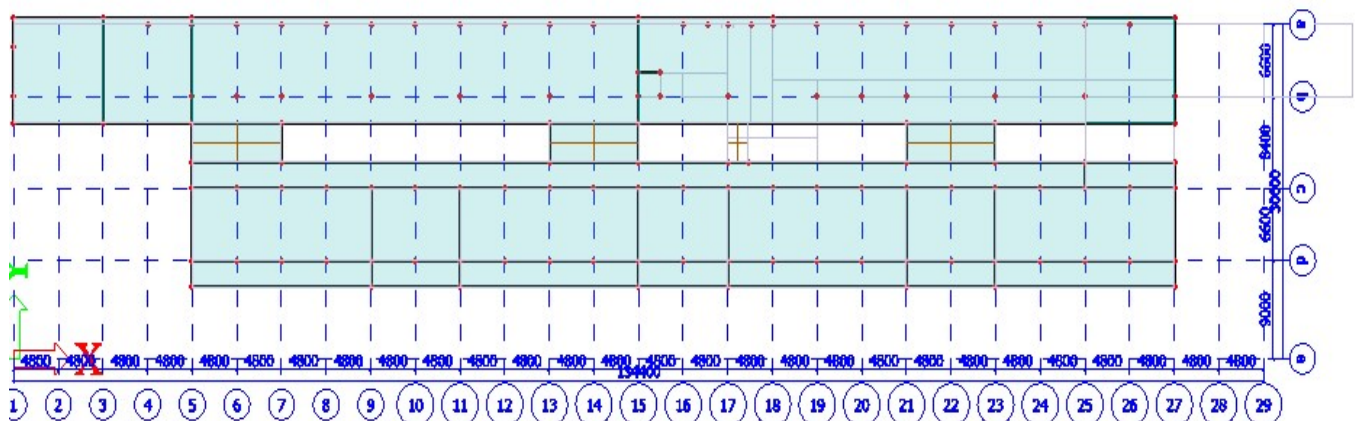
Pozicija kabela za naknadno prednapinjanje



Prikaz 3D modela promatrane ploče

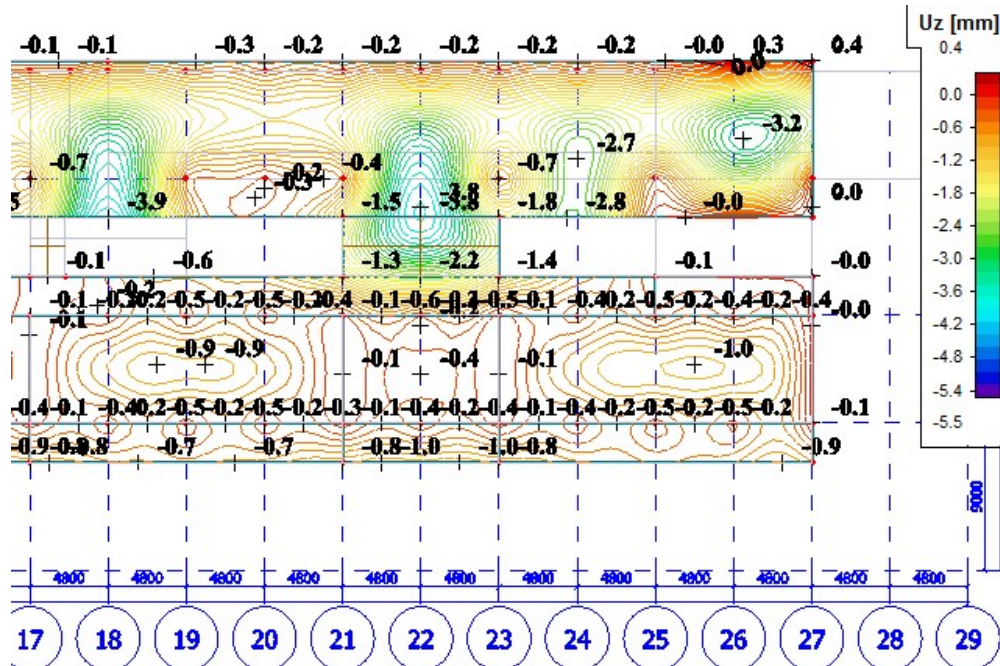
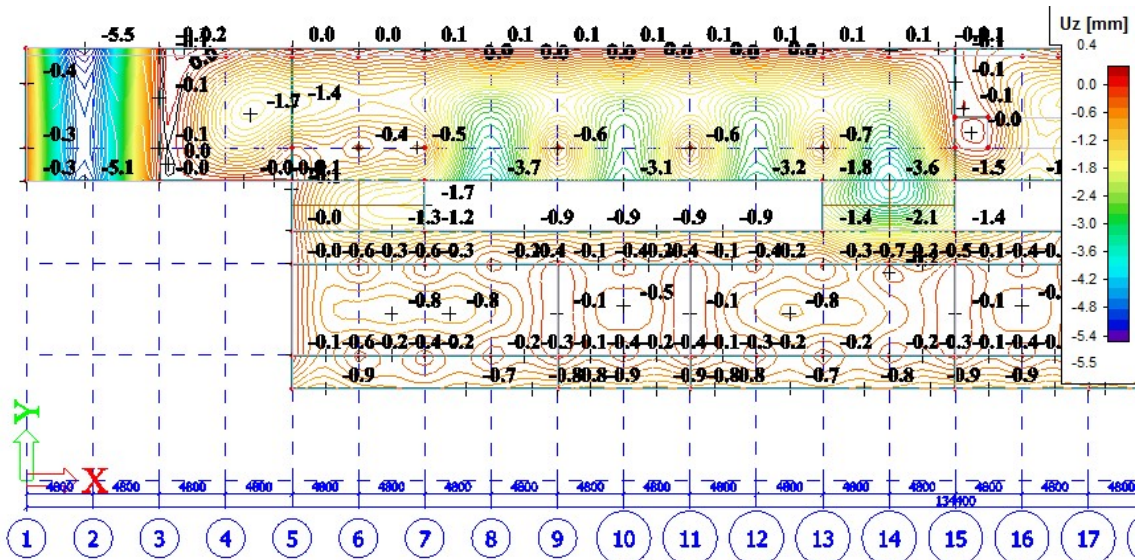
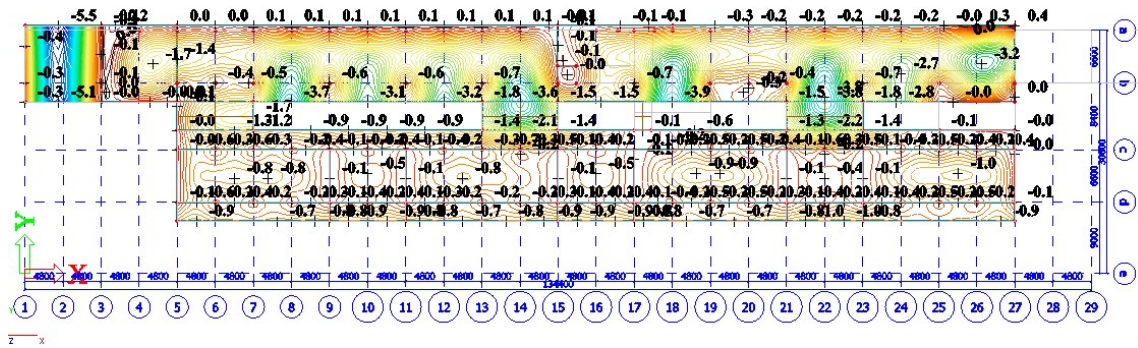


Tlocrtni prikaz

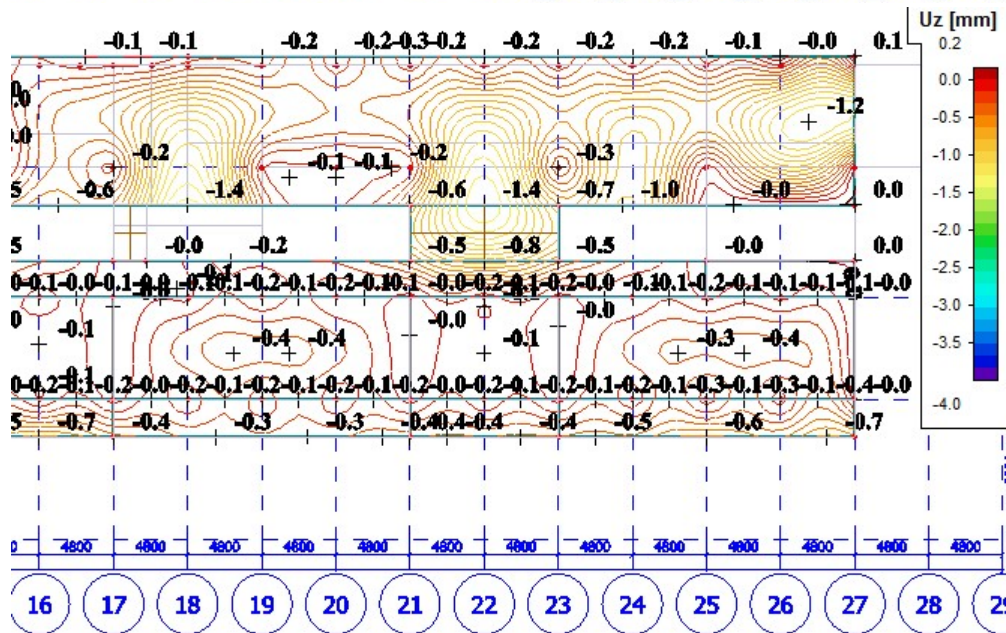
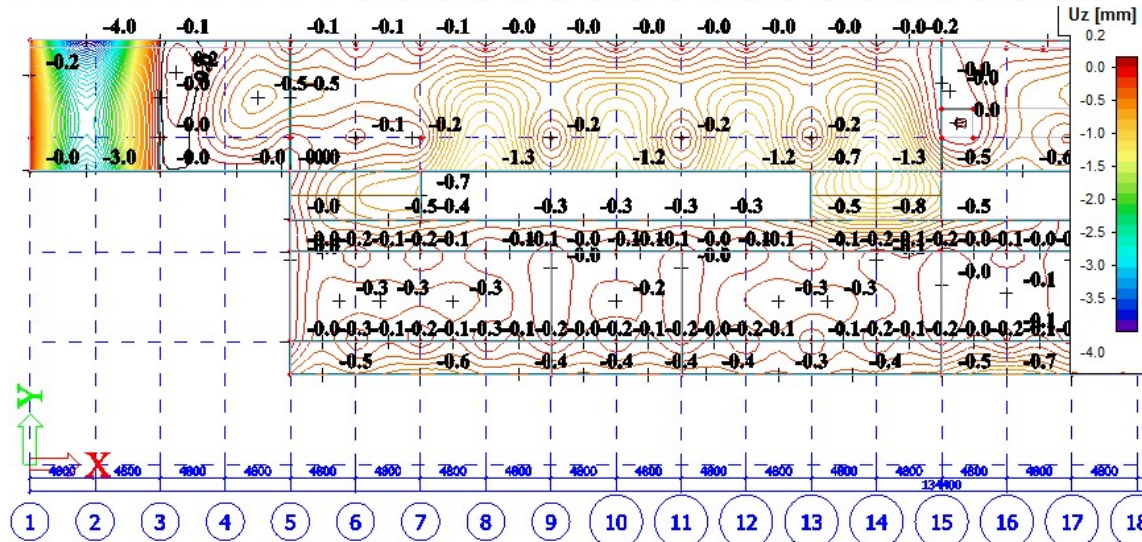
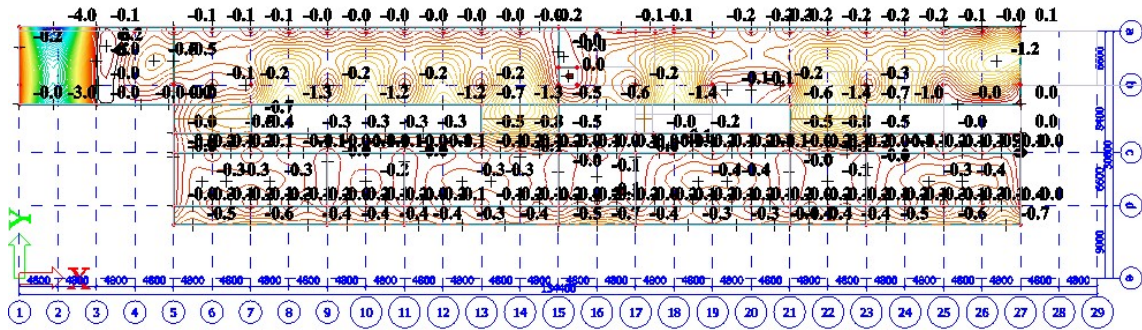


4.2.1 Deformacije ploče

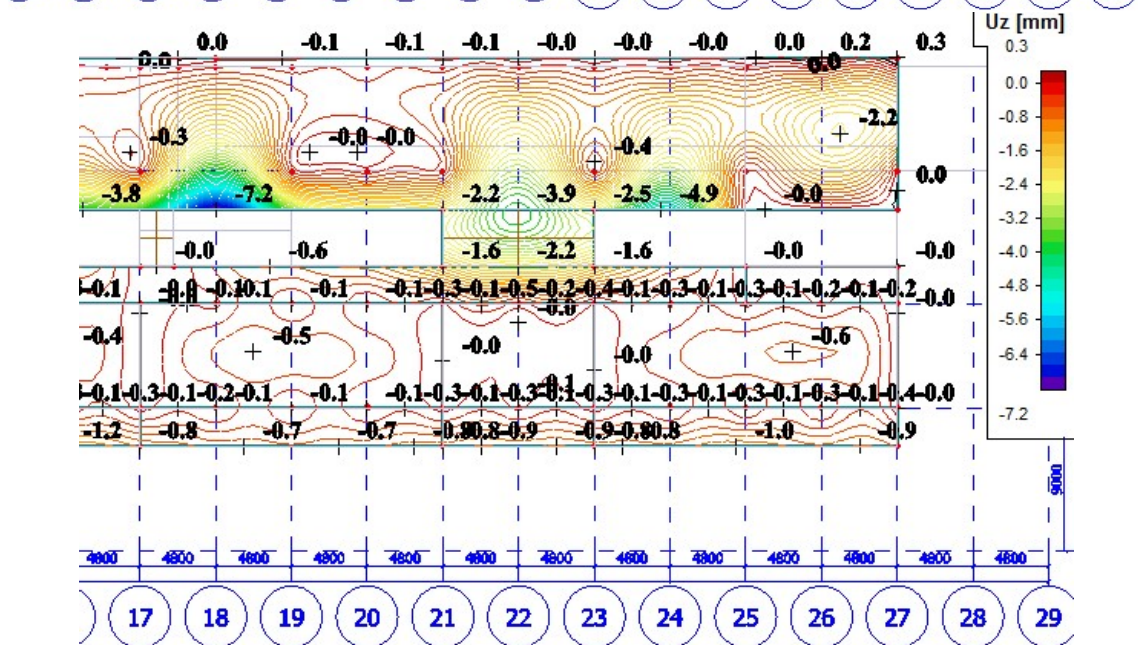
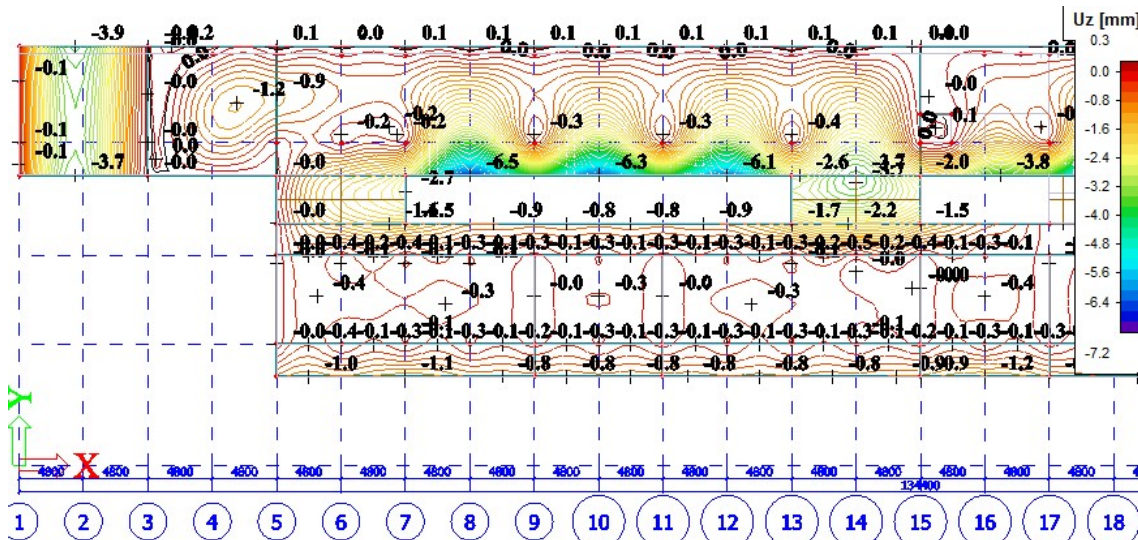
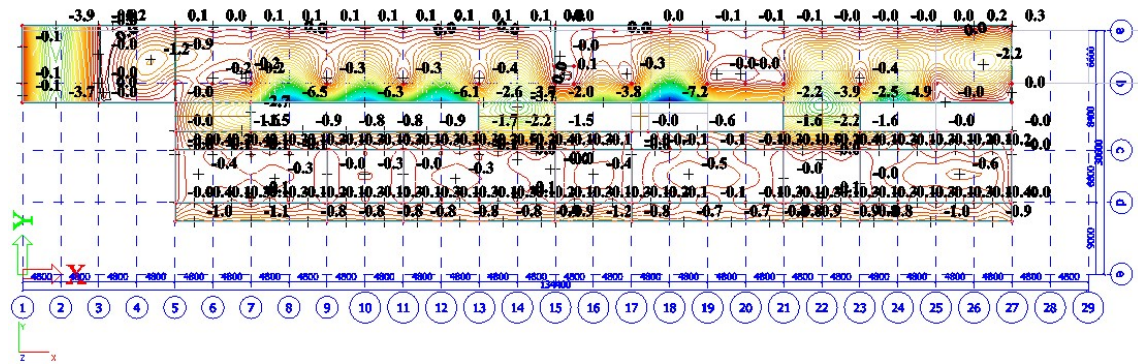
Pomak ploče za vlastitu težinu LC1 u (mm)



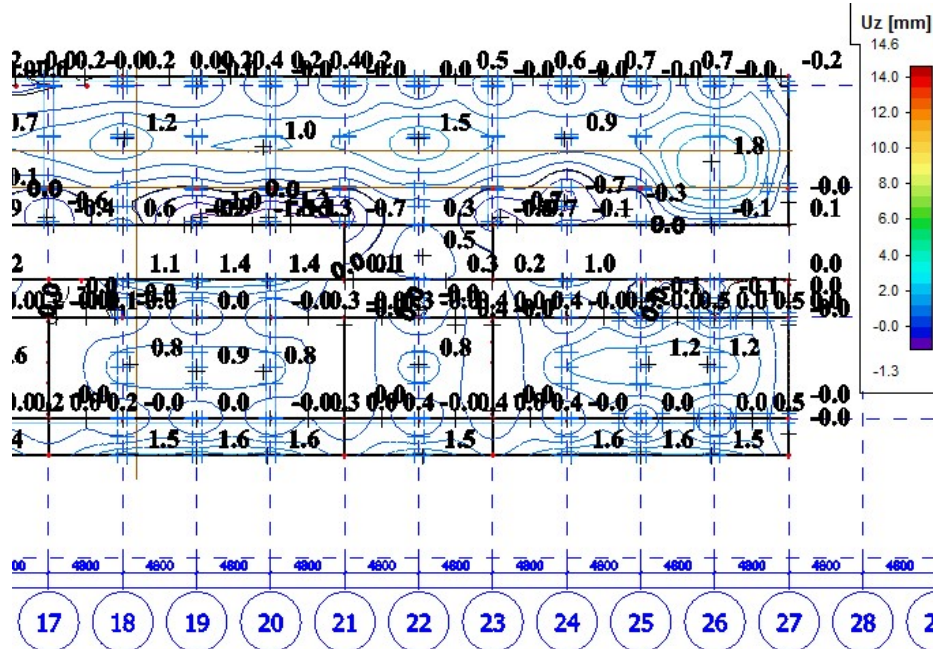
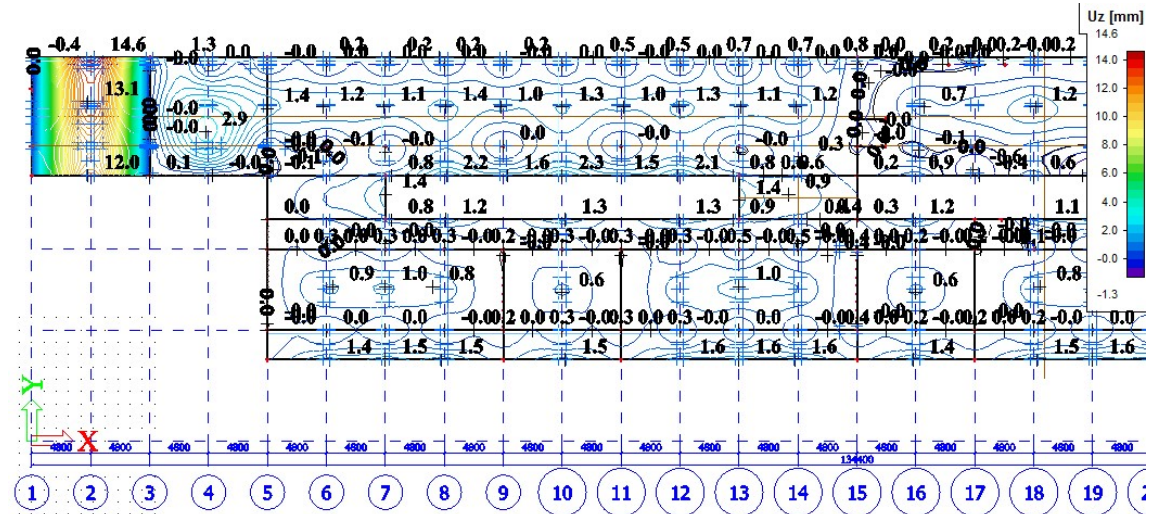
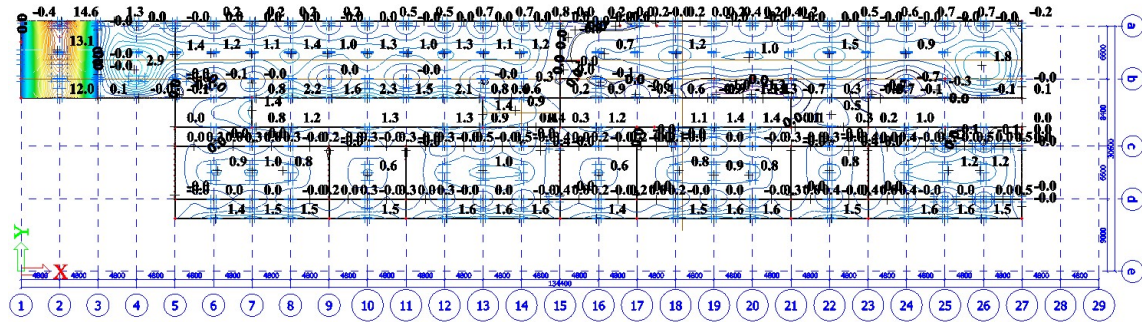
Pomak ploče za dodatno stalno djelovanje LC2 u (mm)



Pomak ploče za korisno djelovanje LC3 u (mm)

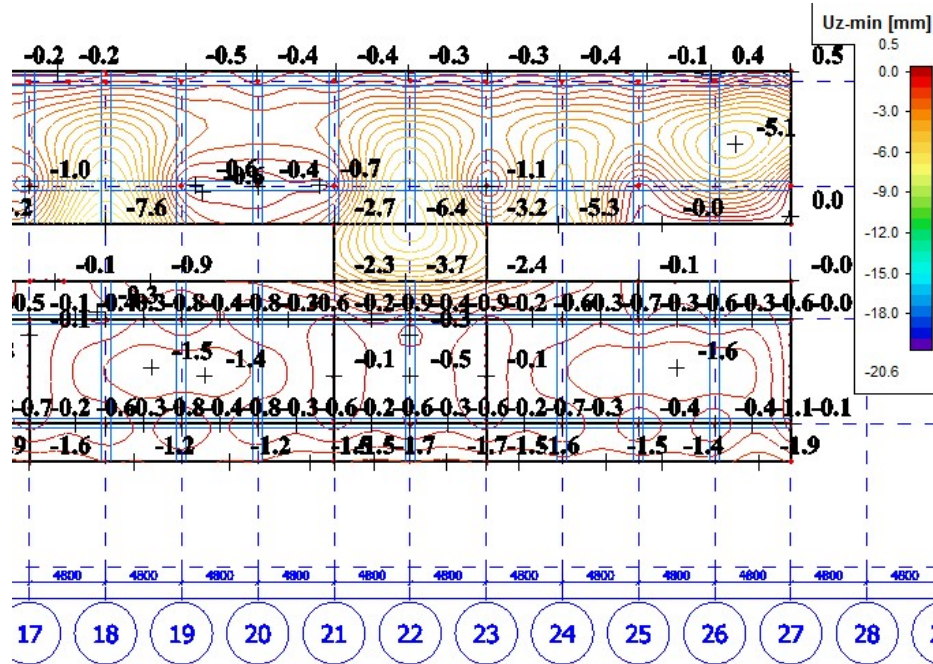
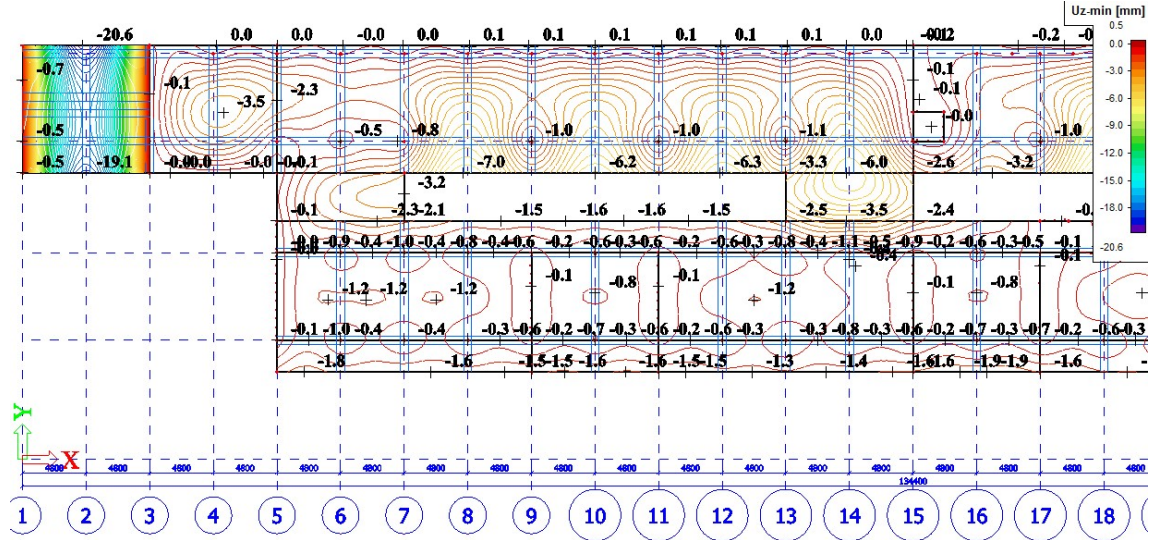


Pomak ploče za djelovanje prednapinjanja LC14 u (mm)

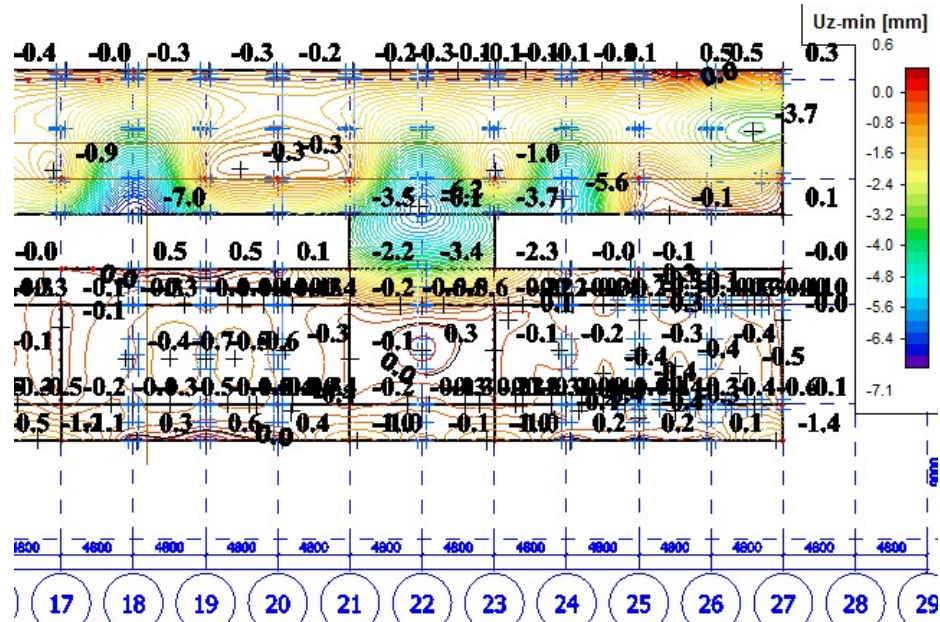
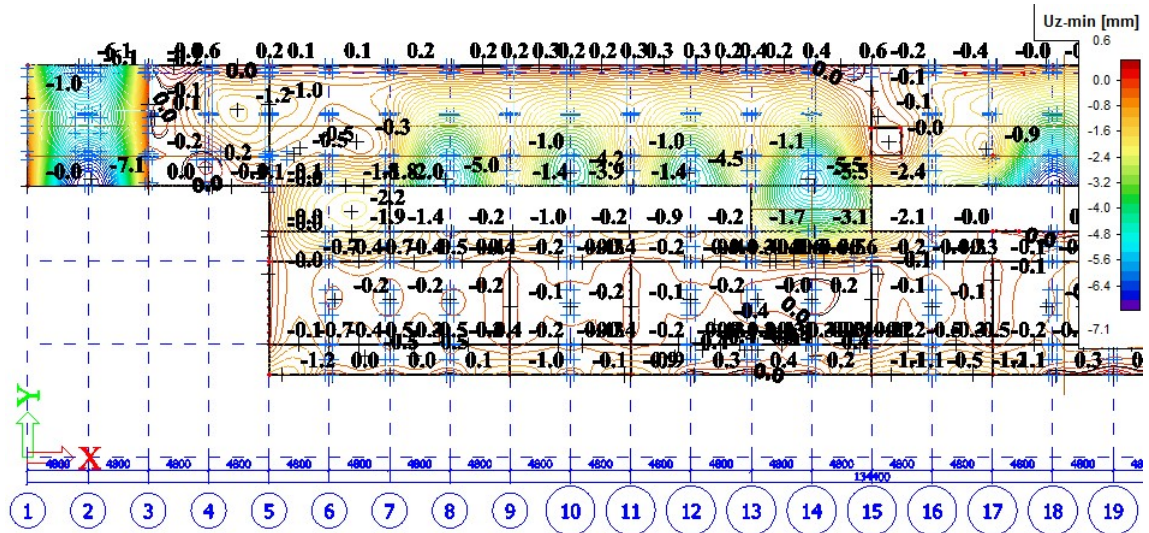


Pomak ploče

a) Prije djelovanja prednapinjanja za kombinaciju djelovanja CO8-GSU-nazovistalna kombinacija



b) nakon djelovanja prednapinjanja CO7-GSU-nazovistalna kombinacija



Linearni elastični (kratkotrajni) progib za kombinaciju opterećenja CO7-GSU nazovistalna iznosi:

	a) slučaj prije prednapinjanja	b) slučaj nakon prednapinjanja
- polje između osi 1 i 3 (L=9,6m)	20,6mm	7,6mm
- konzola (L=9,6m)	6,1mm	7,0mm

Linearni neelastični (dugotrajni) progib za slučaj opterećenja iznosi:

a) prije prednapinjanja

- polje $\Delta(L=9,6 \text{ m}) = (LC1+LC2)*3,0+LC3 = (5,5+3,0)*3,0+3,7 = 29,2 \text{ mm}$
- konzola $\Delta(L=9,6 \text{ m}) = (LC1+LC2)*3,0+LC3 = (3,9+1,4)*3,0+7,2 = 23,1 \text{ mm}$

b) nakon prednapinjanja

- polje $\Delta(L=9,6 \text{ m}) = (LC1+LC2)*2,5+LC3-LC4-LC14 = (5,5+3,0)*2,5+3,7-14,6 = 10,35 \text{ mm}$
- konzola $\Delta(L=9,6 \text{ m}) = (LC1+LC2)*2,5+LC3-LC14 = (3,9+1,4)*2,5+7,2-0,6 = 19,85 \text{ mm}$

Dopušteni progib:

$\Delta=L/300$ za polje

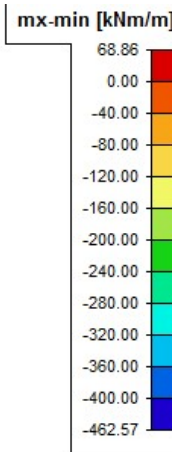
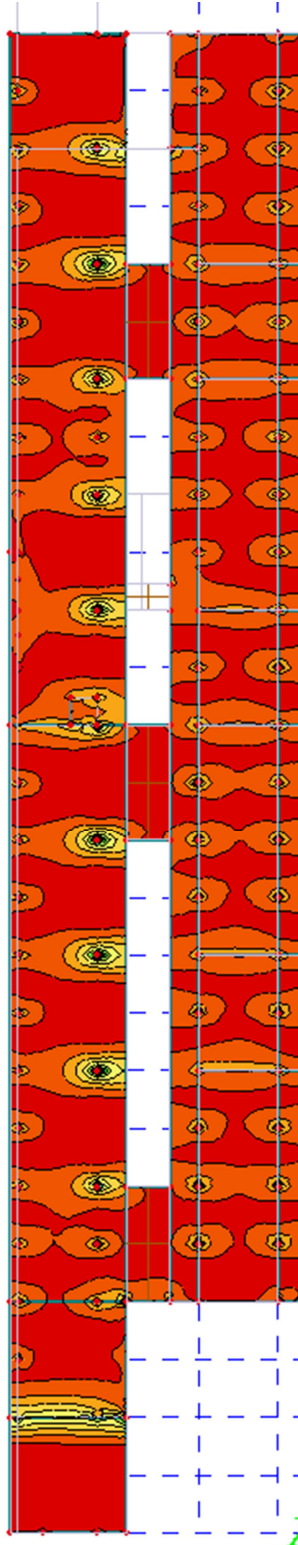
- polje i konzola ($L=9,6 \text{ m}$) $\Delta=9600/300=32 \text{ mm}$

Prilikom proračuna korišteni su koeficijenti 2,5 i 3,0 koji su iskustveni te opisuju dugotrajne efekte ponašanja betona pri progibu. Koeficijenti su na strani sigurnosti u odnosu na stvarno proračunsko ponašanje.

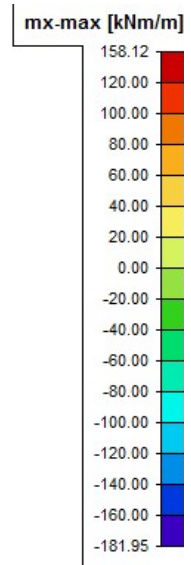
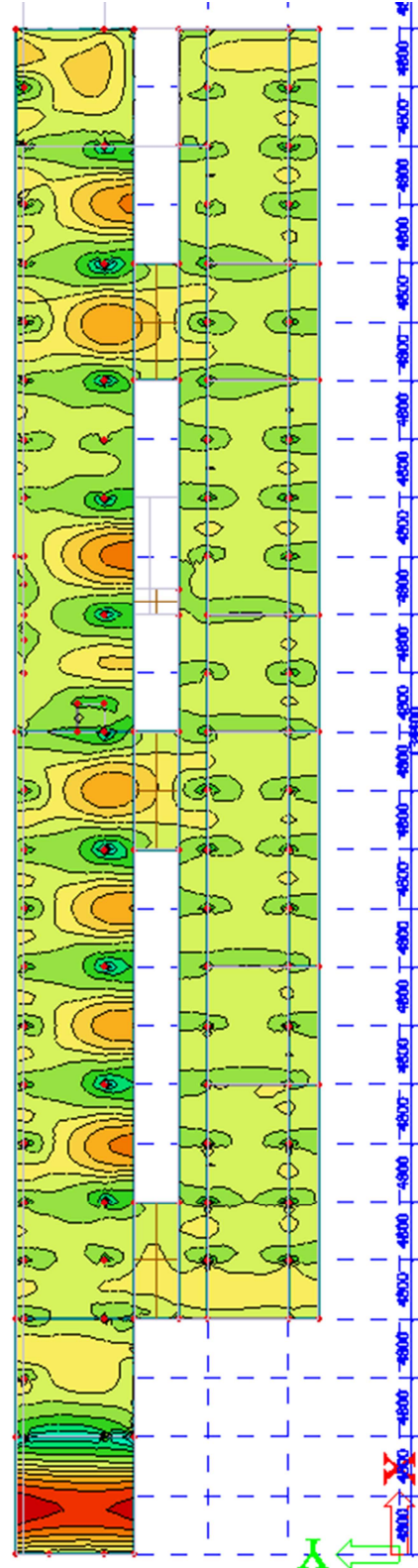
4.2.2 Rezne sile

m_x (kNm/m) za CO1 GSN

MINIMUM

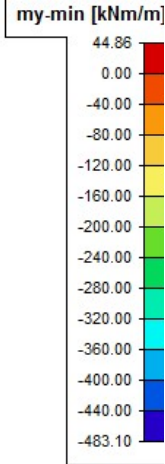
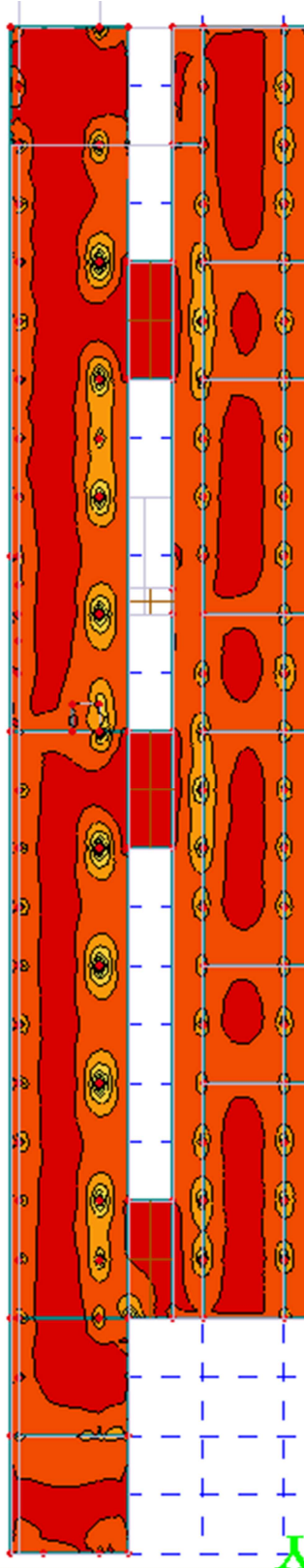


MAKSIMUM

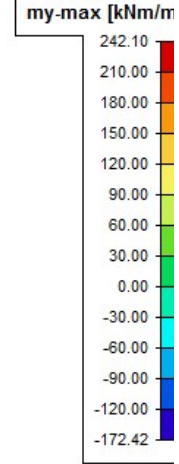
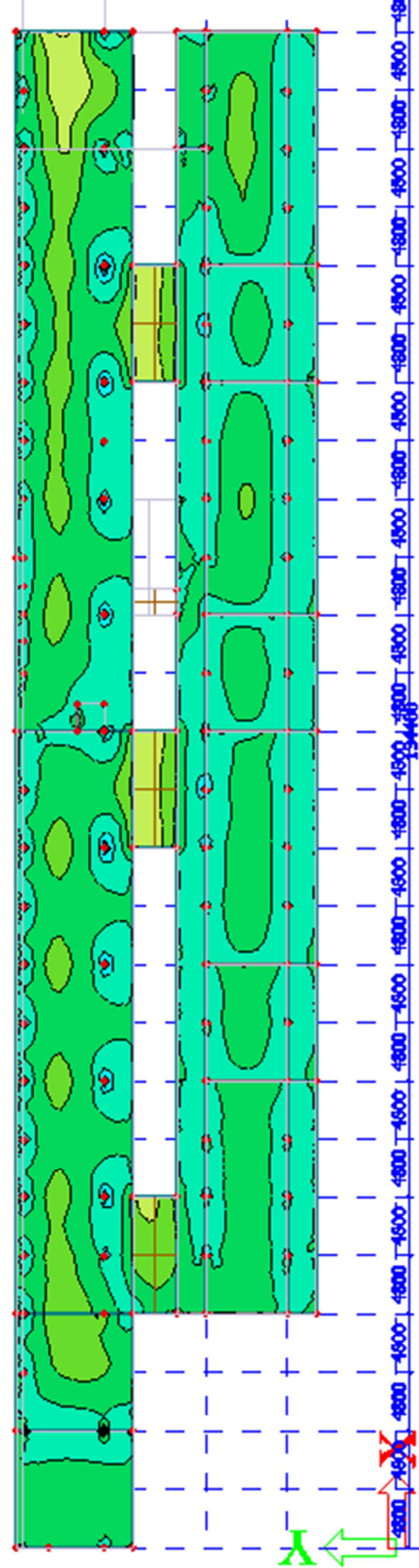


m_y (kNm/m) za CO1 GSN

MINIMUM

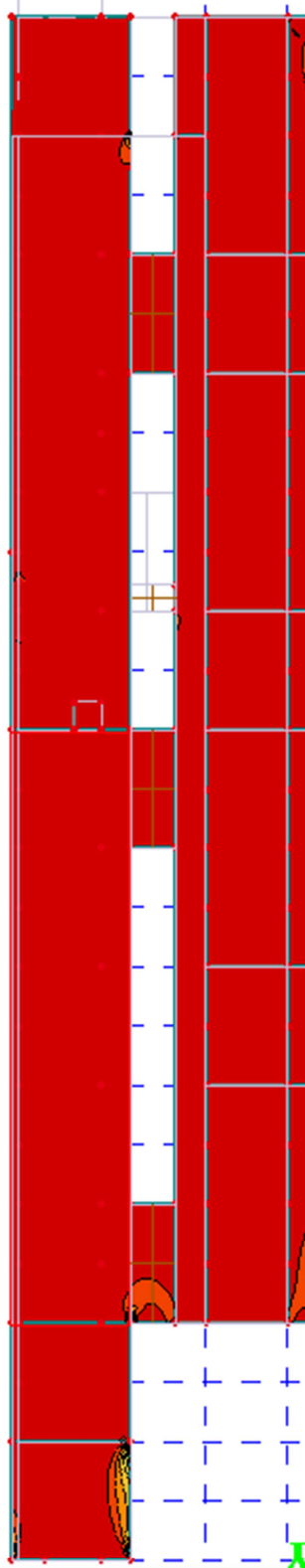


MAKSIMUM

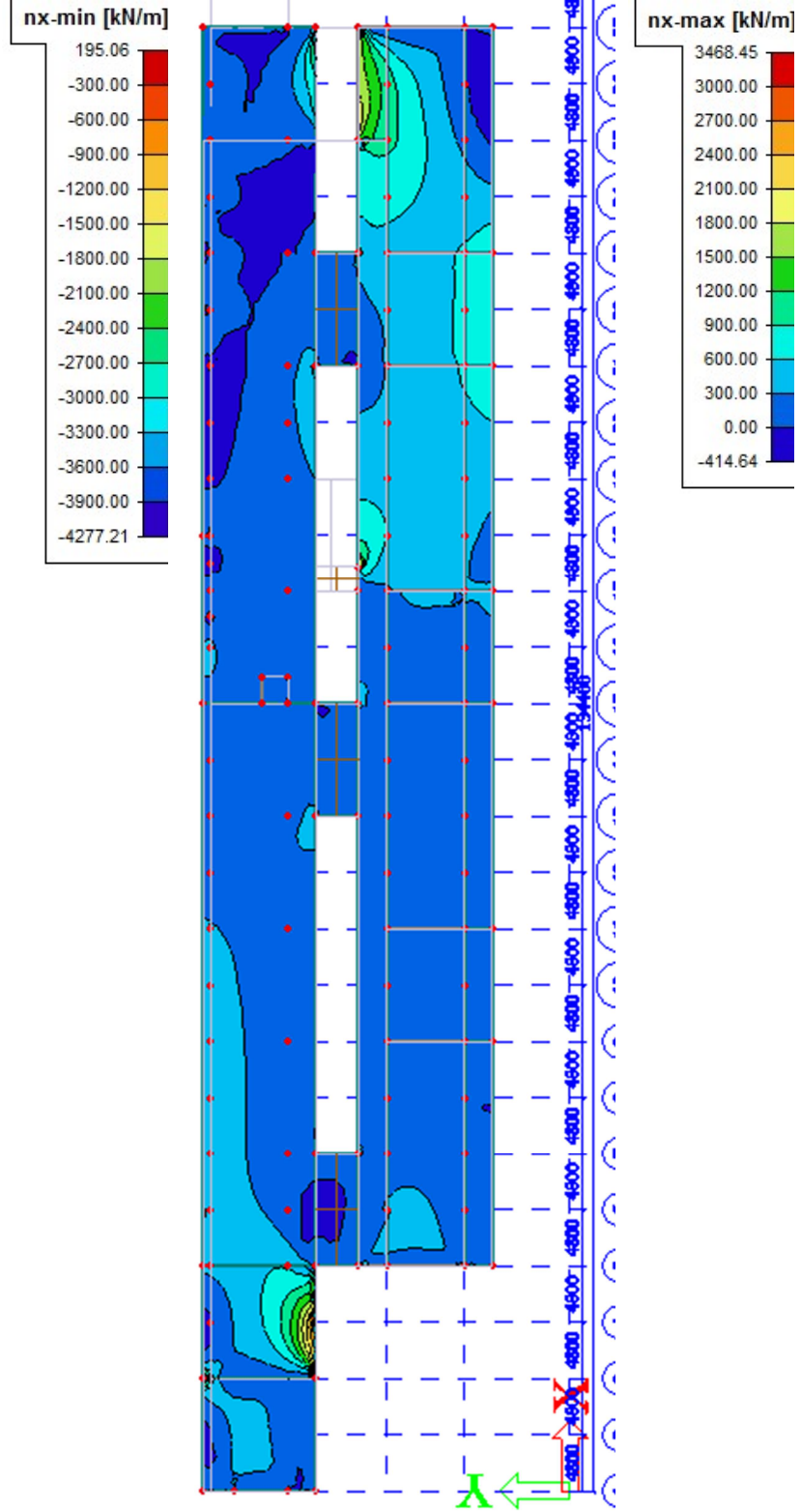


$n_x(kN/m)$ za CO1

MINIMUM

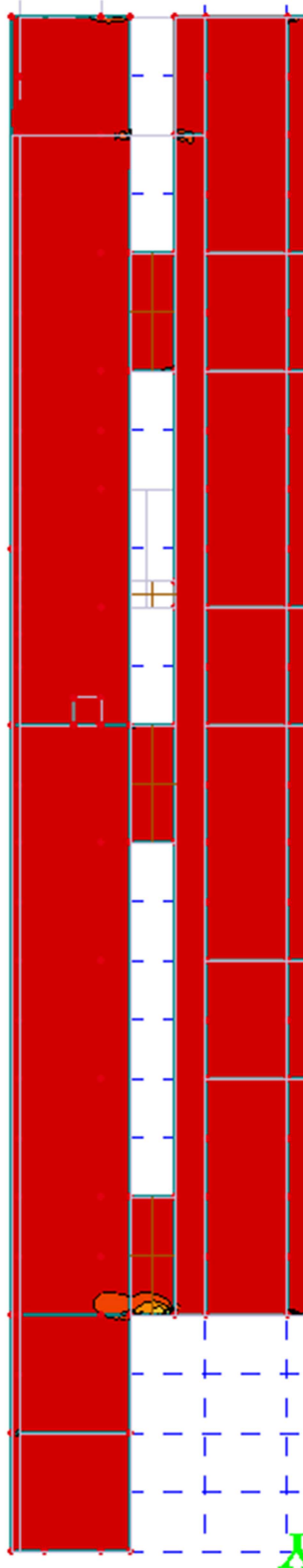


MAKSIMUM

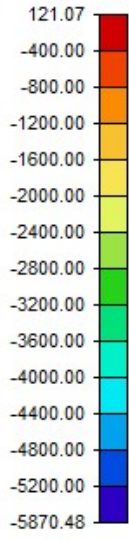


ny(kN/m) za CO1

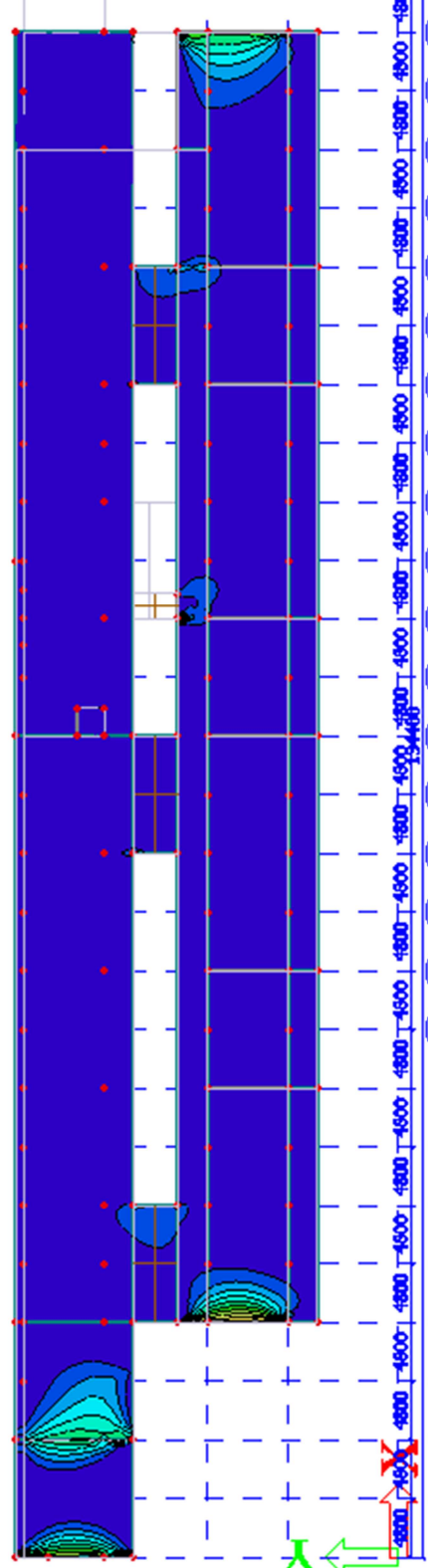
MINIMUM



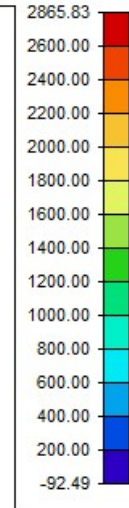
ny-min [kN/m]



MAKSIMUM

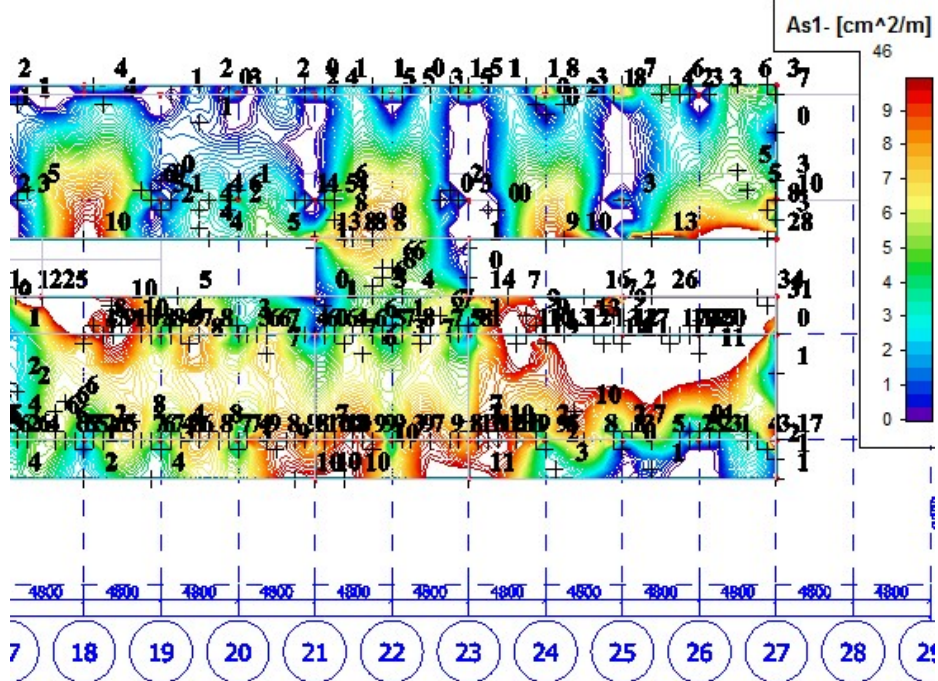
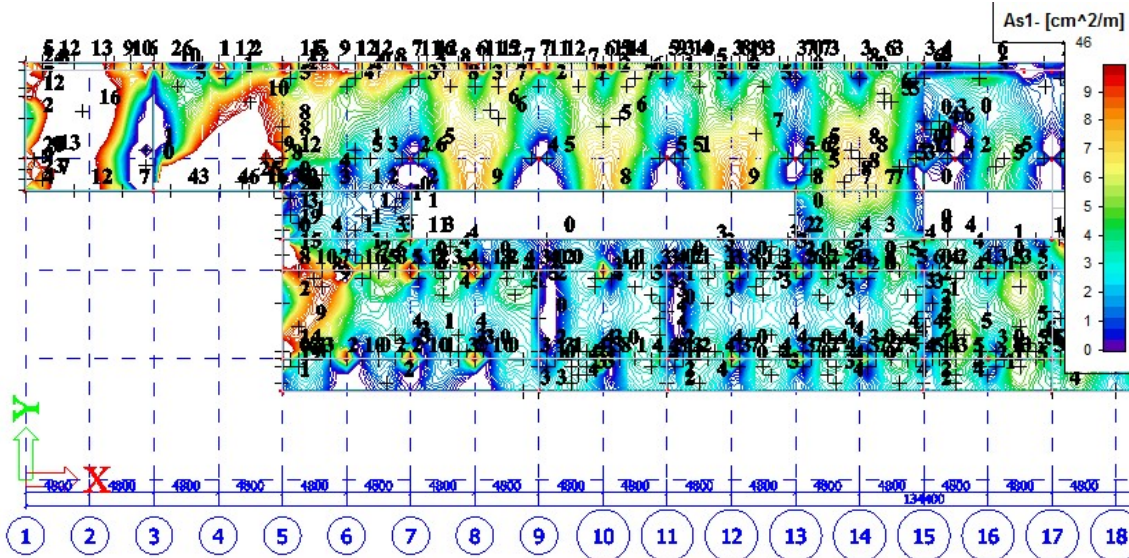
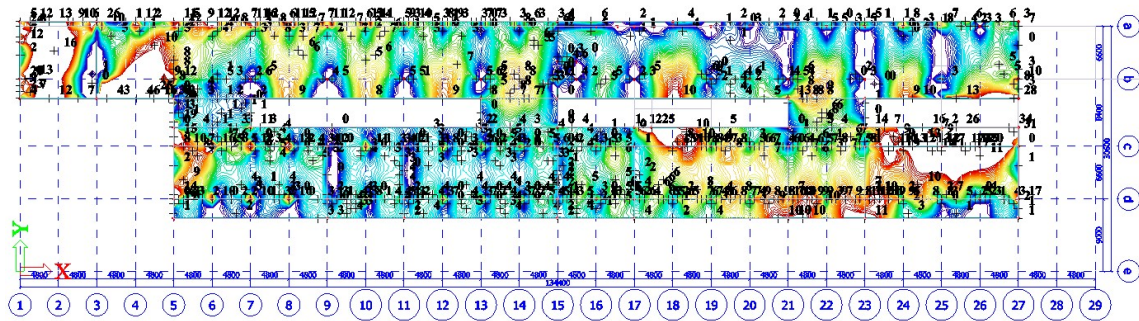


ny-max [kN/m]

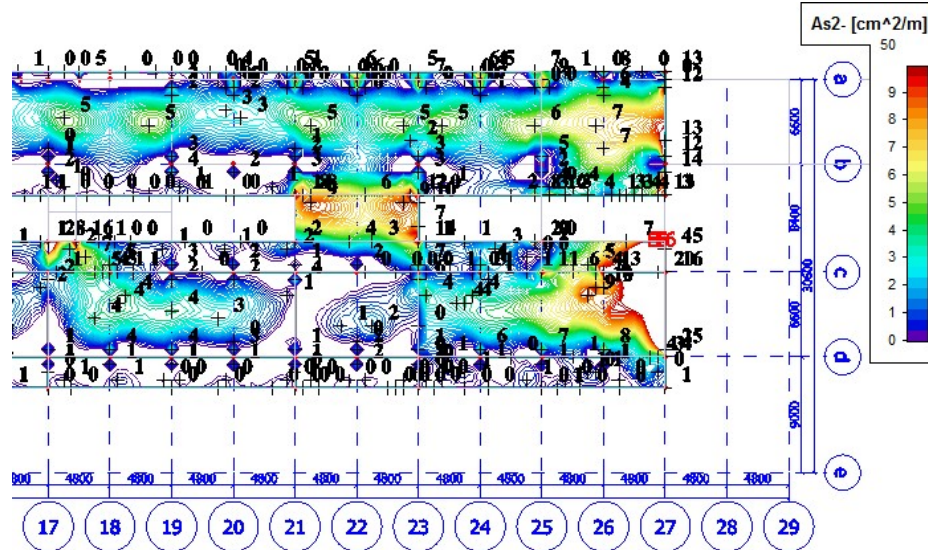
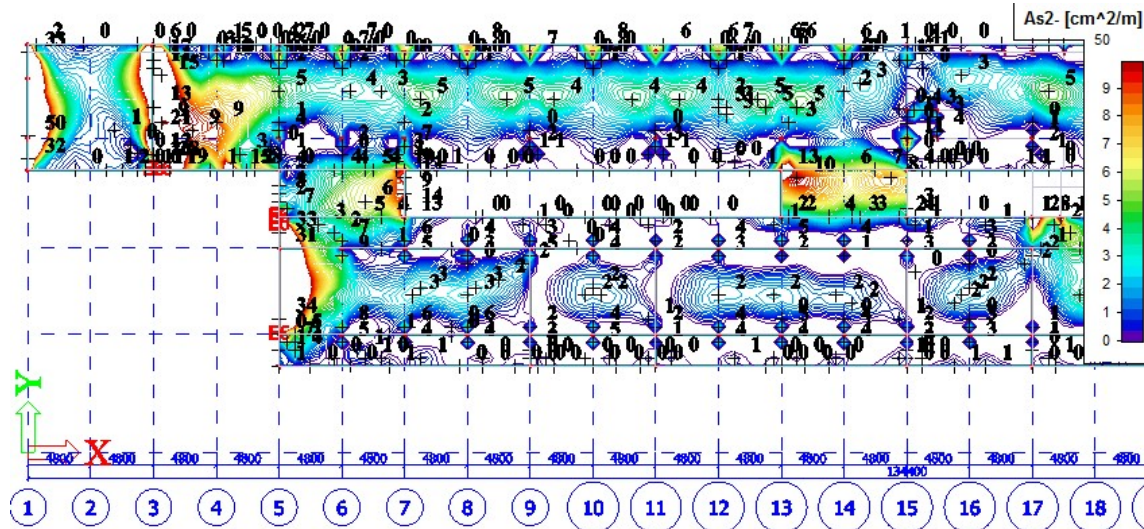
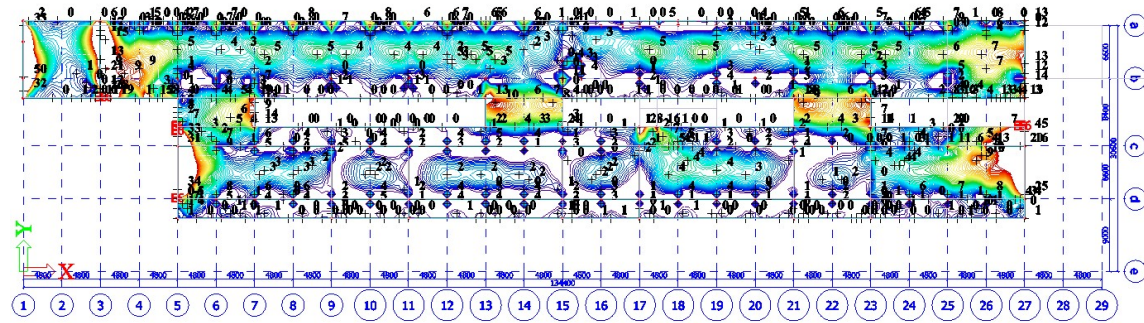


4.2.3 Proračun potrebne armature ploče

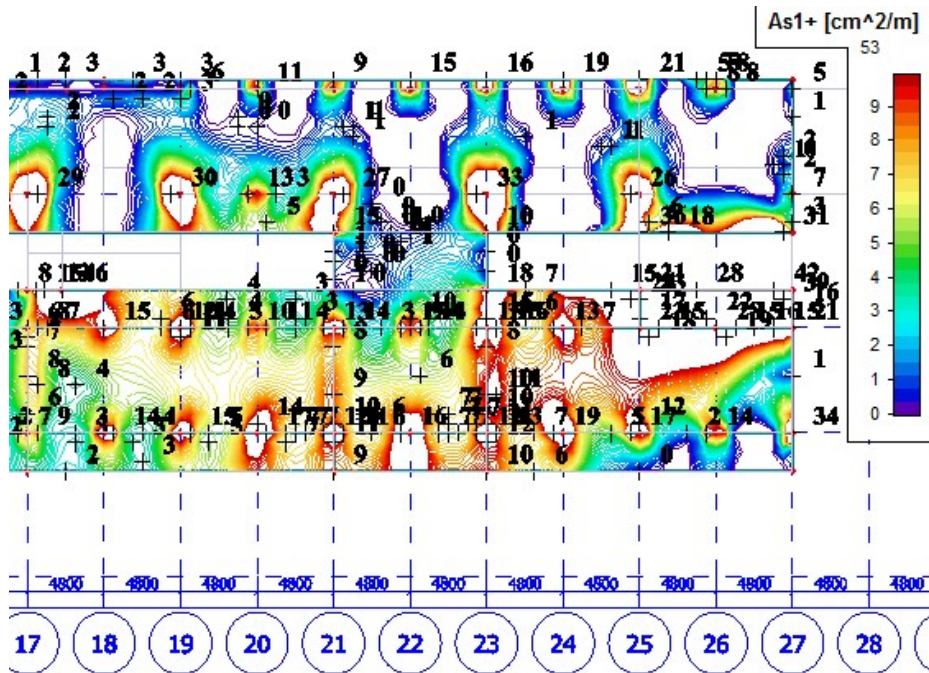
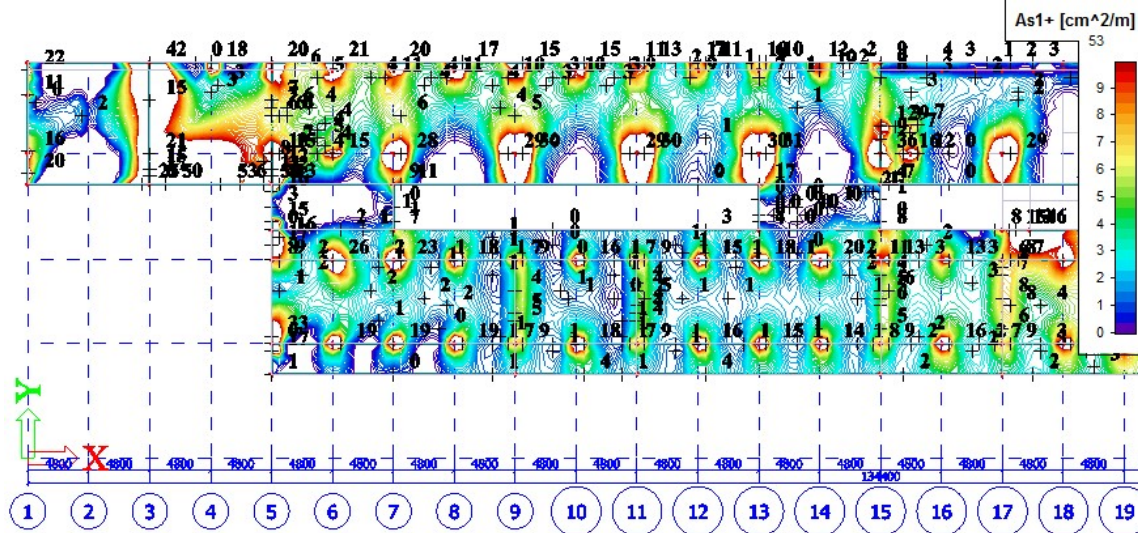
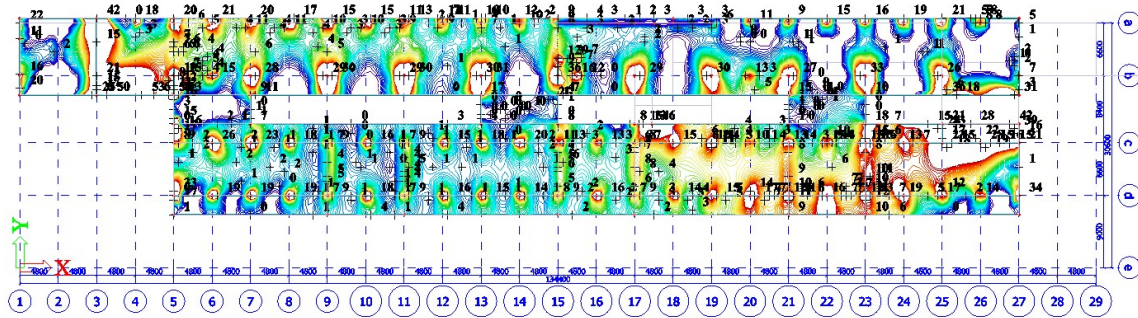
SMJER X – donja zona za CO1 GSN s temperaturnim djelovanjem u (cm²/m')



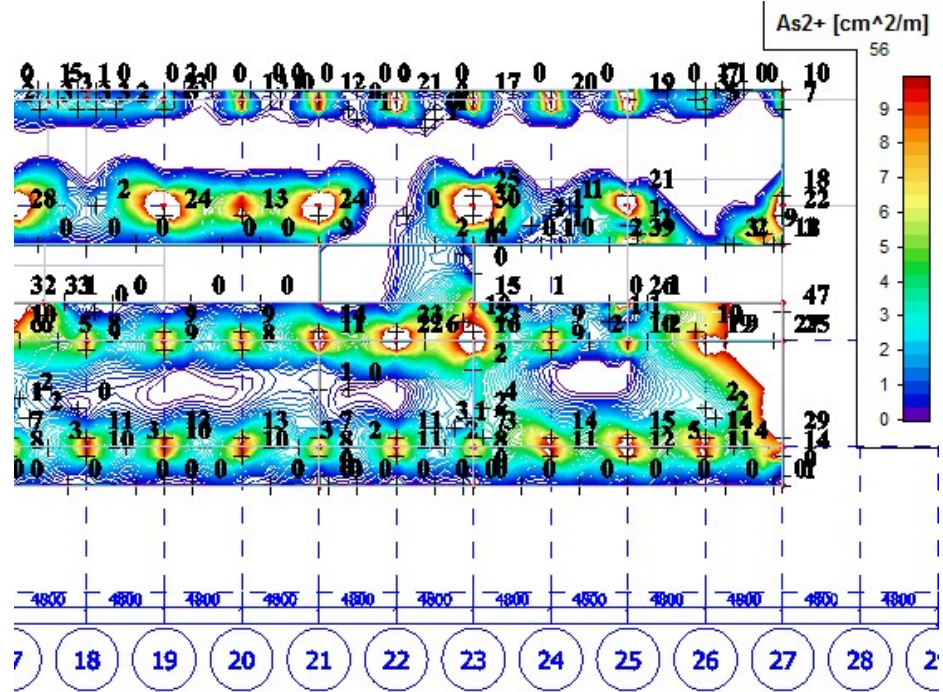
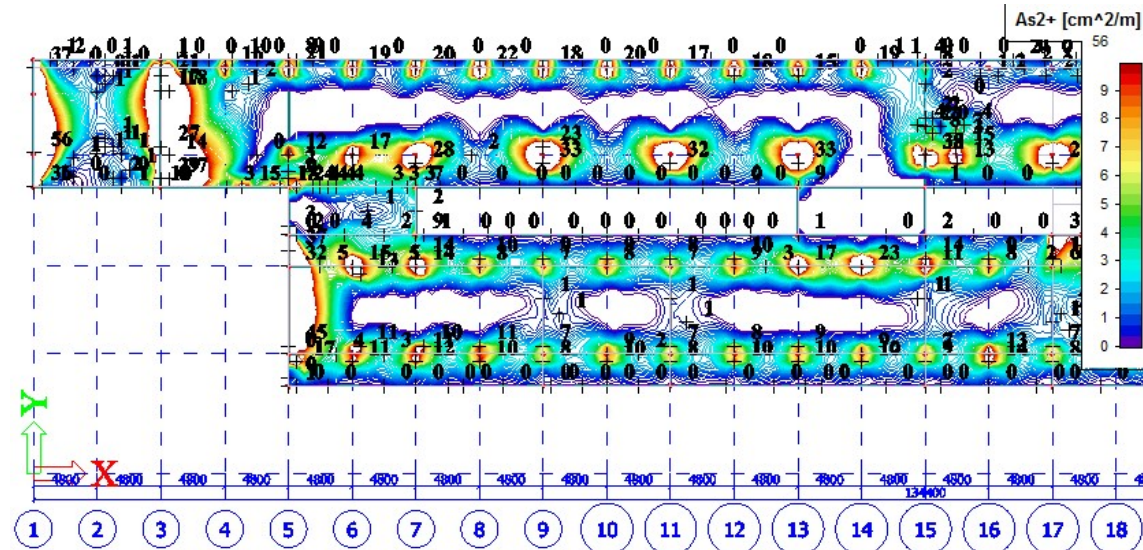
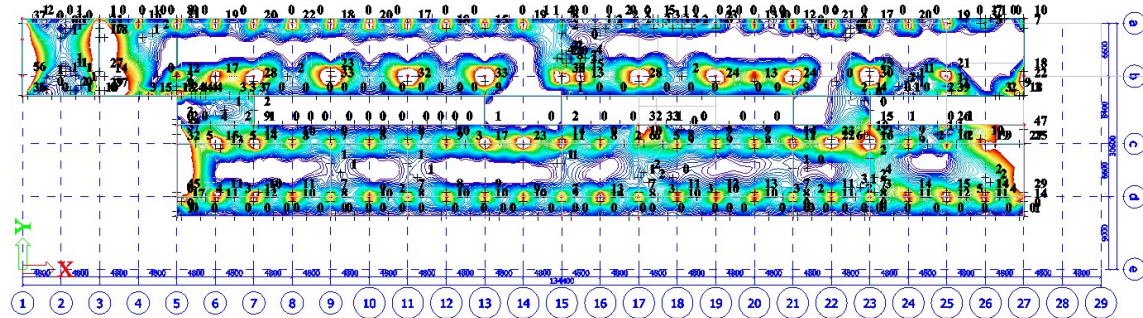
SMJER Y – donja zona za CO1 GSN s temperaturnim djelovanjem u (cm²/m')



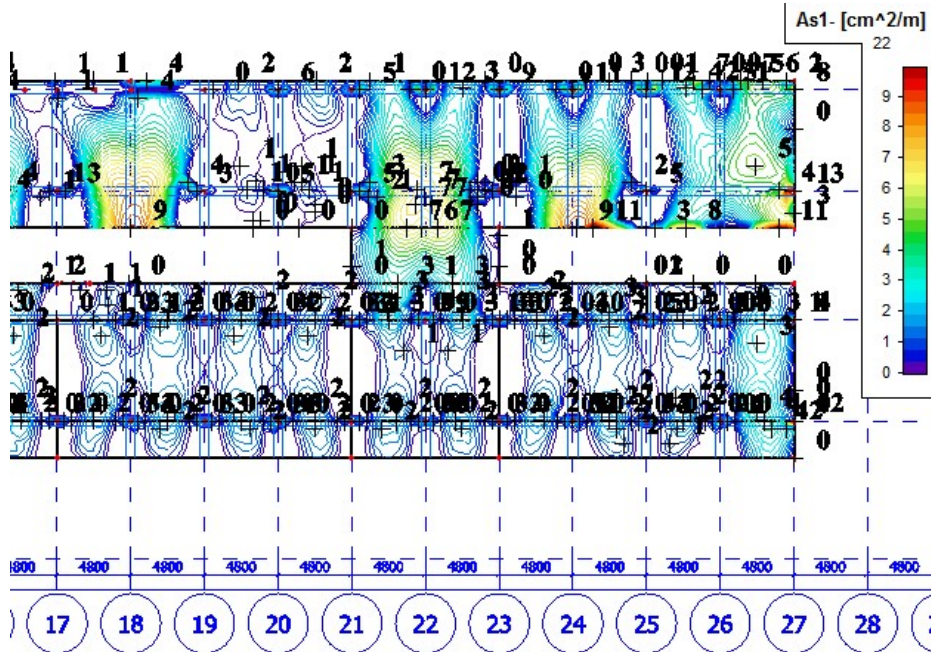
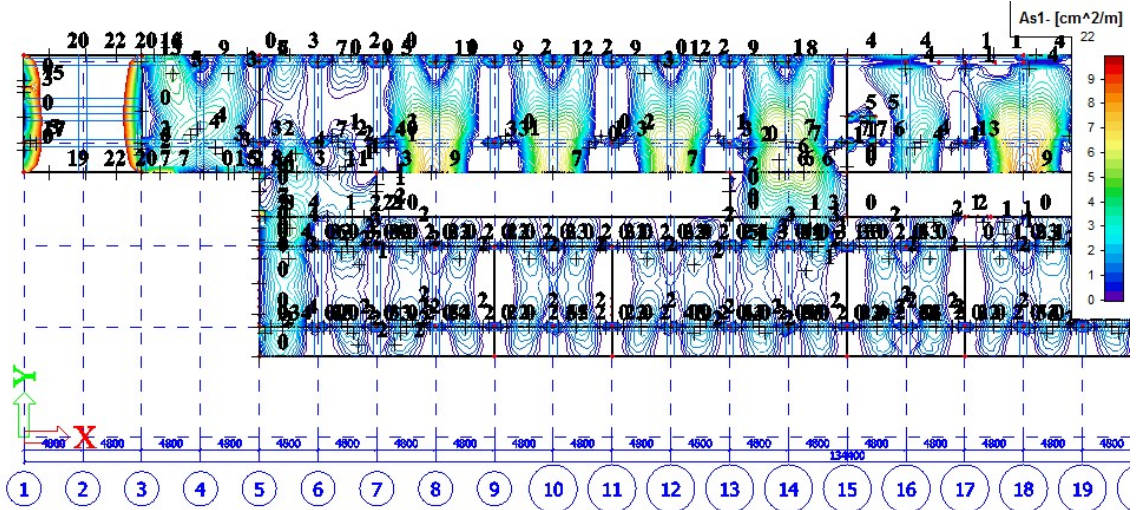
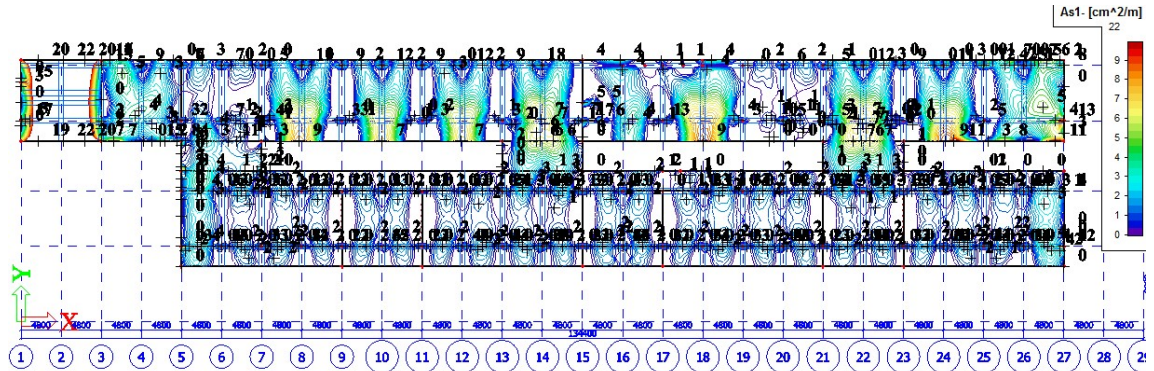
SMJER X – gornja zona za CO1 GSN s temperaturnim djelovanjem u (cm²/m')



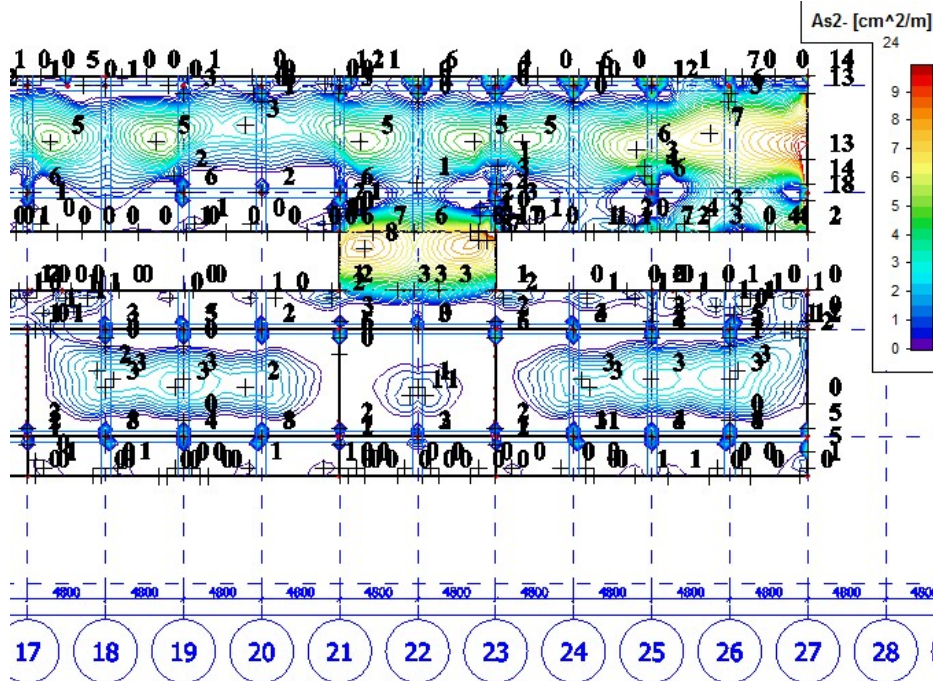
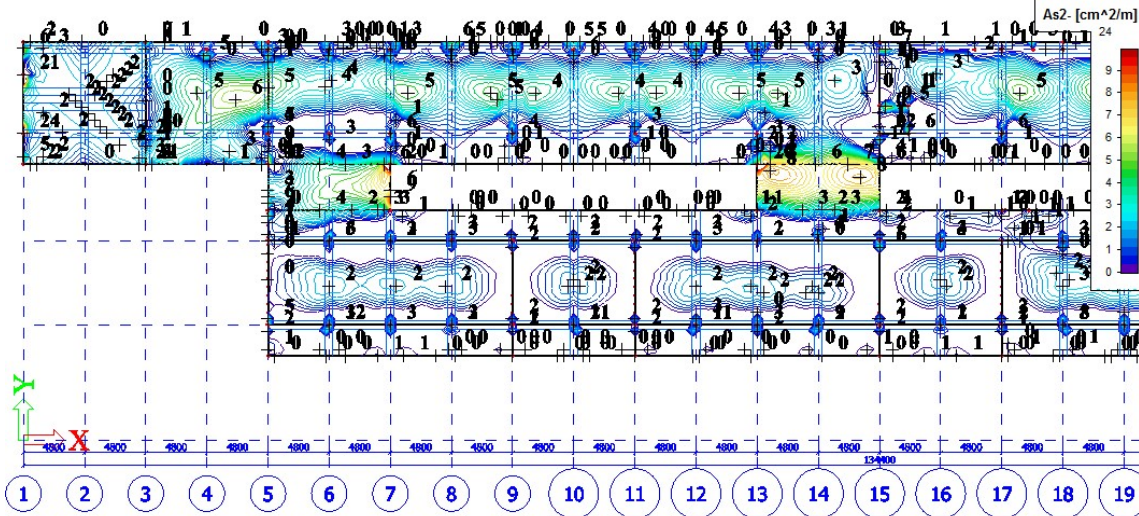
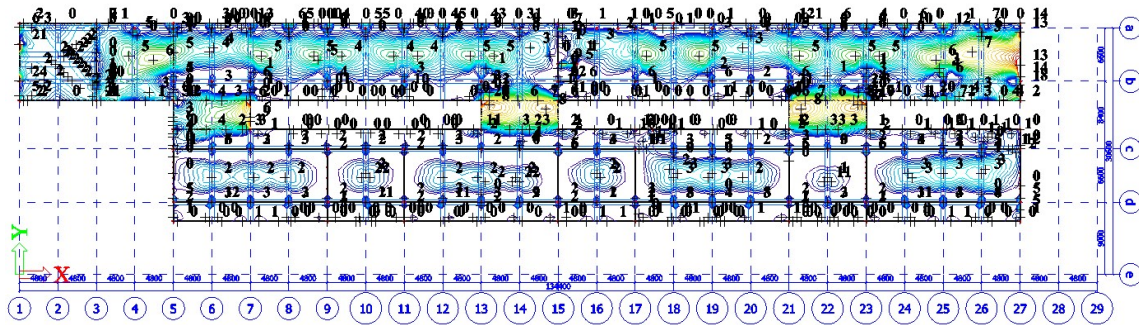
SMJER Y – gornja zona za CO1 GSN s temperaturnim djelovanjem u (cm²/m')



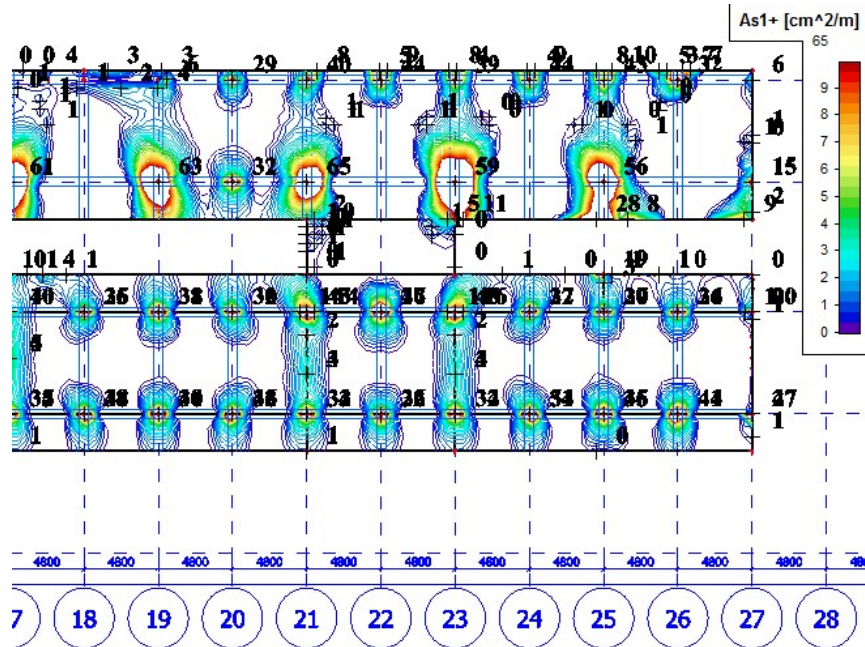
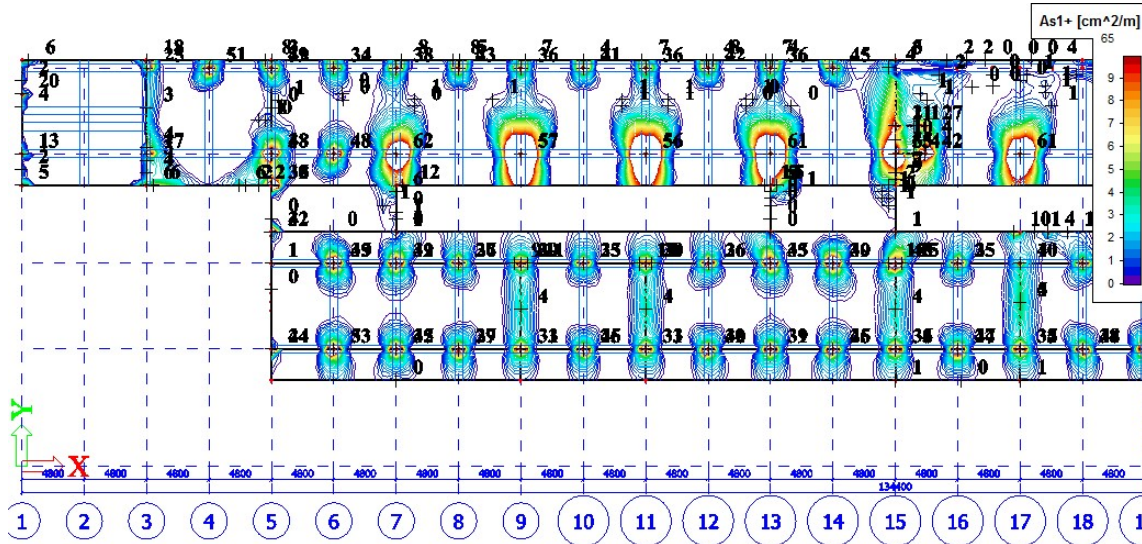
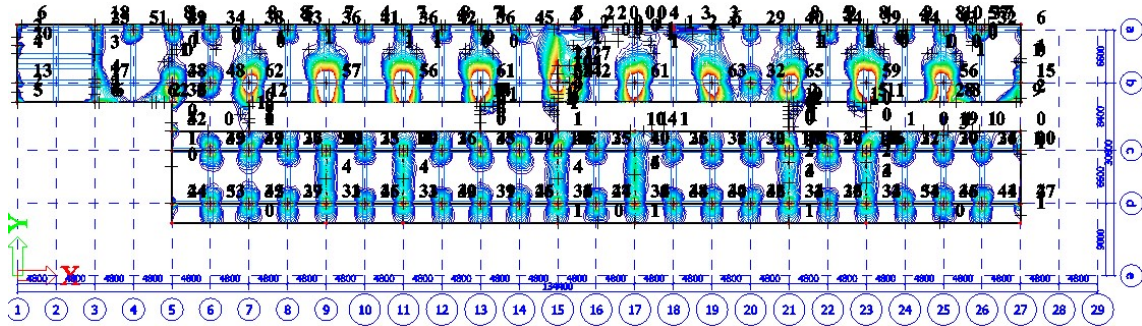
SMJER X – donja zona za CO5 GSN bez temperaturnog djelovanja u (cm²/m')



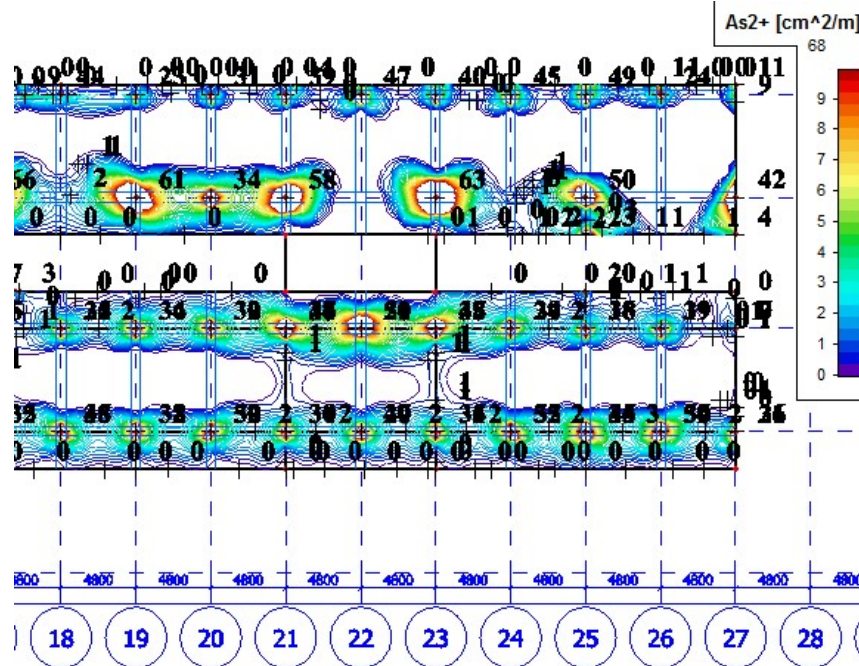
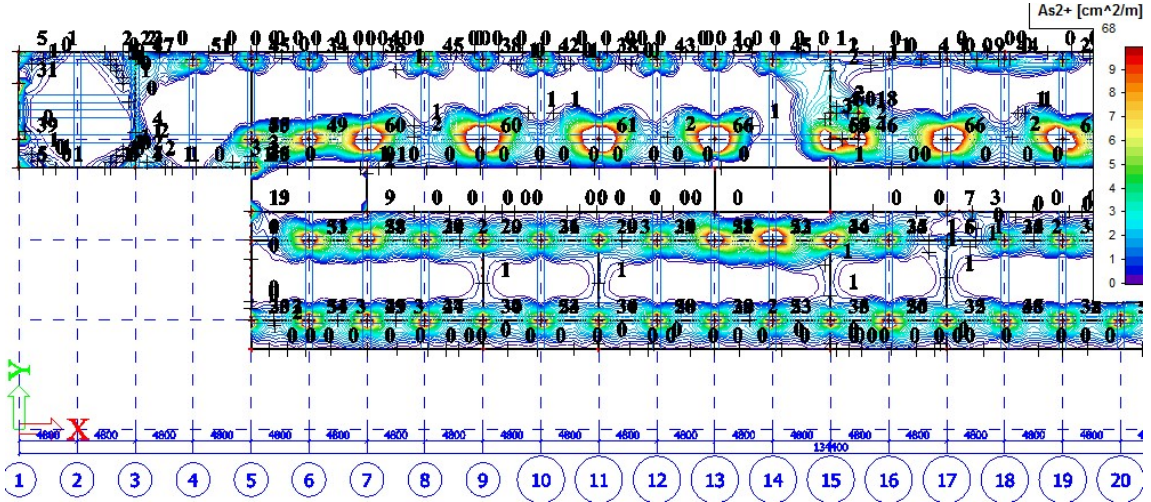
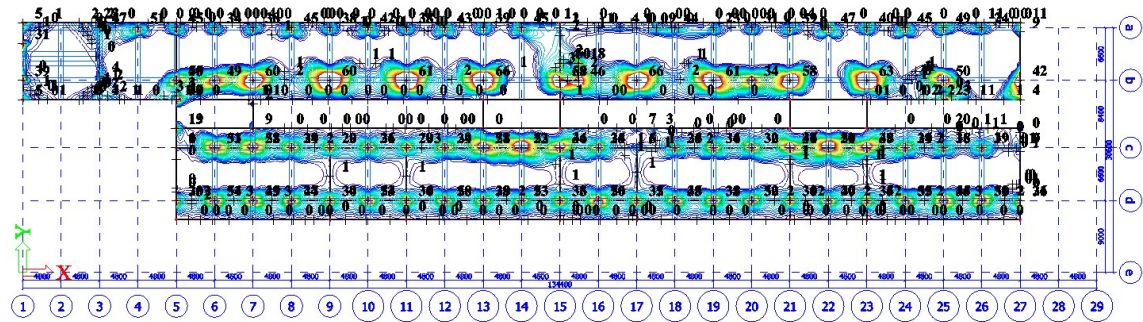
SMJER Y – donja zona za CO5 GSN bez temperaturnog djelovanja u (cm²/m')



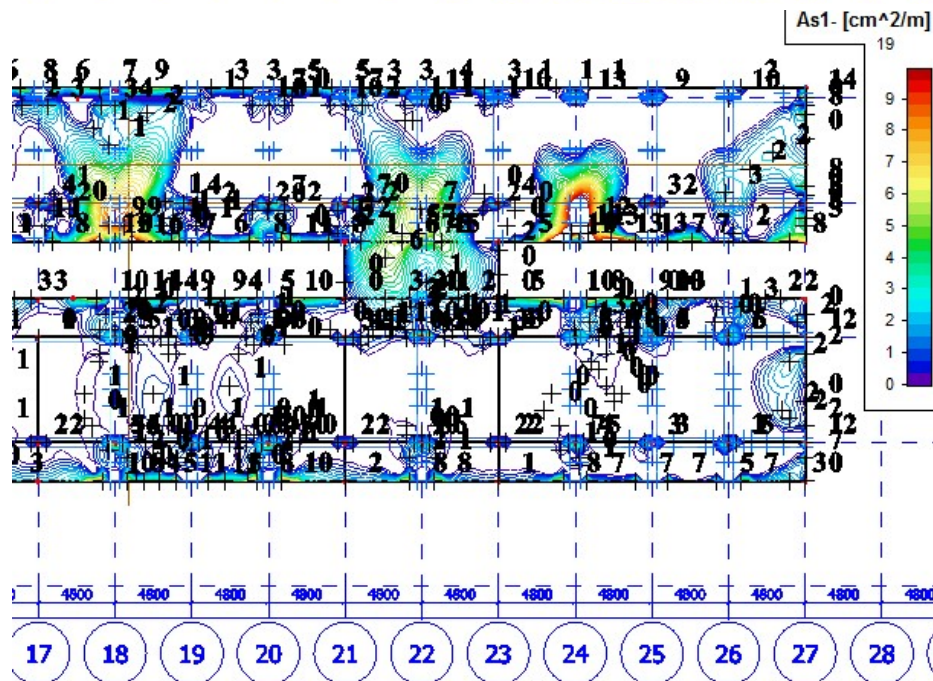
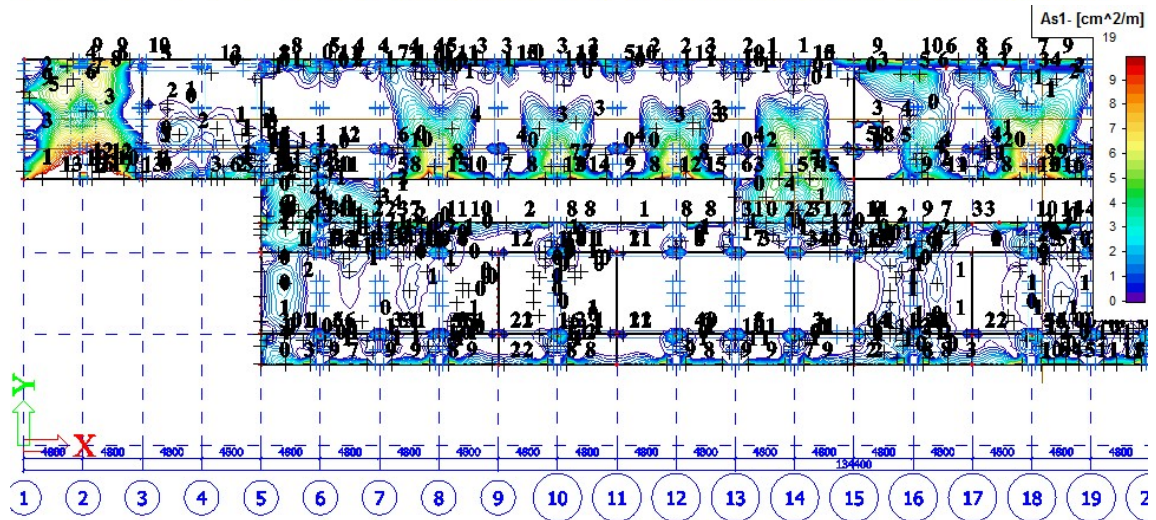
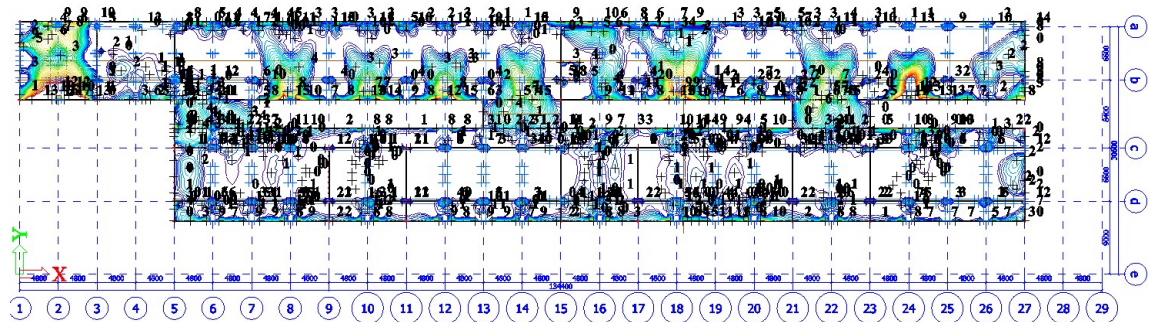
SMJER X – gornja zona za CO₂ GSN bez temperaturnog djelovanja u (cm²/m')



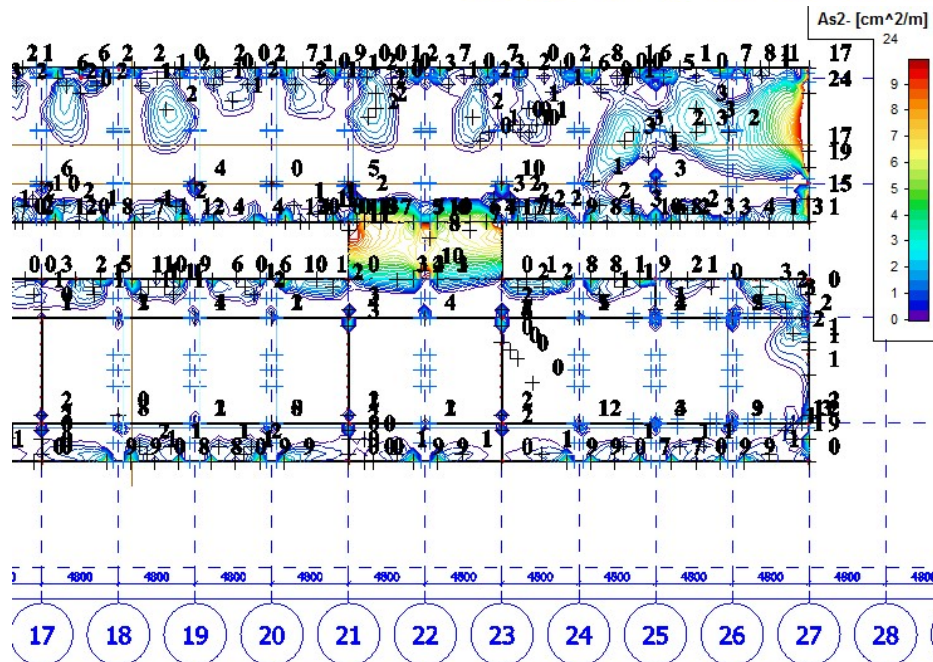
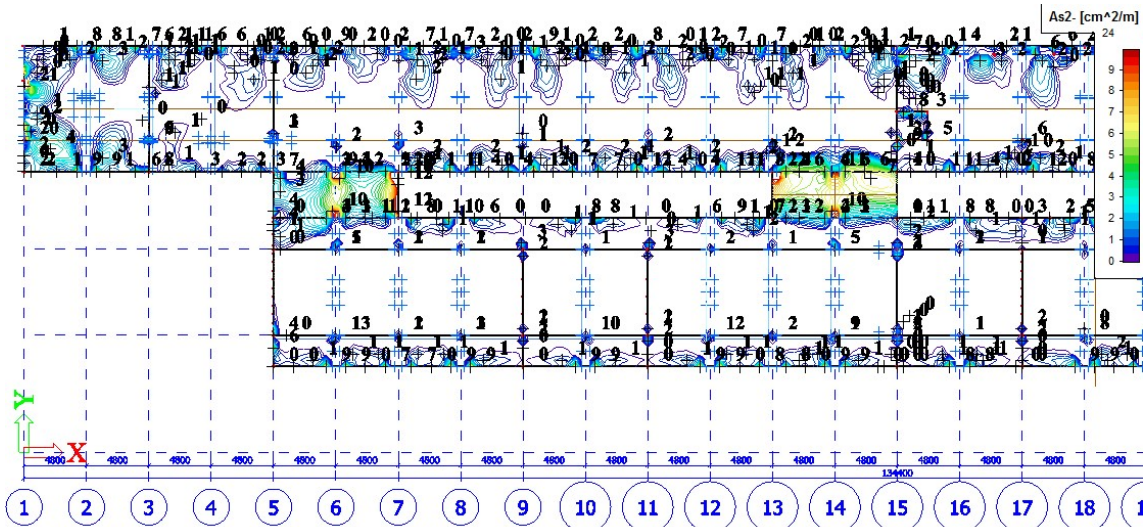
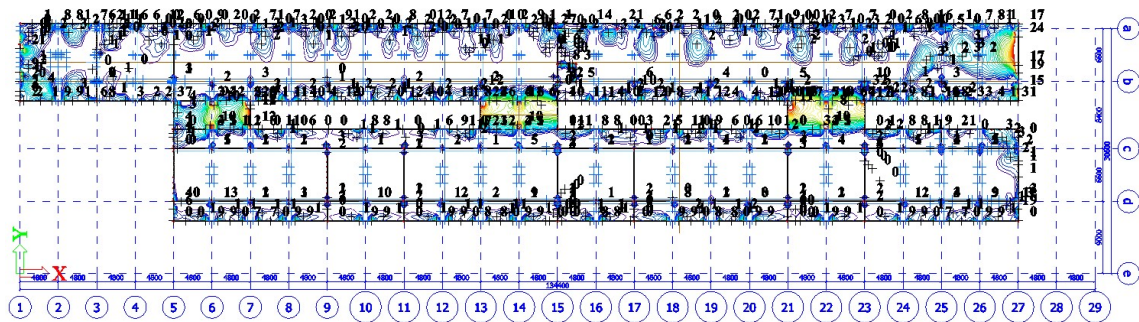
SMJER Y – gornja zona za CO5 GSN bez temperaturnog djelovanja u (cm²/m')



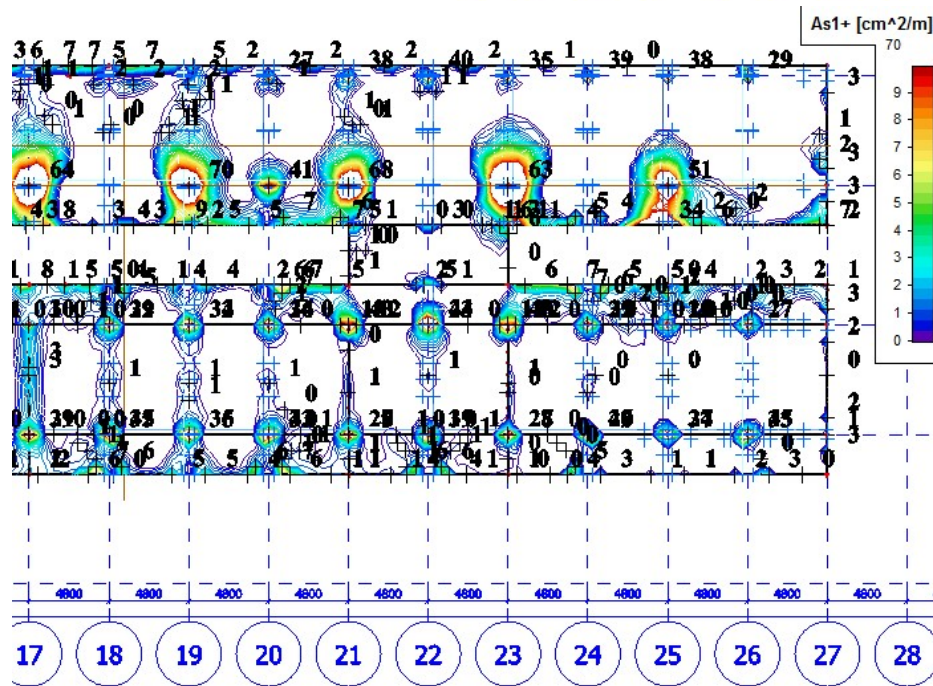
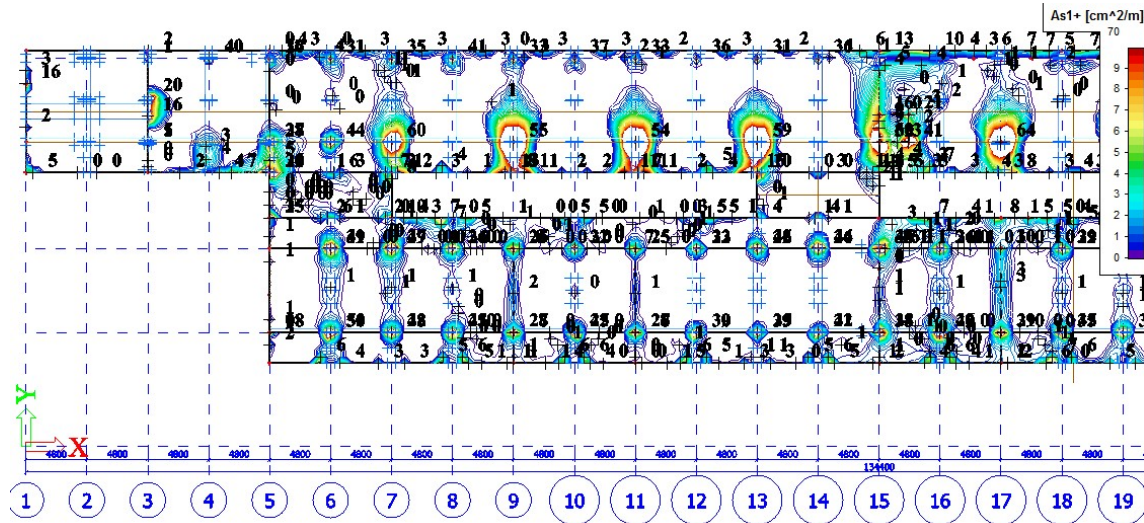
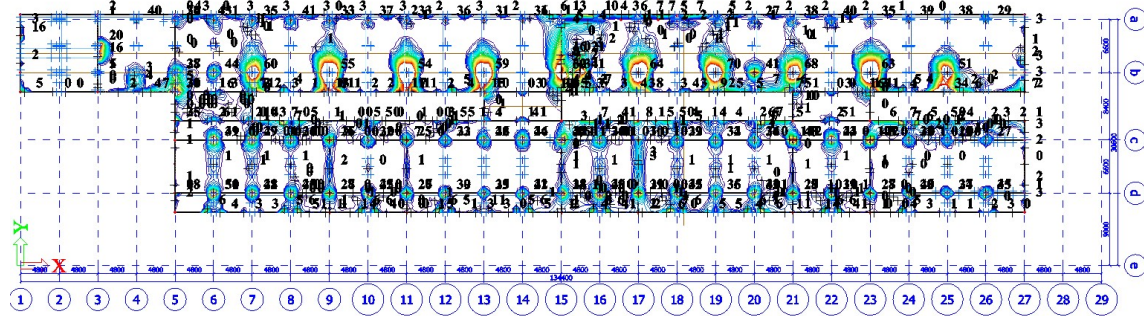
SMJER X – donja zona za CO6 GSN s utjecajem prednapinjanja u (cm²/m')



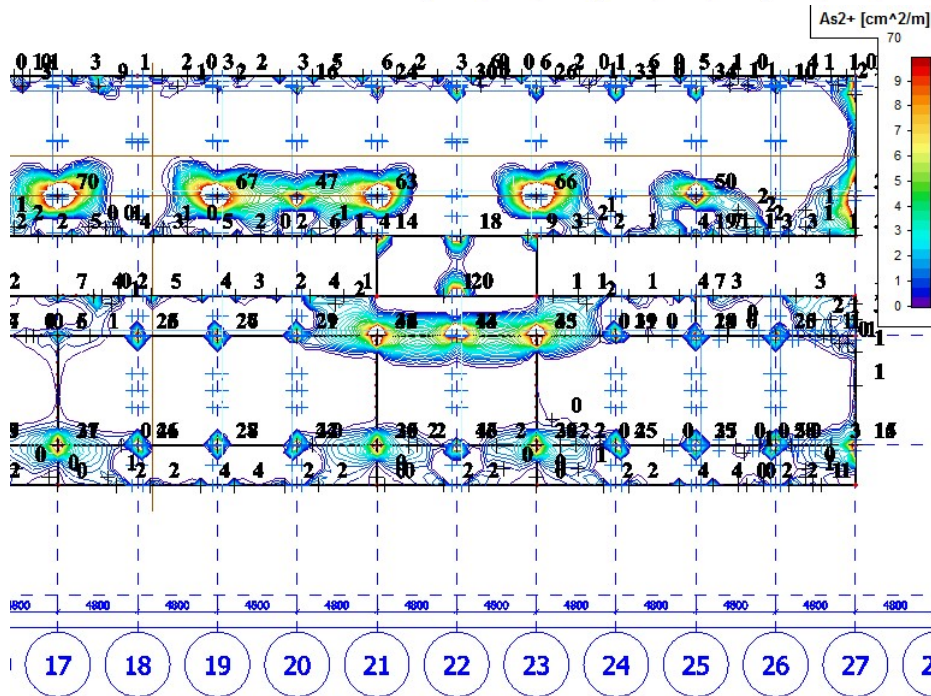
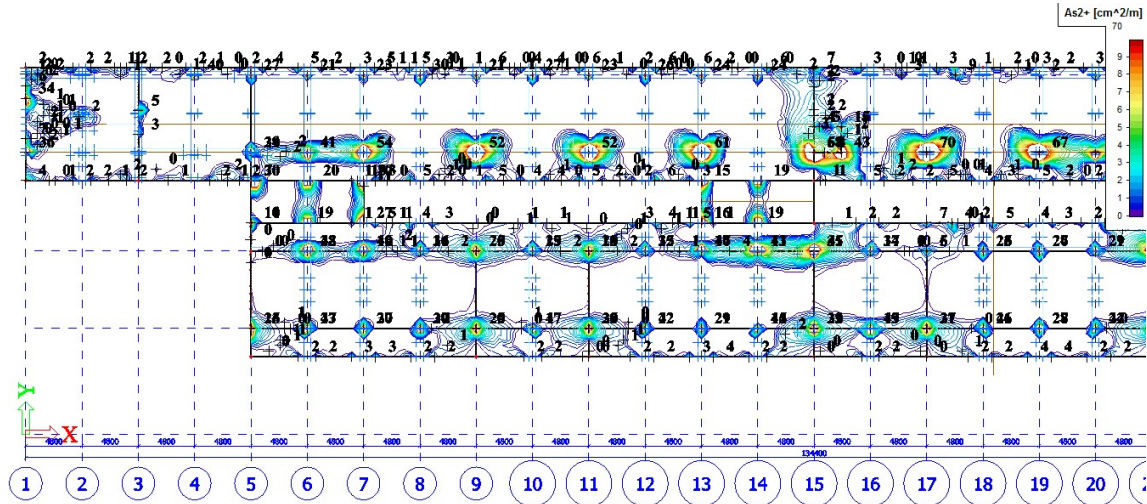
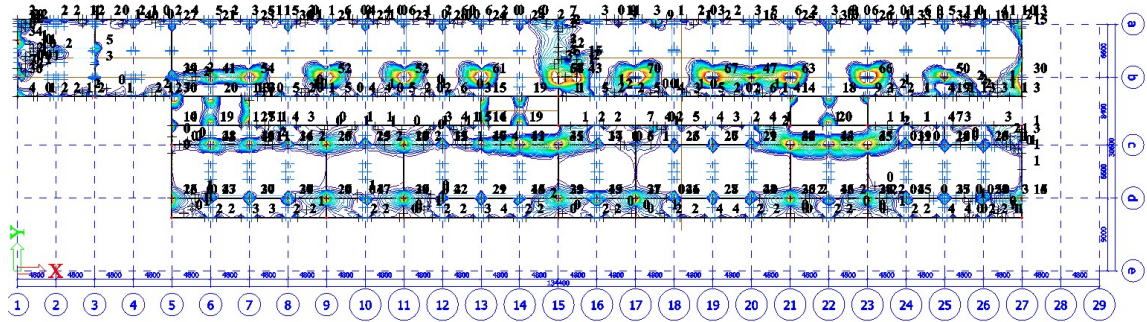
SMJER Y – donja zona za CO6 GSN s utjecajem prednapinjanja u (cm²/m')



SMJER X – gornja zona za CO6 GSN s utjecajem prednapinjanja u (cm²/m')



SMJER Y – gornja zona za CO6 GSN s utjecajem prednapinjanja u (cm²/m')



Minimalna armatura ploče :

$A_{s,min}=0,0013 \times b \times d = 0,0013 \times 20 \times 100 = 2,6 \text{ cm}^2/\text{m}$

ODABRANA ARMATURA

- U ovom poglavlju dati su konačni rezultati dimenzioniranja ploče i to za sljedeće slučajeve:
 - CO1- Granično stanje nosivosti sa djelovanjima temperature
 - CO5- Granično stanje nosivosti bez djelovanja temperature
 - CO6- Granično stanje nosivosti s djelovanjem prednapinjanja te bez djelovanja temperature,

te je dat izračun minimalne i maksimalno potrebne količine armature za pojedinu ploču.

- Ploče armirati sukladno pravilima struke, poštujući sve gore navedene potrebne količine iz pojedinačnih slučajeva na način da se u formi anvelope promatra maksimalna vrijednost.

4.3 Krovna AB ploča s „Nautilus“ elementima – poz 400

AB stropna konstrukcija izvodi se kao AB ploča debljine 28cm u koju se postavljaju štedni zračni ulošci, odnosno jednostruki „Nautilus“ elementi (SINGLE H16) visine 16 cm. Proračun stropne ploče vrši se identično proračunu pune AB stropne ploče visine 28cm uz korekciju mase s obzirom na umanjenje volumena betona. Ploča je naknadno prednapregnuta.

Proračun gustoće olakšane AB ploče:

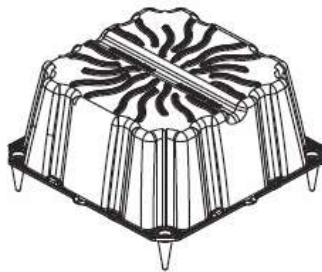
- ukupna visina Ab ploče s Nautilusima = 28 cm
- ukupna visina Ab ploče bez Nautilusa = 20 cm
- gustoću armiranog betona $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$

→ olakšana AB ploča $2500 \cdot ((6+6+8,1)/28) = 1795 \text{ kg/m}^3 + 205 \text{ kg/m}^3$ za pune djelove AB ploče nad ležajevima i rubovima = 2000 kg/m^3

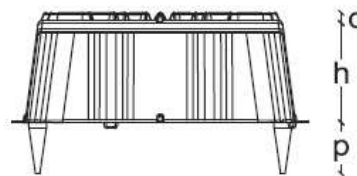
HEIGHT	Beam width (cm)	Beams axle spacing (cm)	Formwork bearing (pieces/m ²)	NEWNAUTILUSEVO		NEWNAUTILUS	
				concrete consumption (m ³ /m ²)	Formwork volume (m ³ /pieces)	concrete consumption (m ³ /m ²)	Formwork volume (m ³ /pieces)
H16 SINGLE	12	64	2.44	0.081		0.079	
	14	66	2.30	0.086		0.084	
	16	68	2.16	0.091	0.032	0.089	0.033
	18	70	2.04	0.094		0.093	
	20	72	1.93	0.097		0.096	

Presjek

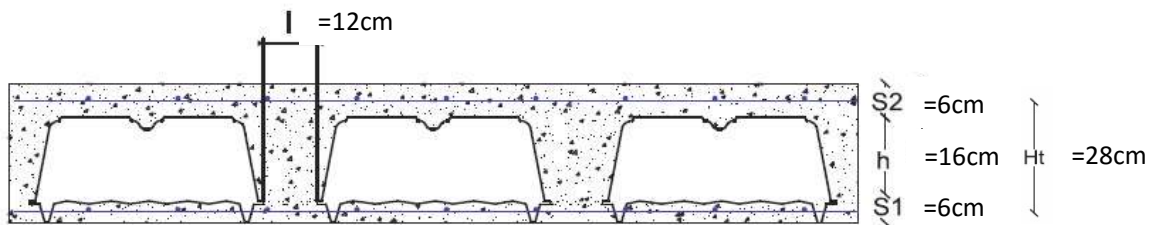
l=12, S2=S1=6cm, h= 16cm



Axonometry

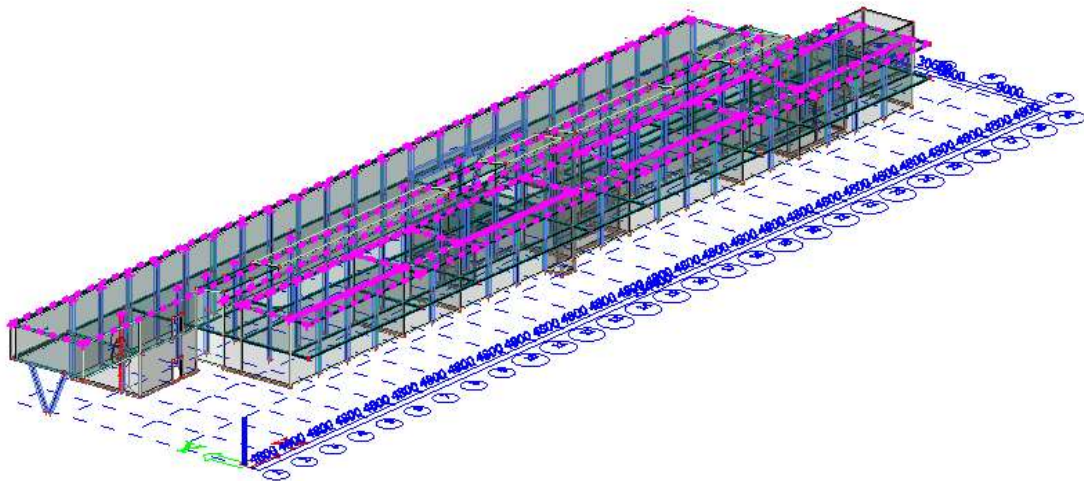


Side view, SINGLE

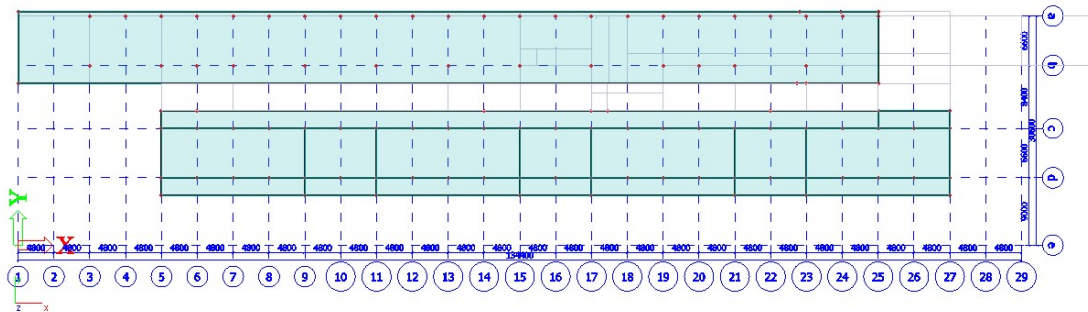


Cross-section, SINGLE

Prikaz 3D modela promatrane ploče

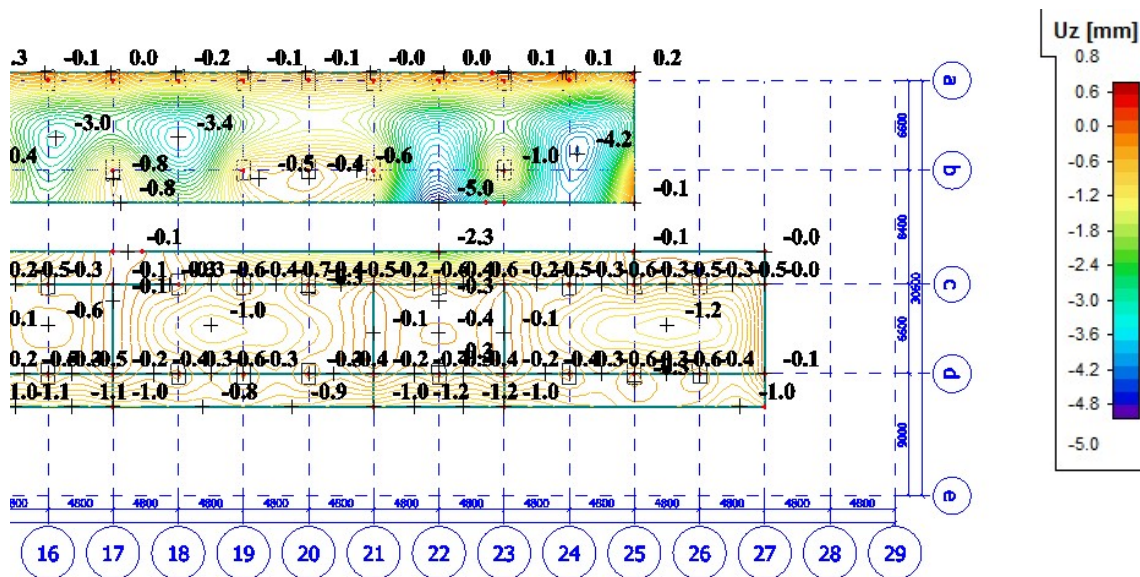
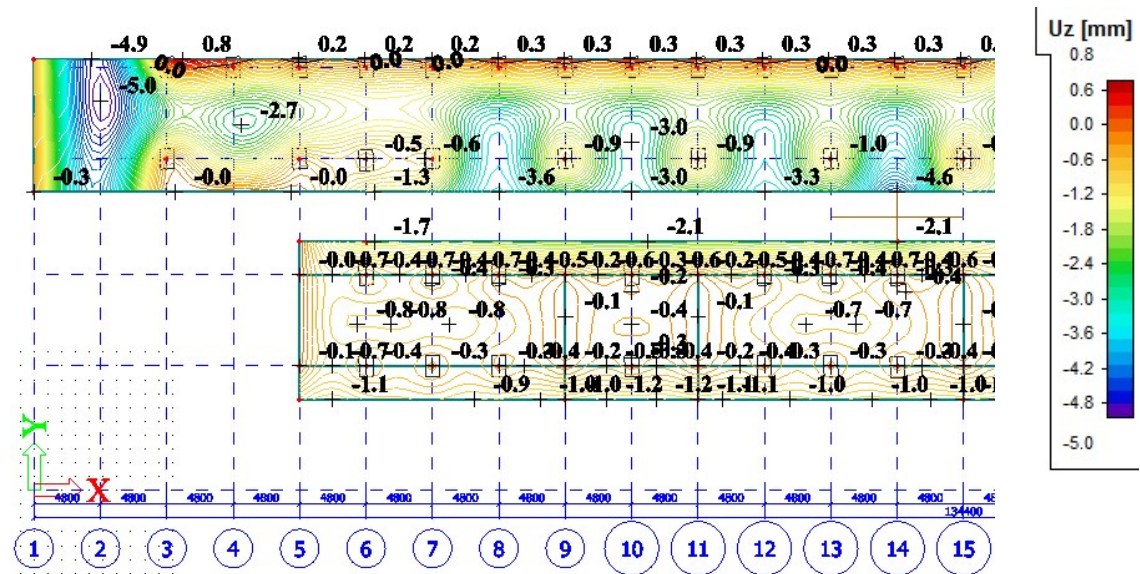
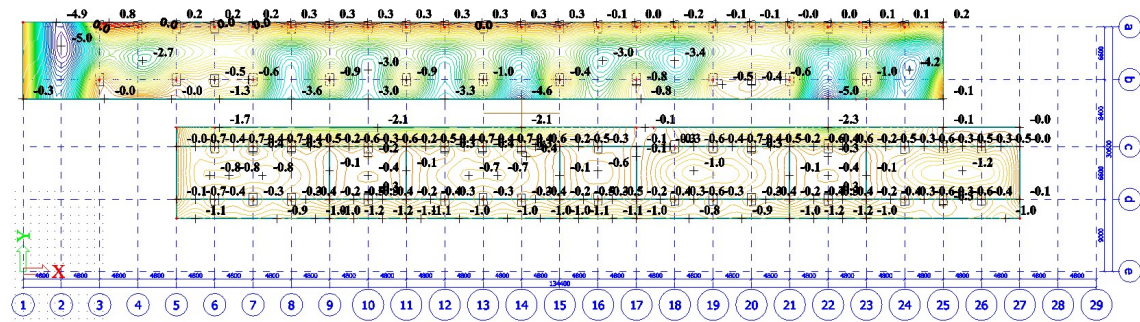


Tlocrtni prikaz

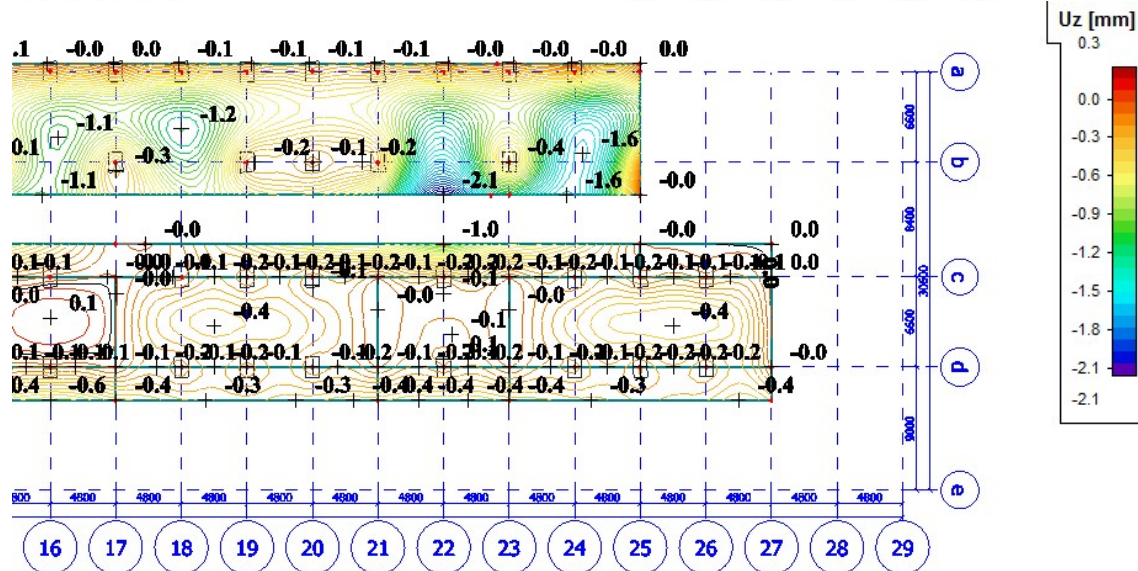
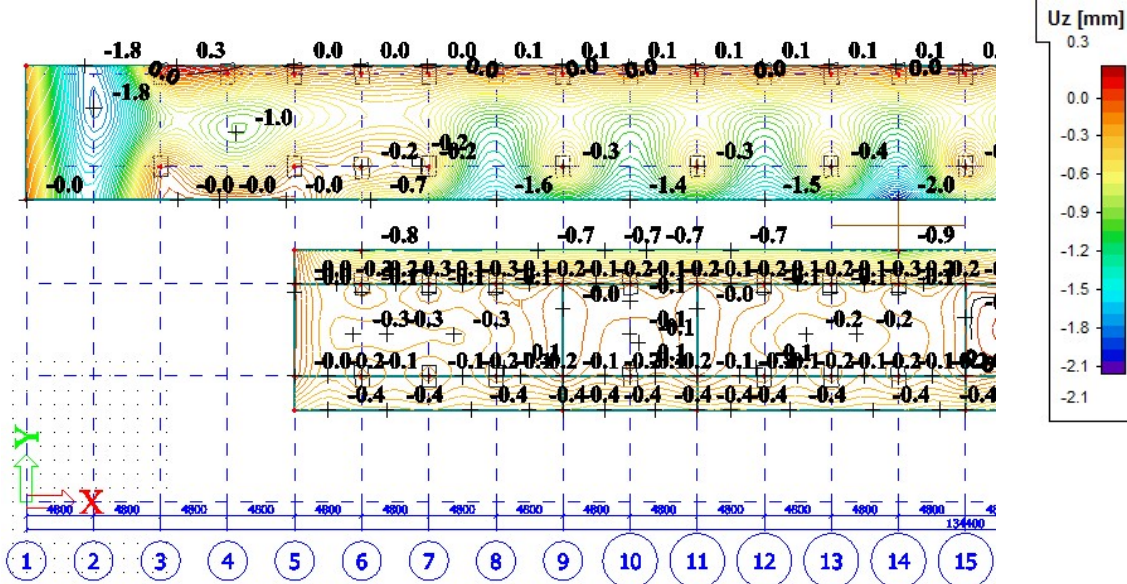
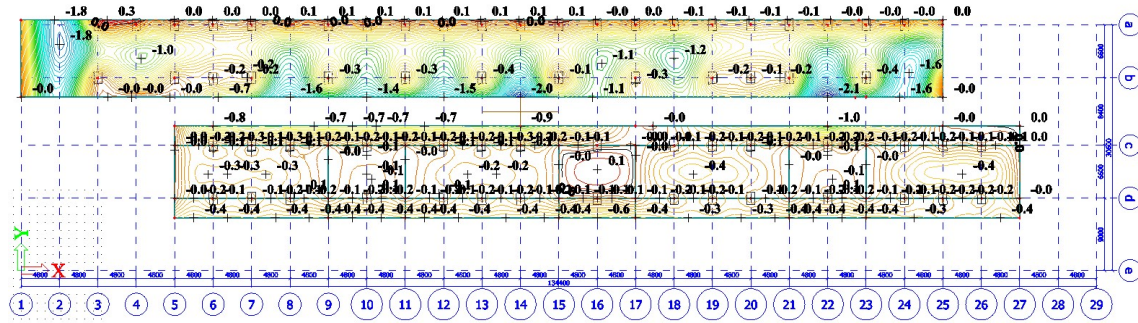


4.3.1 Deformacije ploče

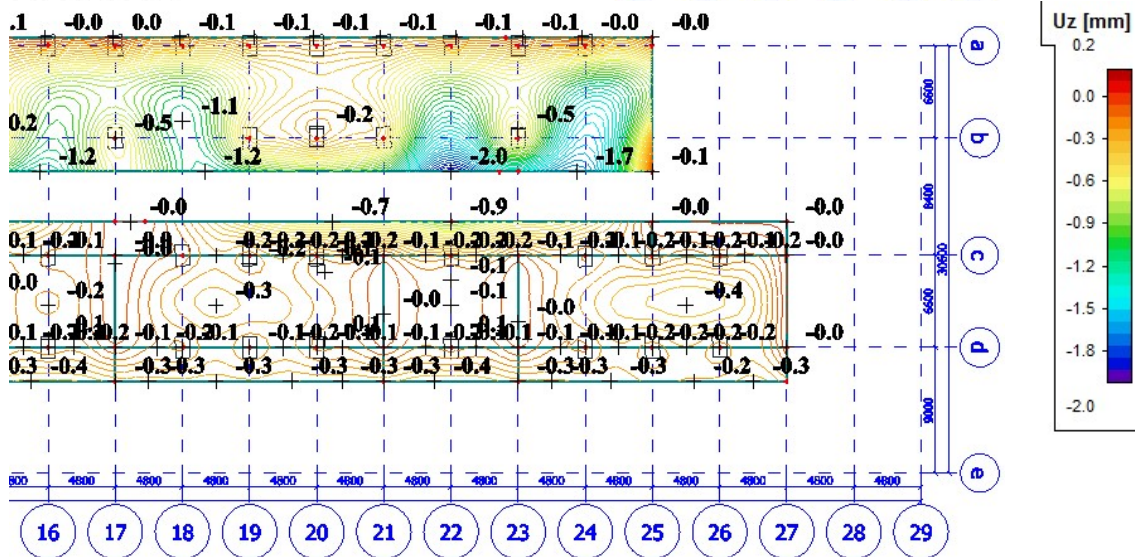
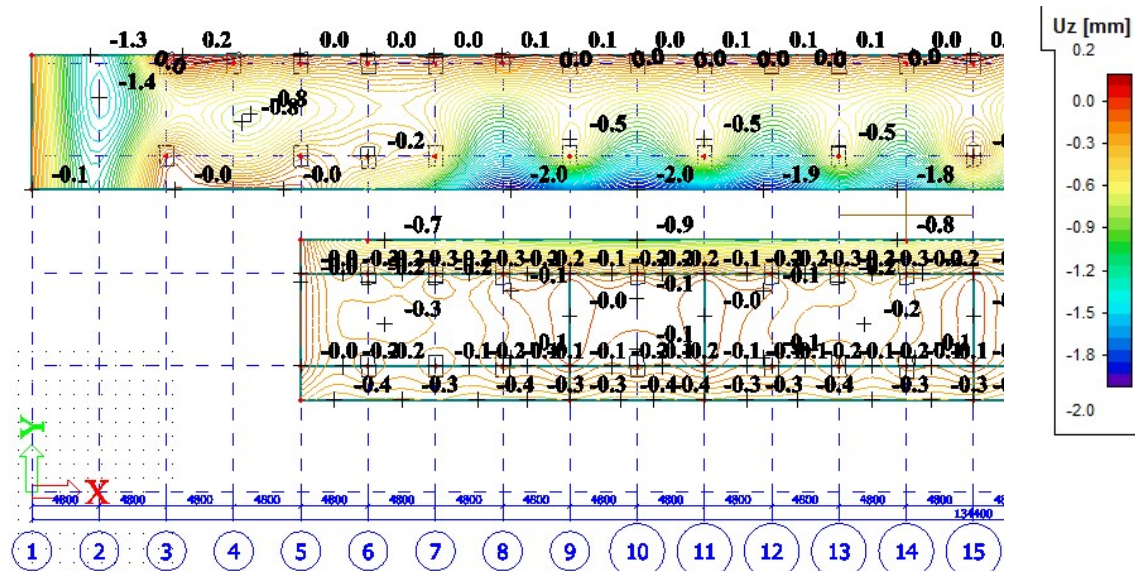
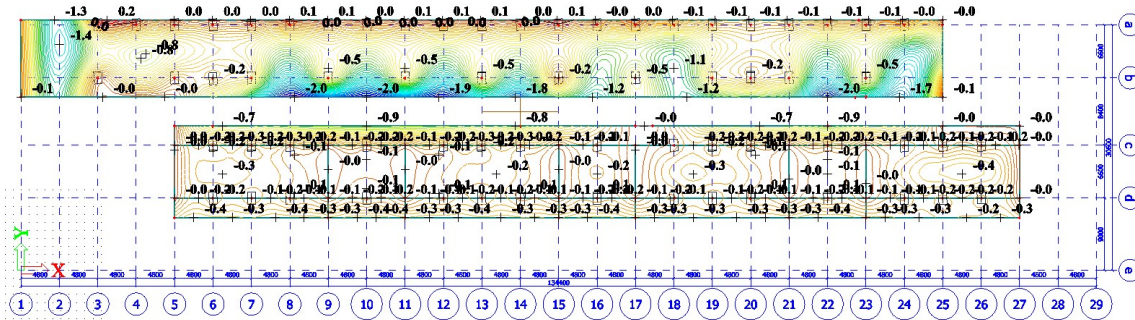
Pomak ploče za vlastitu težinu LC1 u (mm)



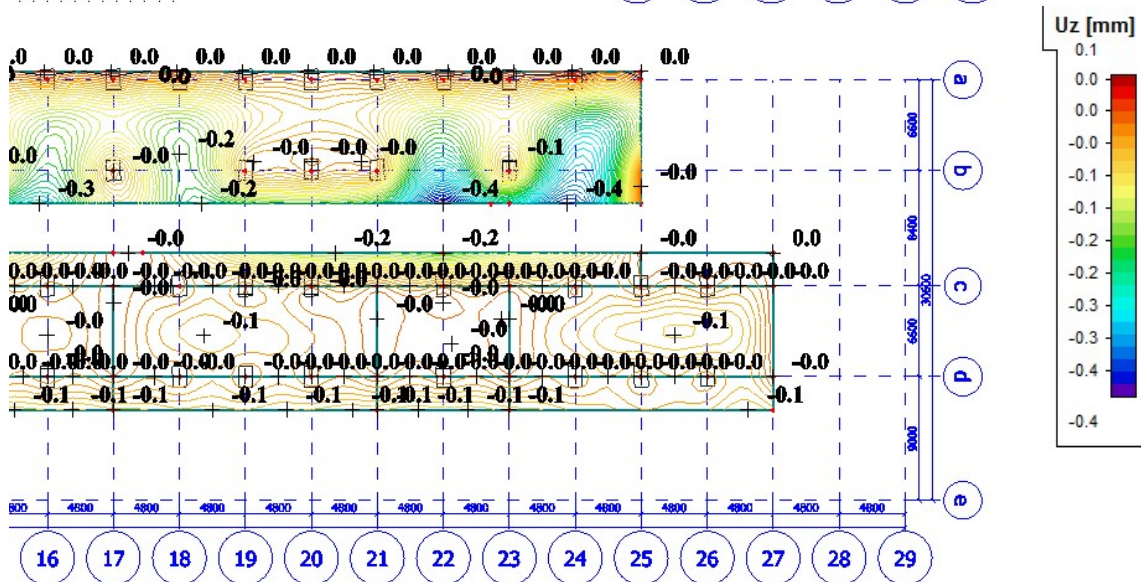
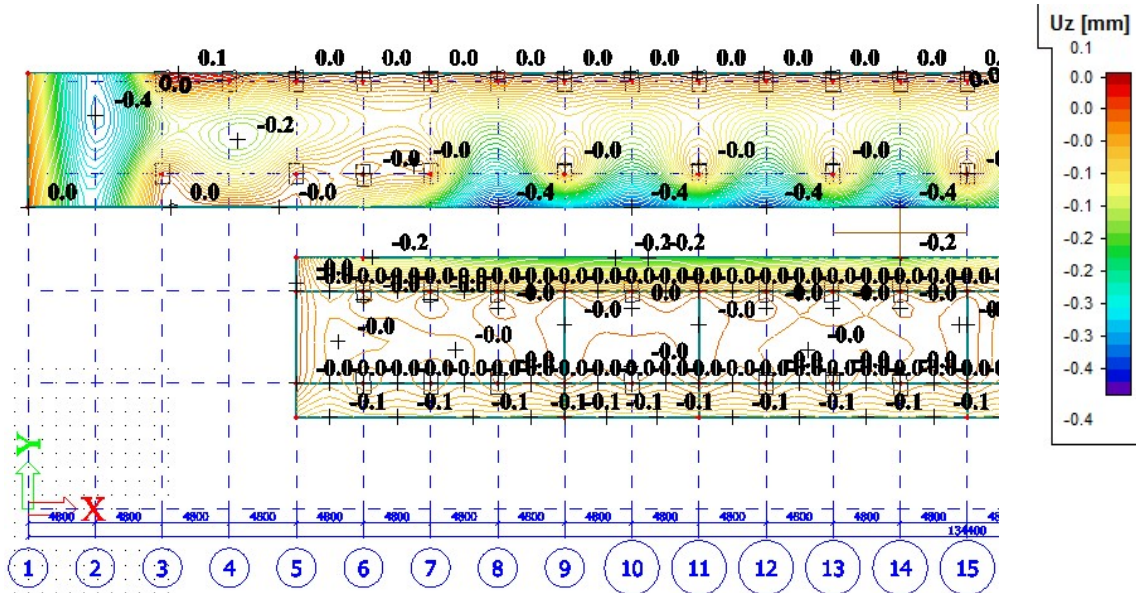
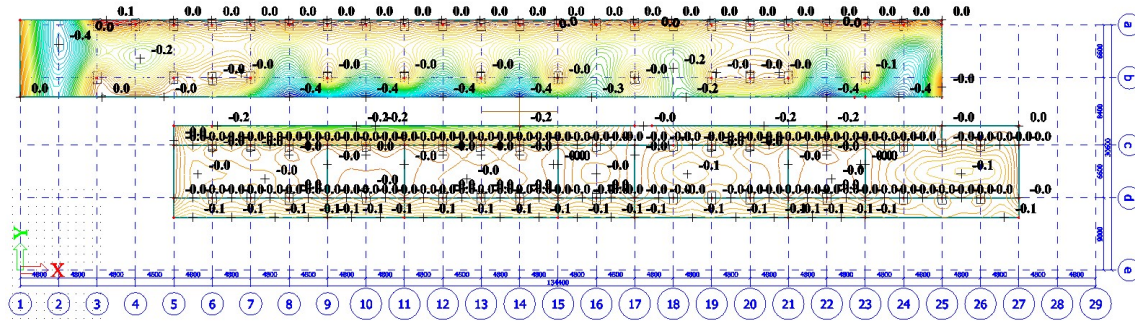
Pomak ploče za dodatno stalno djelovanje LC2 u (mm)



Pomak ploče za korisno djelovanje LC3 u (mm)



Pomak ploče za djelovanje snijega LC4 u (mm)



S obzirom na isti geometrijski raster, za sve ostale međuetražne ploče usvojeni su progibi od djelovanja prednapinjanja iz poglavlja „Karakteristična stropna AB ploča prizemlja s „Nautilus“ elementima – poz 300“.

Linearni neelastični (dugotrajni) progib za slučaj opterećenja iznosi:

- polje $\Delta(L=9,6 \text{ m}) = (LC1+LC2)*3,0+LC3+LC4 = (5+1,8)*3,0+1,4+0,4 = 22,2 \text{ mm}$
- konzola $\Delta(L=9,6 \text{ m}) = (LC1+LC2)*3,0+LC3+LC4 = (5,0+2,1)*3,0+2+0,4 = 23,7 \text{ mm}$

Dopušteni progib:

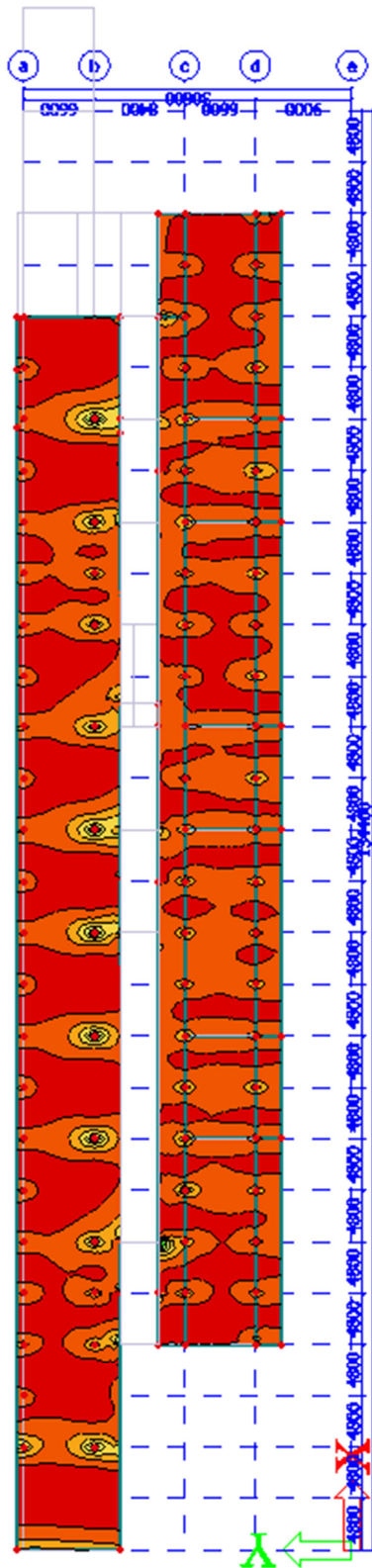
- polje i konzola ($L=9,6 \text{ m}$) $\Delta=9600/300=32 \text{ mm}$ Progib zadovoljava.

Prilikom proračuna korišteni su koeficijenti 2,5 i 3,0 koji su iskustveni te opisuju dugotrajne efekte ponašanja betona pri progibu. Koeficijenti su na strani sigurnosti u odnosu na stvarno proračunsko ponašanje.

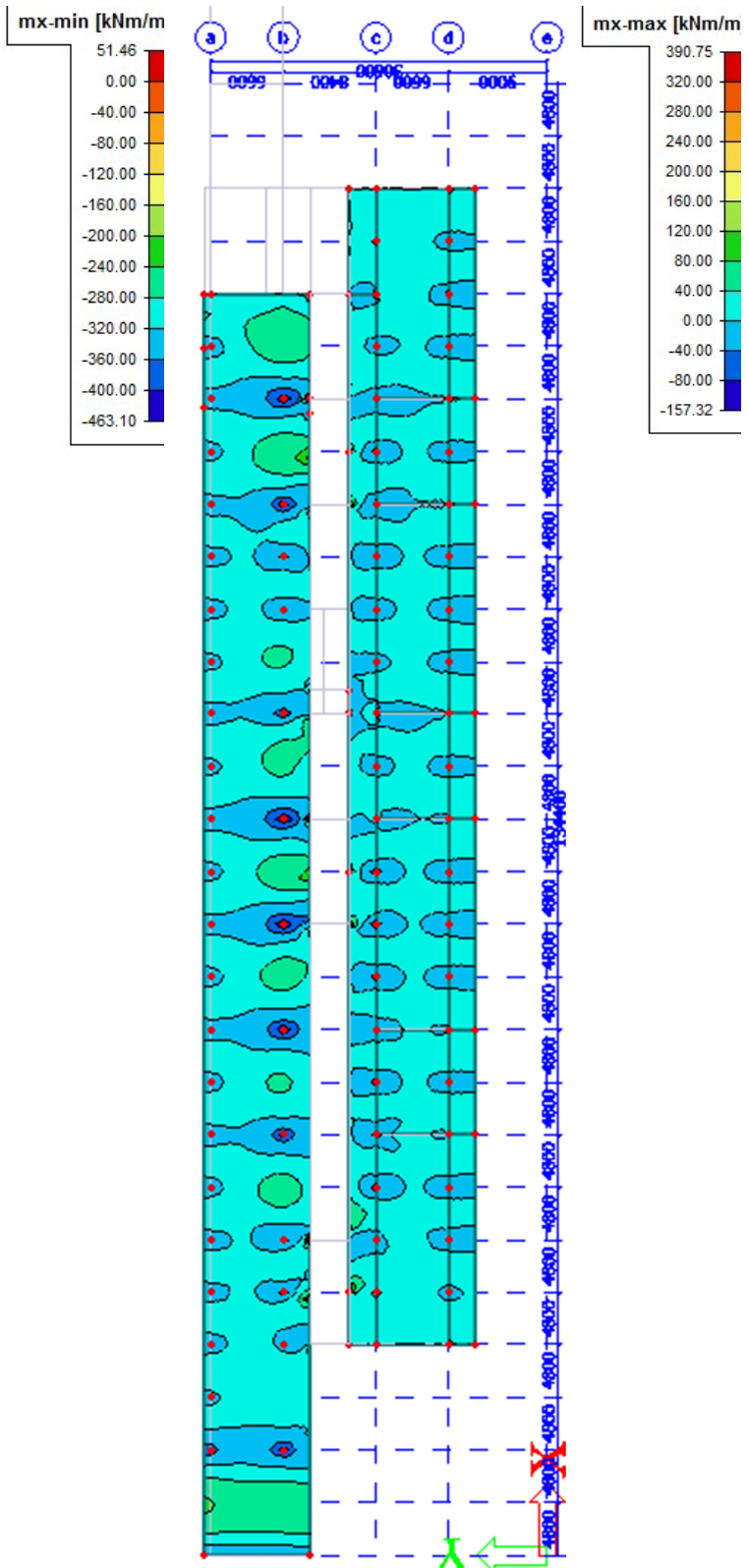
4.3.2 Rezne sile

m_x (kNm/m) za CO1 GSN

MINIMUM

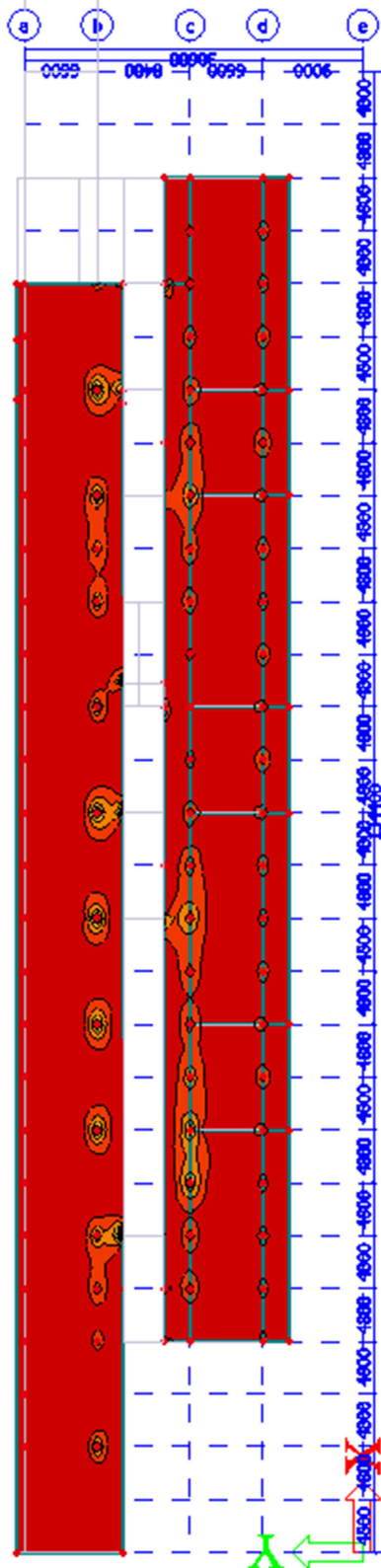


MAKSIMUM

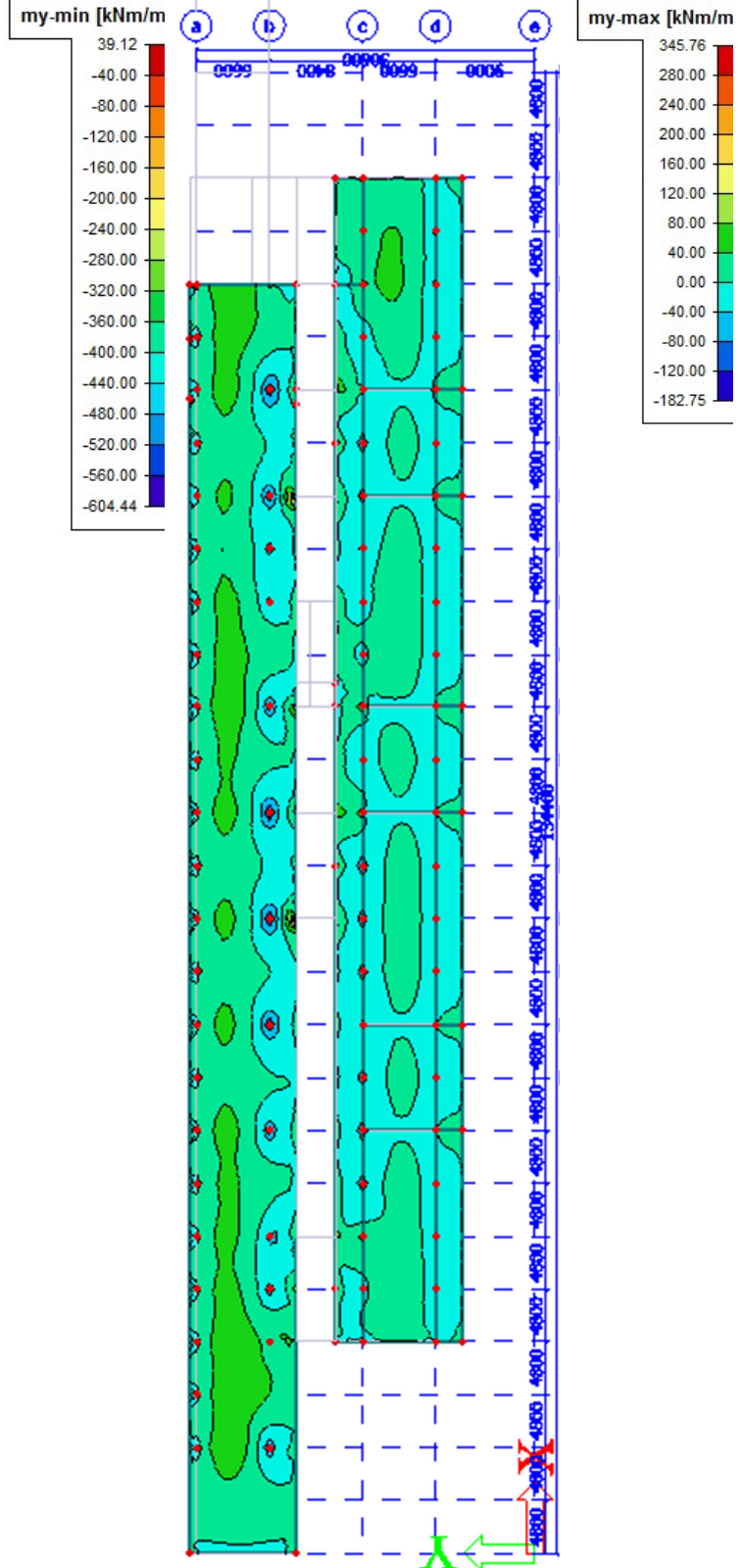


m_y (kNm/m) za CO1 GSN

MINIMUM

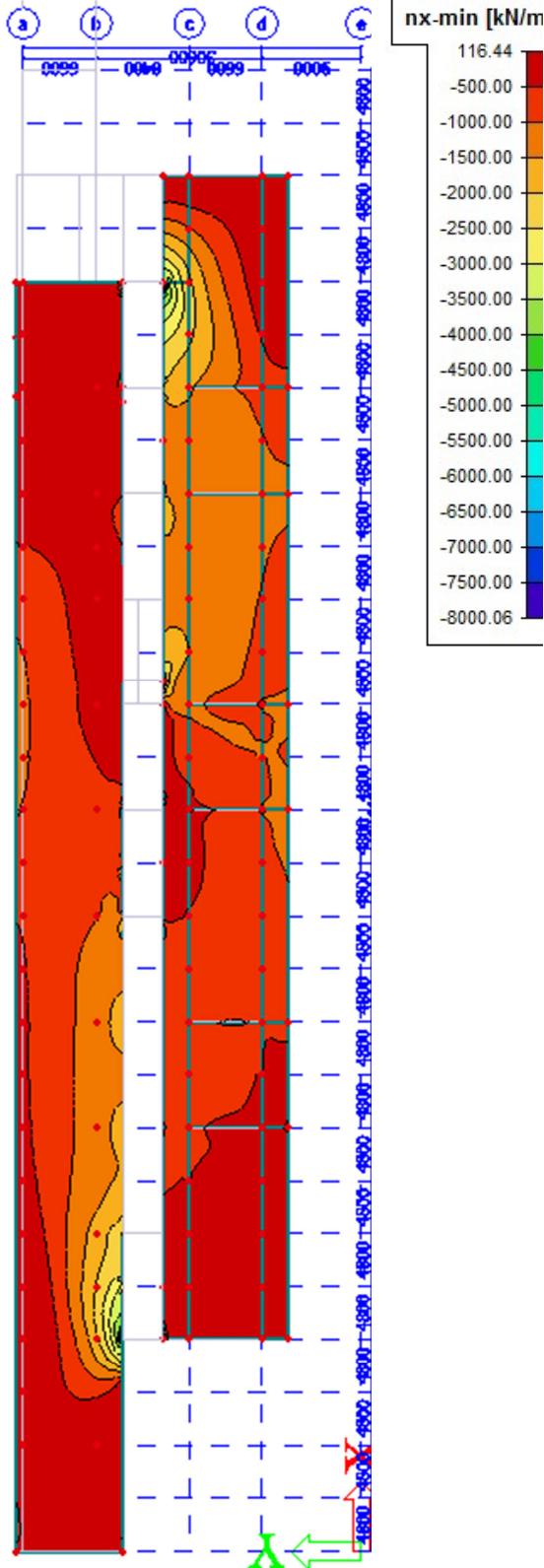


MAKSIMUM

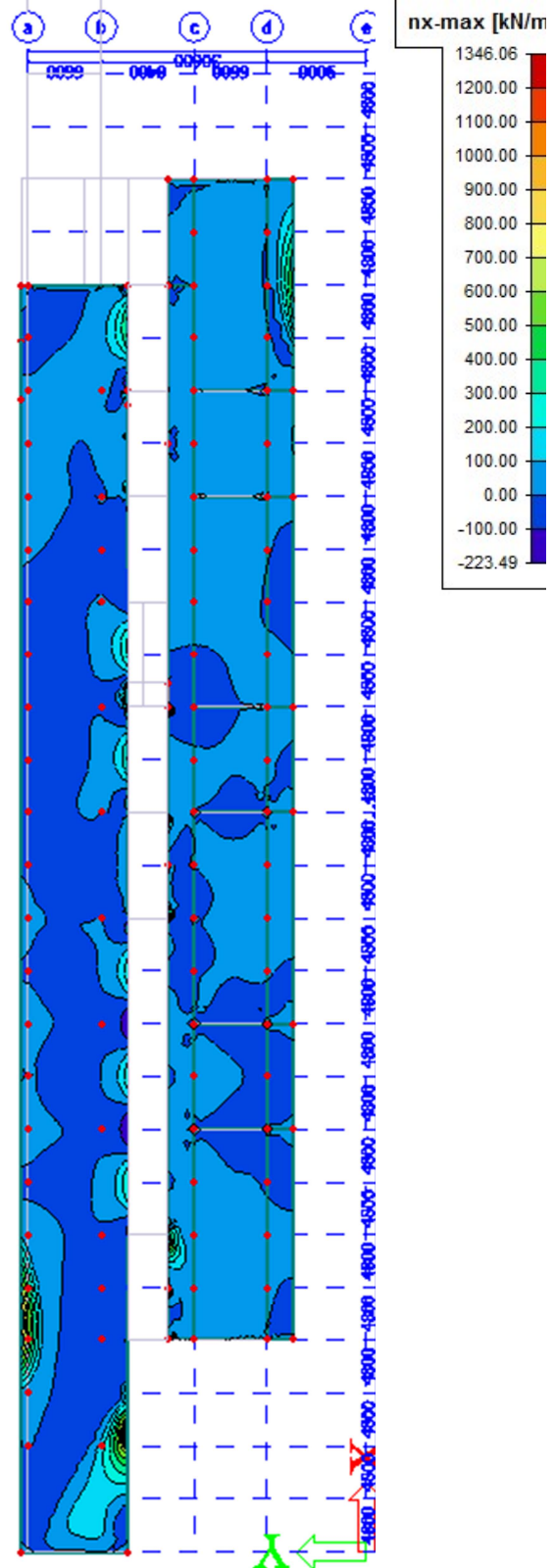


$n_x(kN/m)$ za CO1

MINIMUM

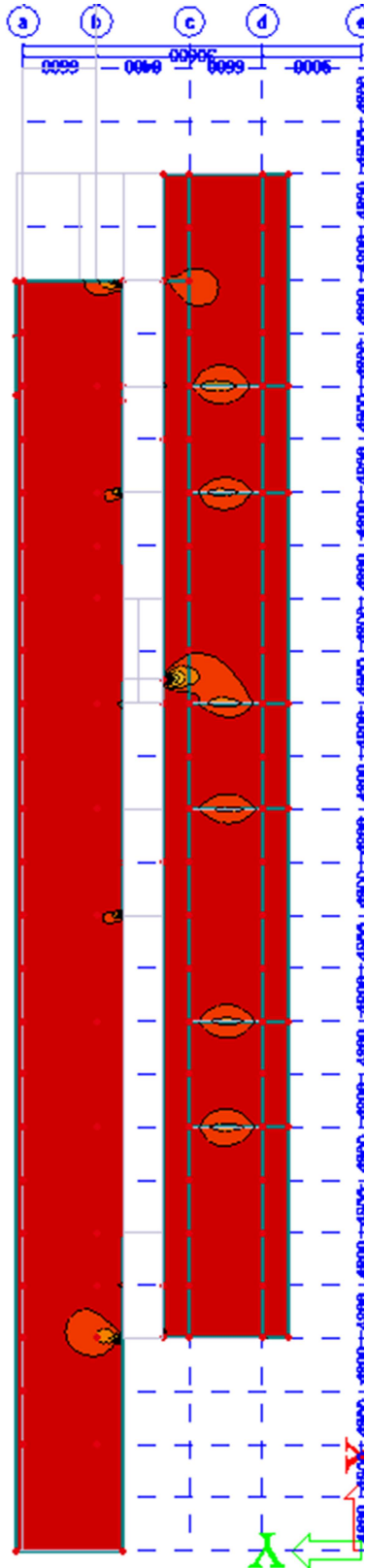


MAKSIMUM



n_y (kN/m) za CO1

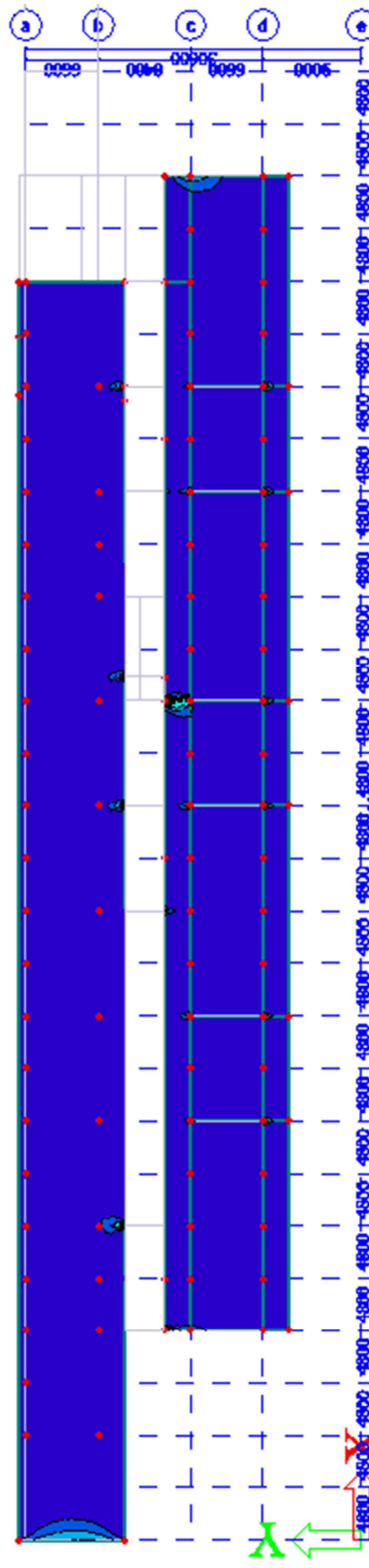
MINIMUM



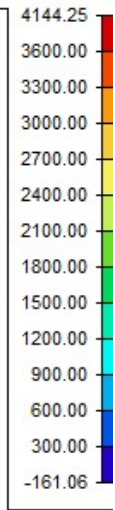
n_y -min [kN/m]



MAKSIMUM

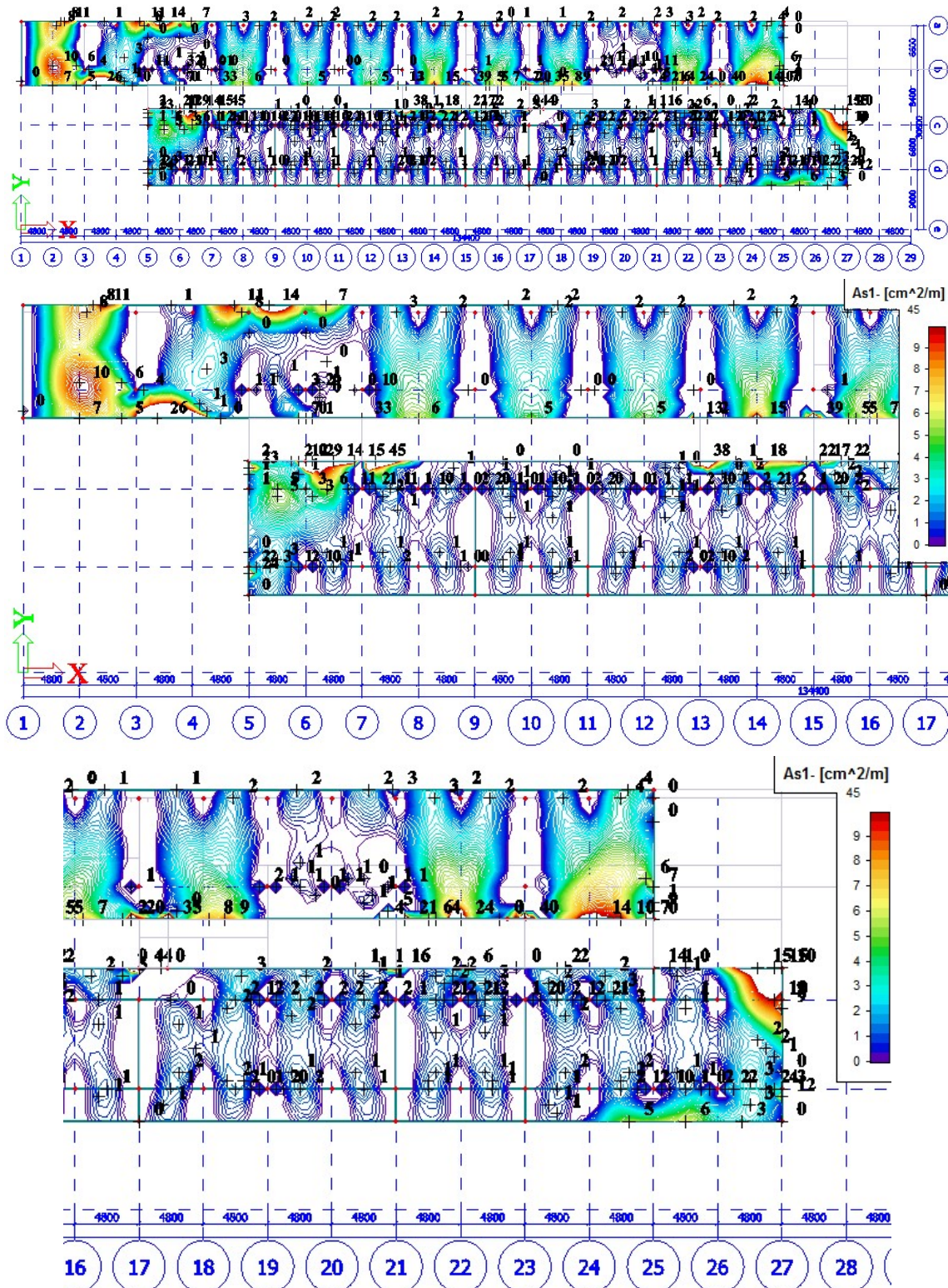


n_y -max [kN/m]

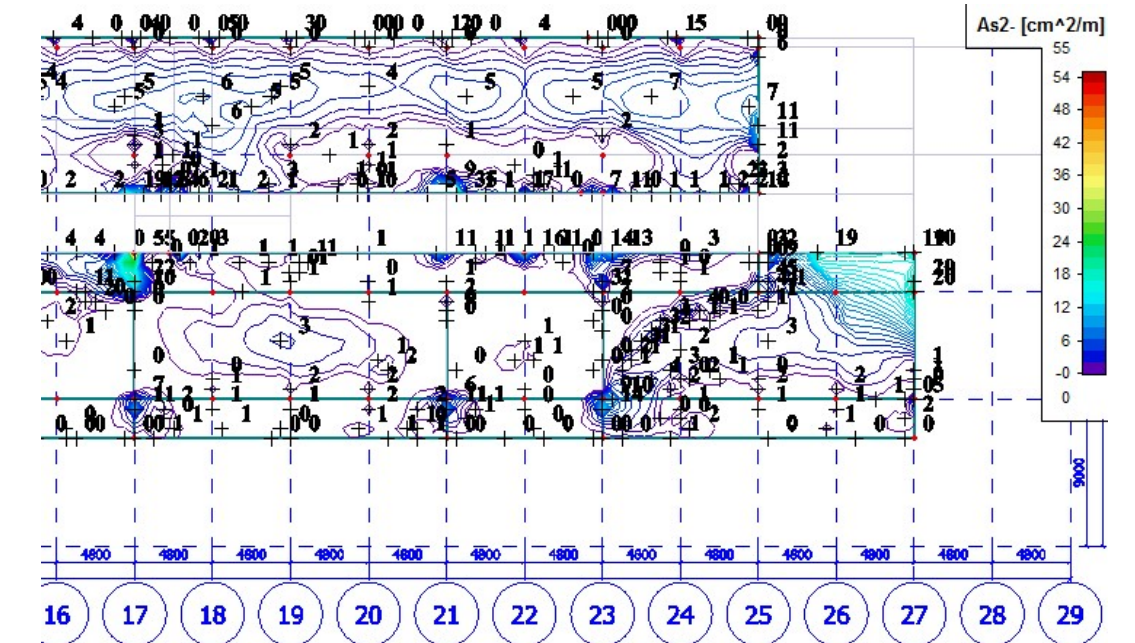
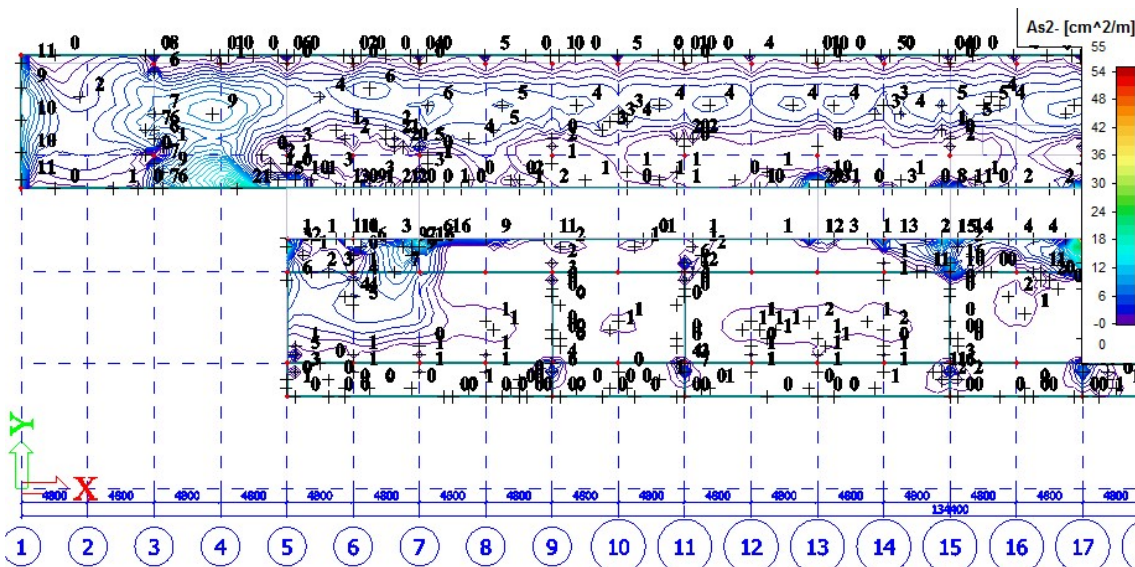
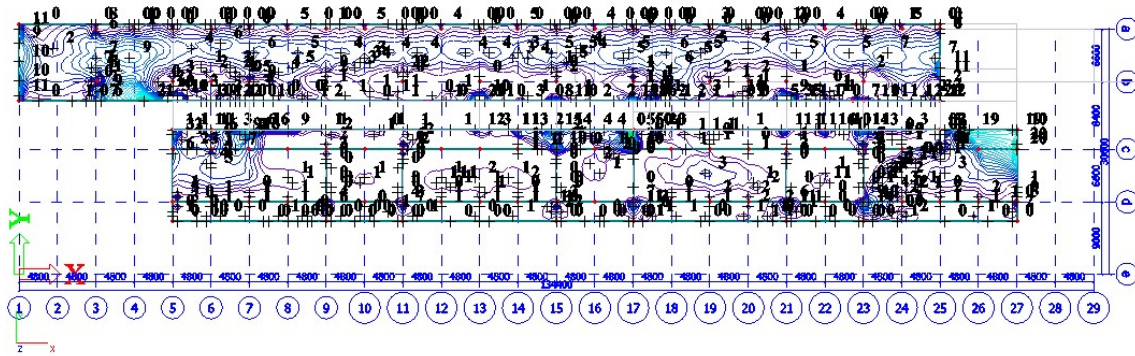


4.3.3 Proračun potrebne armature ploče

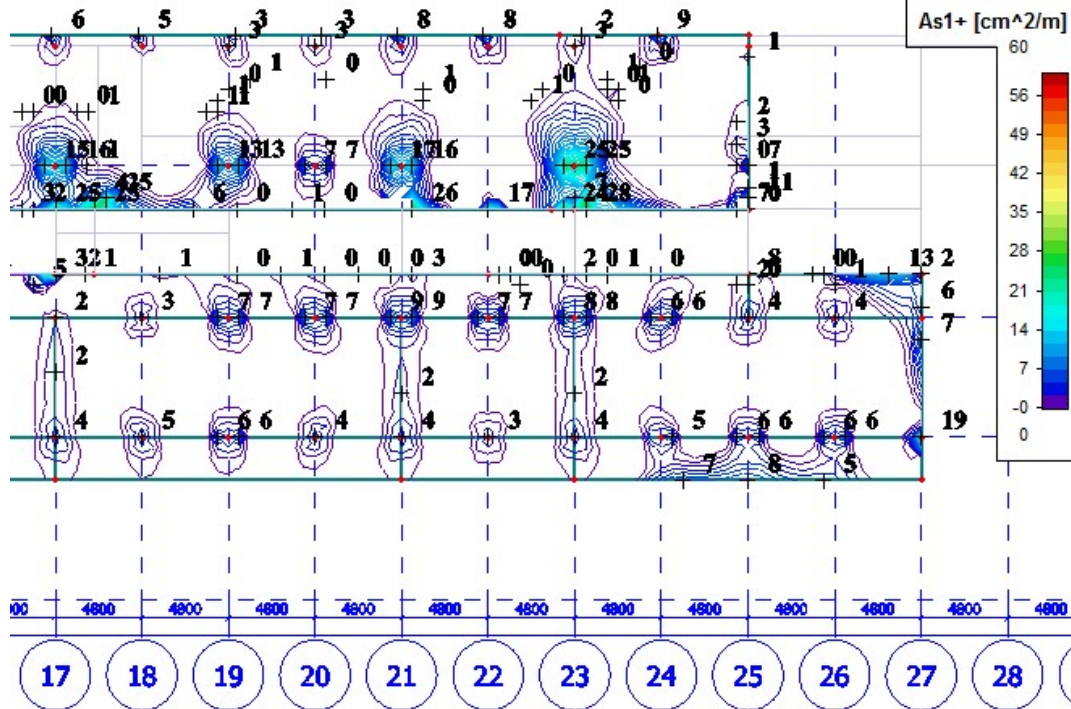
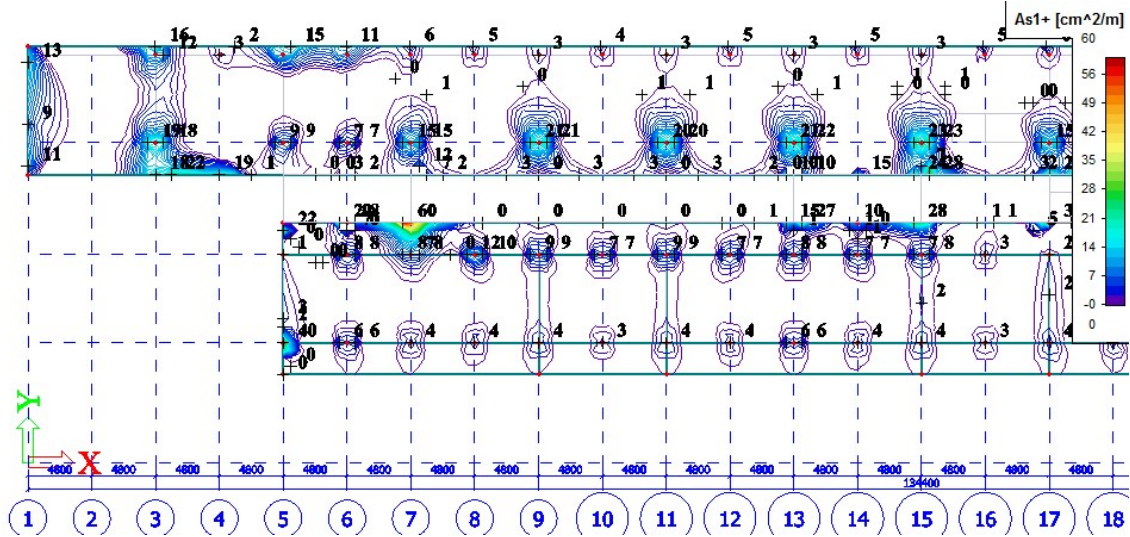
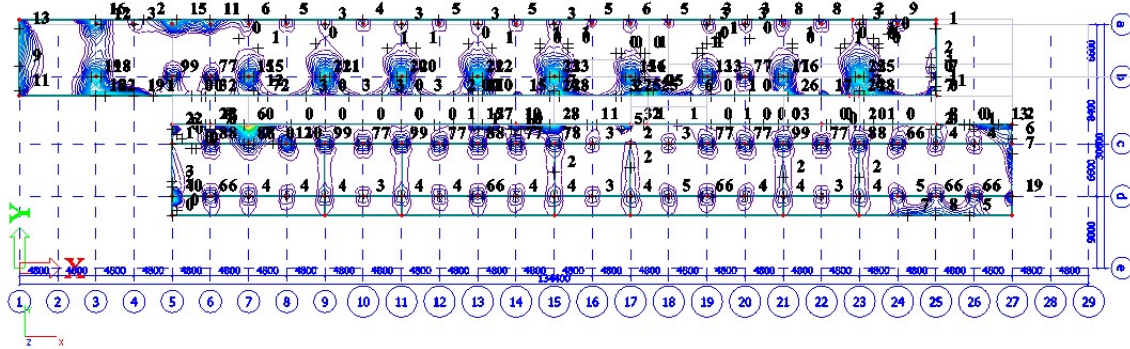
SMJER X – donja zona za CO1 GSN s temperaturnim djelovanjem u (cm²/m')



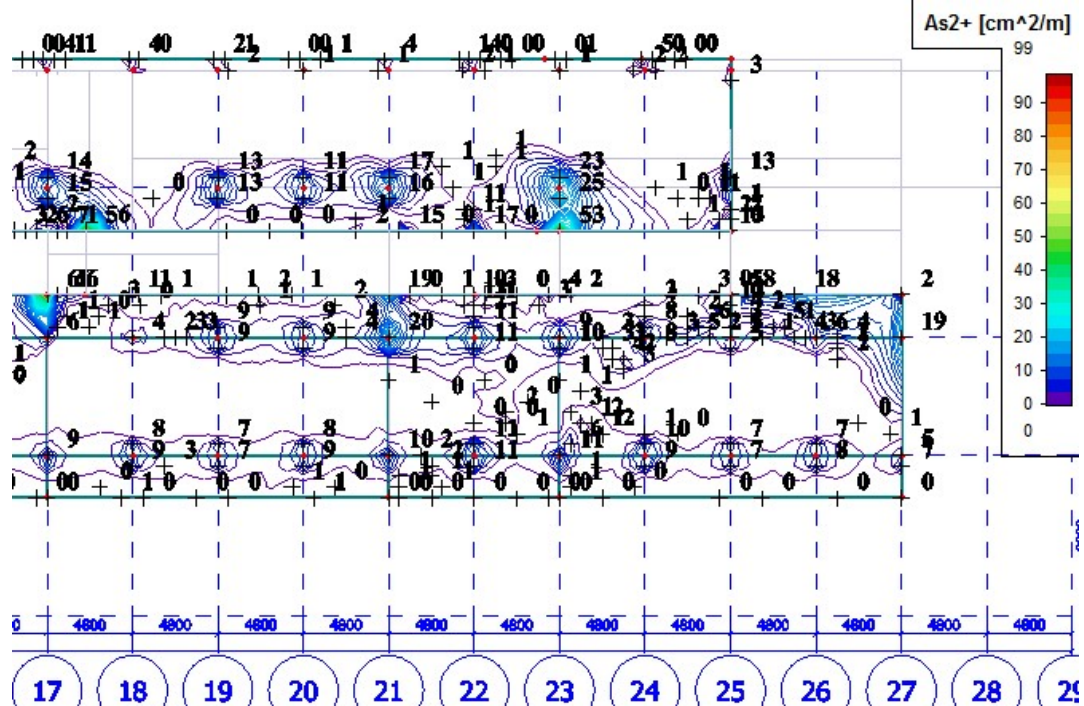
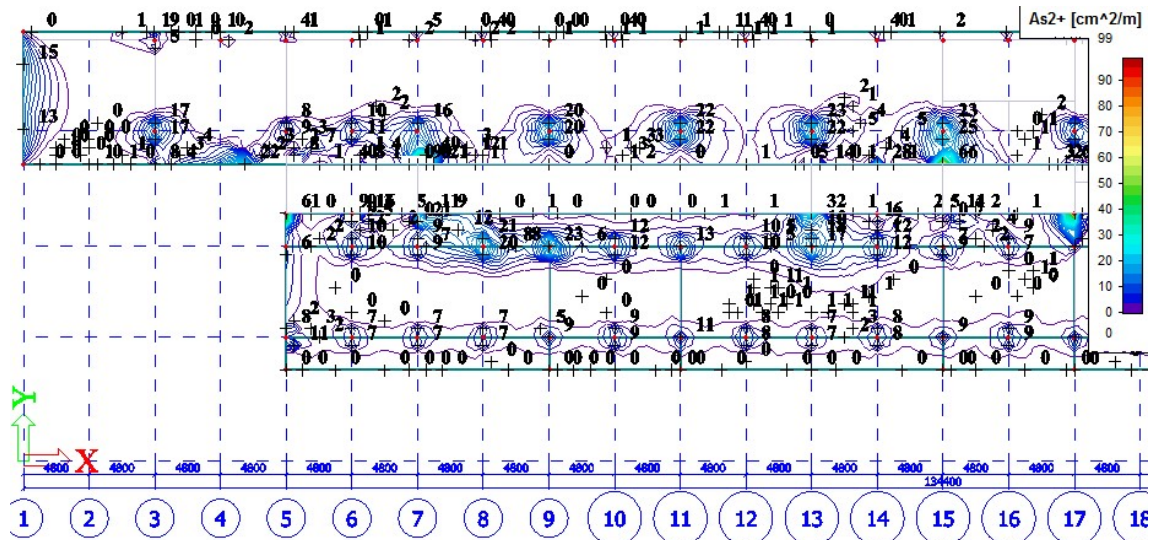
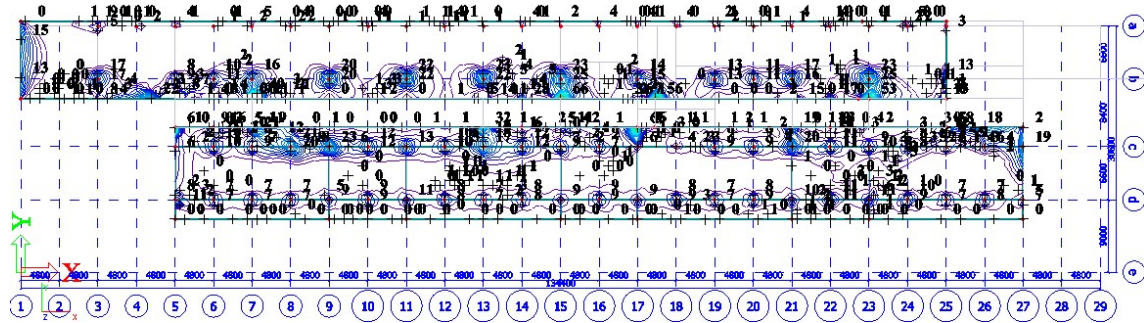
SMJER Y – donja zona za CO1 GSN s temperaturnim djelovanjem u (cm²/m')



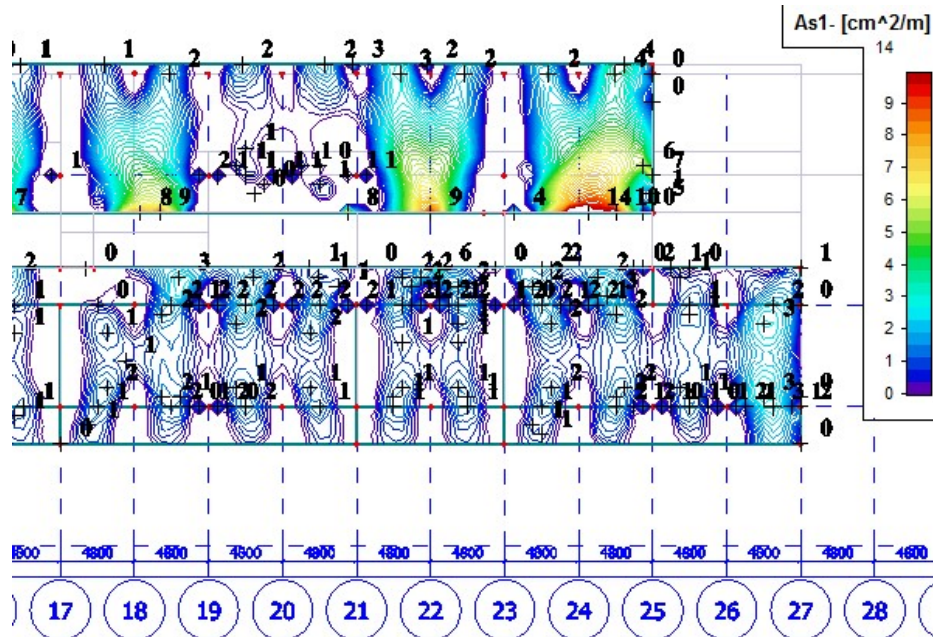
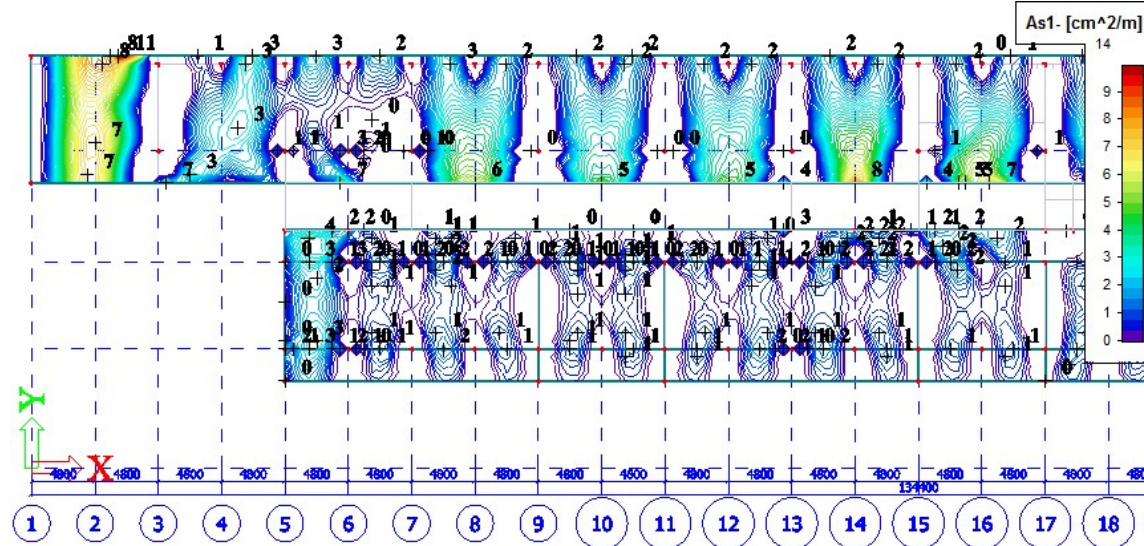
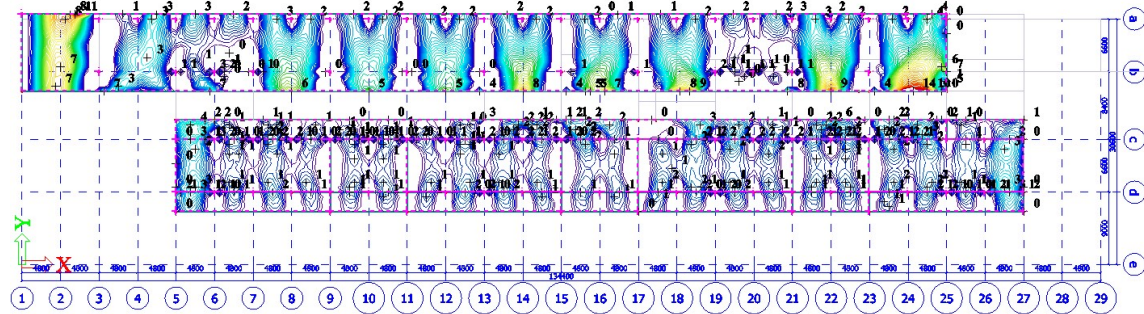
SMJER X – gornja zona za CO1 GSN s temperaturnim djelovanjem u (cm²/m')



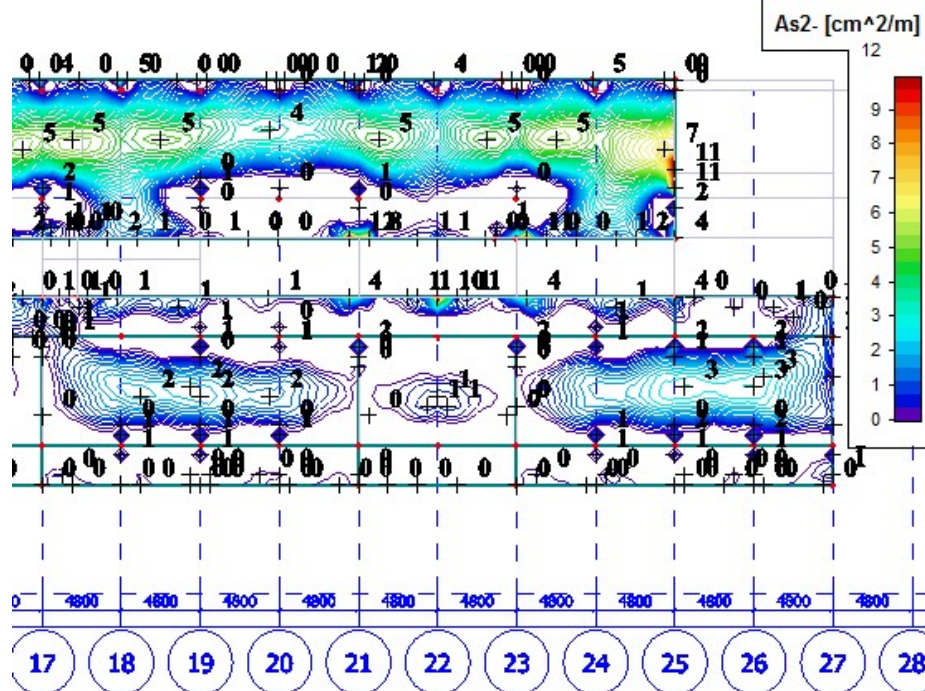
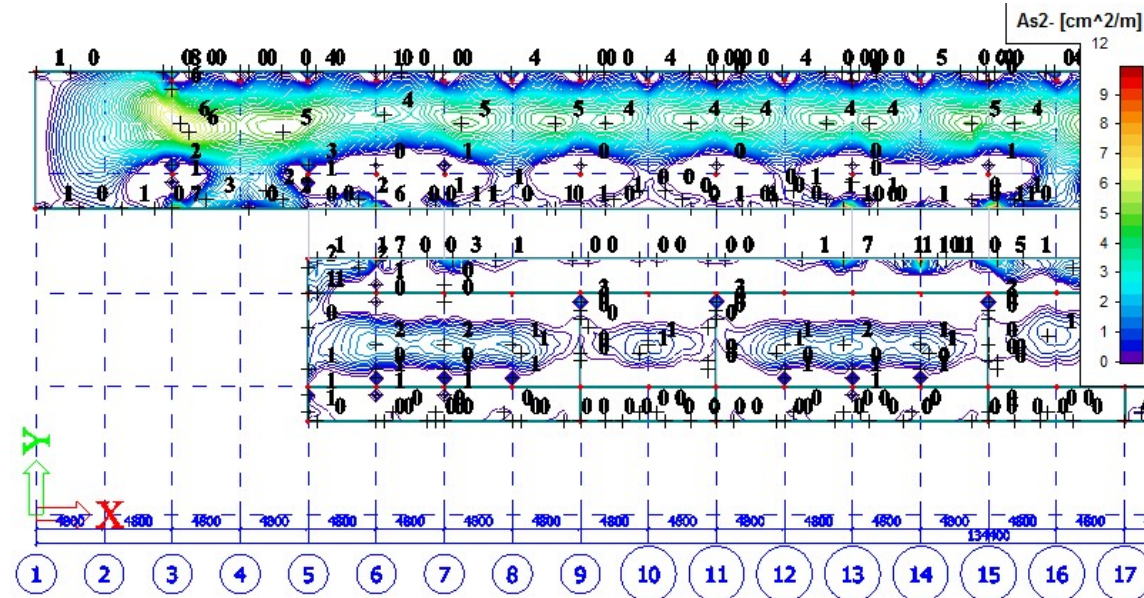
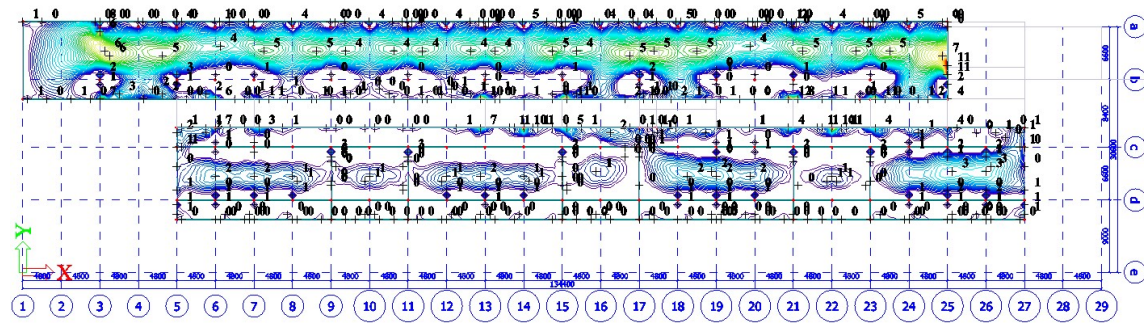
SMJER Y – gornja zona za CO1 GSN s temperaturnim djelovanjem u (cm²/m')



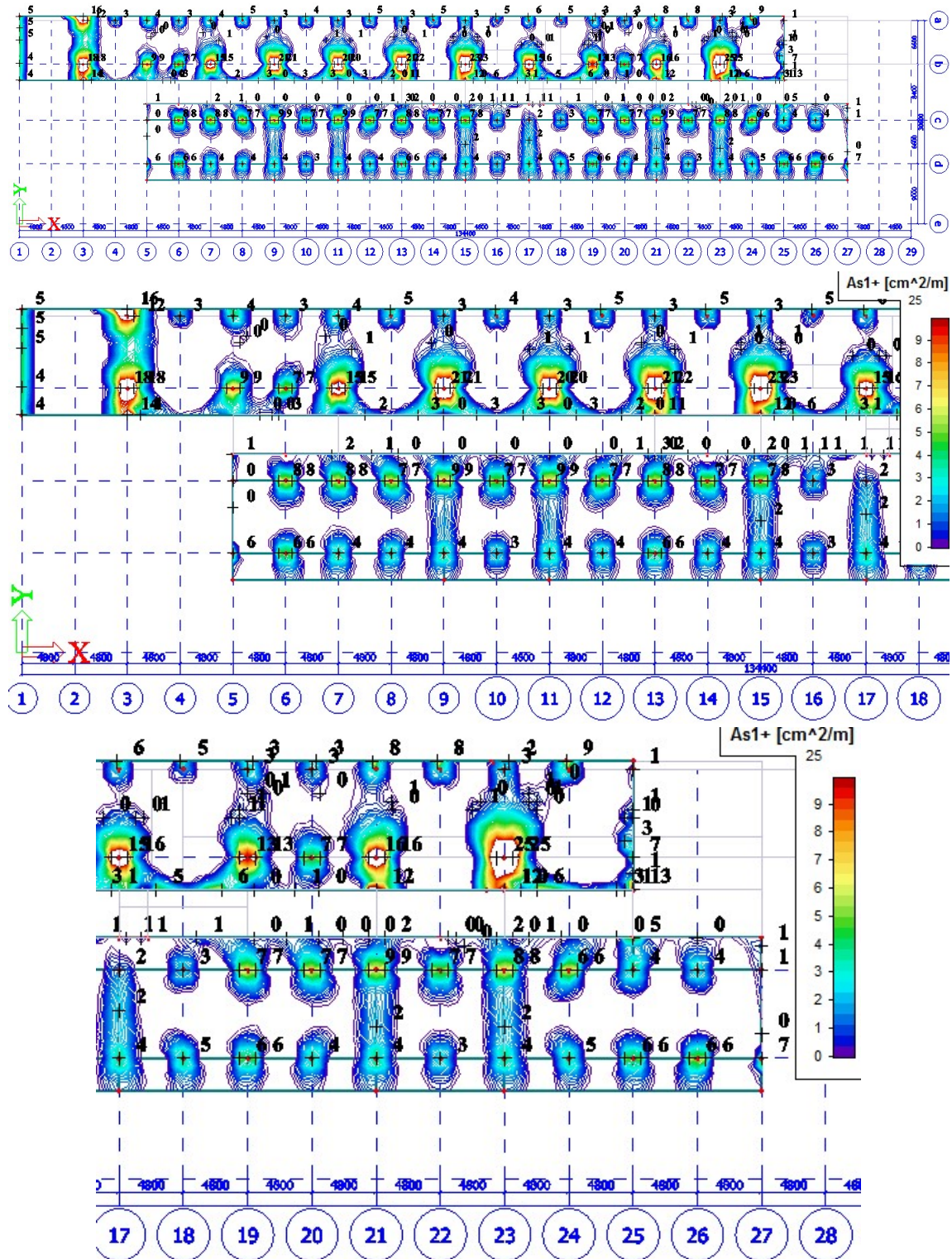
SMJER X – donja zona za CO6 GSN s djelovanjem prednapinjanja (cm²/m')



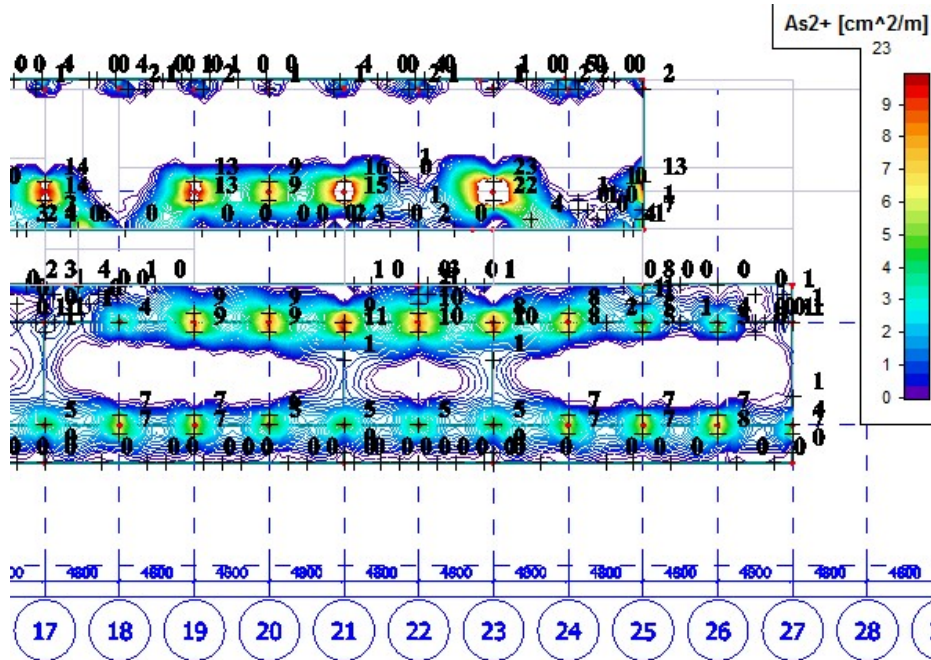
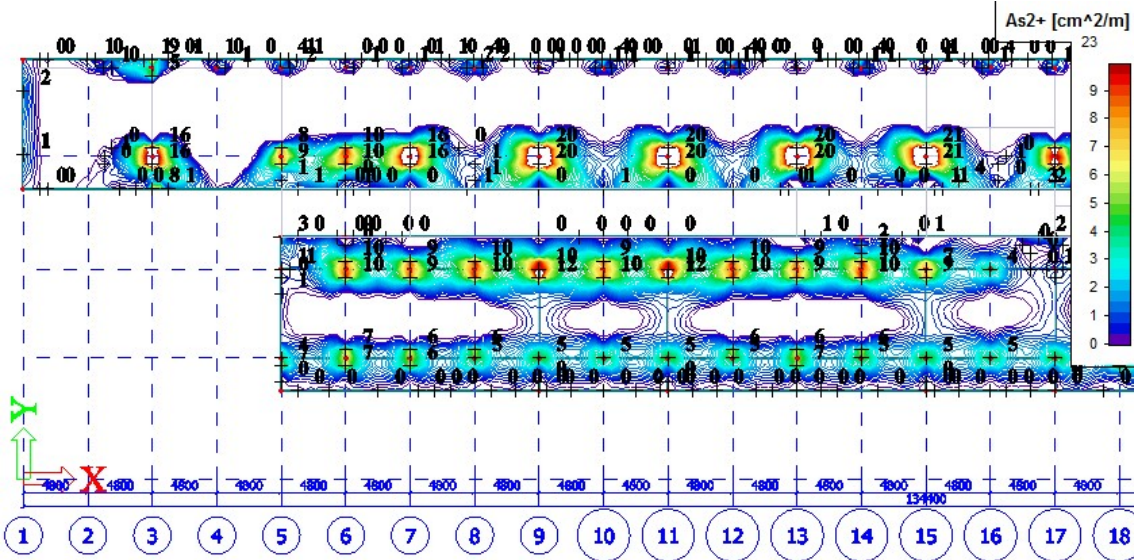
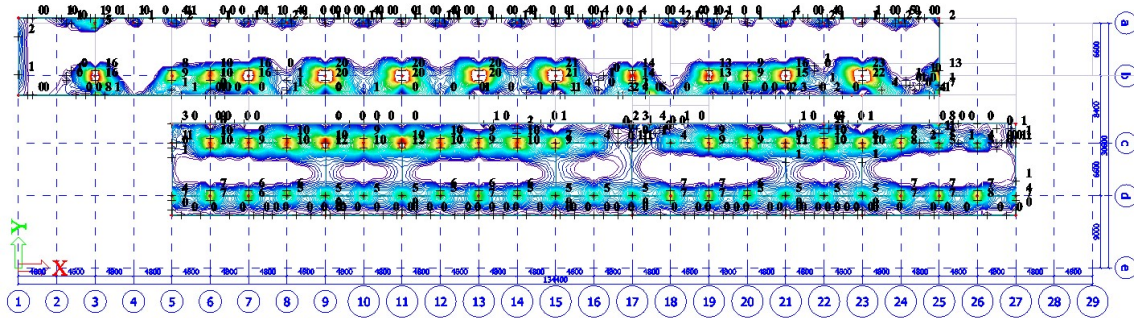
SMJER Y – donja zona za CO6 GSN s djelovanjem prednapinjanja (cm²/m')



SMJER X – gornja zona za CO6 GSN s djelovanjem prednapinjanja (cm²/m')



SMJER Y – gornja zona za CO6 GSN s djelovanjem prednapinjanja (cm²/m')



Minimalna armatura ploče :

$A_{s,min}=0,0013 \times b \times d = 0,0013 \times 20 \times 100 = 2,6 \text{ cm}^2/\text{m}$

ODABRANA ARMATURA

- U ovom poglavlju dati su konačni rezultati dimenzioniranja ploče i to za sljedeće slučajeve:
 - o CO1- Granično stanje nosivosti s djelovanjima temperature
 - o CO6- Granično stanje nosivosti s djelovanjem prednapinjanja te bez djelovanja temperature ,
- te je dat izračun minimalne i maksimalno potrebne količine armature za pojedinu ploču.
- Ploče armirati sukladno pravilima struke, poštujući sve gore navedene potrebne količine iz pojedinačnih slučajeva na način da se u formi anvelope promatra maksimalna vrijednost.

4.4 Stropna AB ploča podruma s „Nautilus“ elementima – poz 200

AB stropna konstrukcija izvodi se kao AB ploča debljine 28cm u koju se postavljaju štedni zračni ulošci, odnosno jednostruki „Nautilus“ elementi (SINGLE H16) visine 16 cm. Proračun stropne ploče vrši se identično proračunu pune AB stropne ploče visine 28cm uz korekciju mase s obzirom na umanjenje volumena betona. Ploča je naknadno prednapregnuta.

Proračun gustoće olakšane AB ploče:

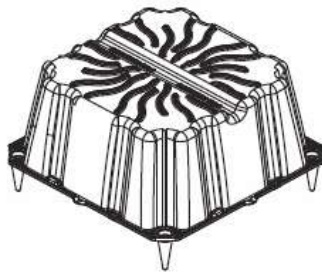
- ukupna visina Ab ploče s Nautilusima = 28 cm
- ukupna visina Ab ploče bez Nautilusa = 20 cm
- gustoću armiranog betona $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$

→ olakšana AB ploča $2500 * ((6+6+8,1)/28) = 1795 \text{ kg/m}^3 + 205 \text{ kg/m}^3$ za pune djelove AB ploče nad ležajevima i rubovima = 2000 kg/m^3

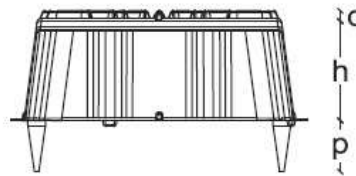
HEIGHT	Beam width (cm)	Beams axle spacing (cm)	Formwork bearing (pieces/m ²)	NEWNAUTILUSEVO		NEWNAUTILUS	
				concrete consumption (m ³ /m ²)	Formwork volume (m ³ /pieces)	concrete consumption (m ³ /m ²)	Formwork volume (m ³ /pieces)
H16 SINGLE	12	64	2.44	0.081		0.079	
	14	66	2.30	0.086		0.084	
	16	68	2.16	0.091	0.032	0.089	0.033
	18	70	2.04	0.094		0.093	
	20	72	1.93	0.097		0.096	

Presjek

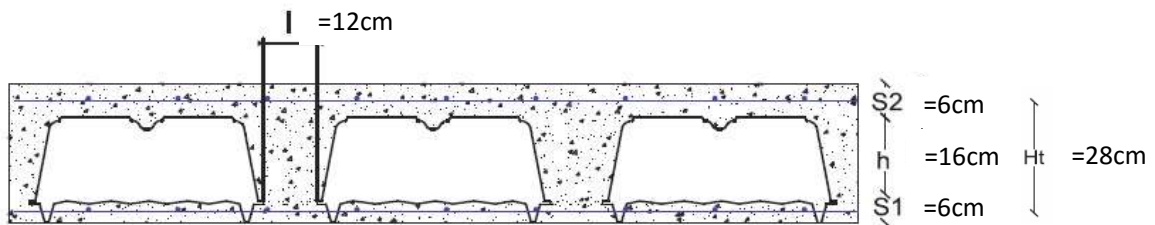
l=12, S2=S1=6cm, h= 16cm



Axonometry



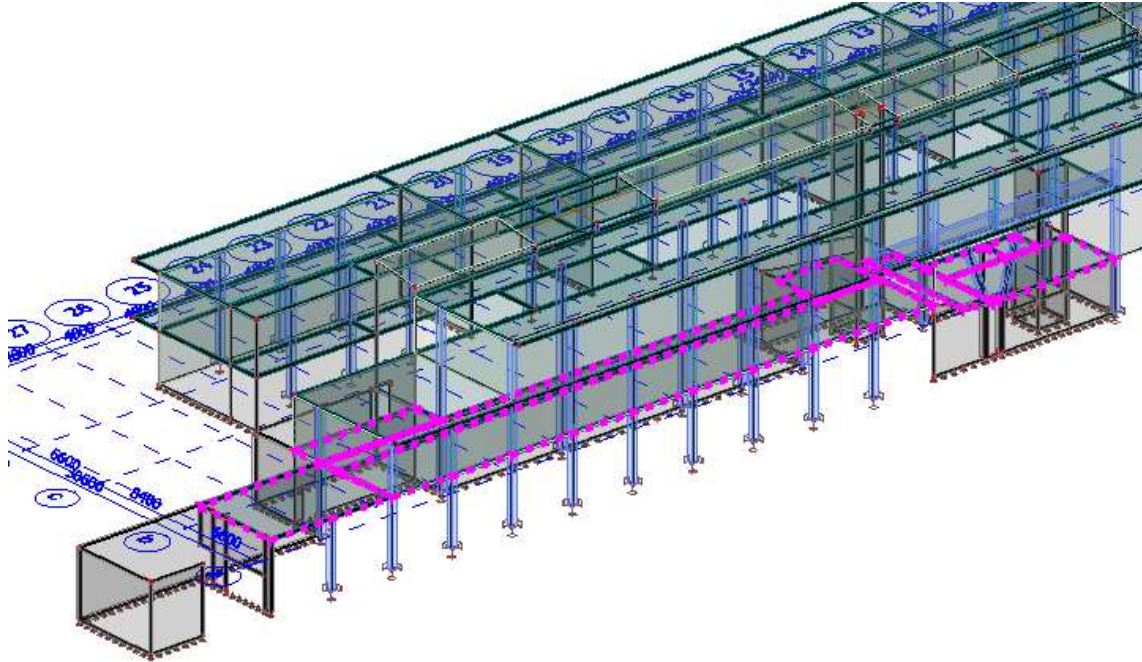
Side view, SINGLE



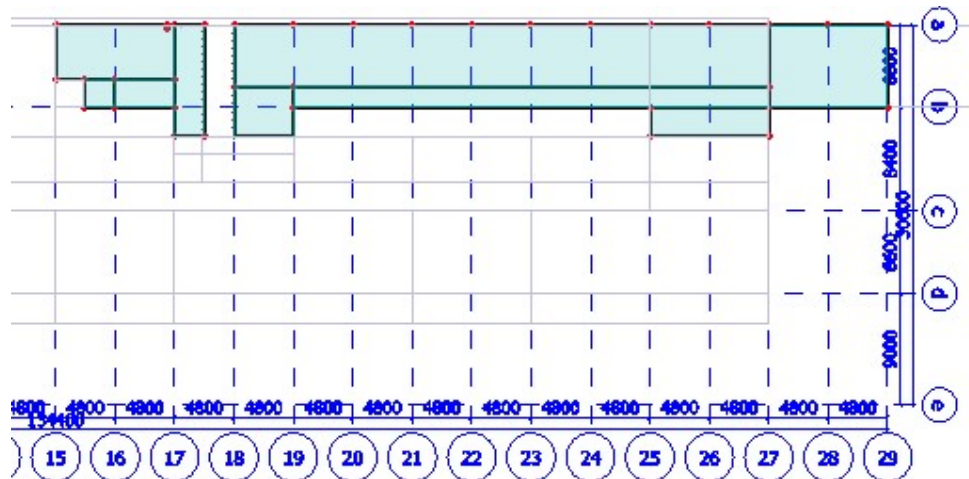
Cross-section, SINGLE

Na mjestima oslonaca AB stropne ploče ne postavljaju se Nautilus elementi već se nad ležajevima izvodi puna AB ploča sa armaturom „skrивene“ grede unutar ploče.

Prikaz 3D modela promatrane ploče

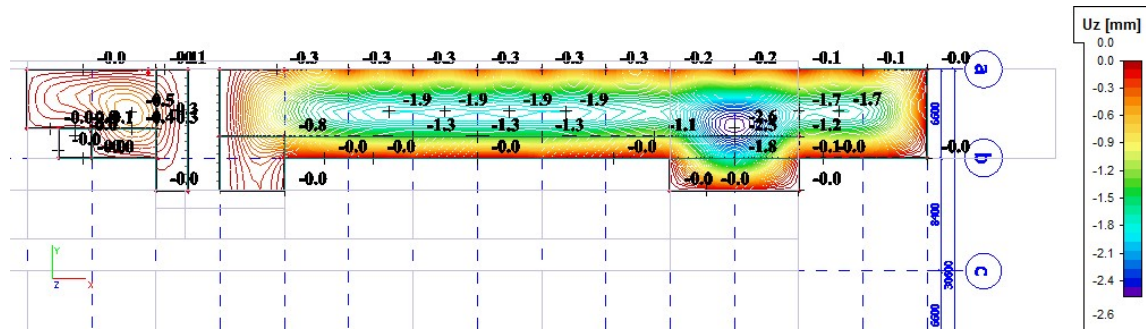


Tlocrtni prikaz

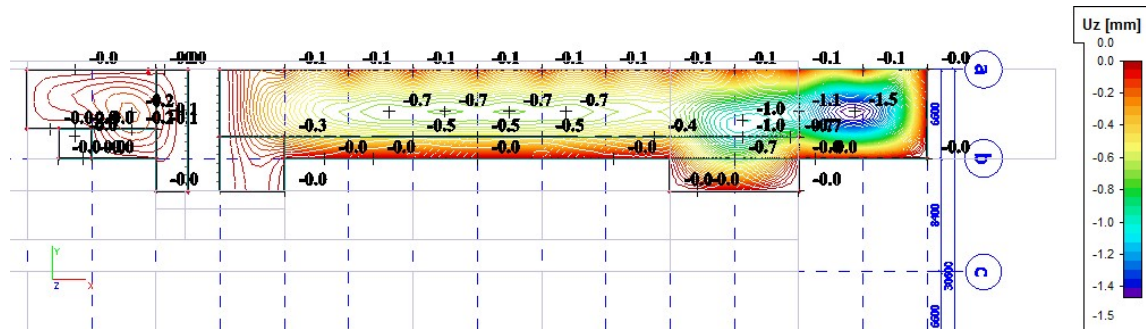


4.4.1 Deformacije ploče

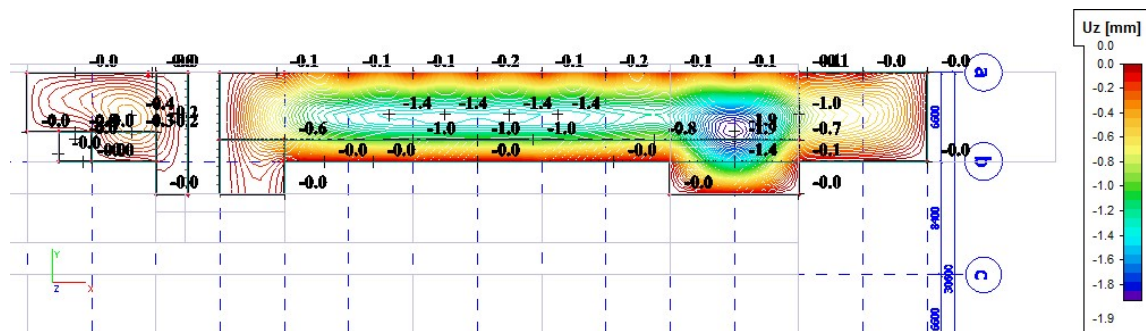
Pomak ploče za vlastitu težinu LC1 u (mm)



Pomak ploče za dodatno stalno djelovanje LC2 u (mm)



Pomak ploče za korisno djelovanje LC3 u (mm)



S obzirom na isti geometrijski raster, za sve ostale međуетажне ploče usvojeni su progibi od djelovanja prednapinjanja iz poglavlja „Karakteristična stropna AB ploča prizemlja s „Nautilus“ elementima – poz 300“.

Linearni neelastični (dugotrajni) progib za slučaj opterećenja iznosi:

- polje $\Delta(L=9,6 \text{ m}) = (LC1+LC2)*2,5+LC3-LC14 = (2,6+1,0)*2,5+1,9-0,9 = 10,00 \text{ mm}$

Dopušteni progib:

$$\Delta = L/300$$

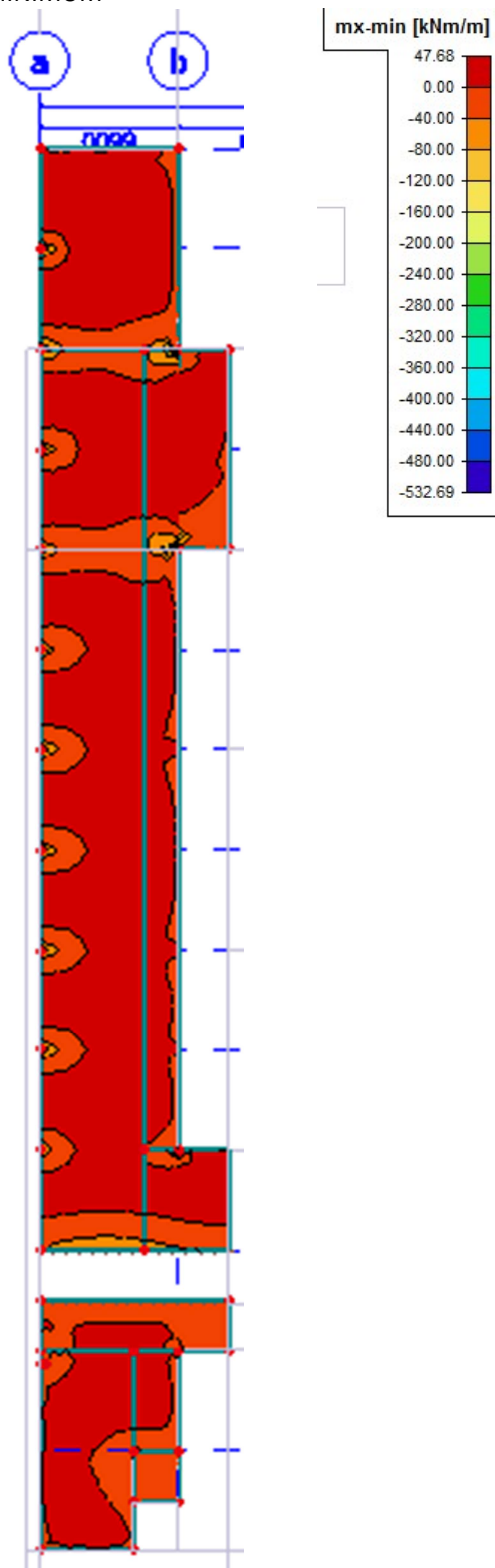
- polje (L=9,6 m) $\Delta = 9600/300 = 32 \text{ mm} \rightarrow$ PROGIB ZADOVOLJAVA

Prilikom proračuna korišteni su koeficijenti 2,5 i 3,0 koji su iskustveni te opisuju dugotrajne efekte ponašanja betona pri progibu. Koeficijenti su na strani sigurnosti u odnosu na stvarno proračunsko ponašanje.

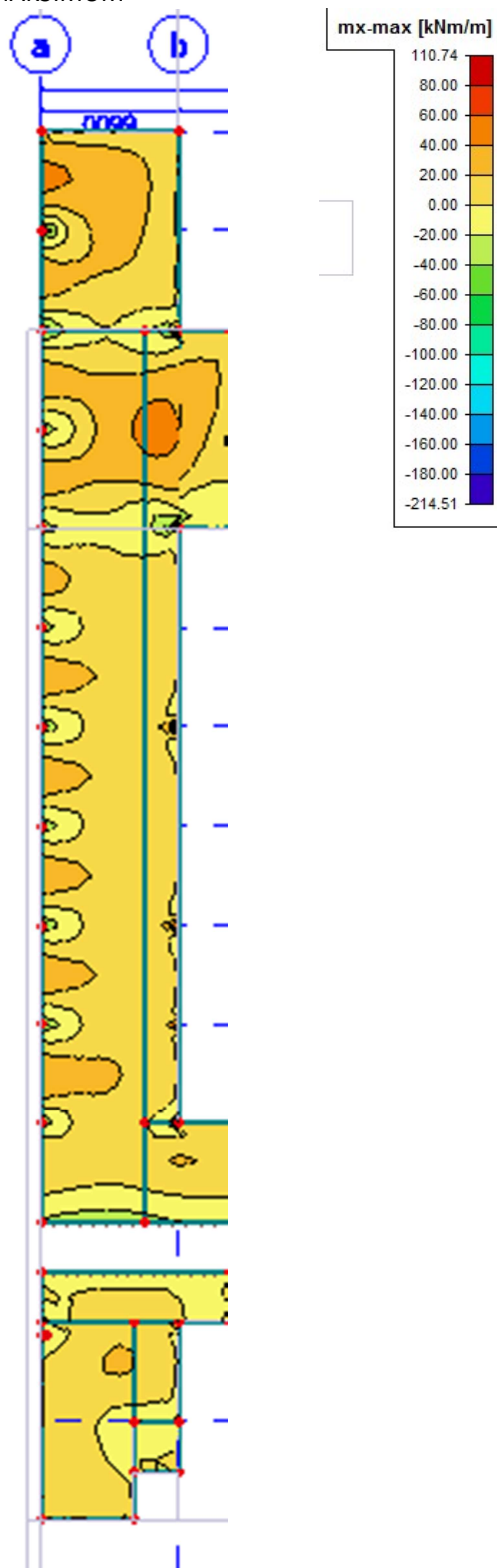
4.4.2 Rezne sile

m_x (kNm/m) za CO1 GSN

MINIMUM

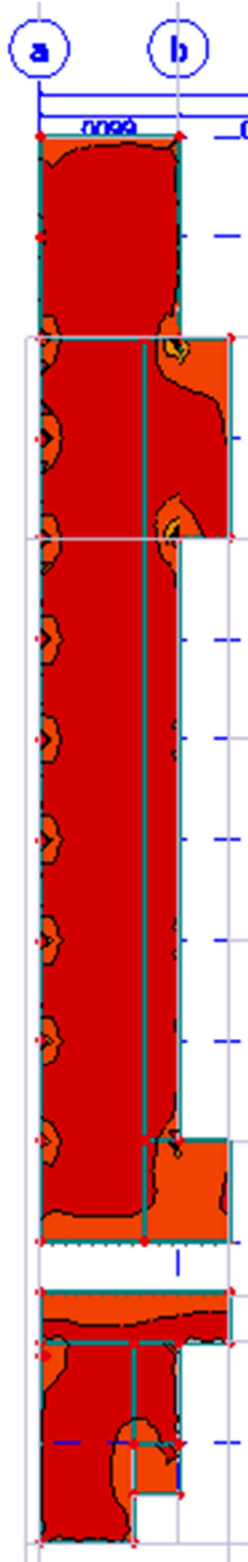


MAKSIMUM

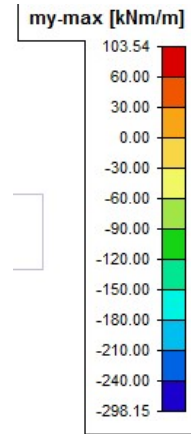
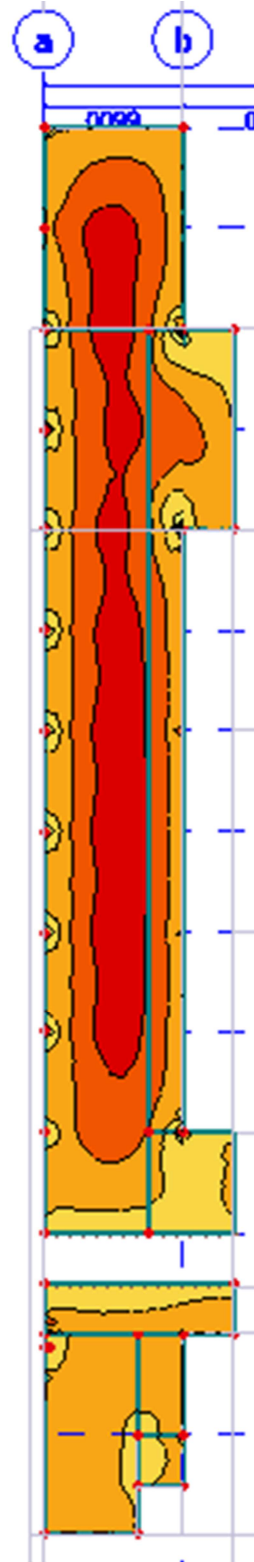


m_y (kNm/m) za CO1 GSN

MINIMUM

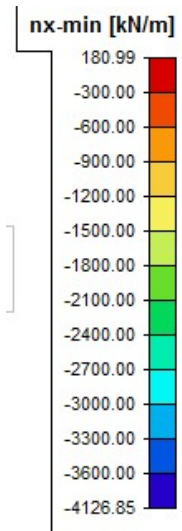
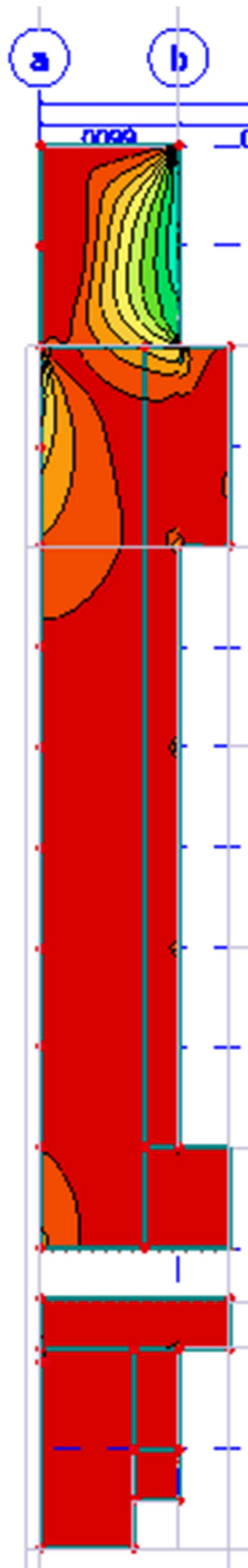


MAKSIMUM

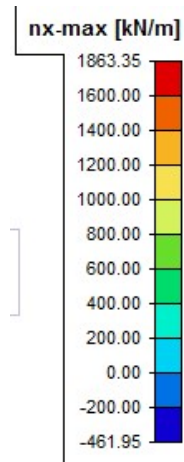
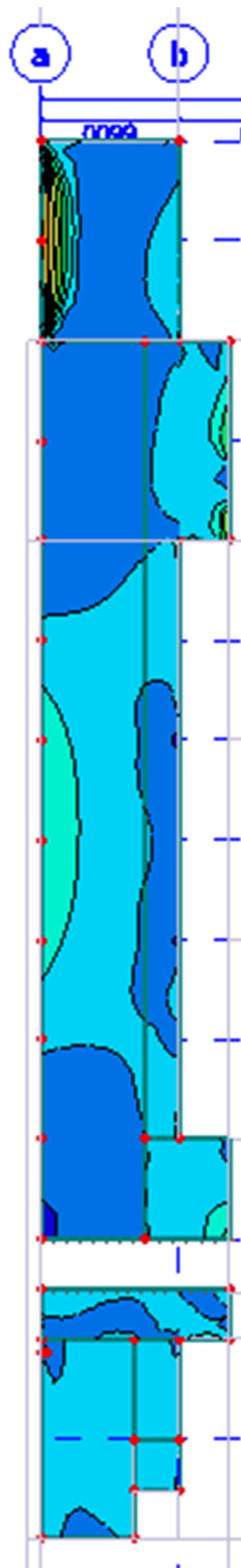


$n_x(kN/m)$ za CO1

MINIMUM

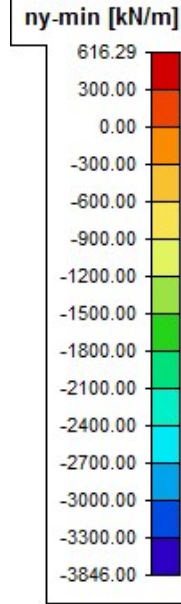
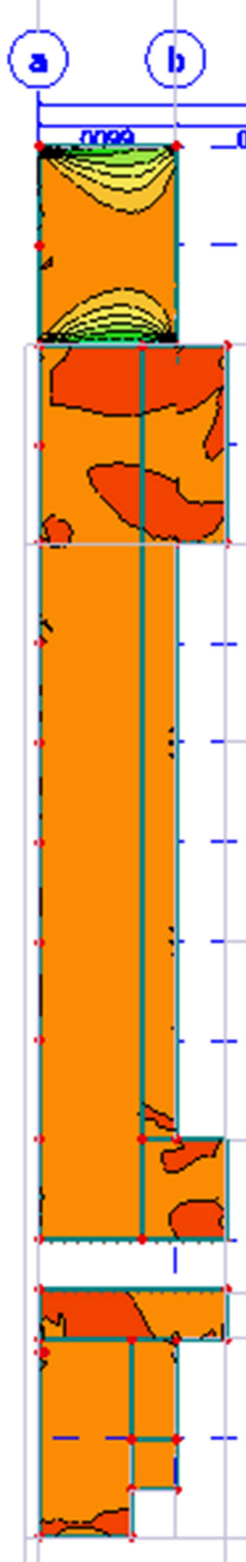


MAKSIMUM

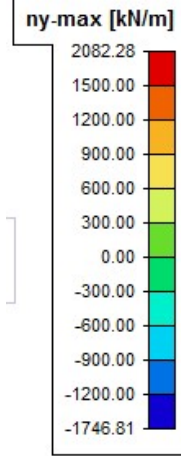
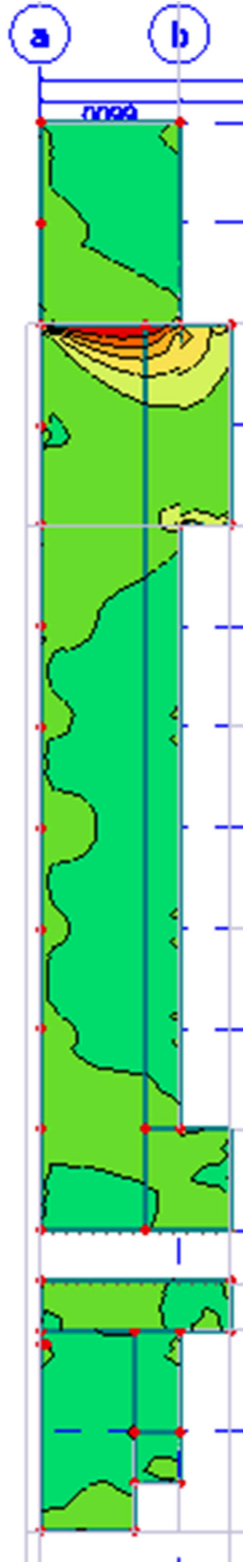


$n_y(kN/m)$ za CO1

MINIMUM

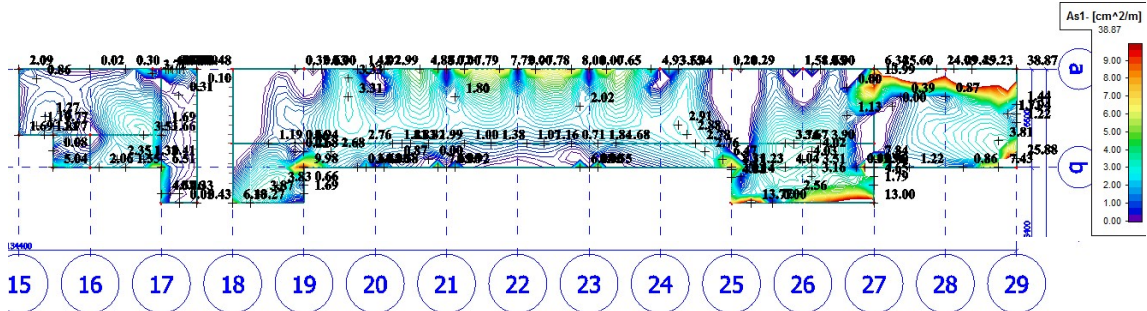


MAKSIMUM

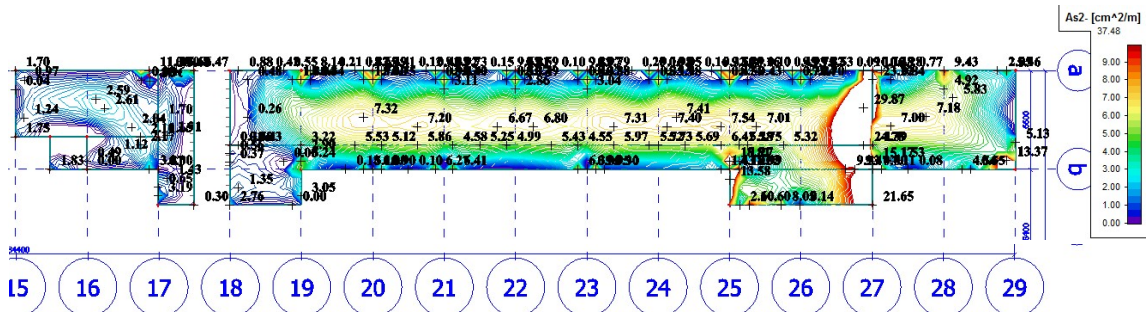


4.4.3 Proračun potrebne armature ploče

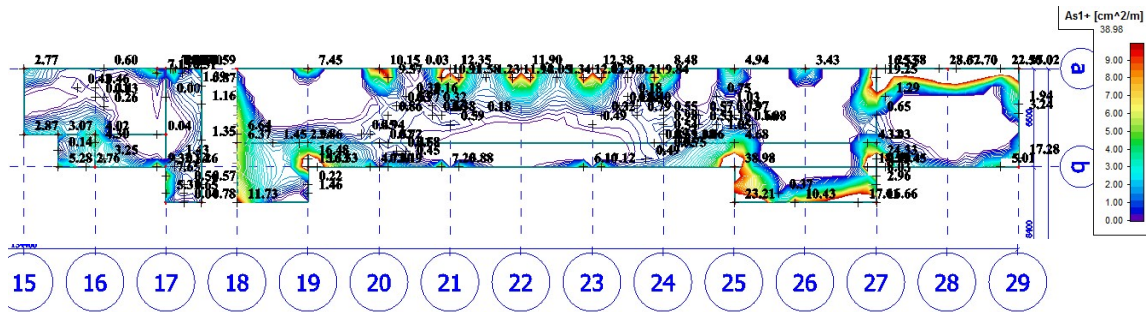
SMJER X – donja zona za CO1 GSN s temperaturnim djelovanjem u (cm²/m')



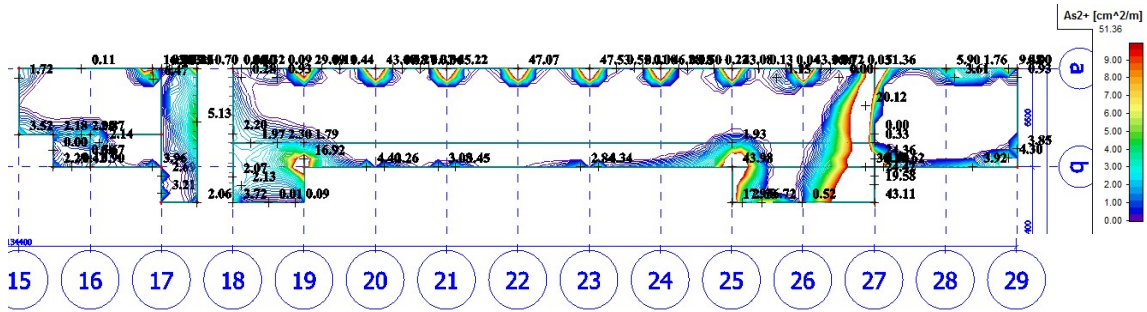
SMJER Y – donja zona za CO1 GSN s temperaturnim djelovanjem u (cm²/m')



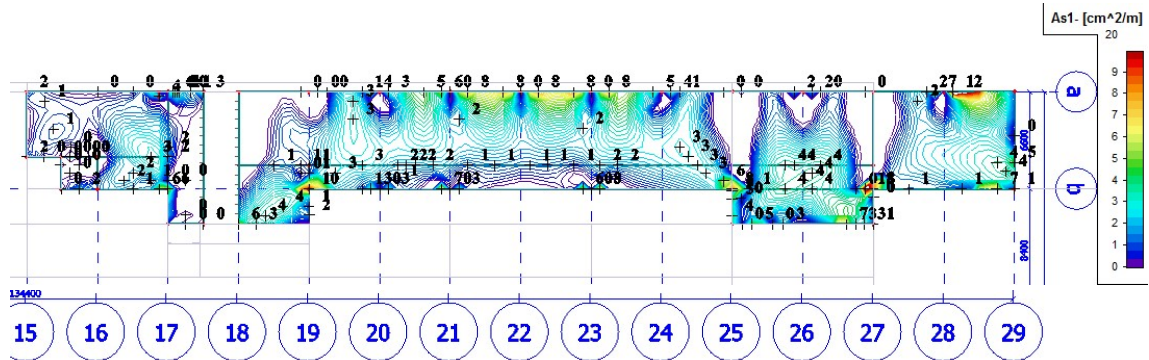
SMJER X – gornja zona za CO1 GSN s temperaturnim djelovanjem u (cm²/m')



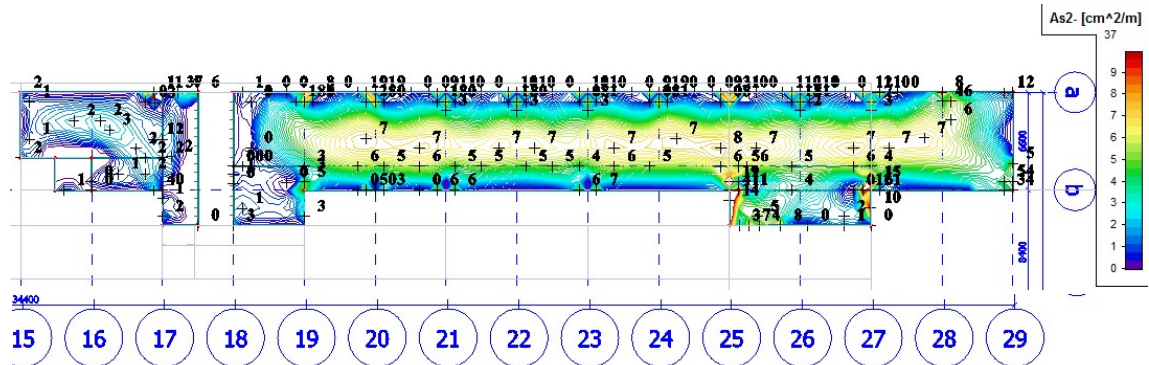
SMJER Y – gornja zona za CO1 GSN s temperaturnim djelovanjem u (cm²/m')



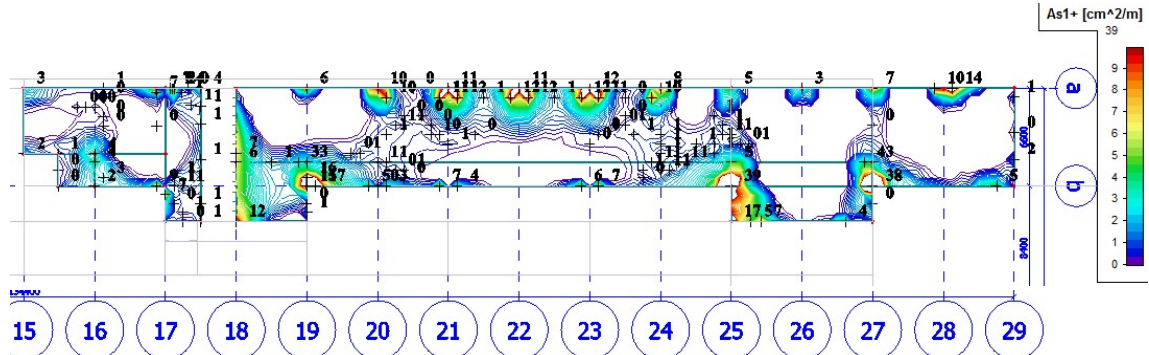
SMJER X – donja zona za CO6 GSN s djelovanjem prednapinjanja(cm²/m')



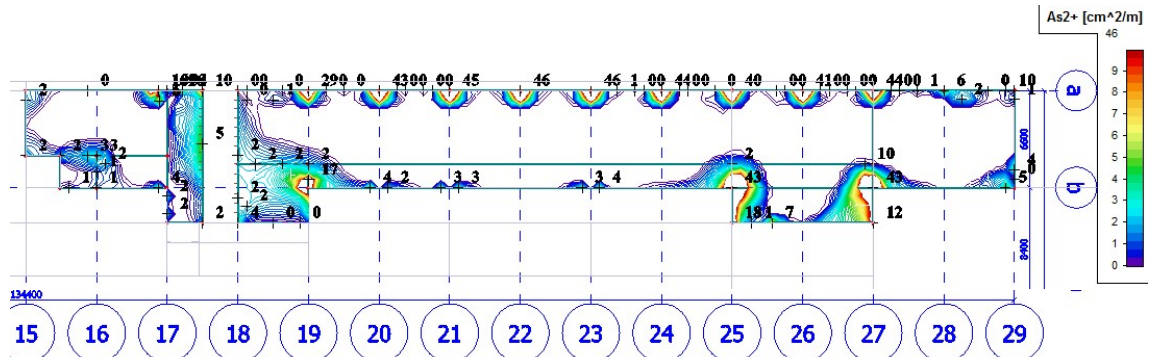
SMJER Y – donja zona za CO6 GSN s djelovanjem prednapinjanja(cm²/m')



SMJER X – gornja zona za CO6 GSN s djelovanjem prednapinjanja(cm²/m')



SMJER Y – gornja zona za CO6 GSN s djelovanjem prednapinjanja(cm²/m')



Minimalna armatura ploče :

$A_{s,min}=0,0013 \times b \times d = 0,0013 \times 20 \times 100 = 2,6 \text{ cm}^2/\text{m}$

ODABRANA ARMATURA

- U ovom poglavlju dati su konačni rezultati dimenzioniranja ploče i to za sljedeće slučajeve:
 - o CO1- Granično stanje nosivosti sa djelovanjima temperature
 - o CO6- Granično stanje nosivosti s djelovanjem prednapinjanja te bez djelovanja temperature,

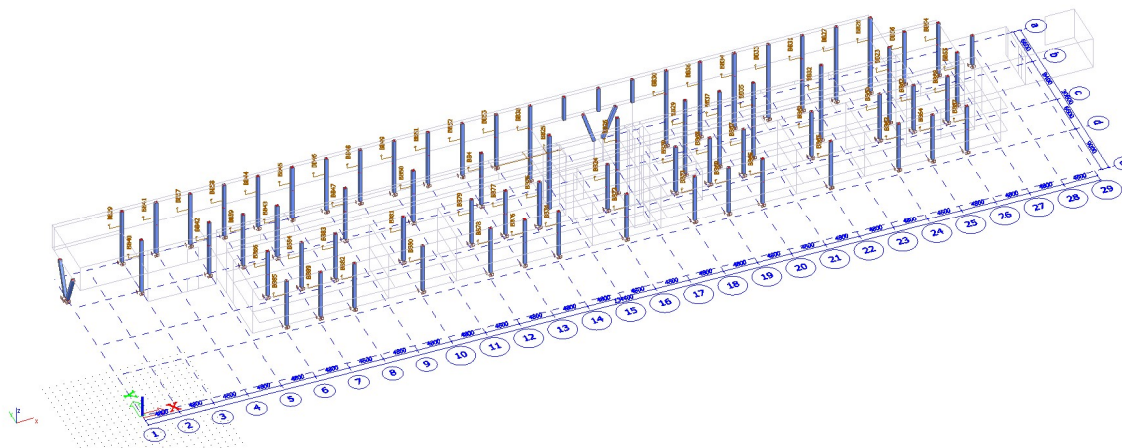
te je dat izračun minimalne i maksimalne potrebne količine armature za ploče.

Ploče armirati sukladno pravilima struke, poštujući sve gore navedene potrebne količine iz pojedinačnih slučajeva na način da se u formi anvelope promatra maksimalna vrijednost.

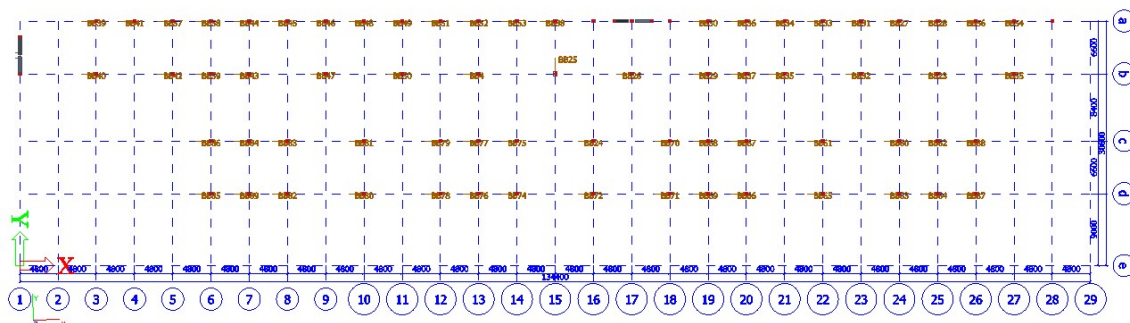
5 DIMENZIONIRANJE STUPOVA

Stupovi su pravokutnog poprečnog presjeka dimenzija 40/40cm i 40/60cm. Stupovi su raspoređeni na rasteru konstrukcije od 4,8m i 9,6m u x smjeru, te 6,6m u y smjeru. Na sjevernoj strani građevine između osi a i b te osi 16 i 18 nalaze se V stupovi pravokutnog presjeka dimenzija 40/40cm. Stupovi su u razini međukatnih konstrukcija, te su upeti u temeljne stope. Zaštitni sloj je 25 mm sa svih strana. Time je zadovoljen kriterij XC1. Beton za izradu elemenata je C30/37.

Prikaz AB stupova



Tlocrtna dispozicija stupova



Dimenzioniranje se provodi za kombinaciju graničnog stanja nosivosti CO4 (GSN s umanjnim korisnim djelovanjem za 20% zbog simulacije korisnog djelovanja po šahovskim poljima) i dinamičku potresnu kombinaciju CO3.

Karakteristike materijala

Beton C 30/37

$$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2; f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20,00 \text{ MPa} = 2,00 \text{ kN/cm}^2$$

Armatura B 500 B

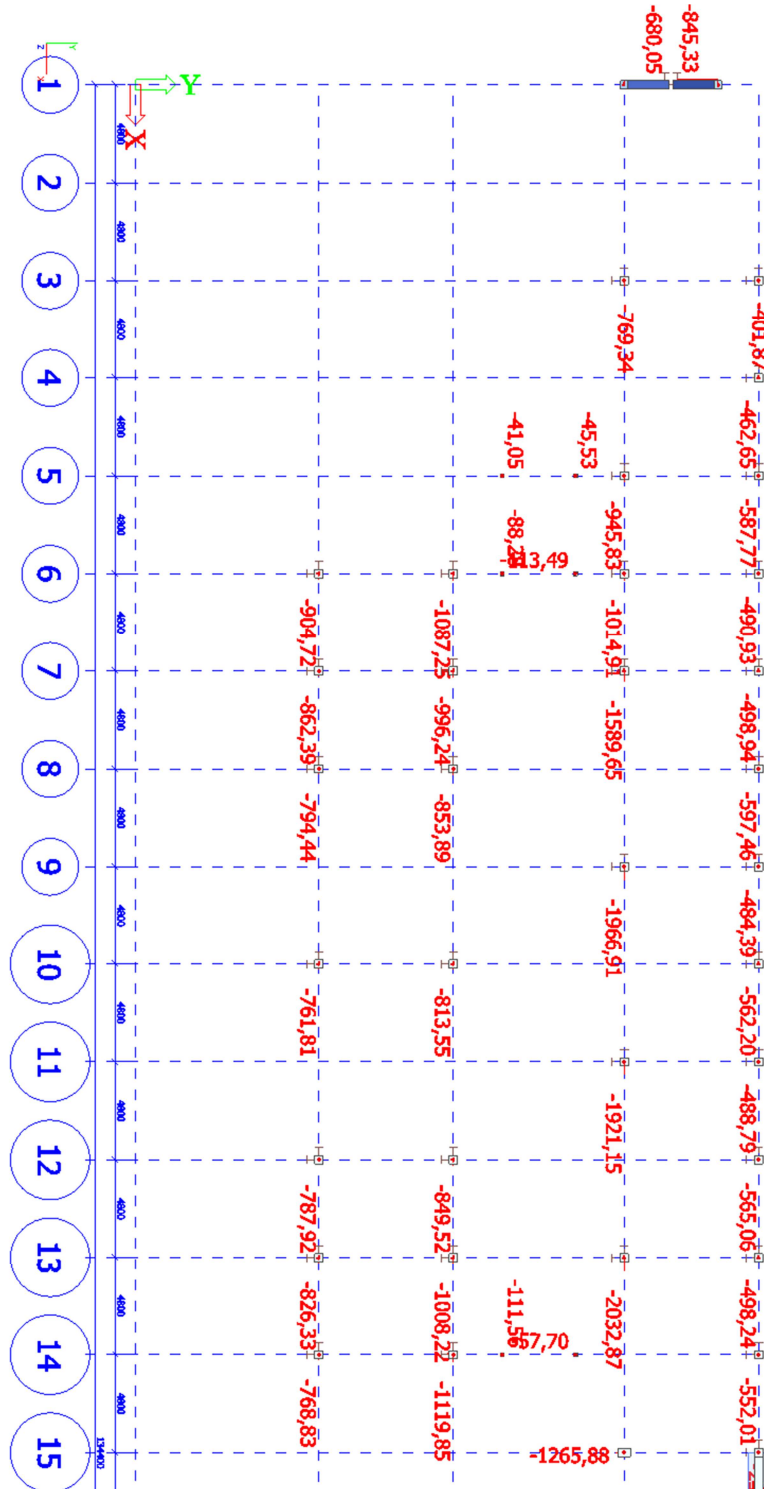
$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2; f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434,78 \text{ MPa} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

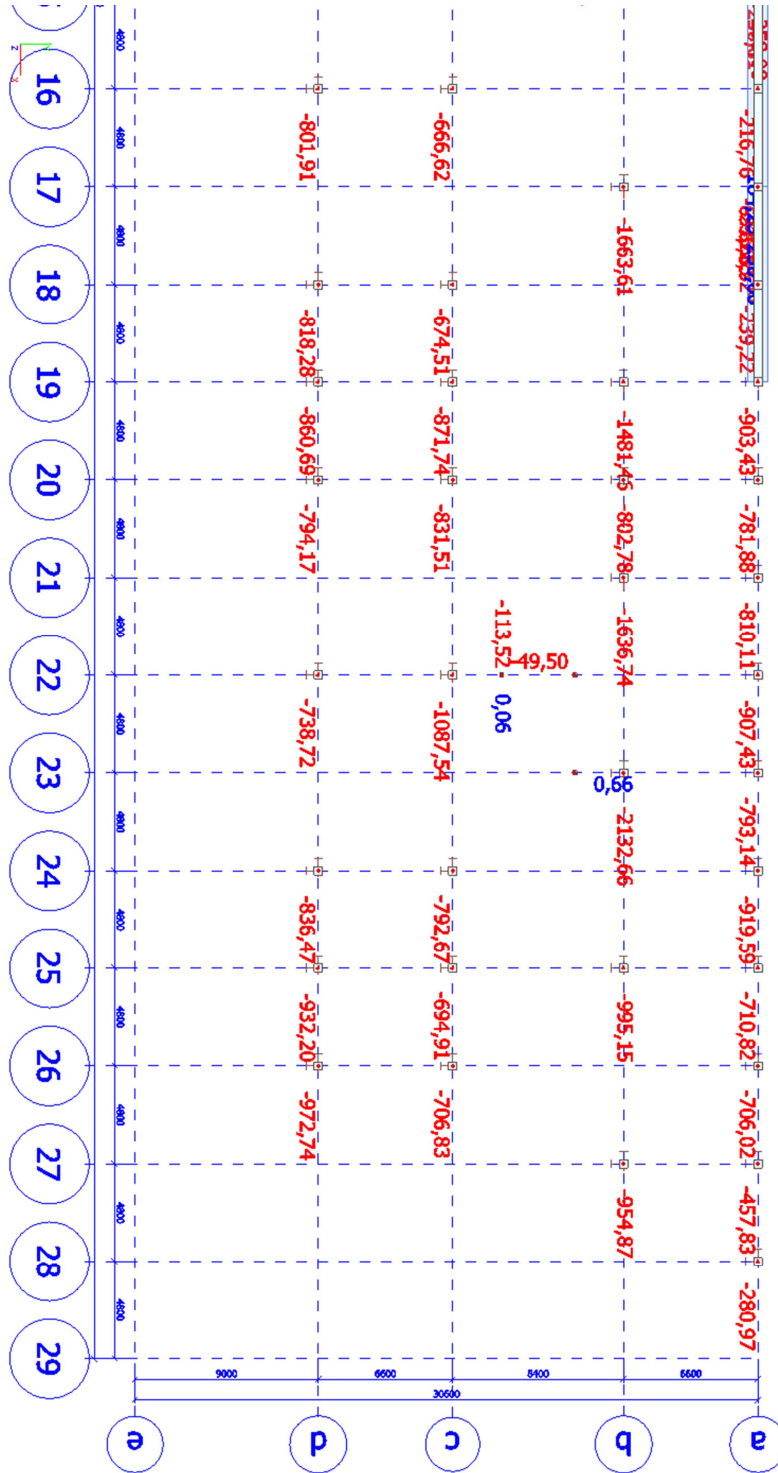
Ukoliko je proračunom dobivena količina armatura manja od proračunske armature ugrađuje se minimalna armatura.

5.1 Rezne sile

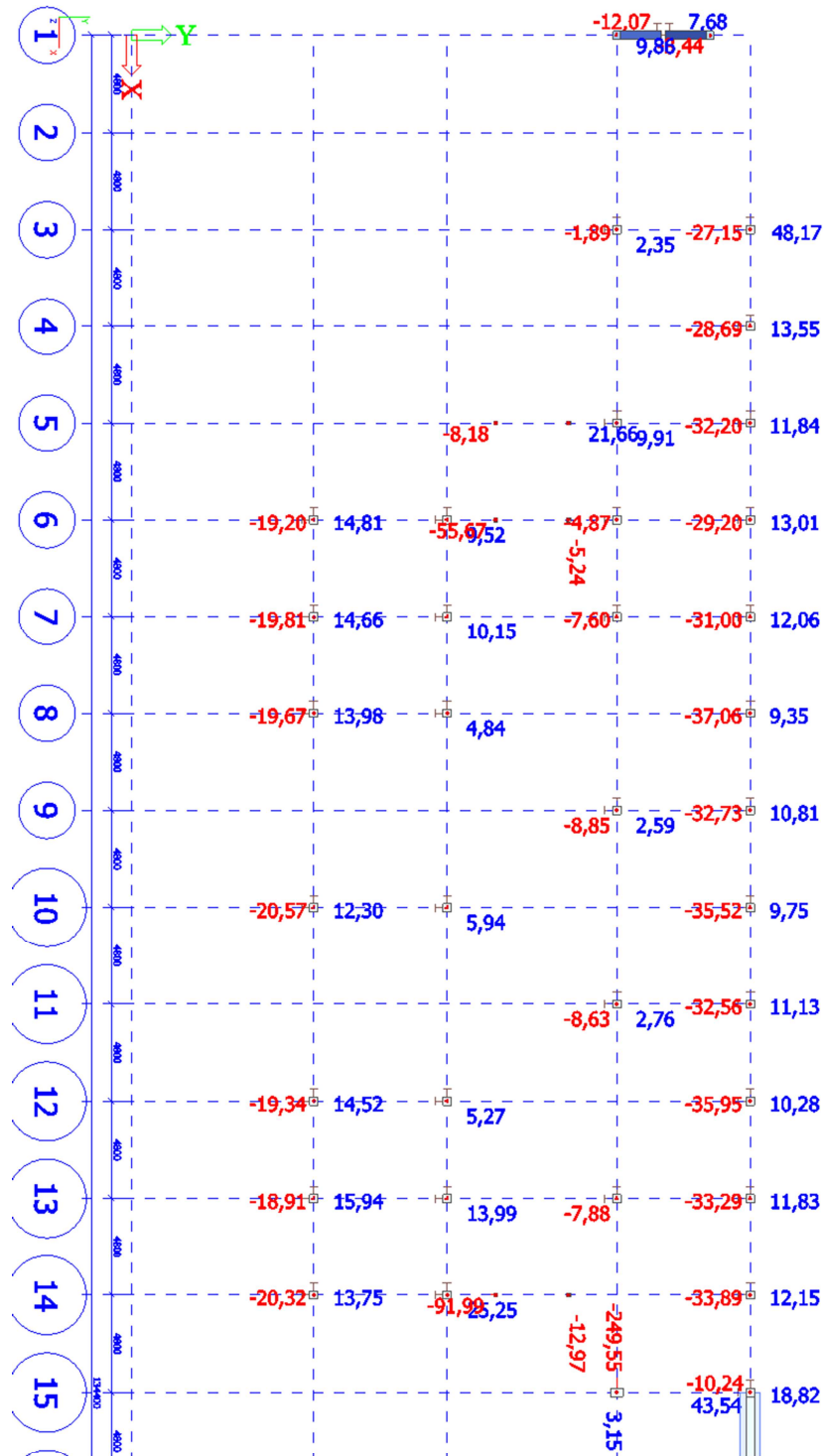
5.1.1 Kombinacija opterećenja C04 (GSN)

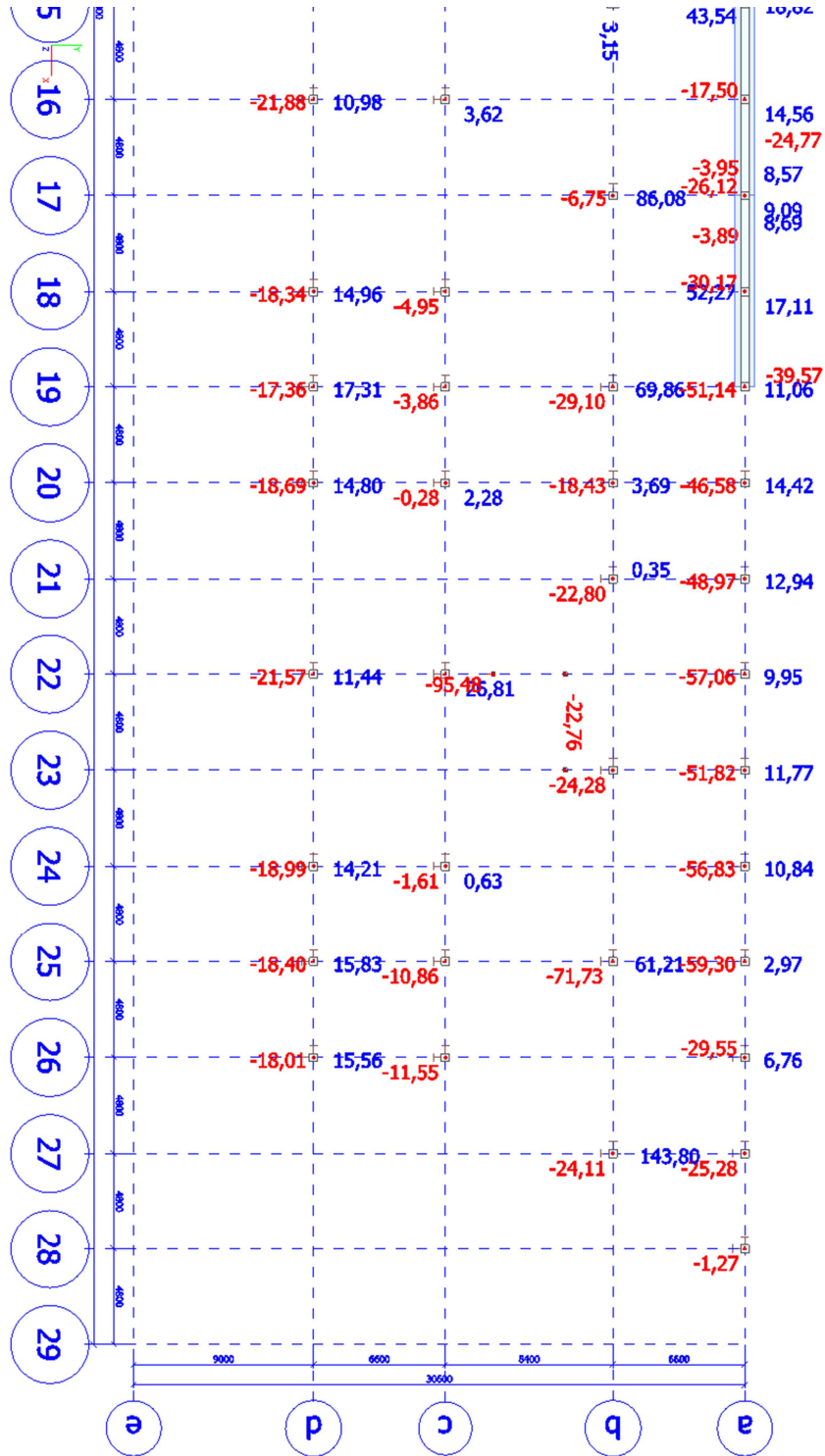
Udužna sila N (Kn)



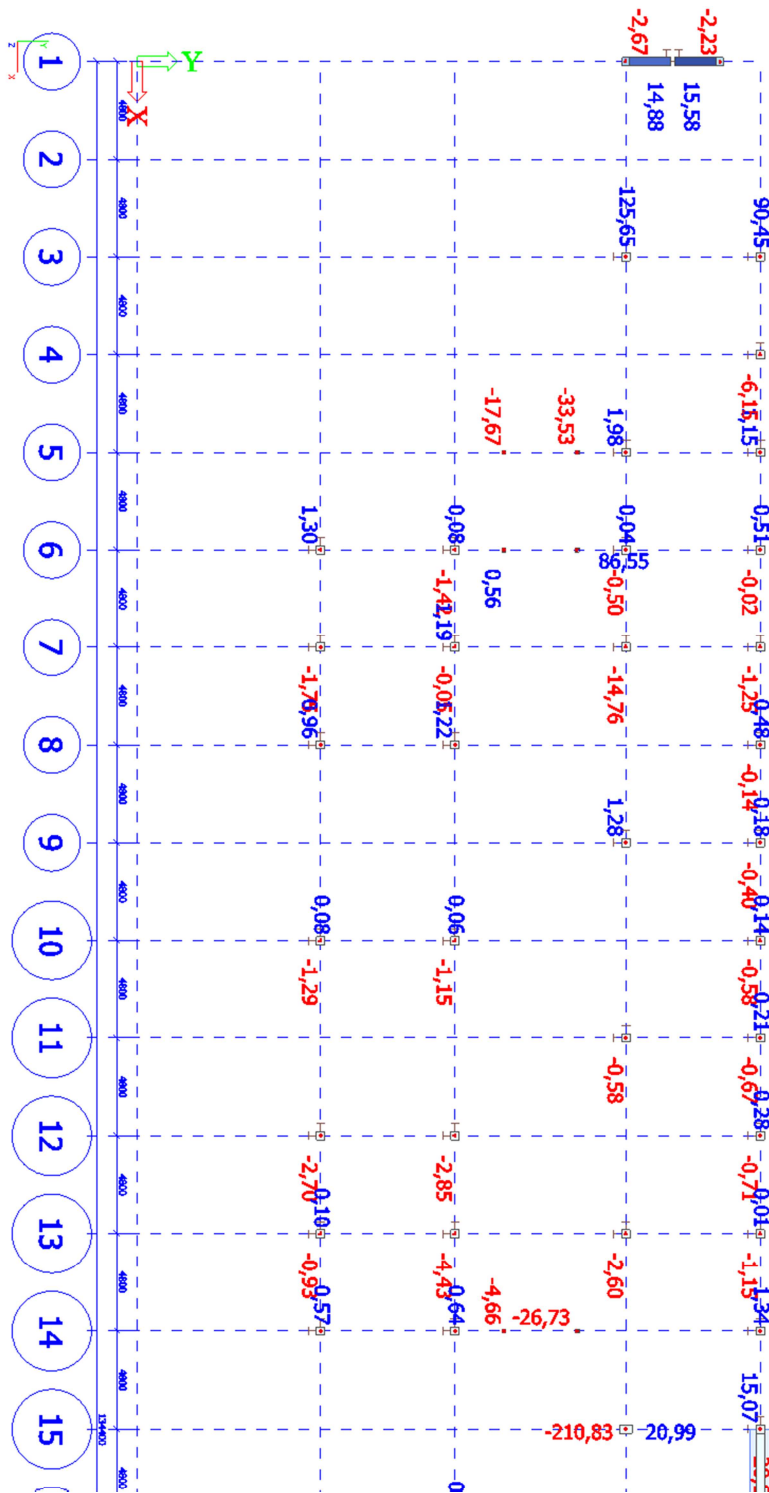


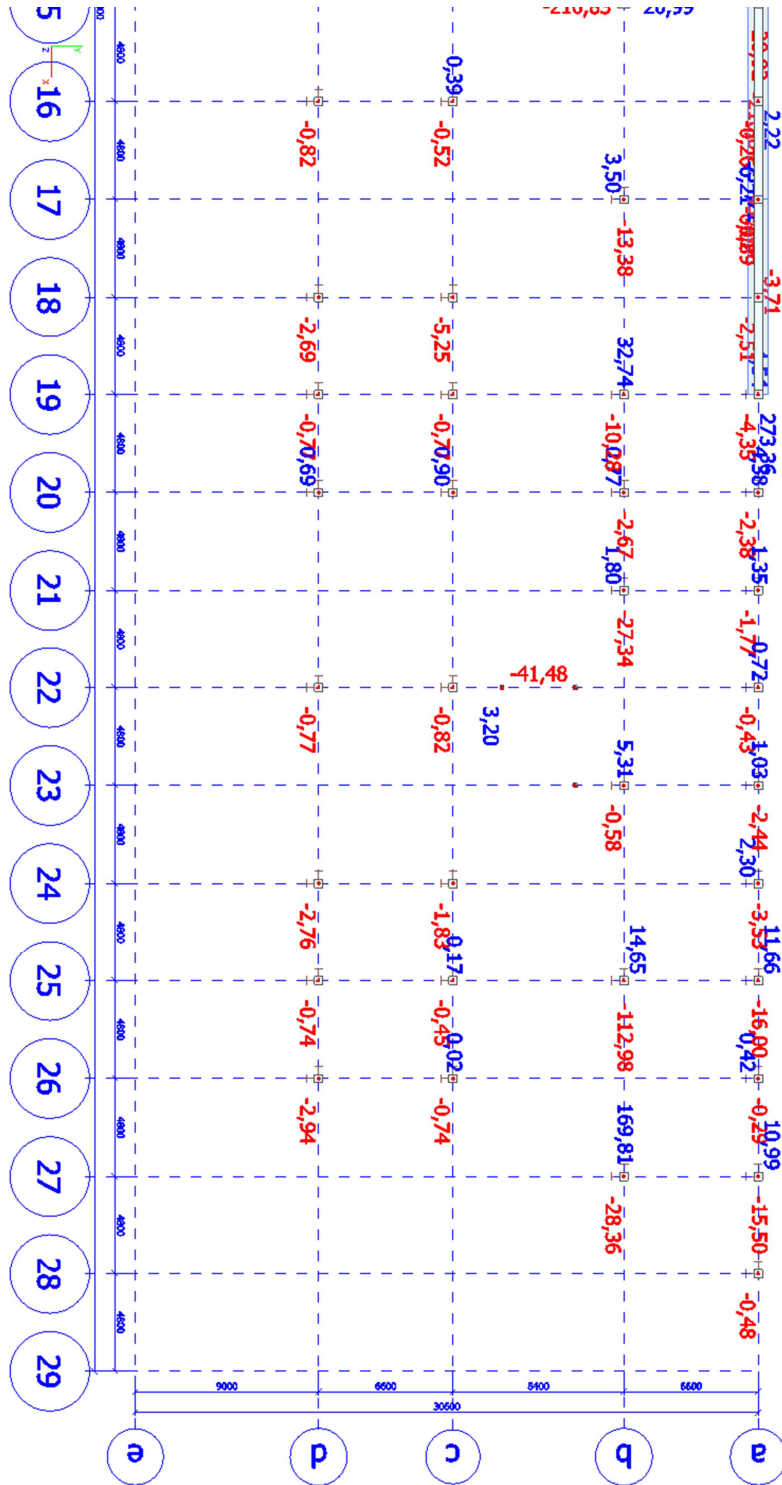
Poprečna sila Vy (kN)



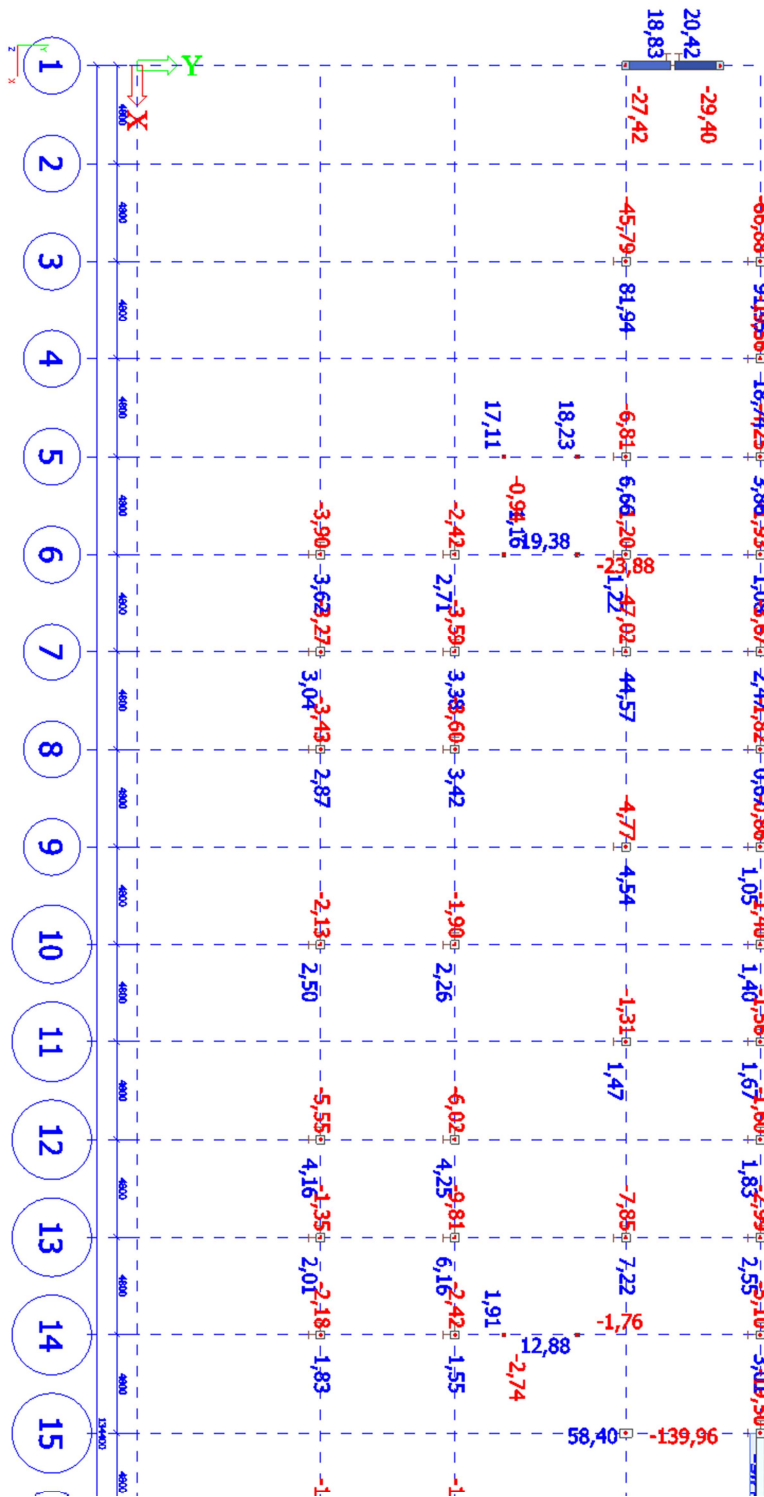


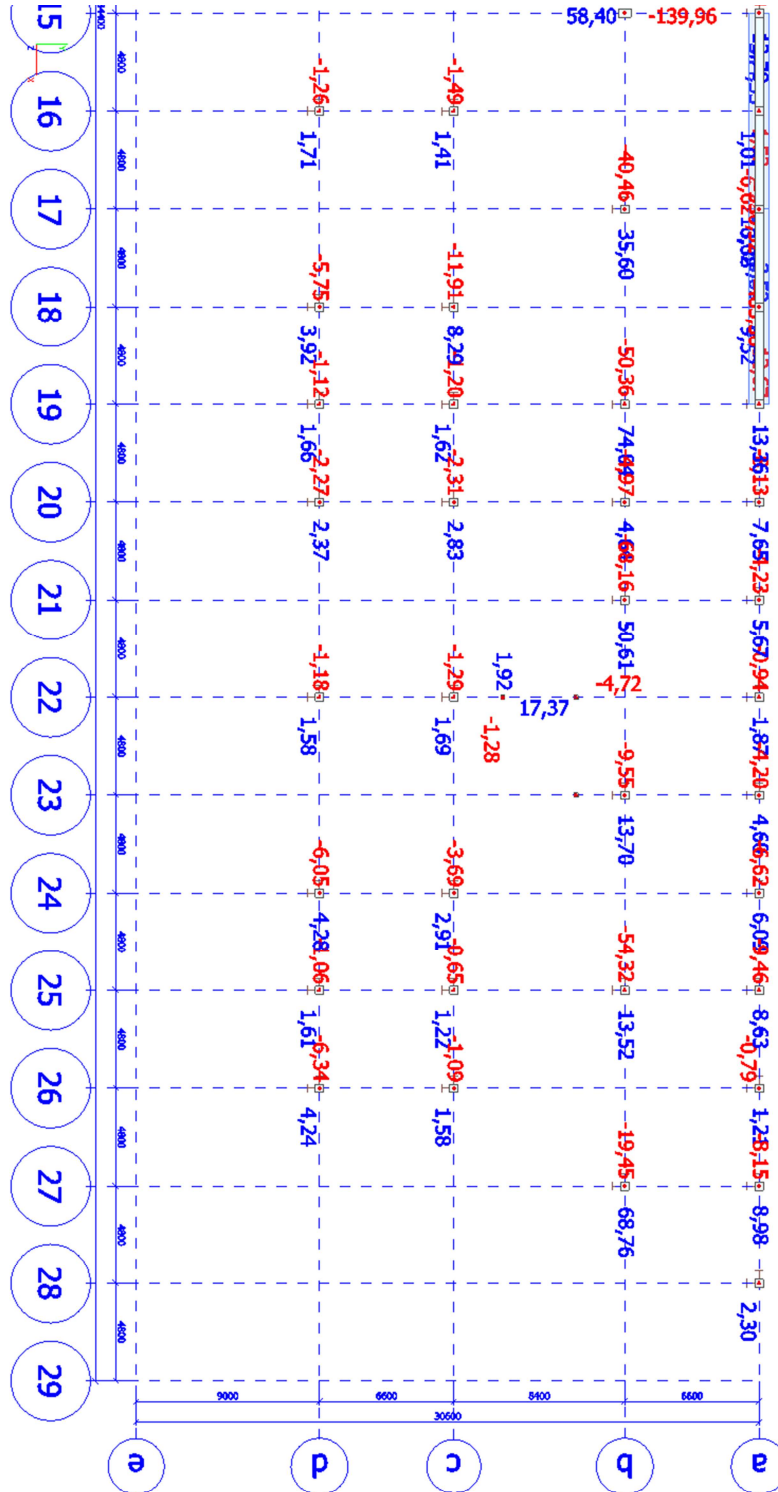
Poprečna sila Vz (Kn)



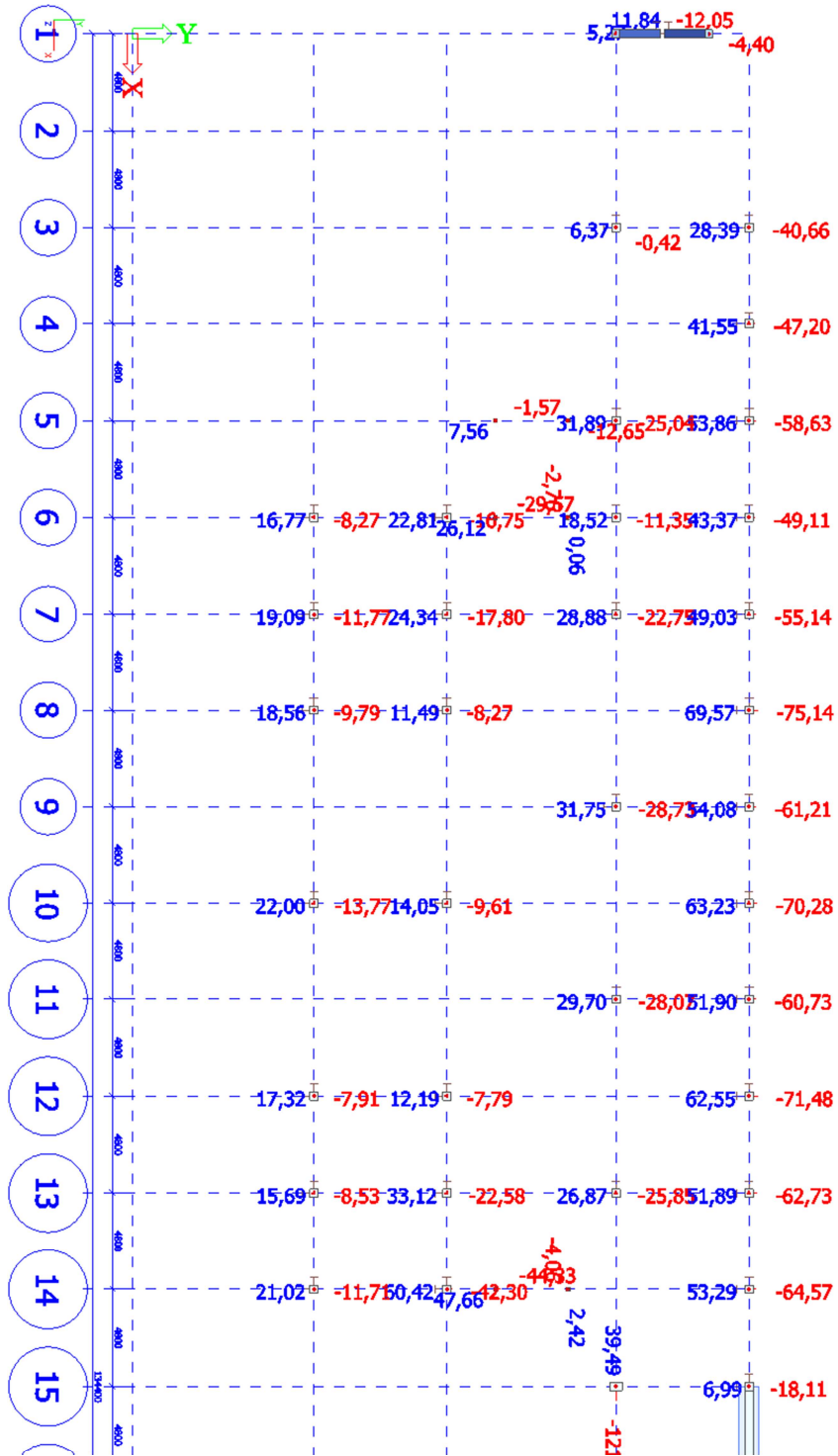


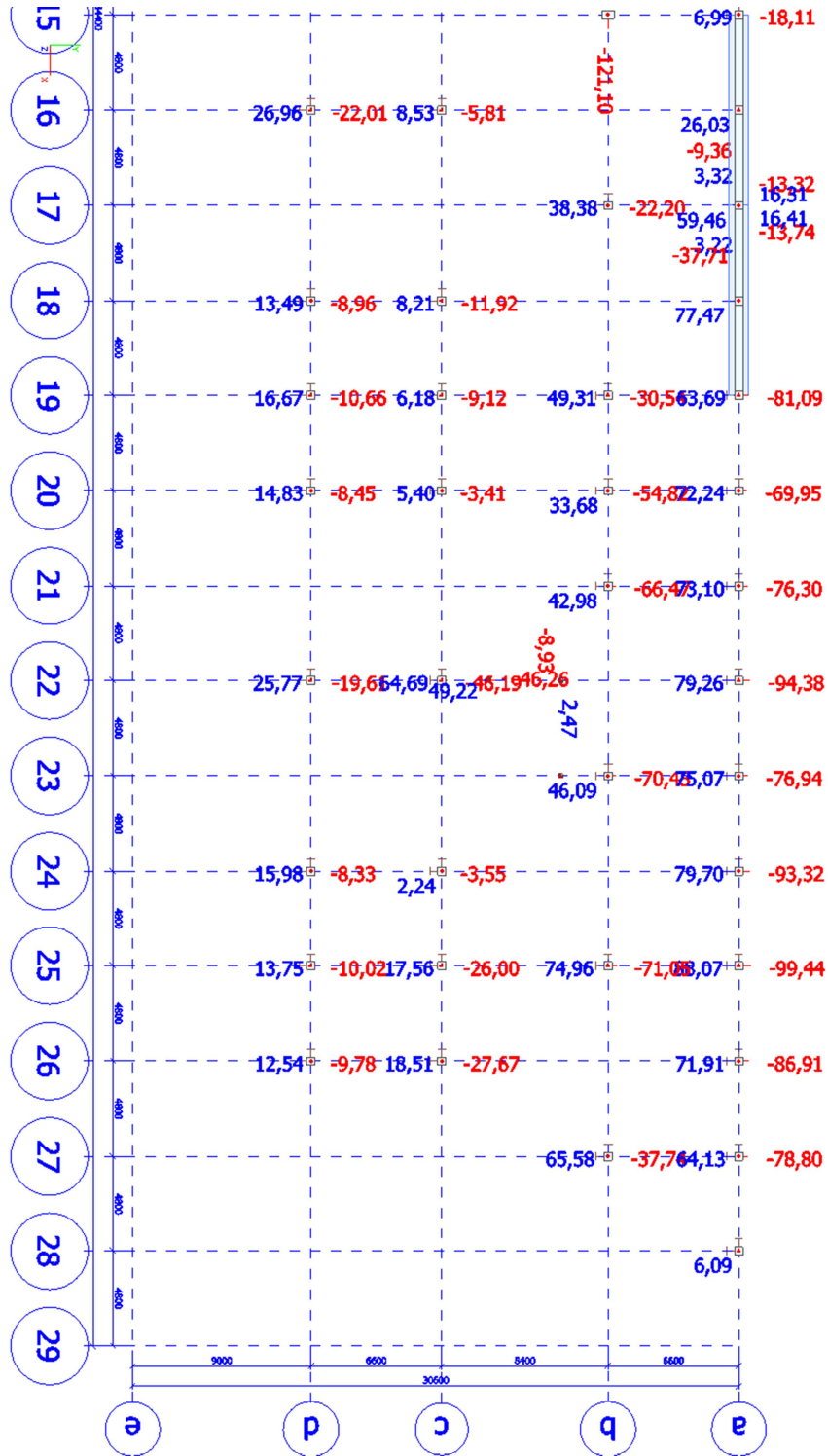
Moment savijanja My (kNm)





Moment savijanja Mz (kNm)

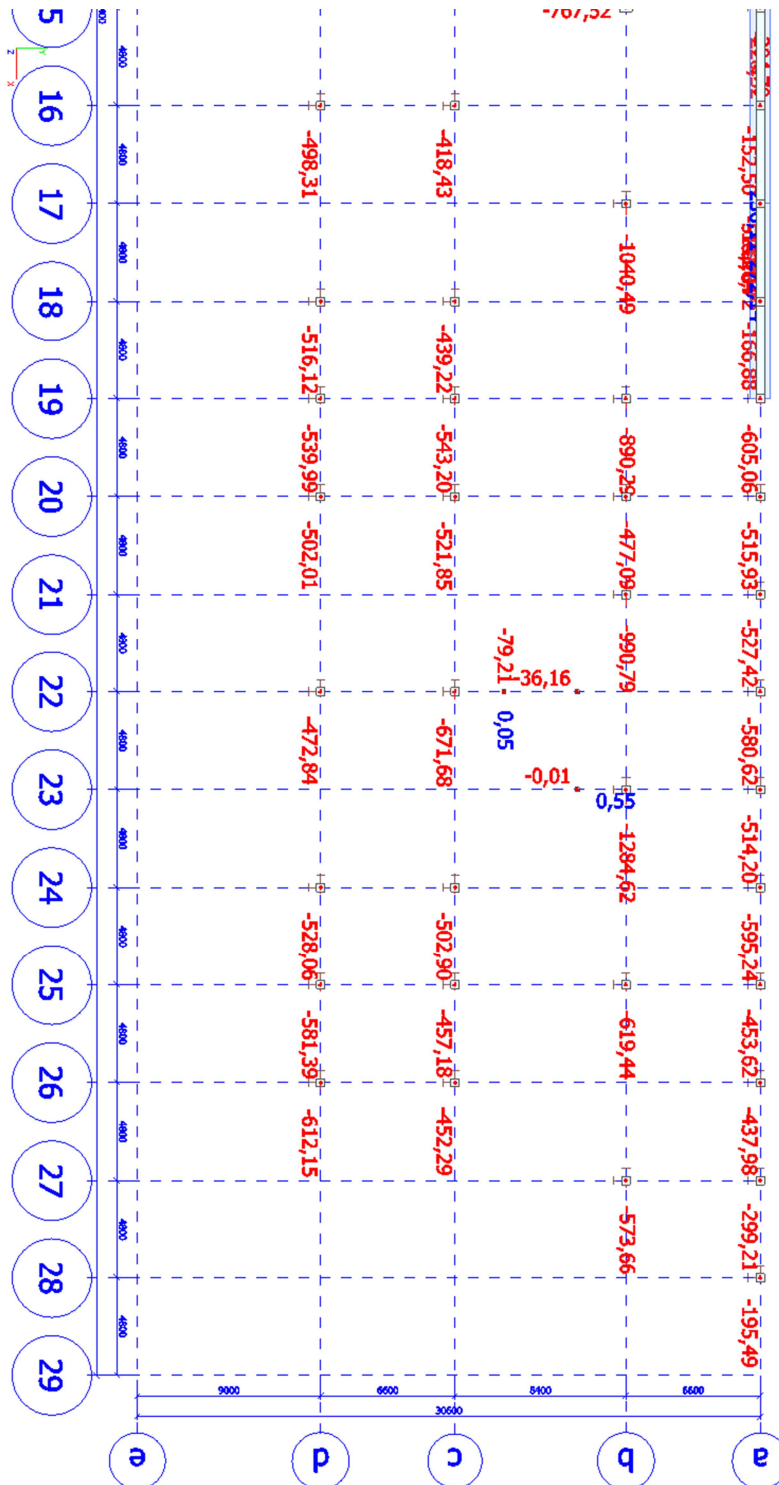




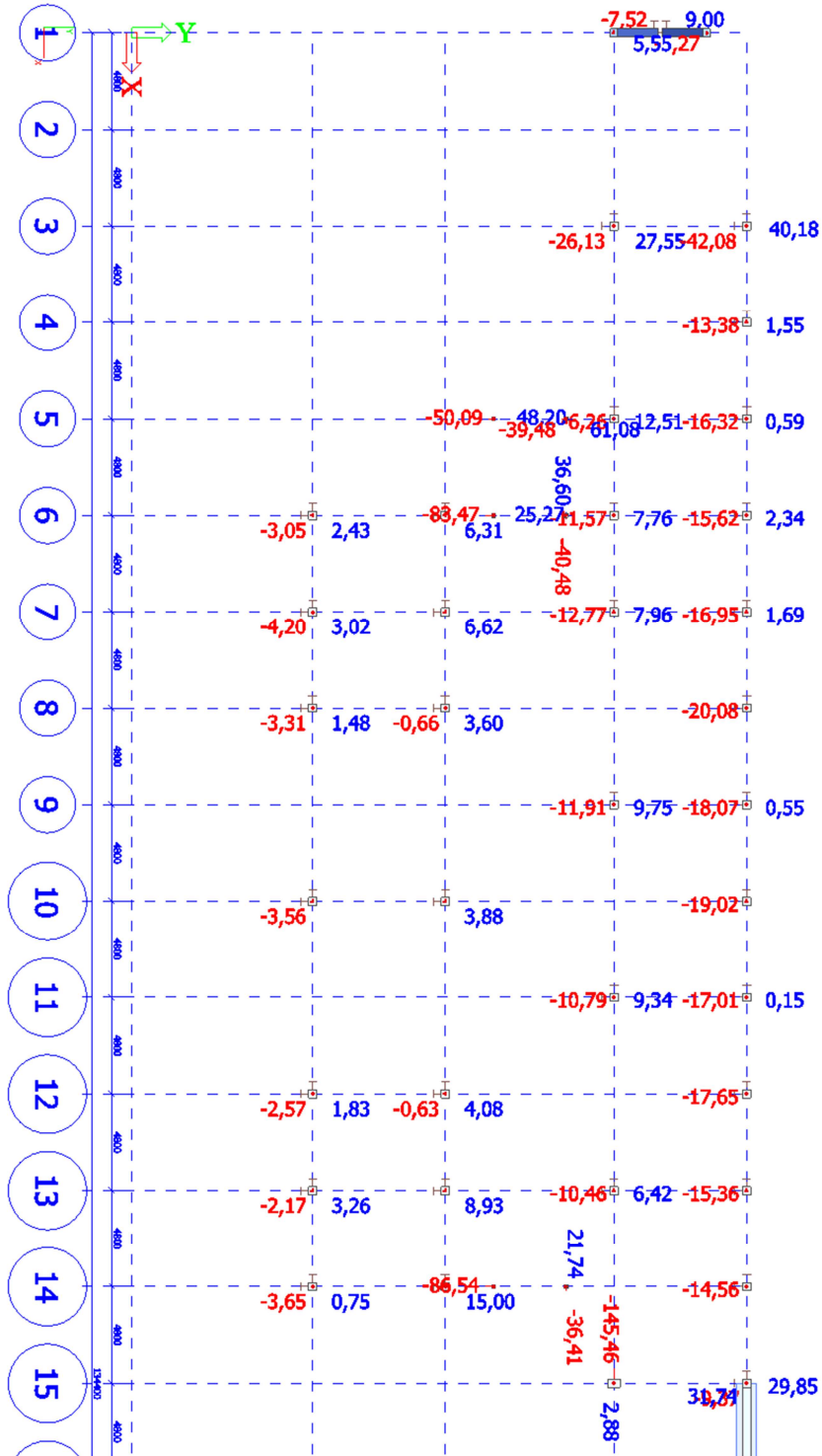
5.1.2 Potresna kombinacija opterećenja CO3

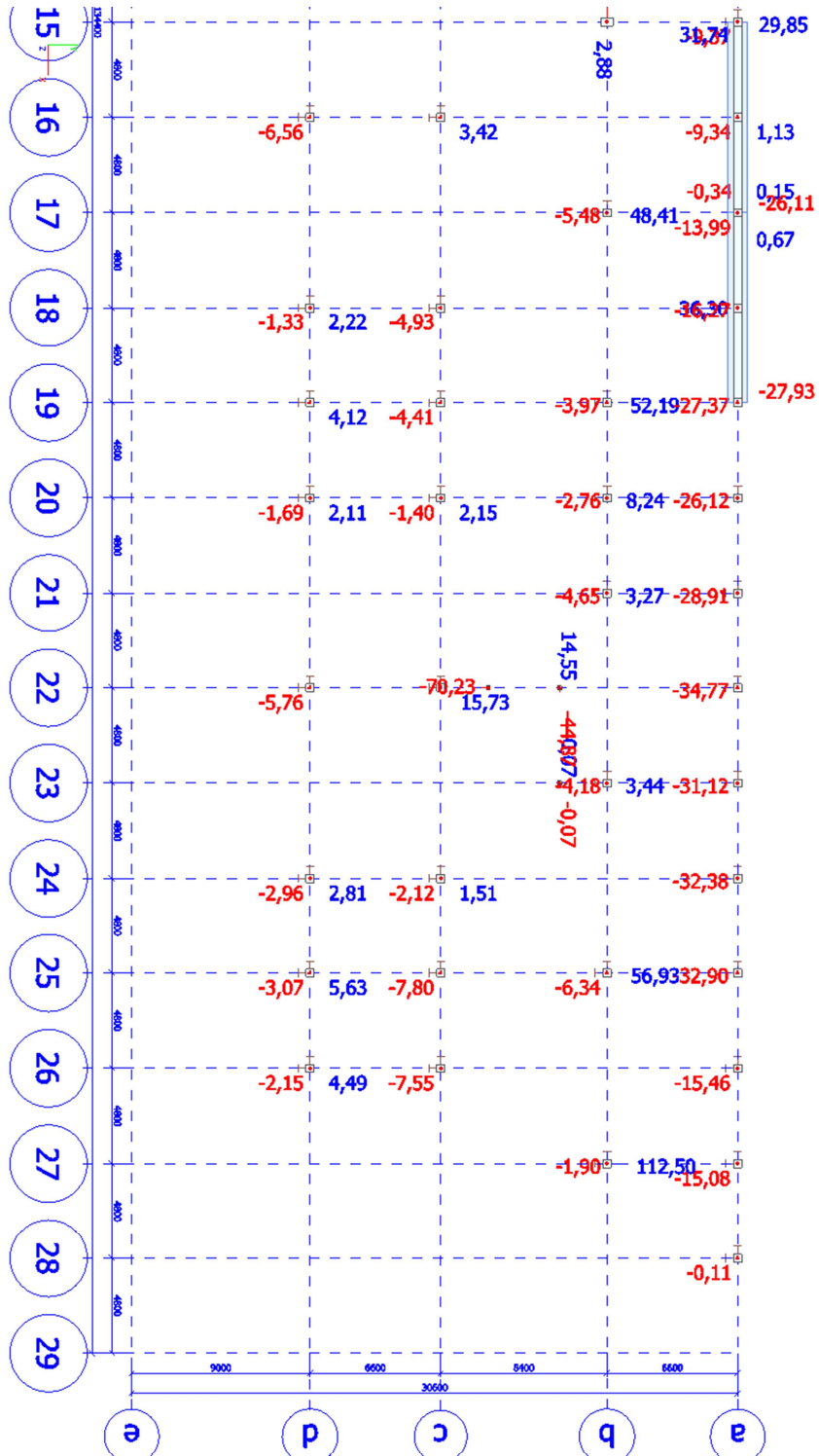
Uzdužna sila N (Kn)



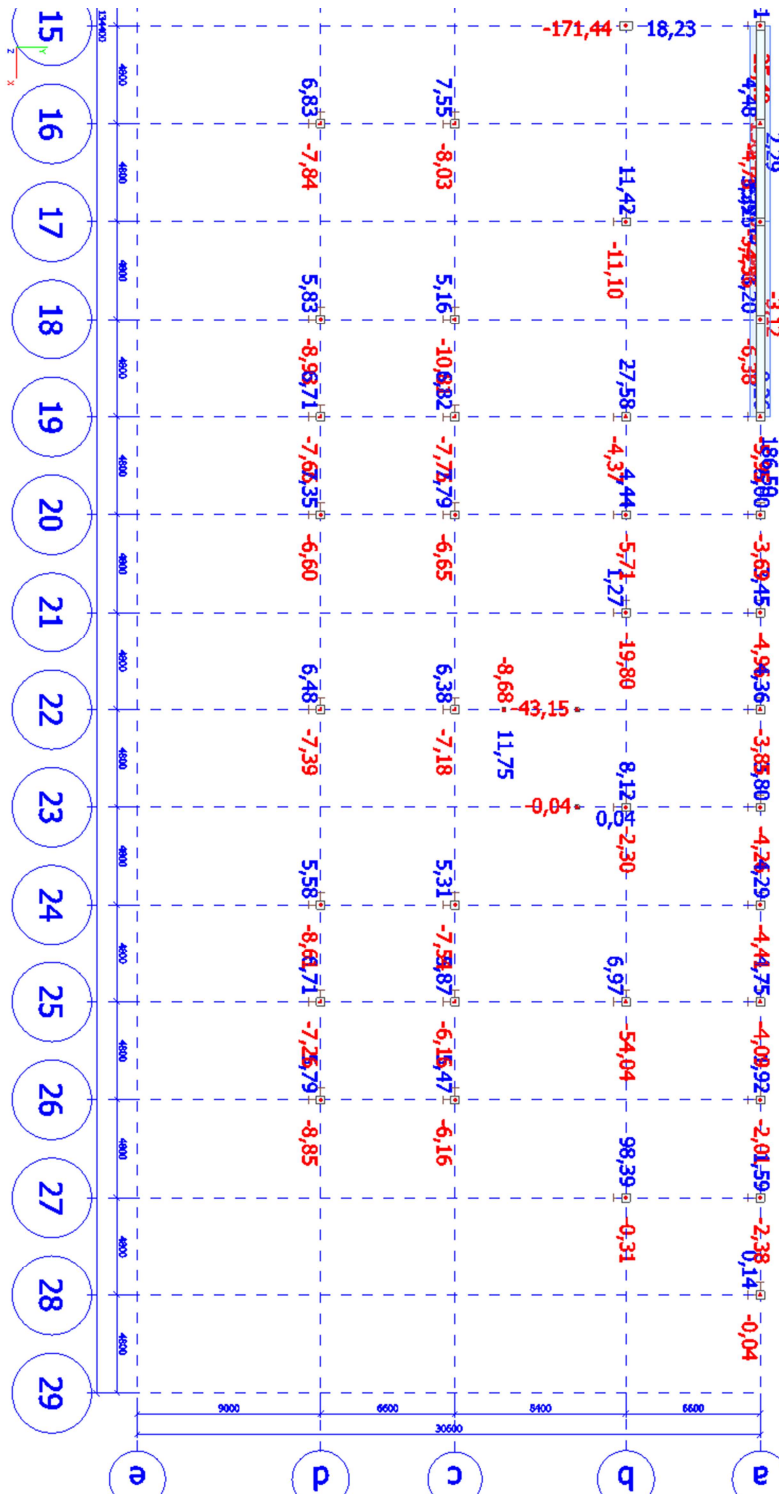


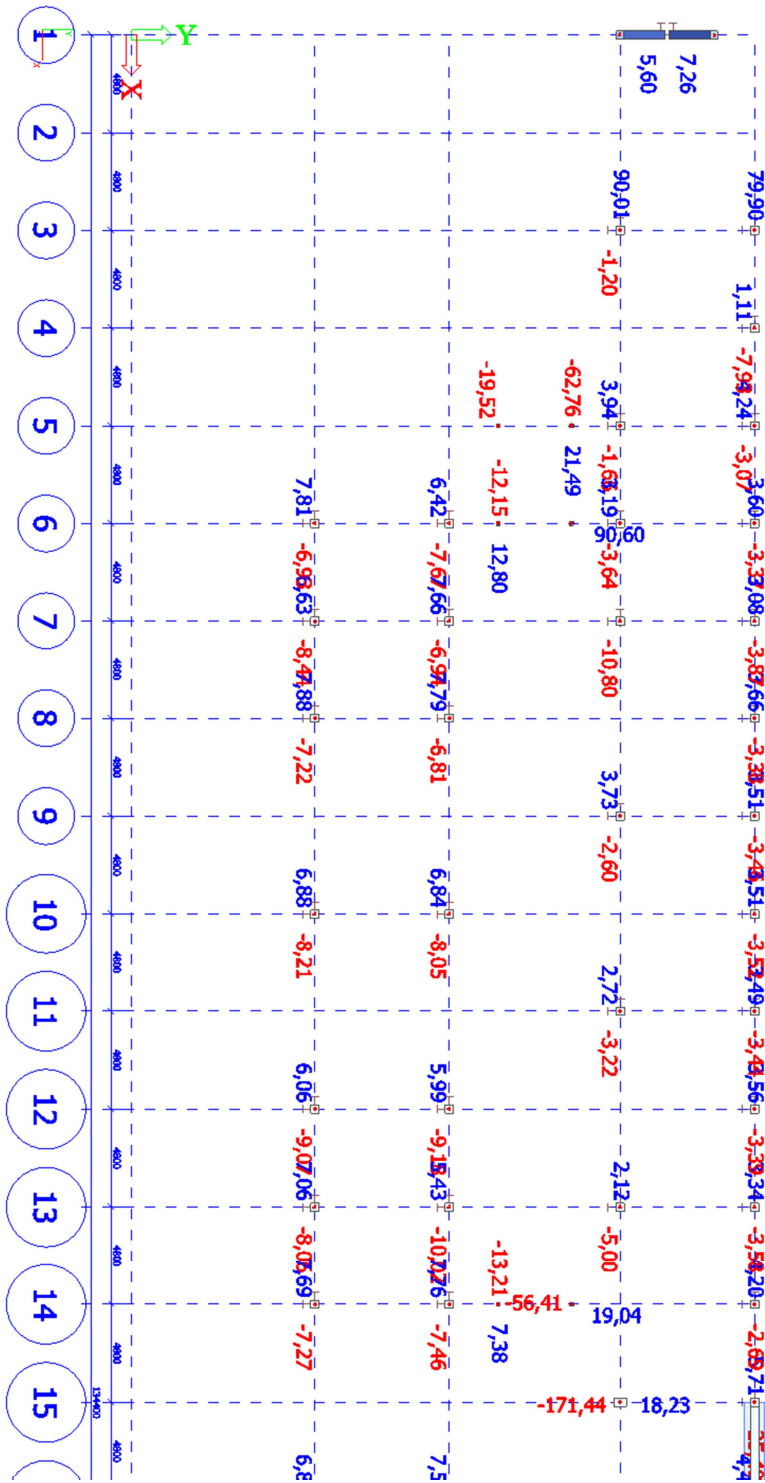
Poprečna sila Vy (Kn)



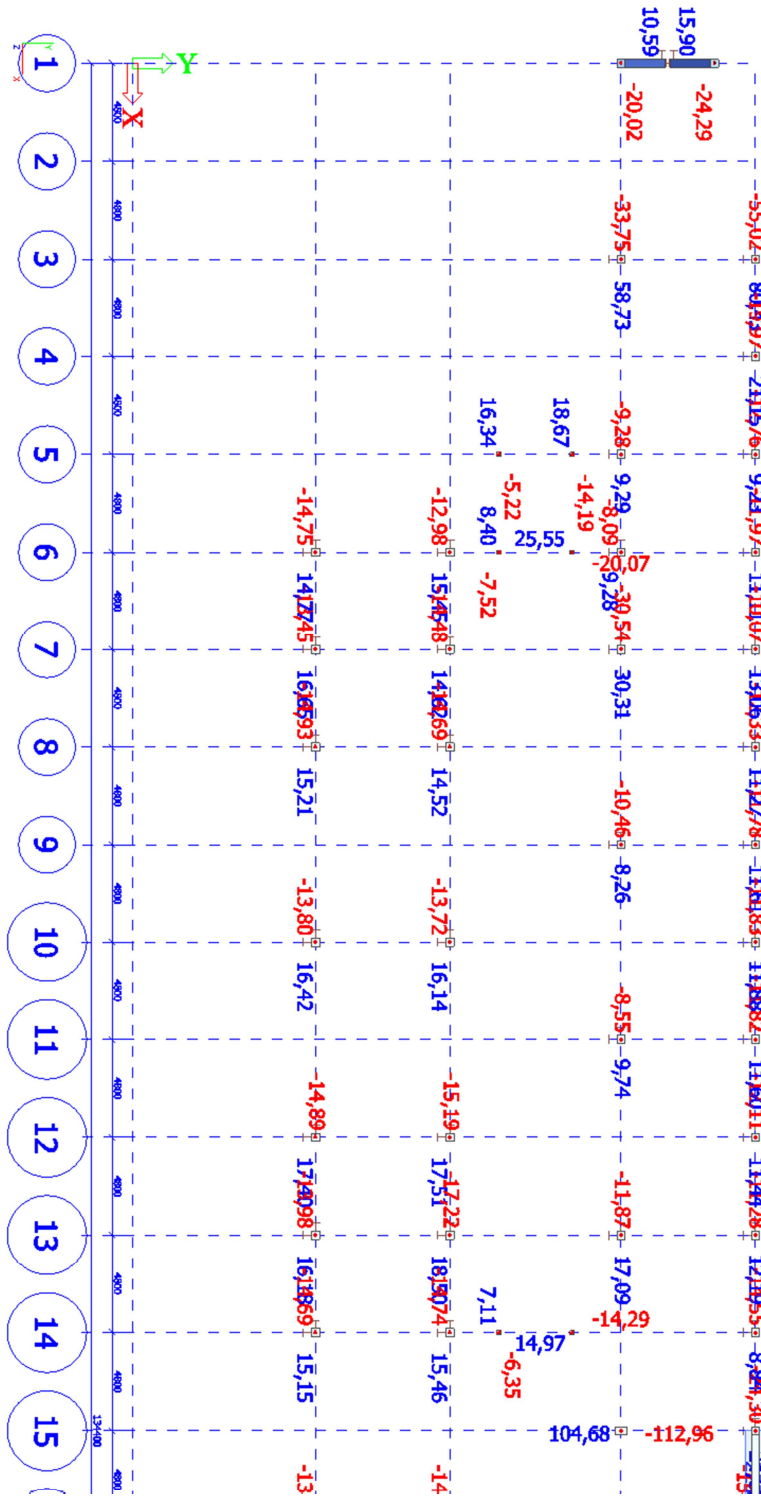


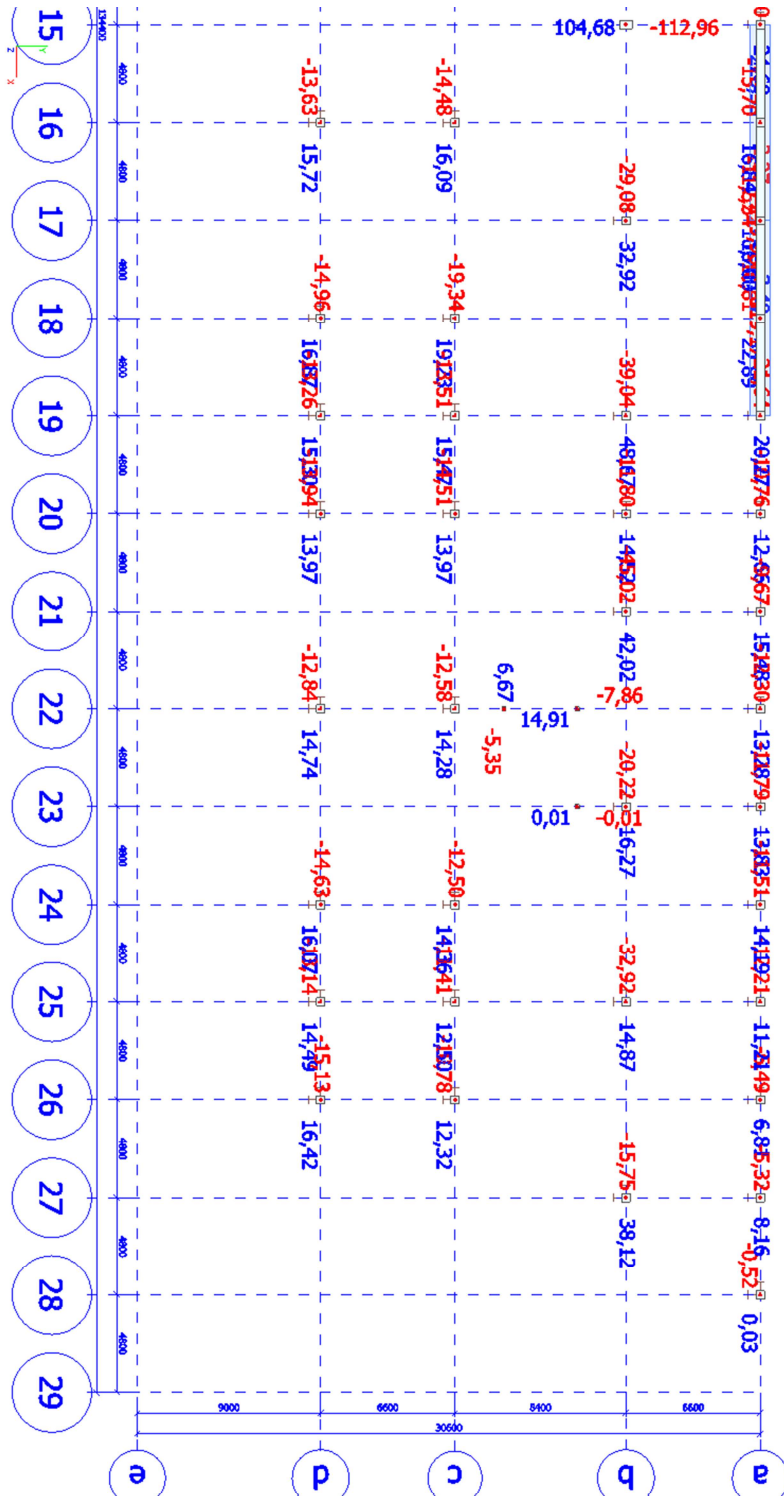
Poprečna sila Vz (Kn)



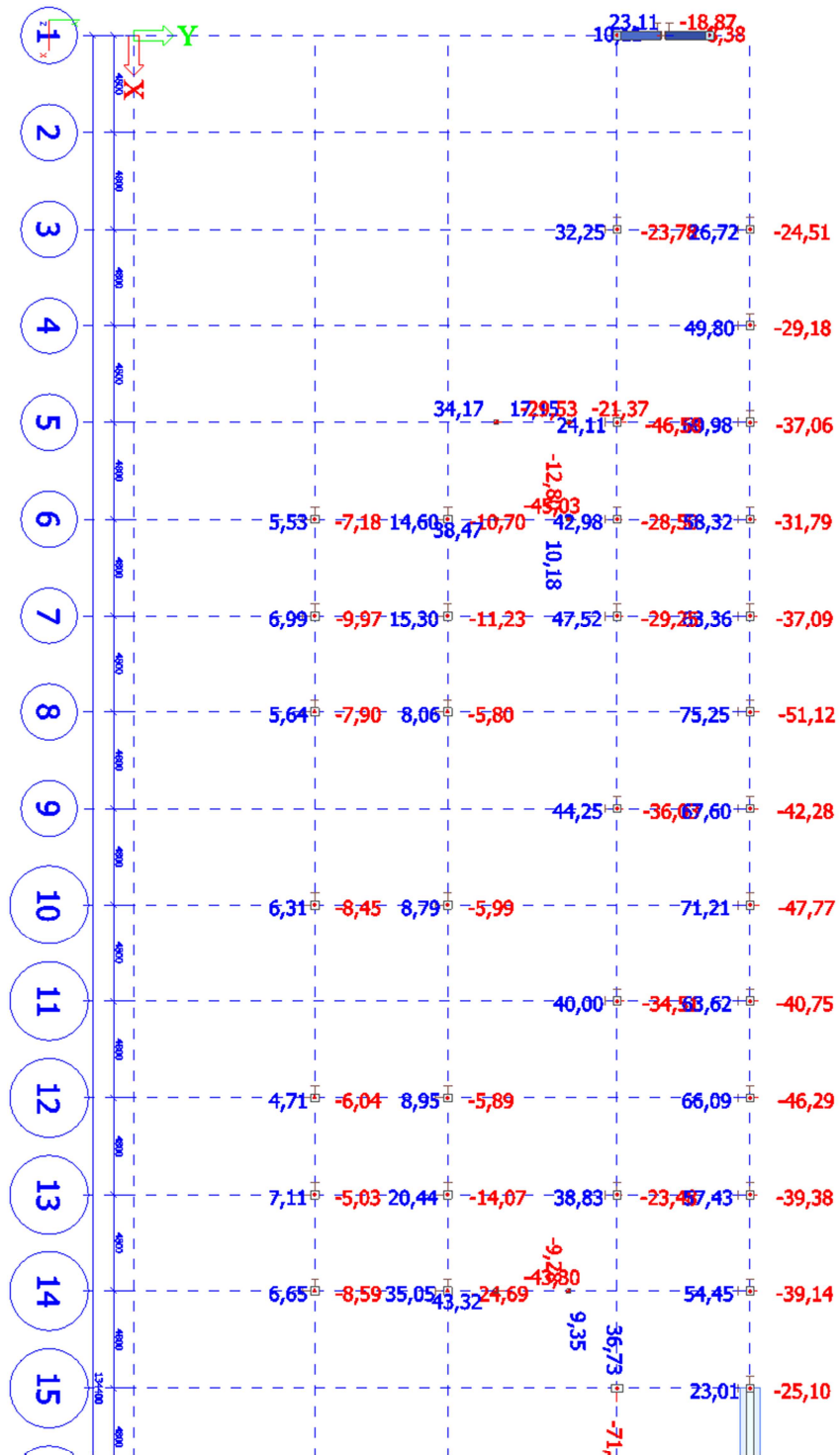


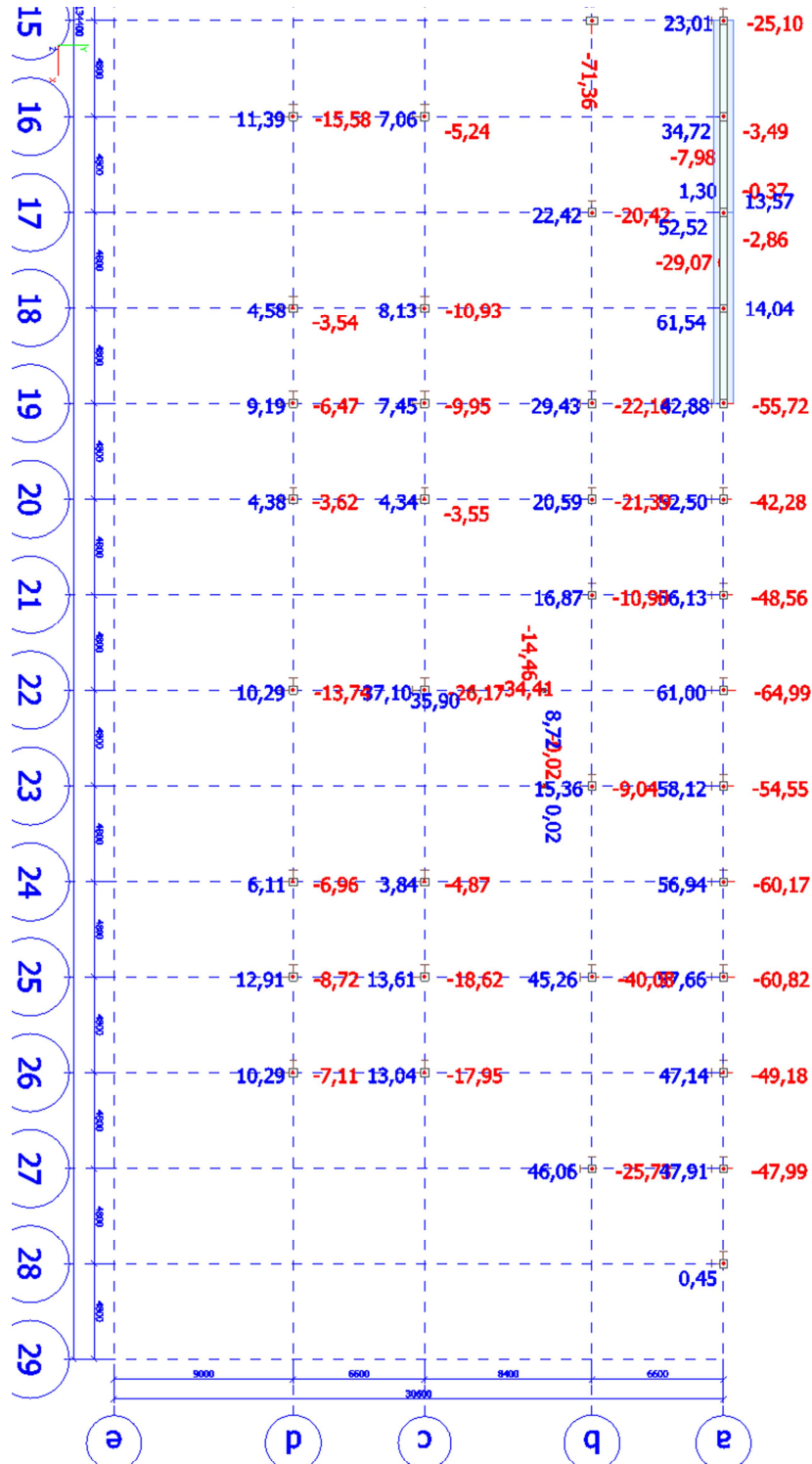
Moment savijanja My (kNm)





Moment savijanja Mz (kNm)

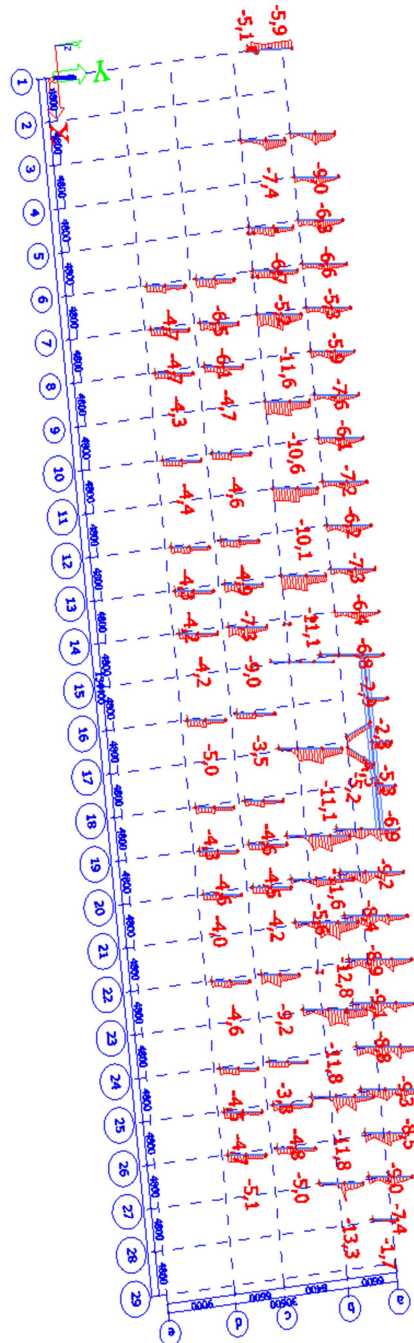




5.2 Provjera naprezanja

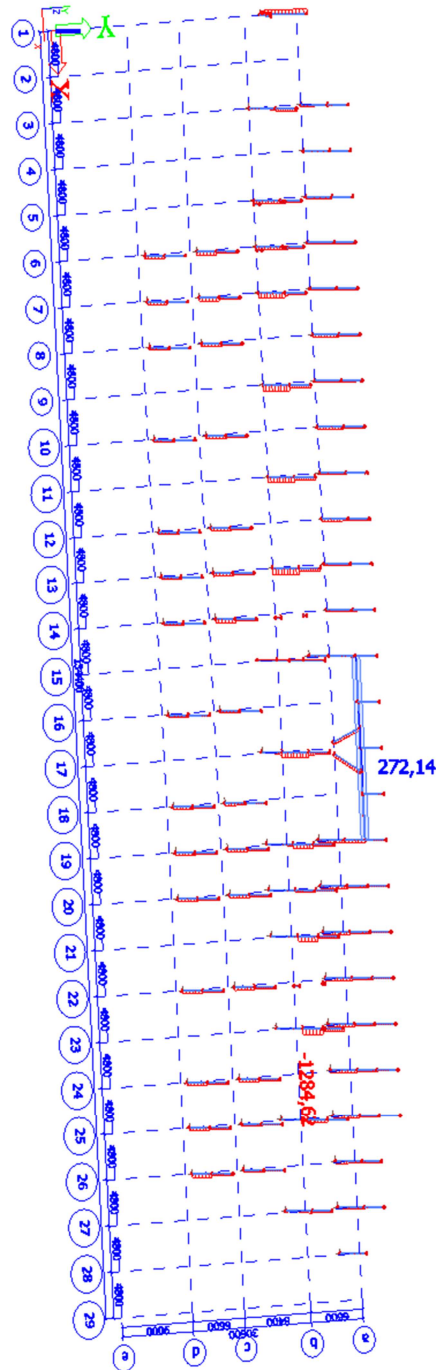
Uzdužne se pukotine mogu pojaviti ako razina naprezanja za karakterističnu kombinaciju opterećenja premaši kritičnu vrijednost. Tlačno naprezanje se ograničava na vrijednost $0,6 \cdot f_{ck}$.
Za beton razreda C30/37 ograničenje naprezanja iznosi $0,6 \cdot 30 = 18$ MPa.

Naprezanja (MPa) u stupovima za karakterističnu kombinaciju opterećenje CO2



Naprezanja u stupu ne premašuju kritičnu vrijednost naprezanja od 18 MPa

Uzdužna sila N (kN) u stupu za potresnu kombinaciju CO3



Vrijednost normalizirane uzdužne sile v_{Ed} za potresnu kombinaciju djelovanja ne smije prijeći 0,65.

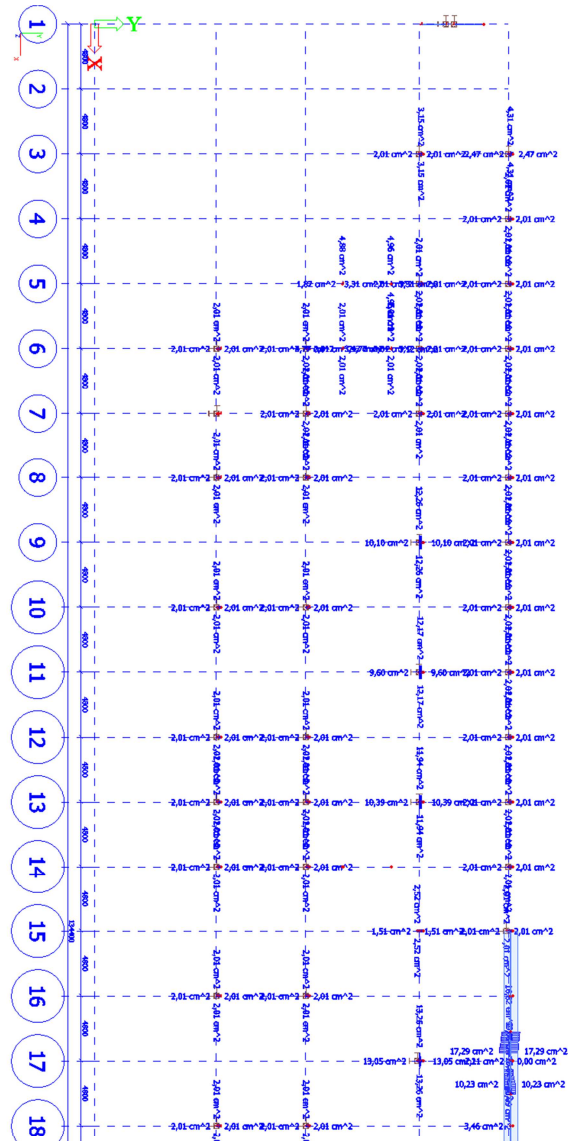
Maksimalna očitana uzdužna sila u stupu $N=1290$ kN

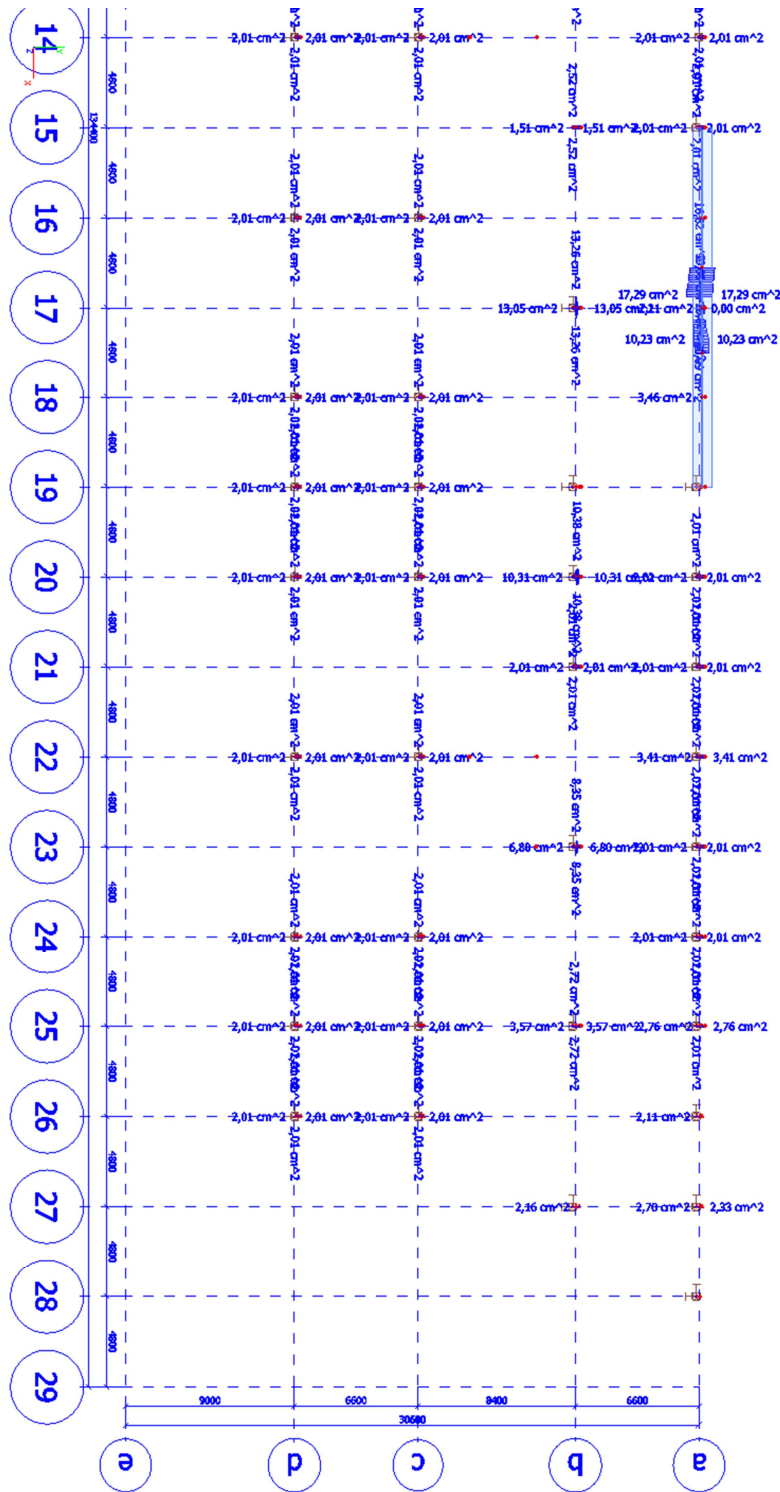
$$v_{Ed} = \frac{N_{Ed}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{1290}{400 \cdot 400 \cdot 20} \cdot 1000 = 0,4 \leq 0,65 \quad \text{Zadovoljava}$$

5.3 Proračunska armatura

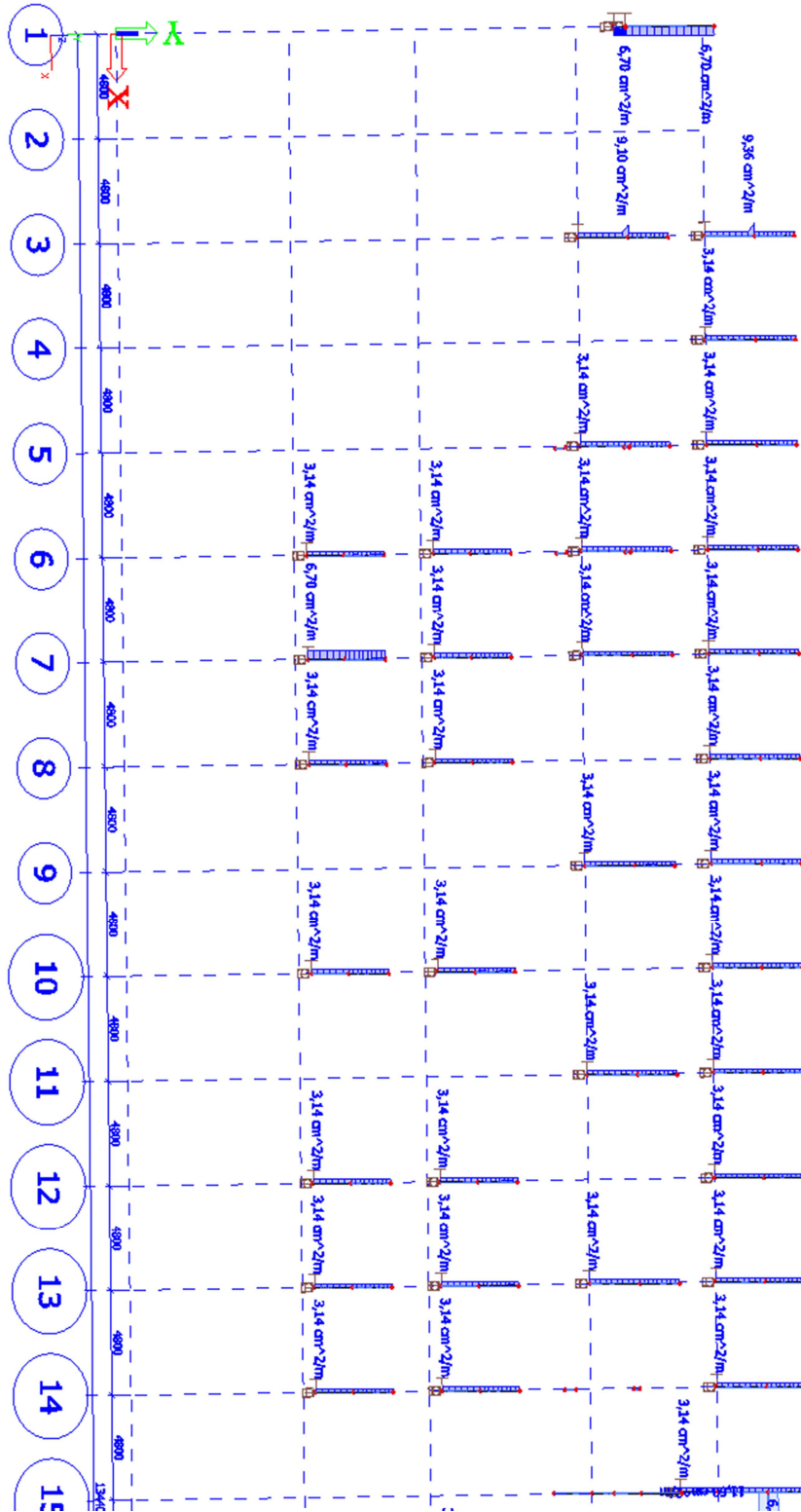
5.3.1 Kombinacija djelovanja CO4 (GSN)

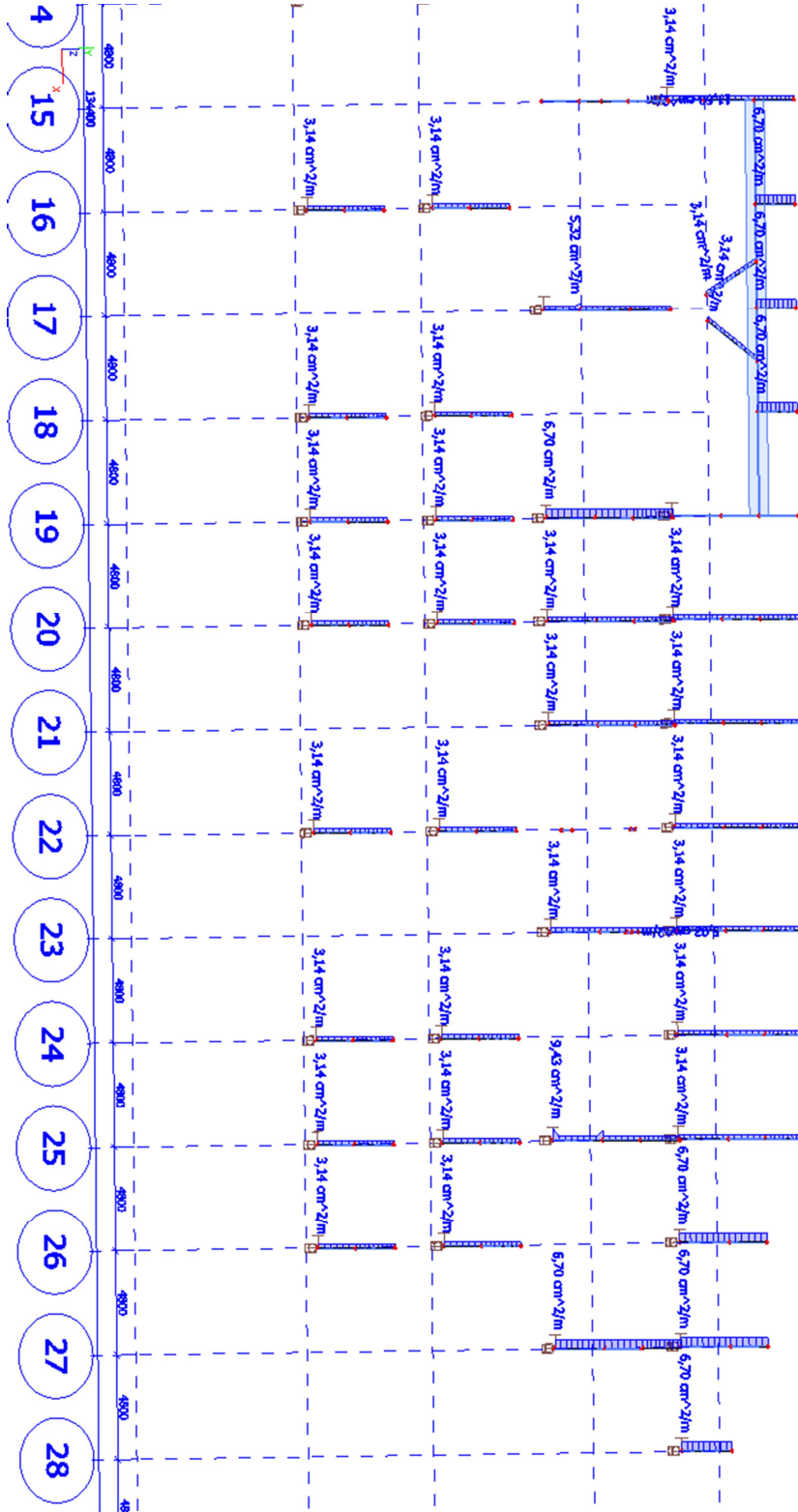
Uzdužna armatura





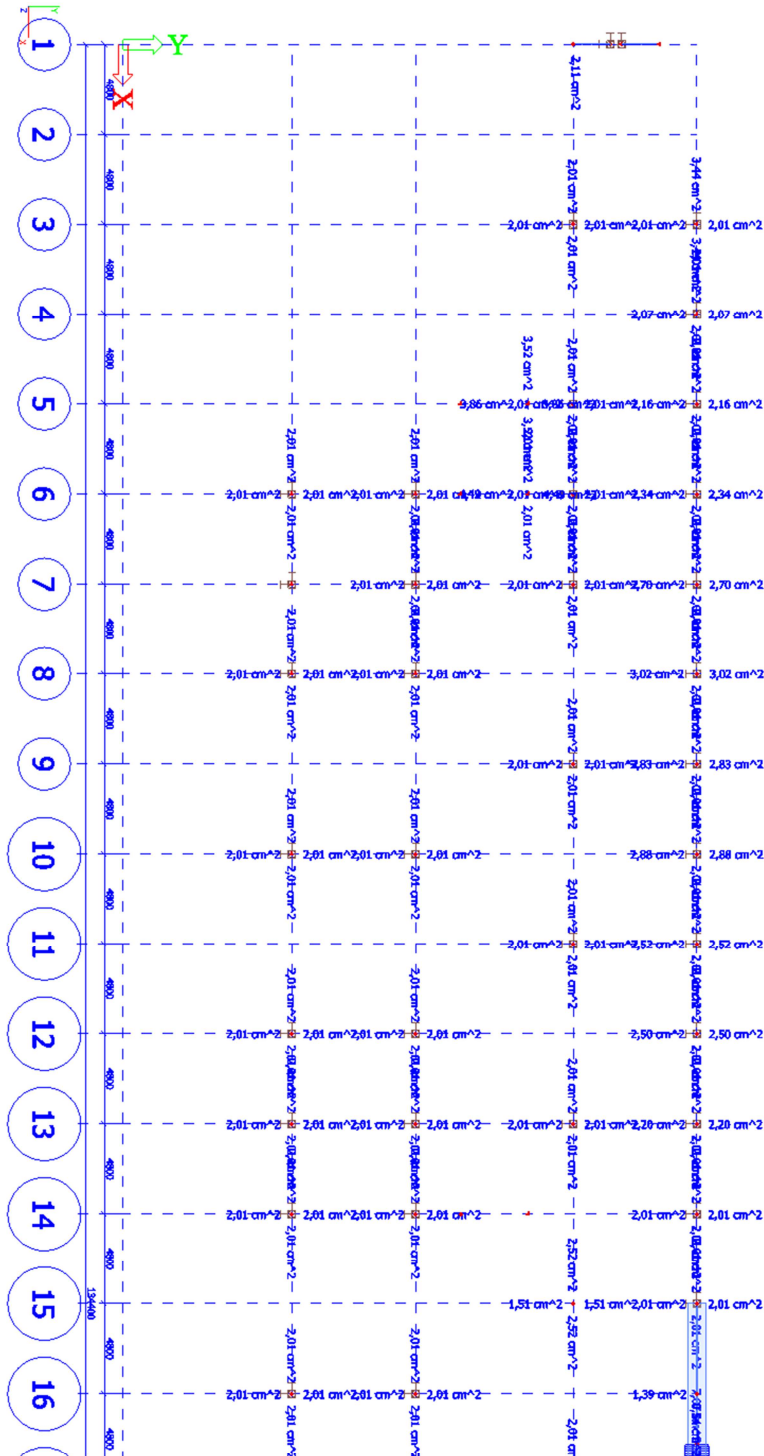
Poprečna armatura

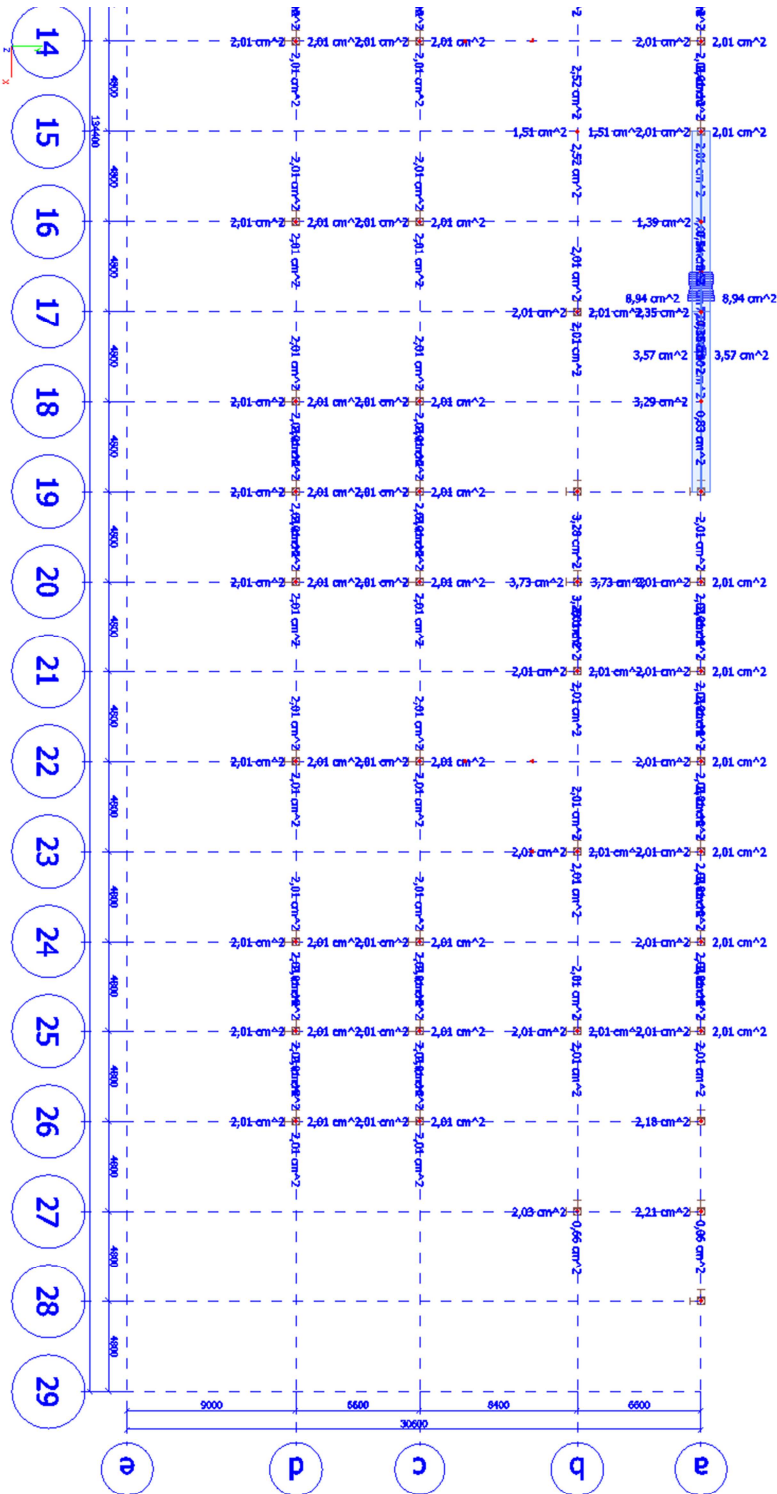




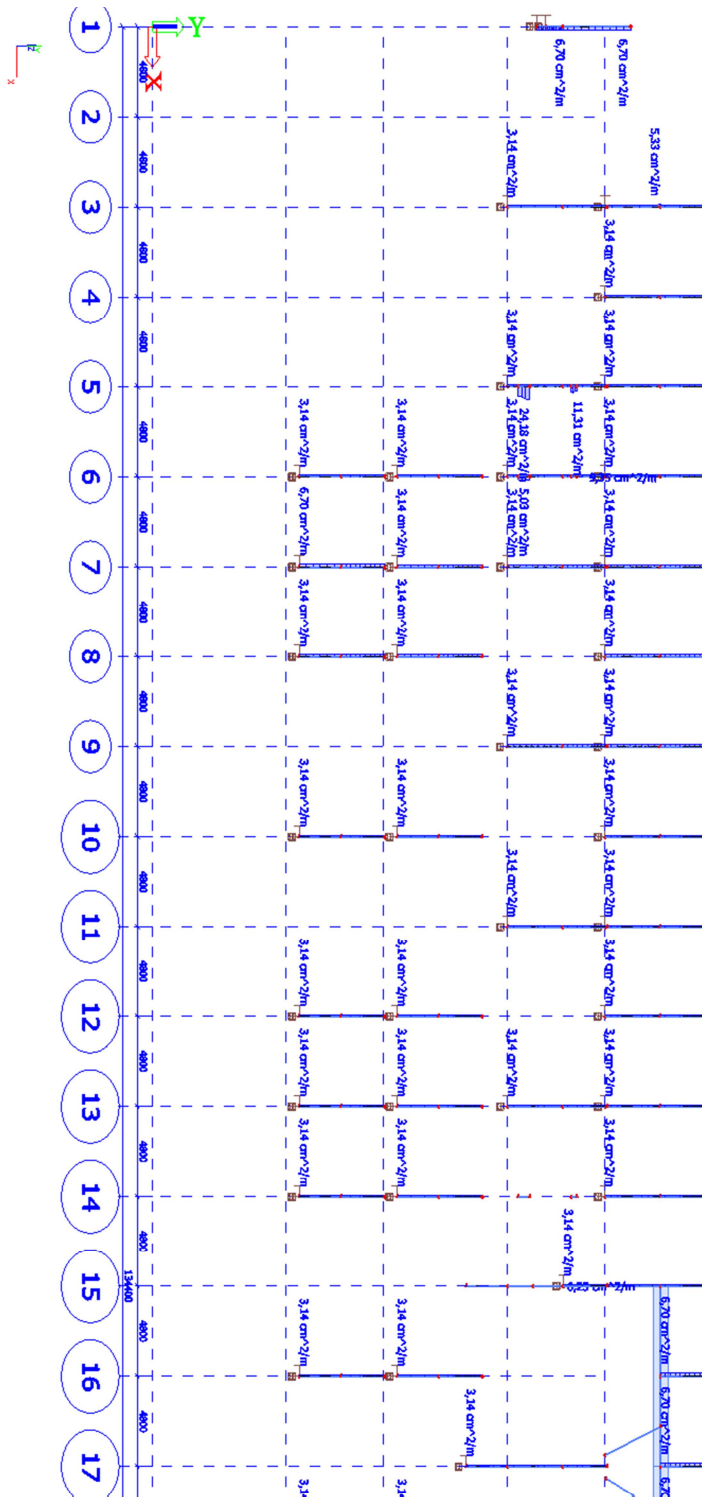
5.3.2 Potresna kombinacija djelovanja C03

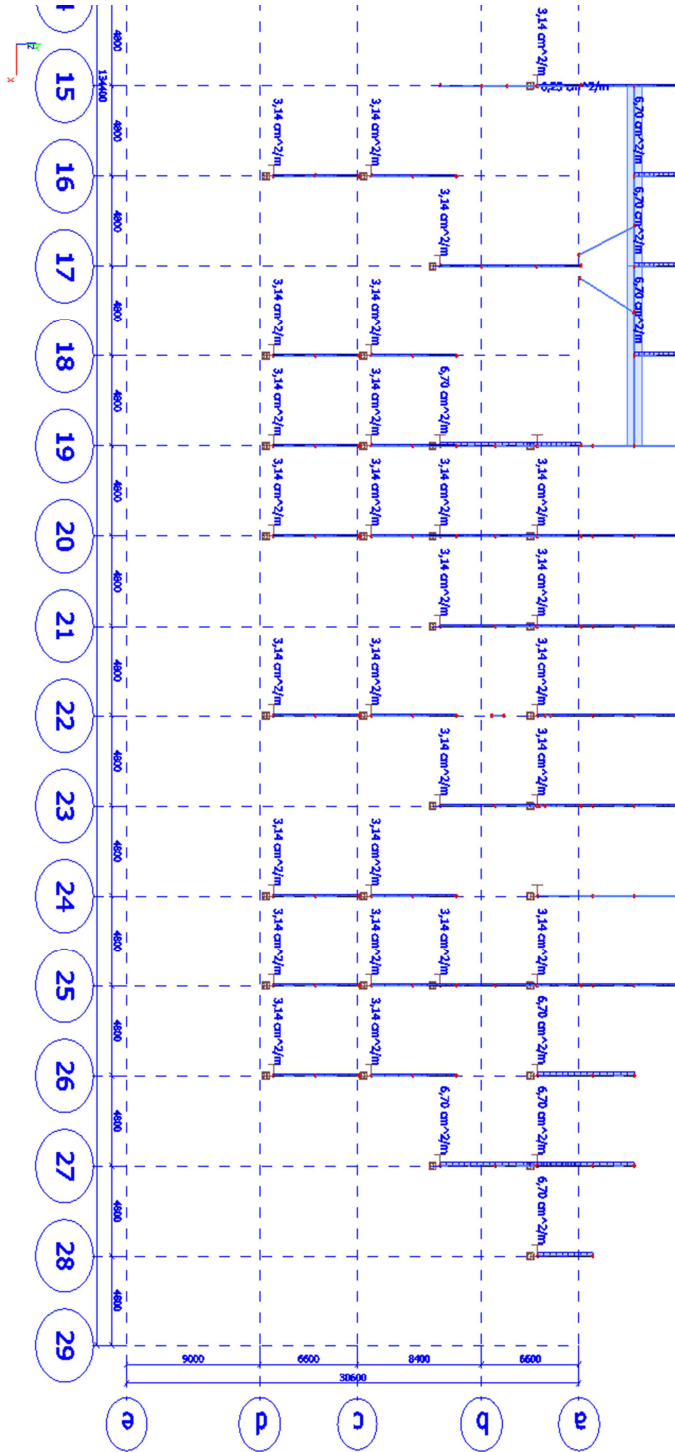
Uzdužna armatura





Poprečna armatura





5.4 Odabrana armatura stupova

Minimalna armatura stupa

- poprečni presjek 40/40

$$A_{s,min} = 8\phi 12 = 9,05 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s,min} = 0,003 \times A_c = 0,003 \times 40 \times 40 = 4,8 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s,min} = 0,15 \times \frac{NEd}{f_{yd}} = 0,15 \times \frac{2136,2}{43,5} = 7,4 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s,min} = 0,01 \times A_c = 0,01 \times 40 \times 40 = 16,0 \text{ cm}^2/\text{m}' \rightarrow \text{mjerodavno}$$

- poprečni presjek 40/60

$$A_{s,min} = 8\phi 12 = 9,05 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s,min} = 0,003 \times A_c = 0,003 \times 40 \times 60 = 7,2 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s,min} = 0,15 \times \frac{NEd}{f_{yd}} = 0,15 \times \frac{1265}{43,5} = 4,4 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s,min} = 0,01 \times A_c = 0,01 \times 60 \times 40 = 24,0 \text{ cm}^2/\text{m}' \rightarrow \text{mjerodavno}$$

Maksimalna armatura stupa

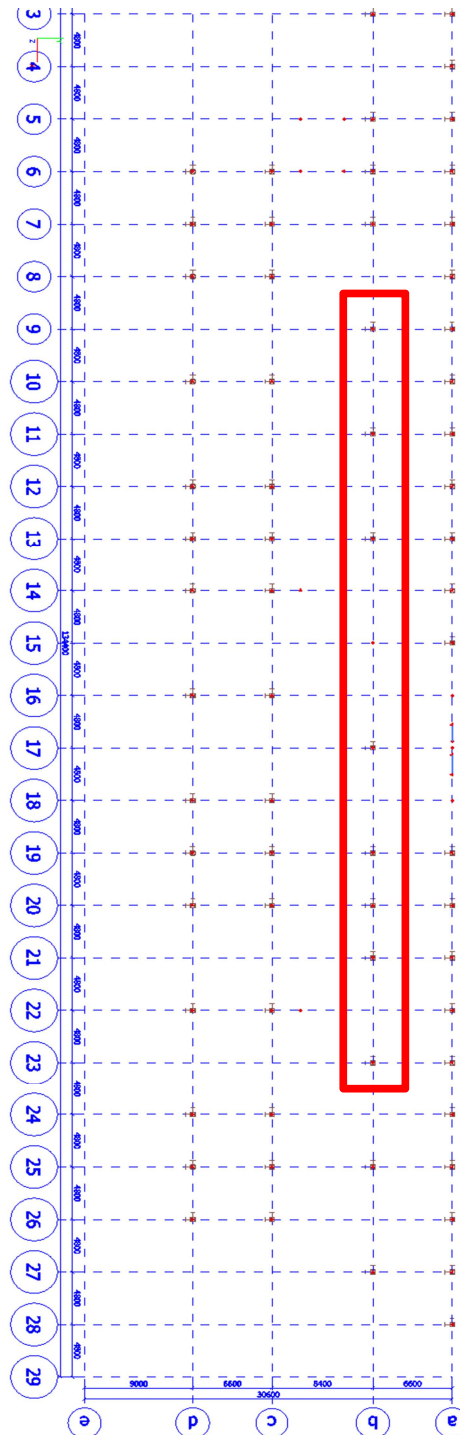
- poprečni presjek 40/40cm

$$A_{s, \max} = 0,04 \times A_c = 0,04 \times (40 \times 40) = 64 \text{ cm}^2/\text{m}$$

- poprečni presjek 40/60cm

$$A_{s, \max} = 0,04 \times A_c = 0,04 \times (40 \times 60) = 96 \text{ cm}^2/\text{m}$$

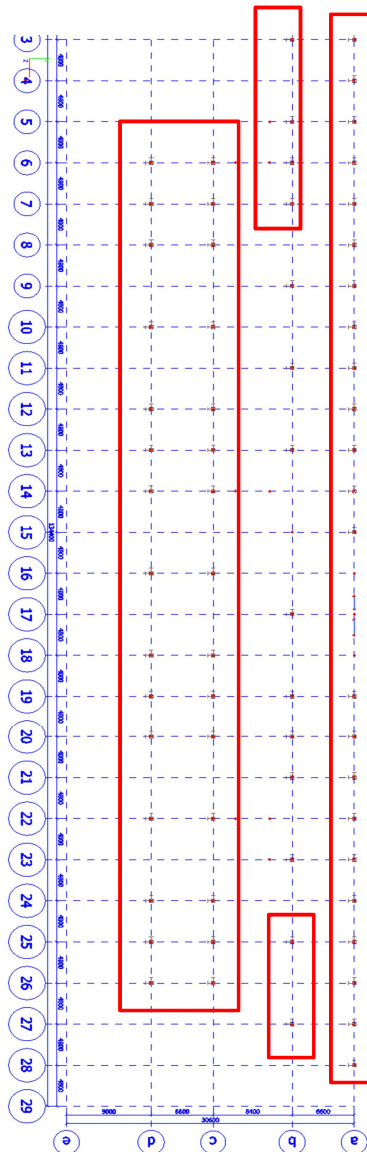
Odabrana armatura stupova- Osi B8-B24



ZAKLJUČAK

Prema rezultatima proračuna stupove je potrebno armirati uzdužnom armaturom 16 ϕ 16 ($A_{s,prov} = 32,16 \text{ cm}^2/m'$). Poprečna armatura su vilice ϕ 10/20 koje se progušćuju na mjestima spoja stupa sa pločom na ϕ 10/10.

Usvojena armatura stupova u osima A, B, C I D

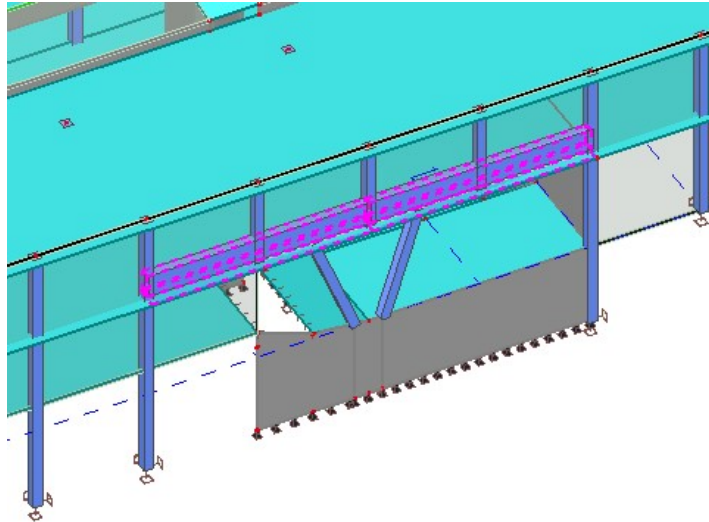


ZAKLJUČAK

Prema rezultatima proračuna stupove je potrebno armirati uzdužnom armaturom $12\phi 16$ ($A_{s,prov} = 24,12 \text{ cm}^2/\text{m}'$). Poprečna armatura su vilice $\phi 10/20$ koje se progušćuju na mjestima spoja stupa sa pločom na $\phi 10/10$.

6 DIMENZIONIRANJE PARAPETNE GREDE

Parapetna greda nalazi se na sjevernoj strani konstrukcije u osi a te se proteže od stupa u osi 15 do stupa u osi 19. Greda je dimenzija b/h=40/100cm te duljine 19,2m. Beton je kvalitete C30/37.



razred okoliša XC1 - min. zaštitni sloj 25 mm
beton: C30/37 - prema normi HRN EN 206
betonski čelik: B500B - za šipke prema normama nHRN-EN 10080-2, 10080-3 i 10080-
- za mreže prema normi nHRN-EN 10080-5

Karakteristike materijala

Beton C 30/37

$$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2; f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20,00 \text{ MPa} = 2,00 \text{ kN/cm}^2$$

Armatura B 500 B

$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2; f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434,78 \text{ MPa} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

Minimalna armatura grede

- poprečni presjek 40/100

$$A_{s,min} = 0,002 \times A_c = 0,002 \times 40 \times 100 = 8 \text{ cm}^2$$

Maksimalna armatura grede:

- poprečni presjek 40/100

$$A_{s,max} = 0,04 \times A_c = 0,04 \times (40 \times 100) = 160 \text{ cm}^2$$

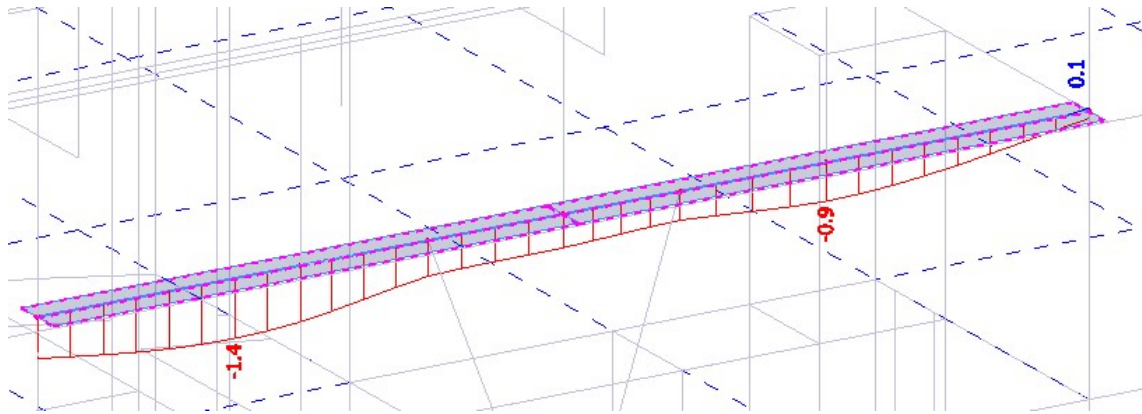
Proračunska armatura je napravljena za kombinaciju CO1 i CO3.

U nastavku je prikazana proračunska armatura grede za kombinaciju CO1 kao mjerodavna kombinacija.

Ukoliko je proračunom dobijena količina armatura manja od proračunske armature ugrađuje se minimalna armatura.

6.1 Deformacije grede

Deformacija grede za kombinaciju CO2 GSU:



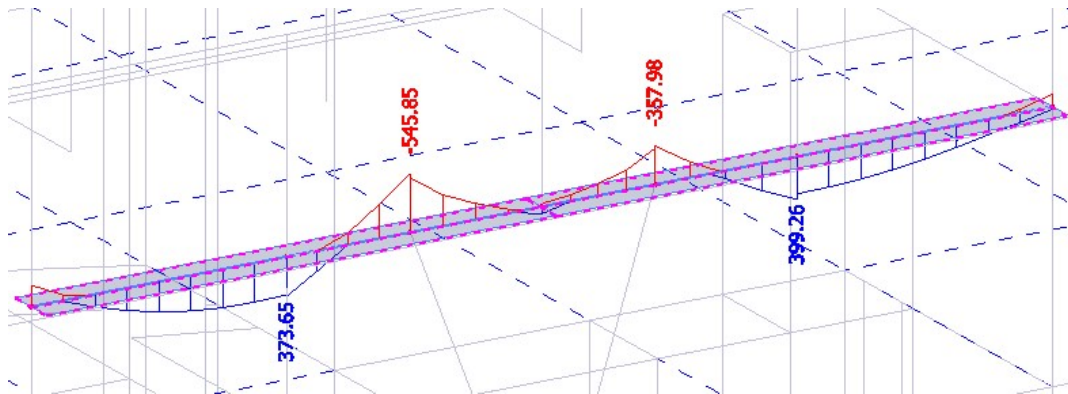
Maksimalni progib iznosi 1,4mm.

Dopušteni progib: $L/250 = 19200/250 = 76,8\text{mm}$.

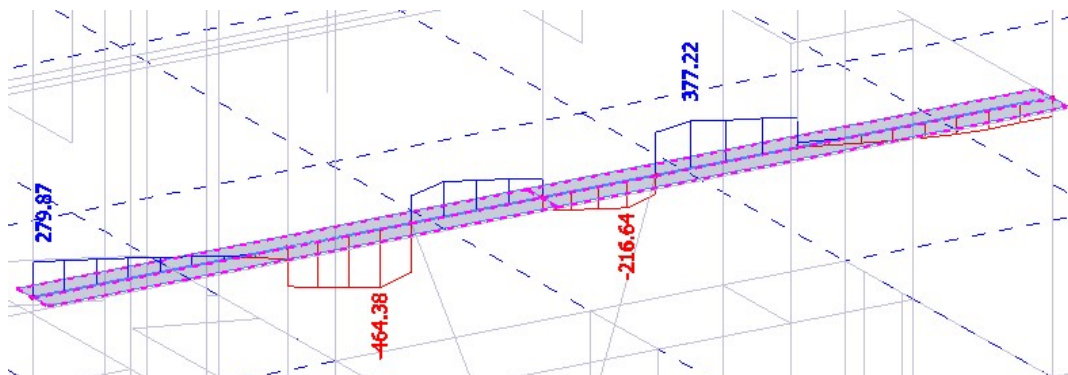
Progib zadovoljava.

6.2 Rezne sile

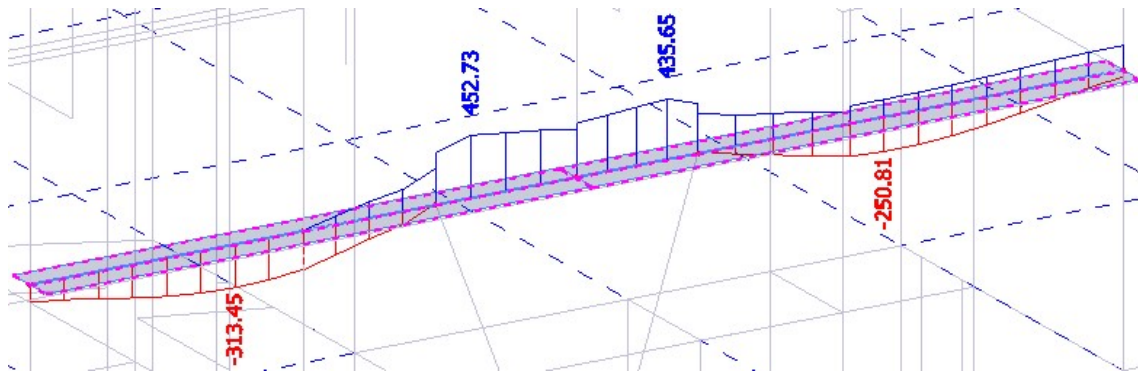
Moment savijanja M_y za kombinaciju CO1 GSN



Poprečna sila Vz za kombinaciju CO1 GSN

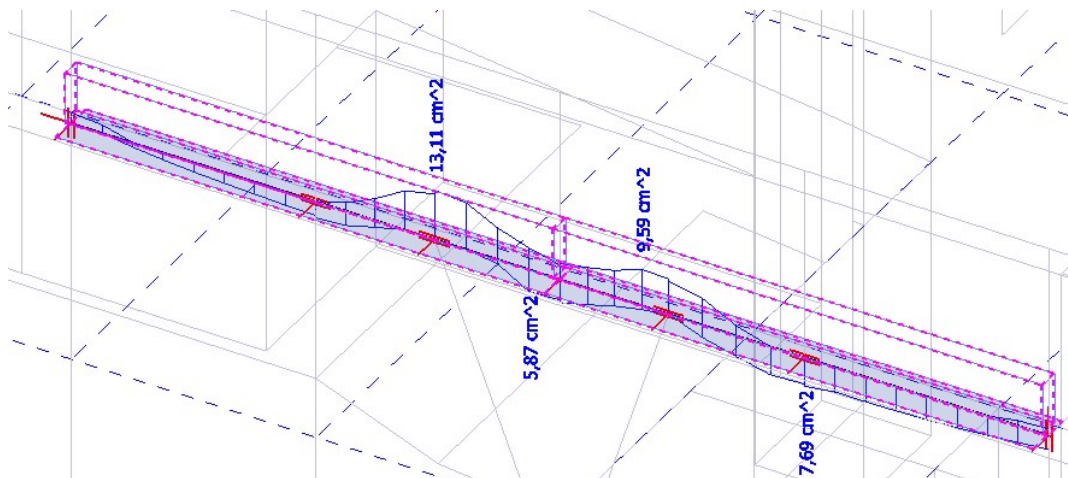


Uzdužna sila N za kombinaciju CO1 GSN

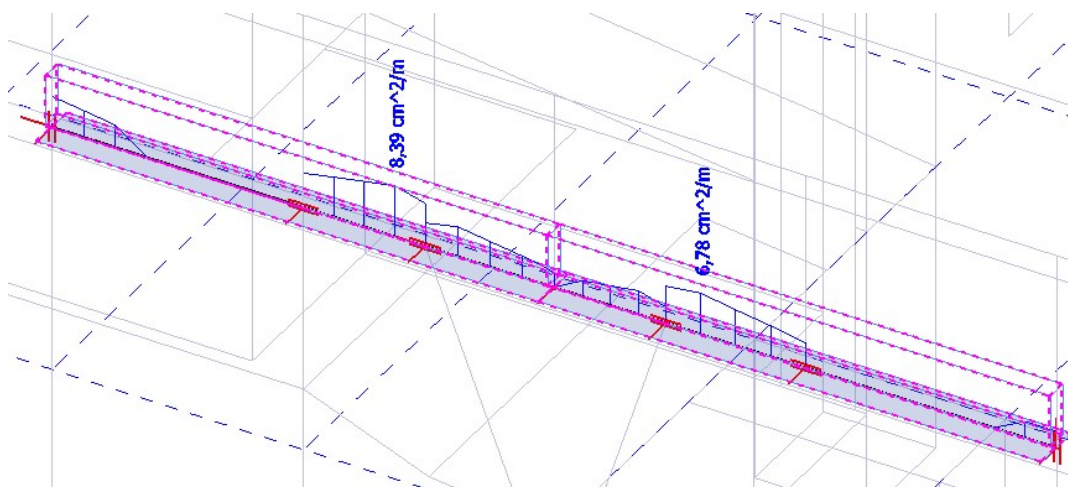


6.3 Potrebna armatura grede

Uzdužna armatura za kombinaciju CO1 GSN



Poprečna armatura za kombinaciju CO1 GSN



Uzdužna armatura

Donju zonu grede armirati sa 4 \emptyset 16 ($A_s=8,04 \text{ cm}^2$) po cijeloj duljini grede.

Gornju zonu grede armirati sa 2 \emptyset 16 ($A_s=4,02 \text{ cm}^2$) po cijeloj duljini grede te na ležaju ojačati sa 5 \emptyset 16 ($A_s, \text{ukupno}=4,02+10,05=14,07 \text{ cm}^2$)

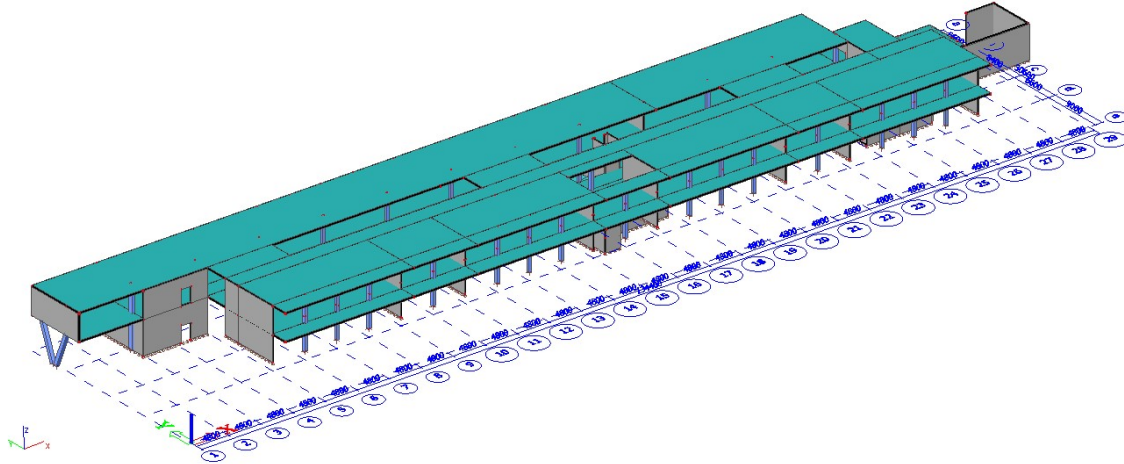
Iz AB stupova i/ili zidova ostaviti ankere \emptyset 16 duljine 200 cm (100+100 cm), broj i položaj ankera uskladiti sa armaturom u gredama.

Poprečna armatura

Gredu armirati dvoreznim vilicama \emptyset 8/20 ($A_{sw}=5,02 \text{ cm}^2/\text{m}$), te dodatno pri ležaju (na osloncima – V stupovi) progustiti vilice na 8/10 na duljini od cca 100 cm.

7 ZIDOVİ

Monolitni AB zidovi prizemlja i 1.kata su debljine 20 i 30 cm te se izrađuju od betona C30/37. Zidovi preuzimaju horizontalna i vertikalna opterećenja, te ih prenose do temeljne konstrukcije. Razred izloženosti je XC1, zaštitni sloj iznosi 2,5 cm. Armiranobetonski zidovi su modelirani kao plošni elementi (wall); klasa betona C30/37; $\gamma=25$ kN/m³, te armatura B500B . Zidovi su pridržani međukatnim pločama u visini kata (zglobna veza).



Beton - C 30/37

$$f_{CD} = \frac{f_{CK}}{\gamma_C} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa} = 2,0 \text{ kN/cm}^2$$

Armatura - B 500 B

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

Minimalna armatura

- Vertikalna armatura
- Debljina zida 20 cm
$$A_{S_{min,v}} = 0,002 \cdot A_c = 0,002 \cdot 20 \cdot 100 = 4,0 \text{ cm}^2 / m'$$
- Debljina zida 30 cm
$$A_{S_{min,v}} = 0,002 \cdot A_c = 0,002 \cdot 30 \cdot 100 = 6,0 \text{ cm}^2 / m'$$
- Horizontalna armatura
- Debljina zida 20 cm
$$A_{S_{min,h}} = 0,001 \cdot A_c = 0,001 \cdot 20 \cdot 100 = 2,0 \text{ cm}^2 / m'$$
- Debljina zida 30 cm
$$A_{S_{min,h}} = 0,001 \cdot A_c = 0,001 \cdot 30 \cdot 100 = 3,0 \text{ cm}^2 / m'$$

Maksimalna armatura

- Debljina zida 20 cm
$$A_{S_{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot (20 \cdot 100) = 80 \text{ cm}^2 / m'$$
- Debljina zida 30 cm
$$A_{S_{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot (30 \cdot 100) = 120,0 \text{ cm}^2 / m'$$

Za dimenzioniranje zidova koriste se sljedeće kombinacije:

- **C01**-za linearnu statičku provjeru graničnog stanja nosivosti (uključuje temperaturno djelovanje); anvelopa svih linearnih kombinacija
- **C03** – za linearnu dinamičku provjeru graničnog stanja nosivosti (potresna kombinacija)
- **C05** za linearnu statičku provjeru graničnog stanja nosivosti (ne uključuje temperaturno djelovanje); anvelopa svih linearnih kombinacija

U nastavku je dan prikaz proračunske armature svih zidova po glavnim osima konstrukcije za pojedinu kombinaciju.

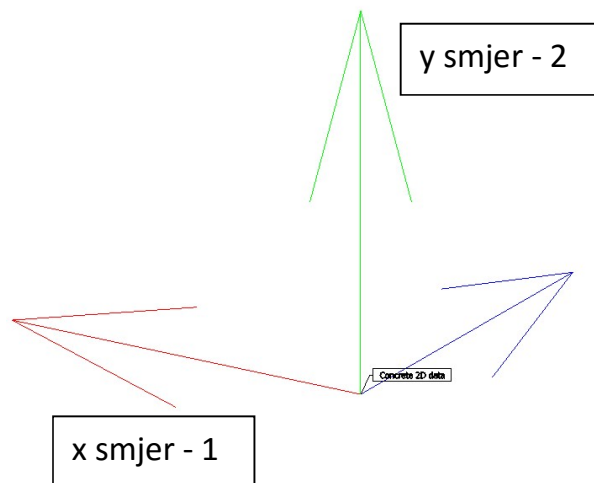
Rezultati su prikazani za dva glavna nosiva smjera zida tako da je:

Smjer 1 (x smjer) – naznačen crvenom strelicom (horizontalna armatura zida)

Smjer 2 (y smjer) – naznačen zelenom strelicom (vertikalna armatura zida)

Smjer 3 (z smjer) – naznačen plavom strelicom (definira pozitivno (+) i negativno (–) lice zida)

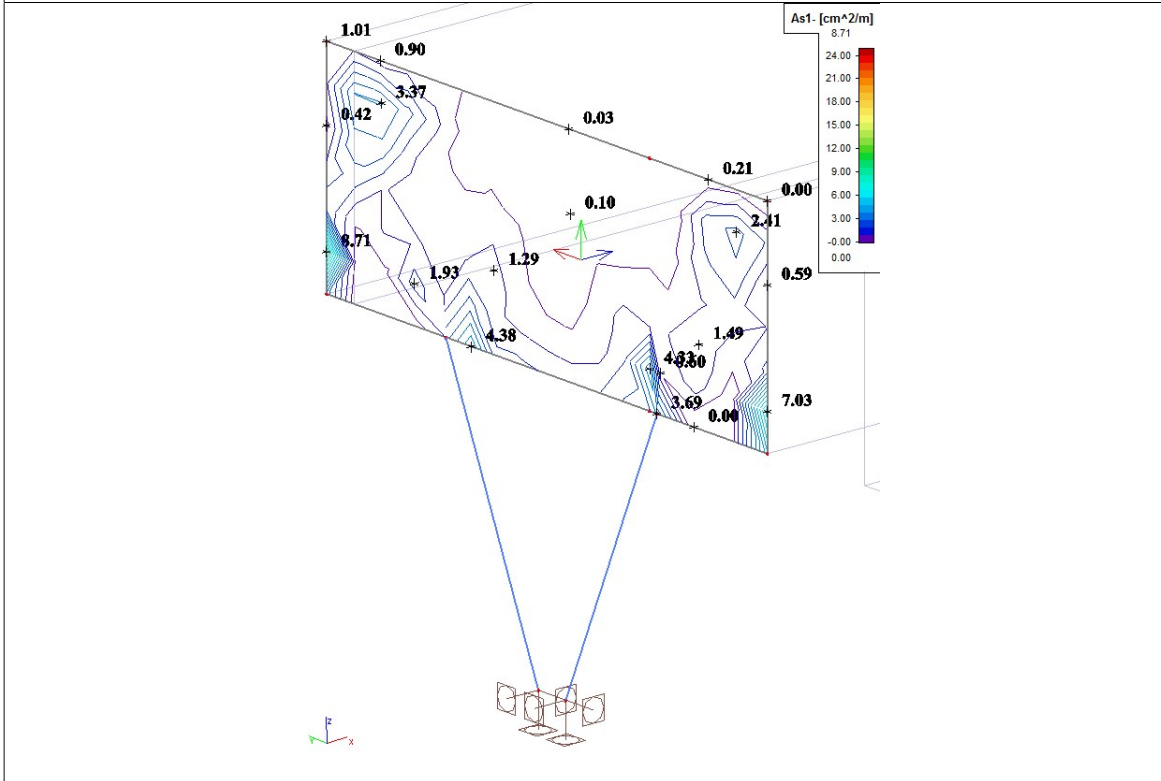
Svi zidovi su prikazani iz iste perspektive (kao na slici sa prethodne stranice -pogled sa jugozapada), kako bi se vidjelo koja je vanjska, a koja unutarnja strana zida; tj. pozitivno i negativno lice zida.



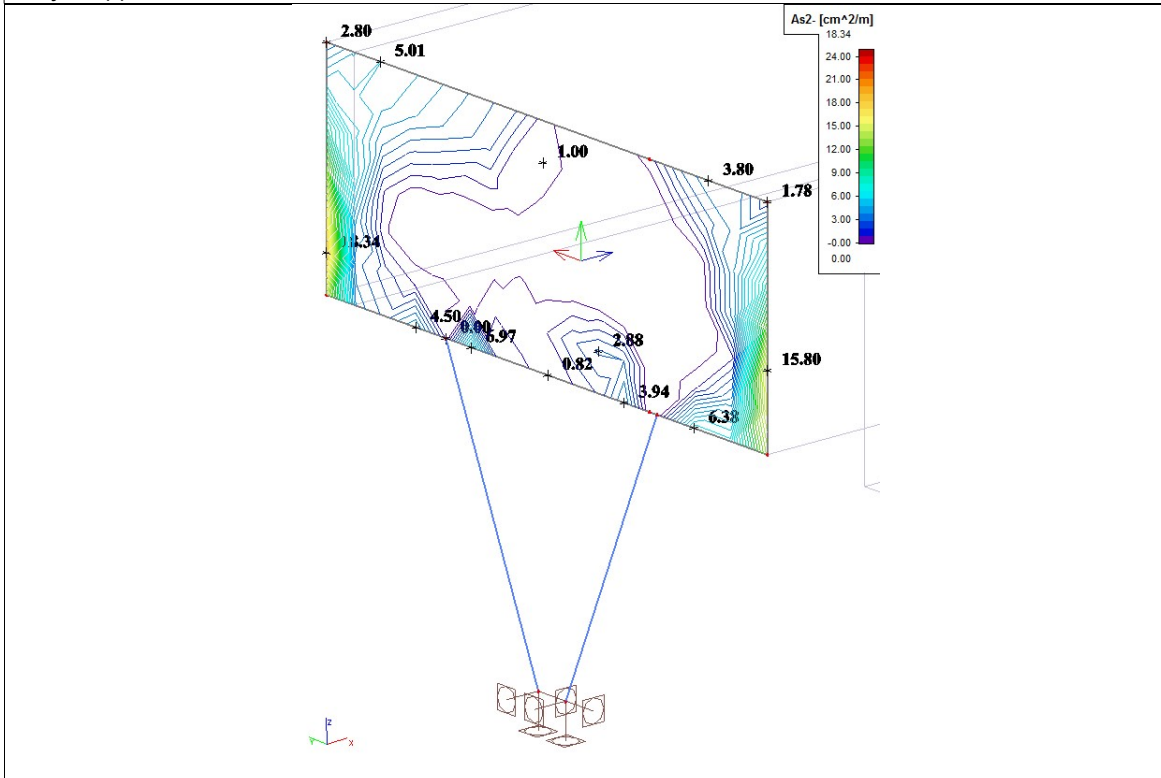
7.1 Zid u osi 1

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

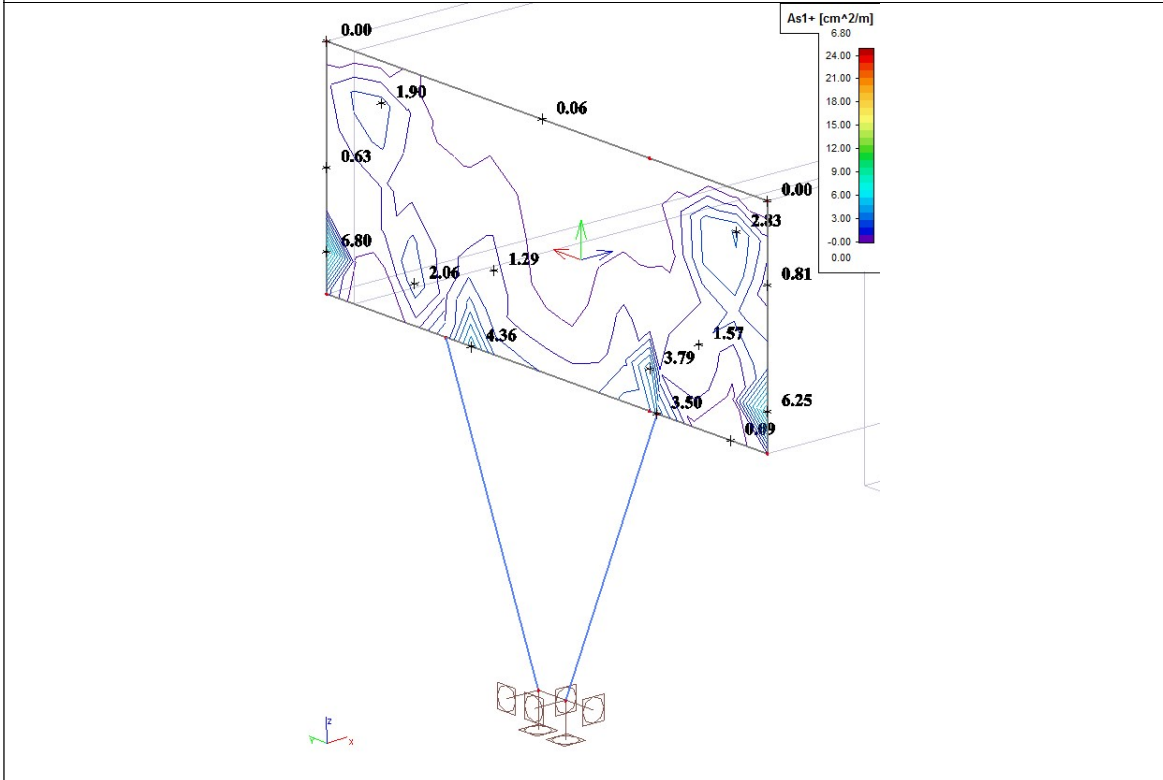


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

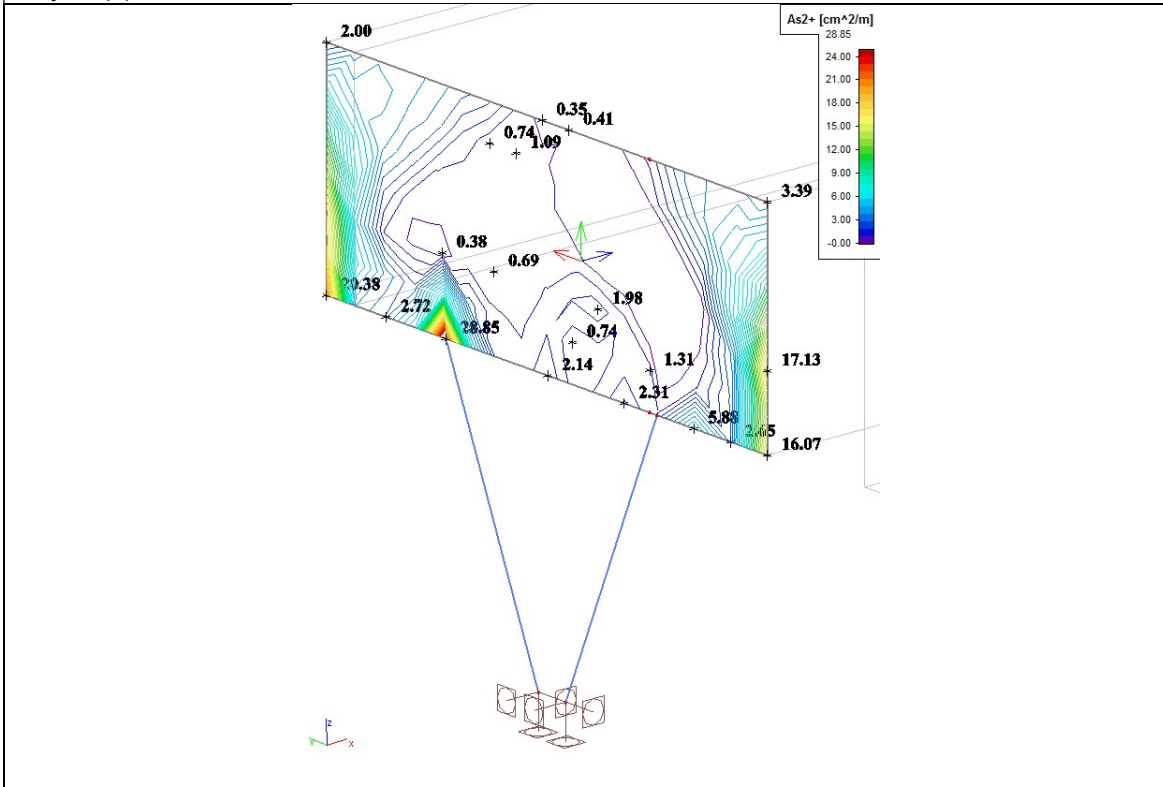


Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

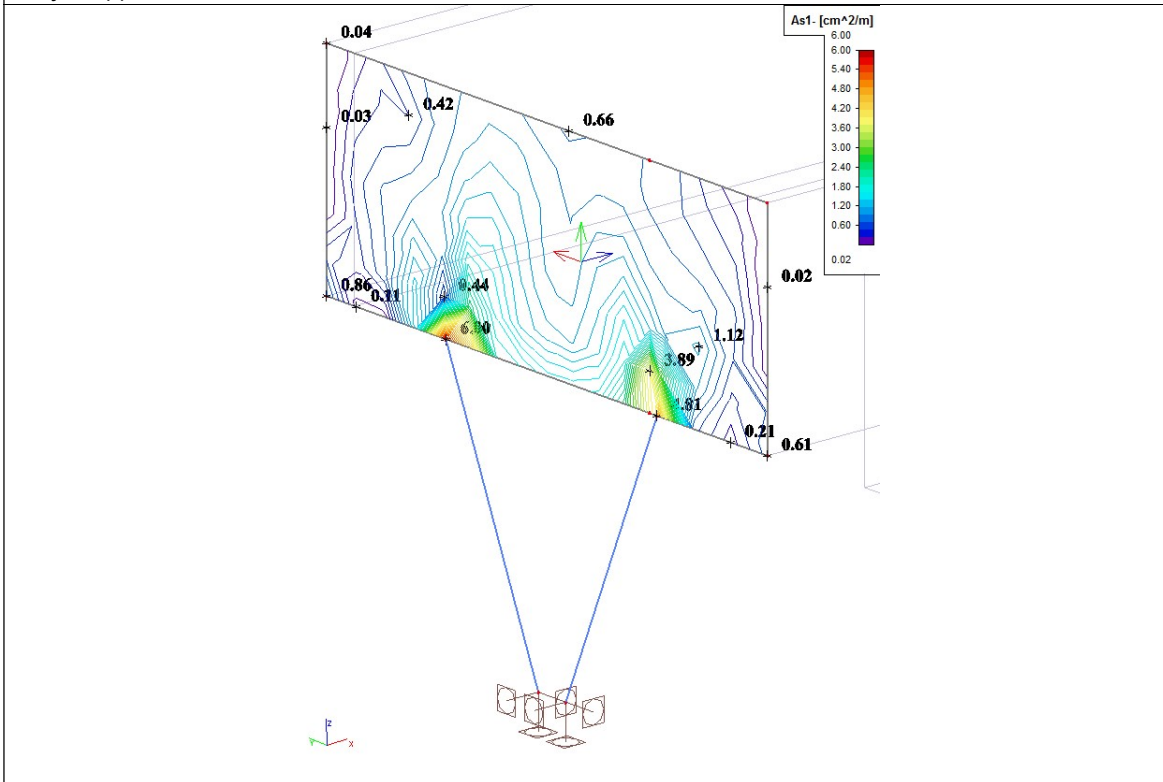


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

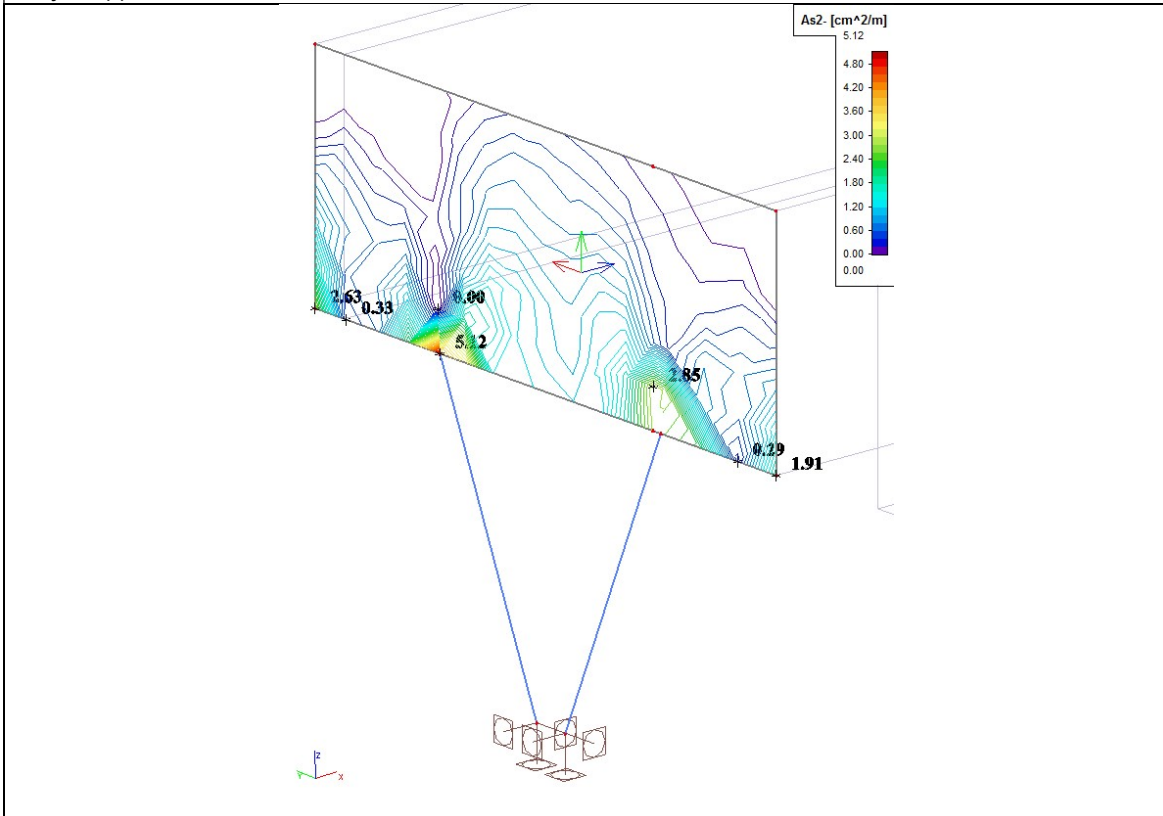


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

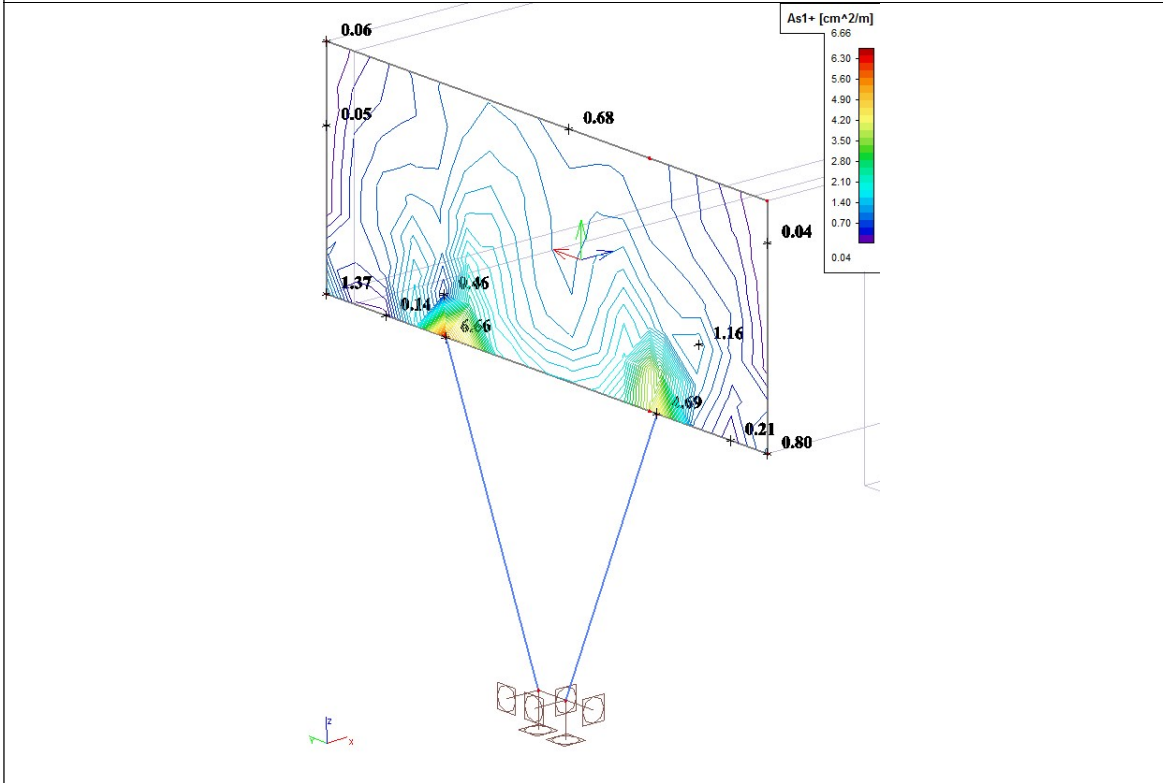


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

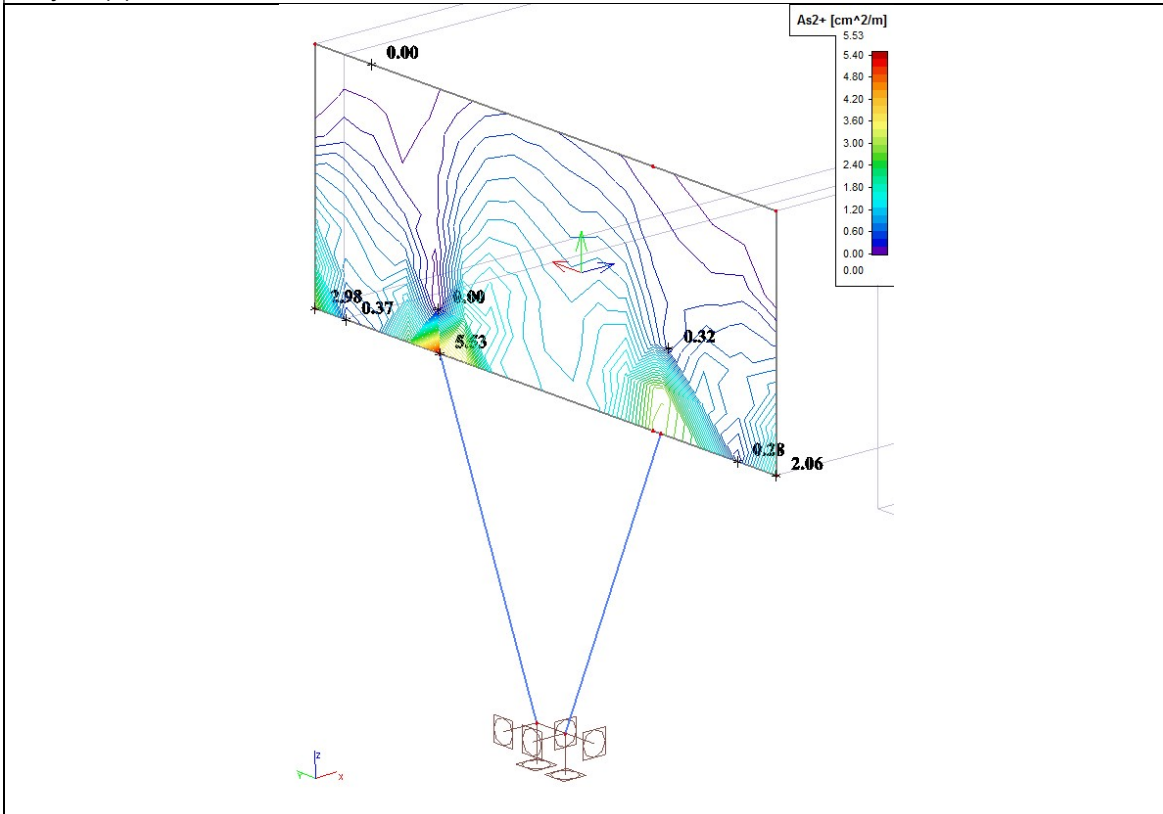


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

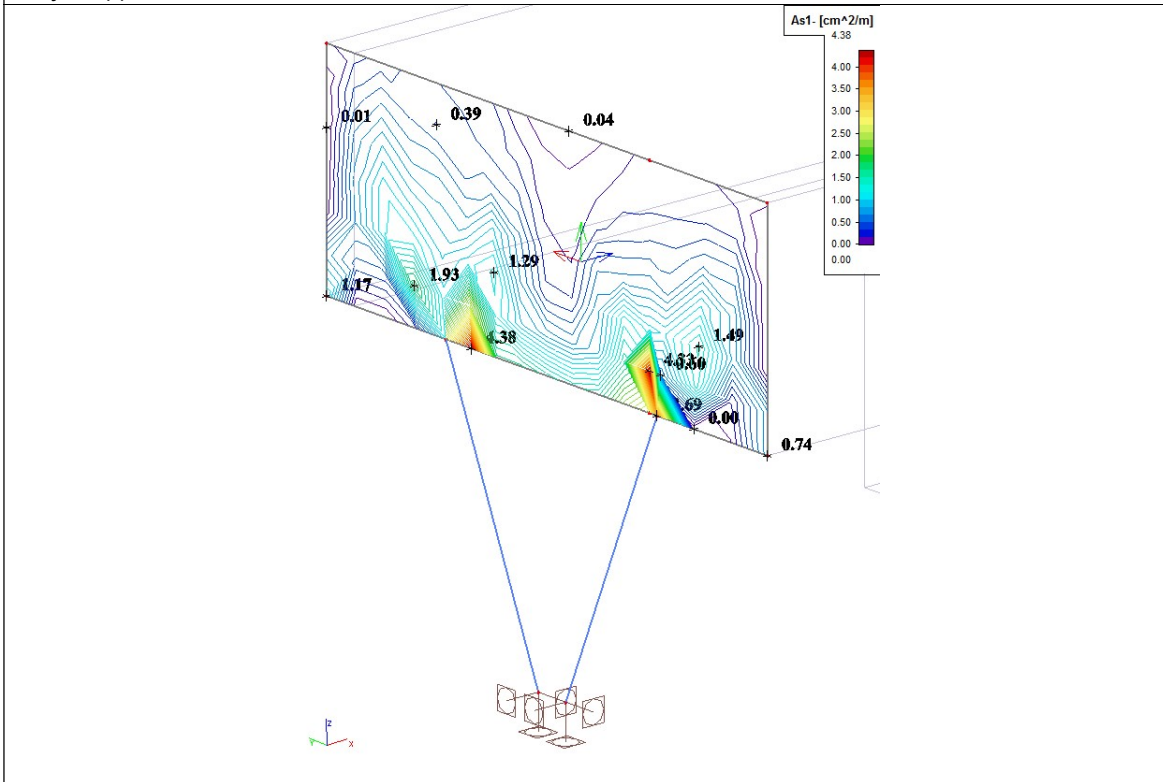


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

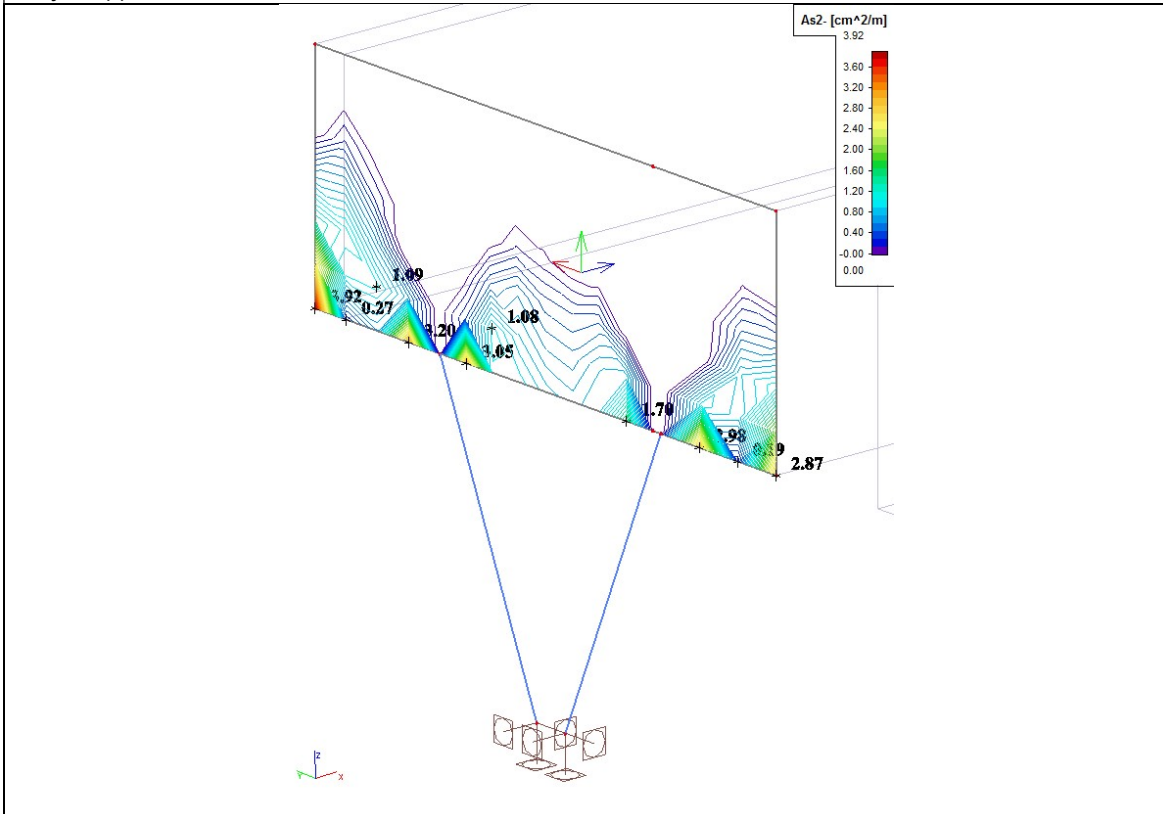


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

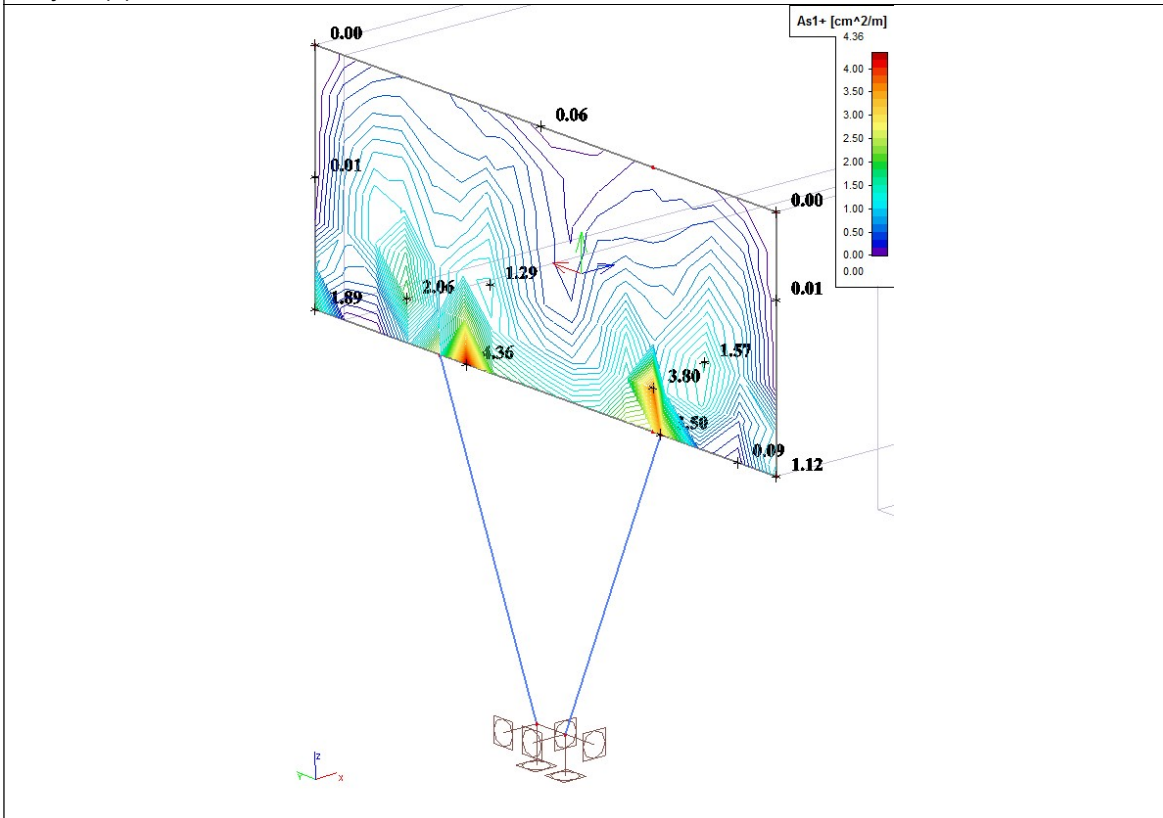


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

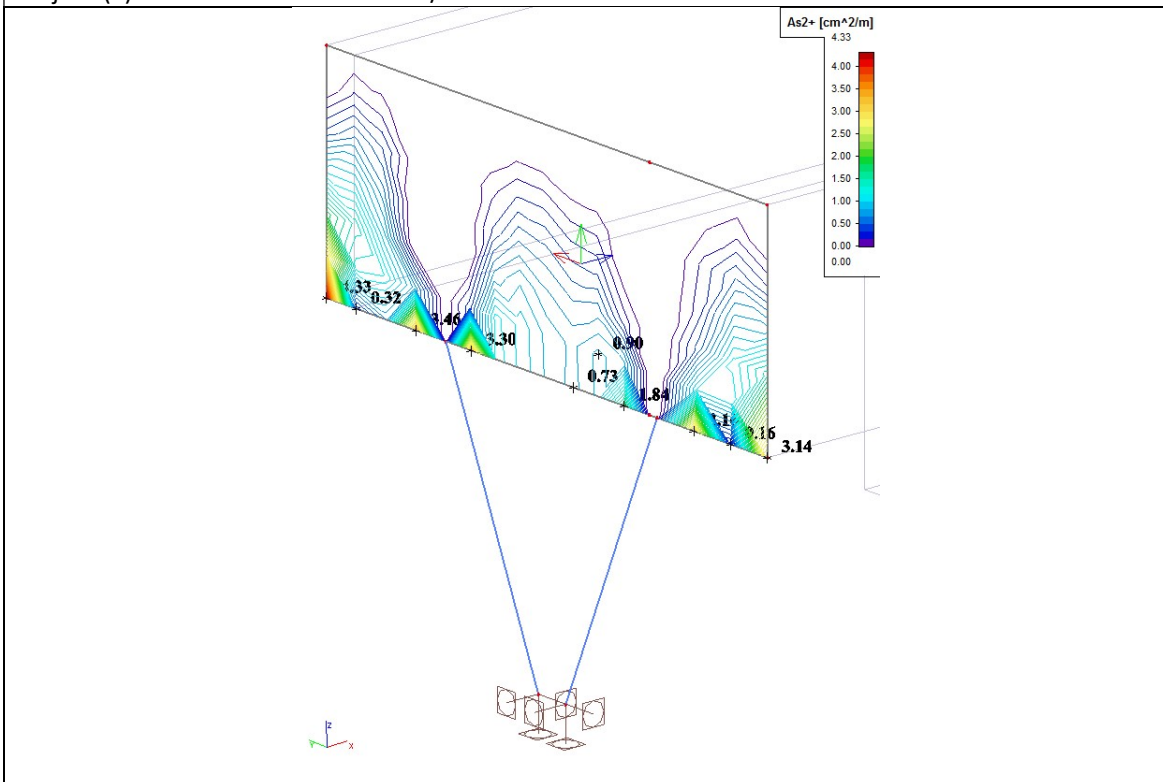


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'



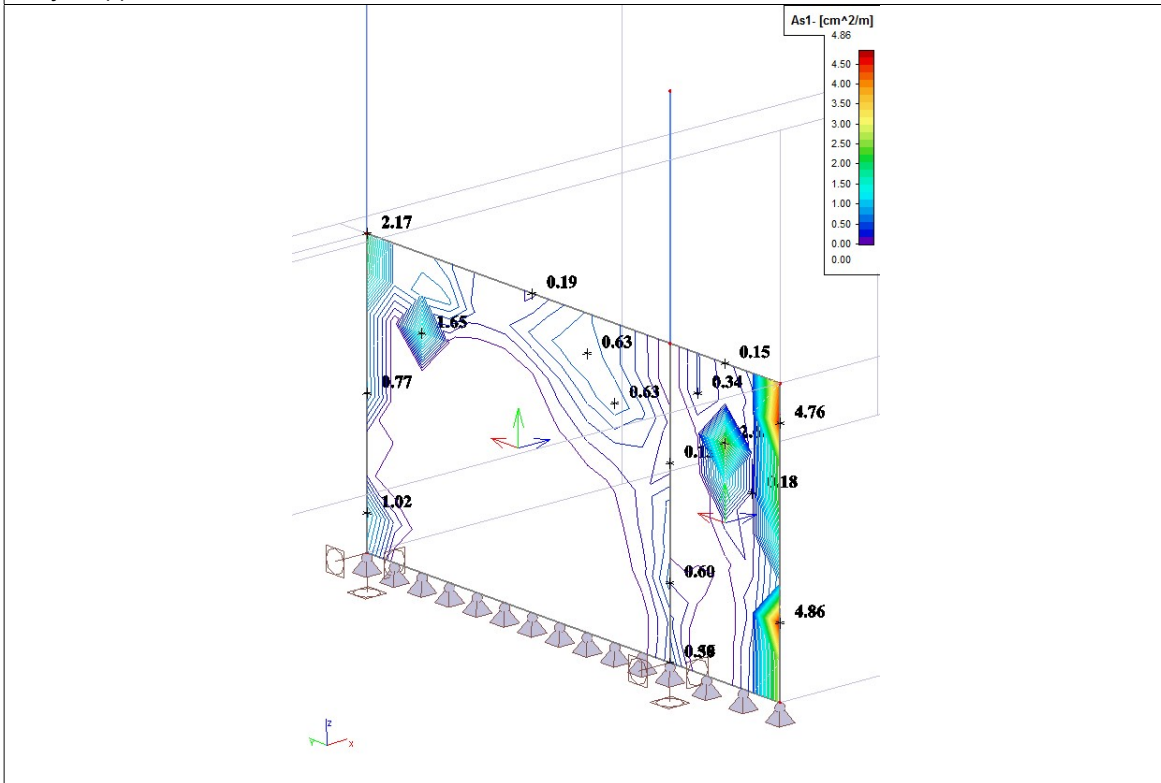
Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'



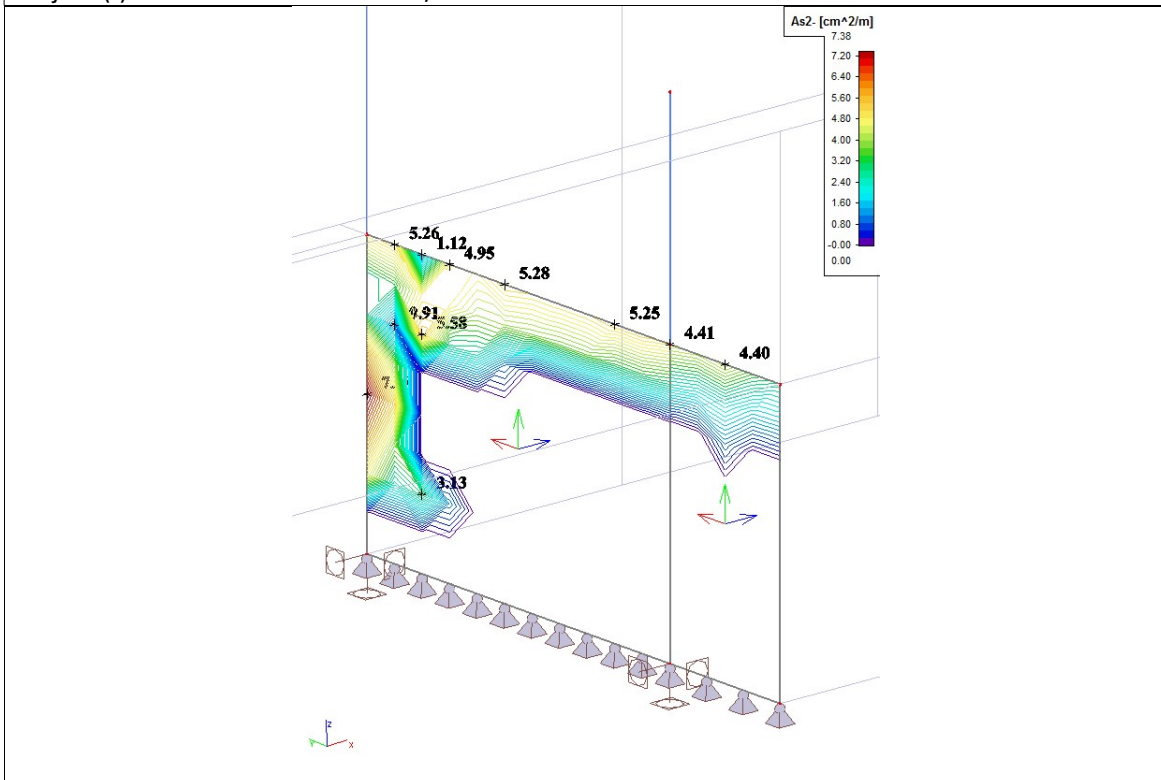
7.2 Zid u osi 3

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

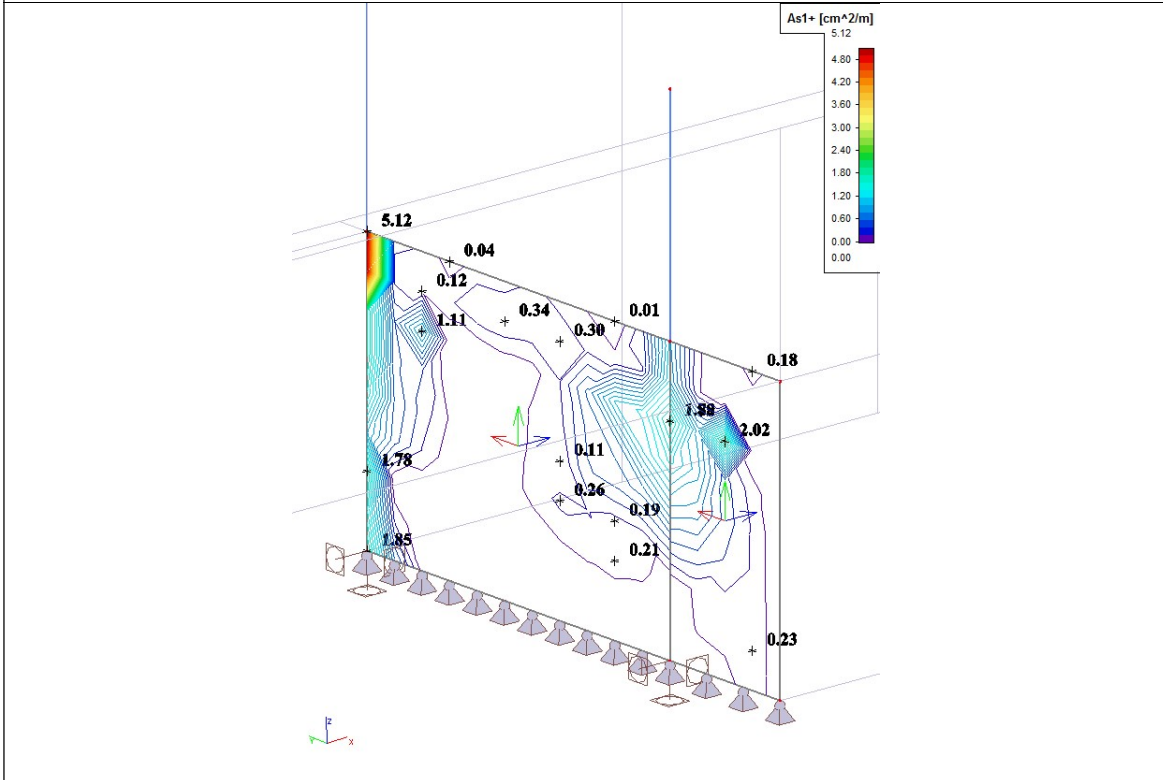


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

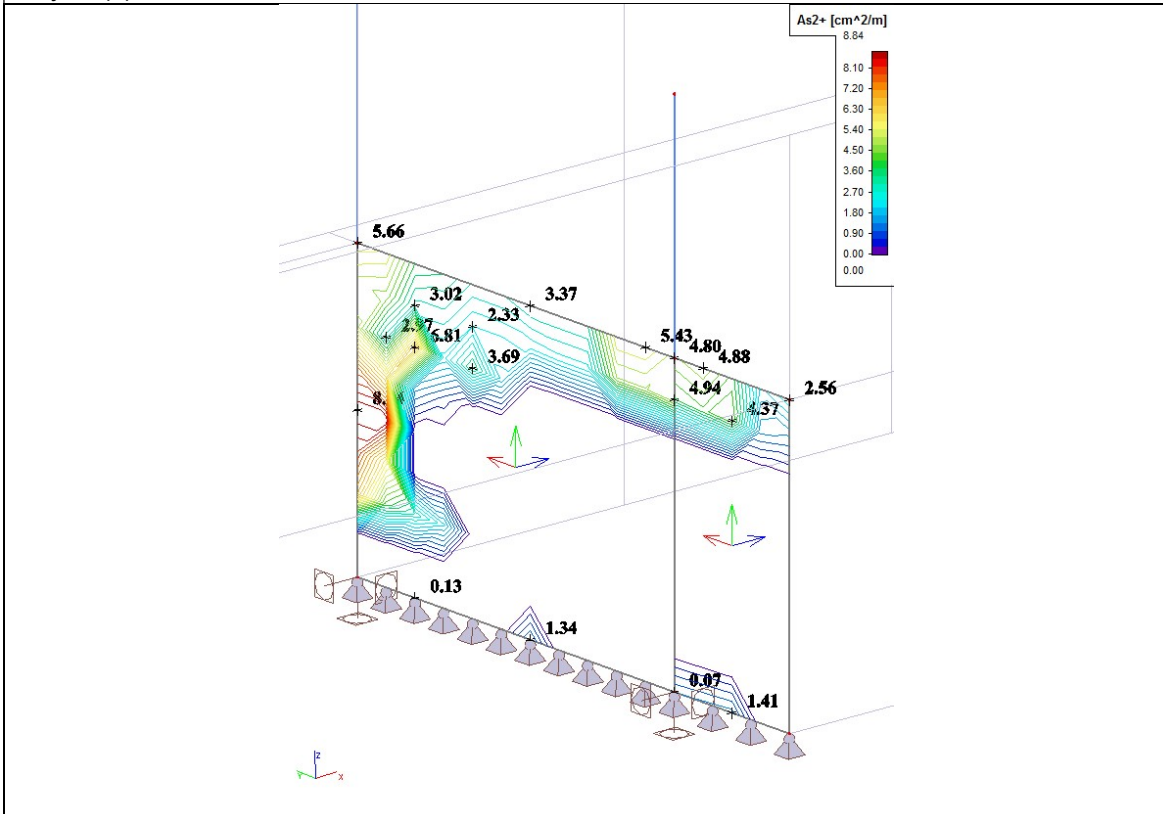


Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

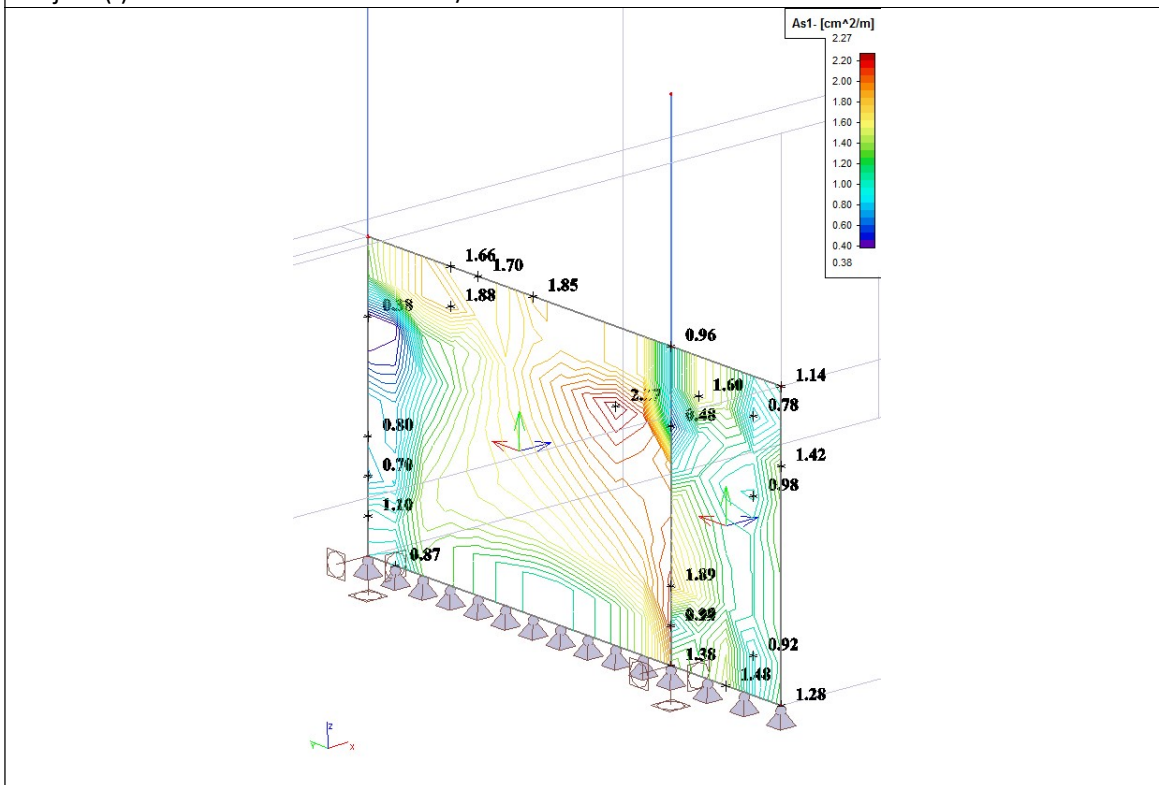


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

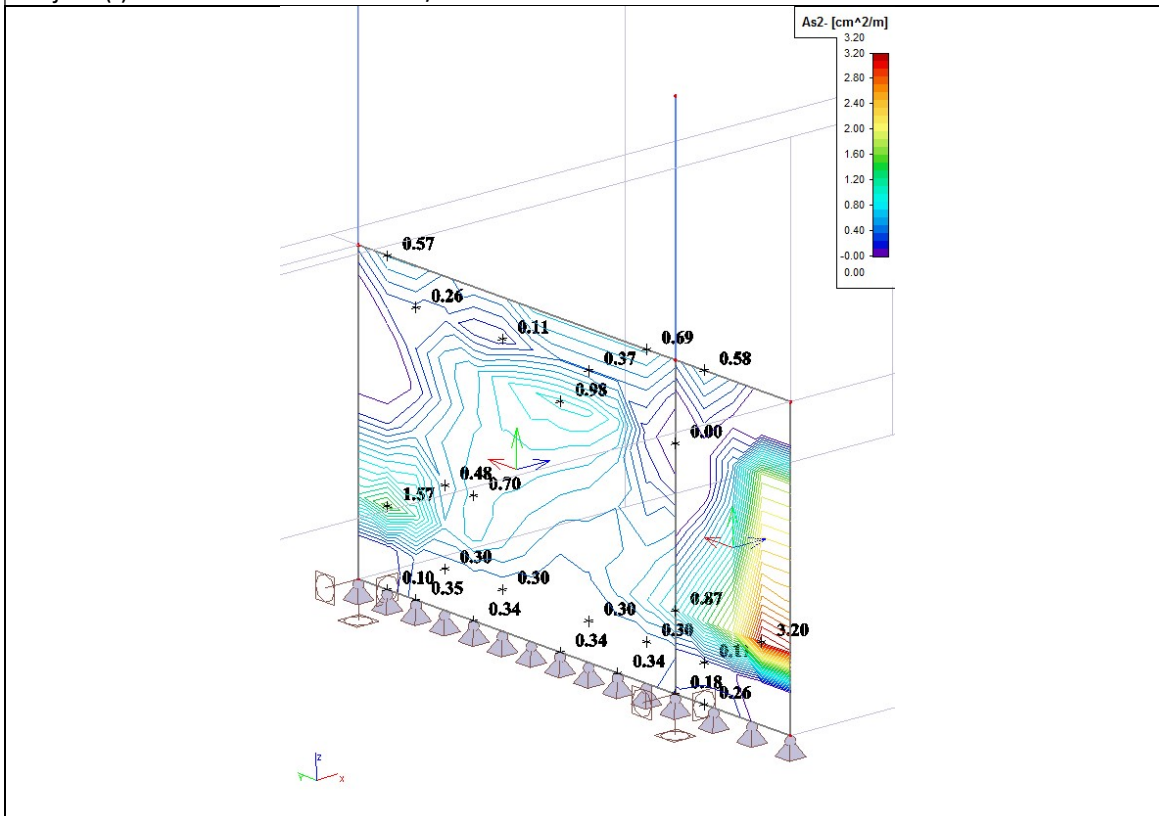


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

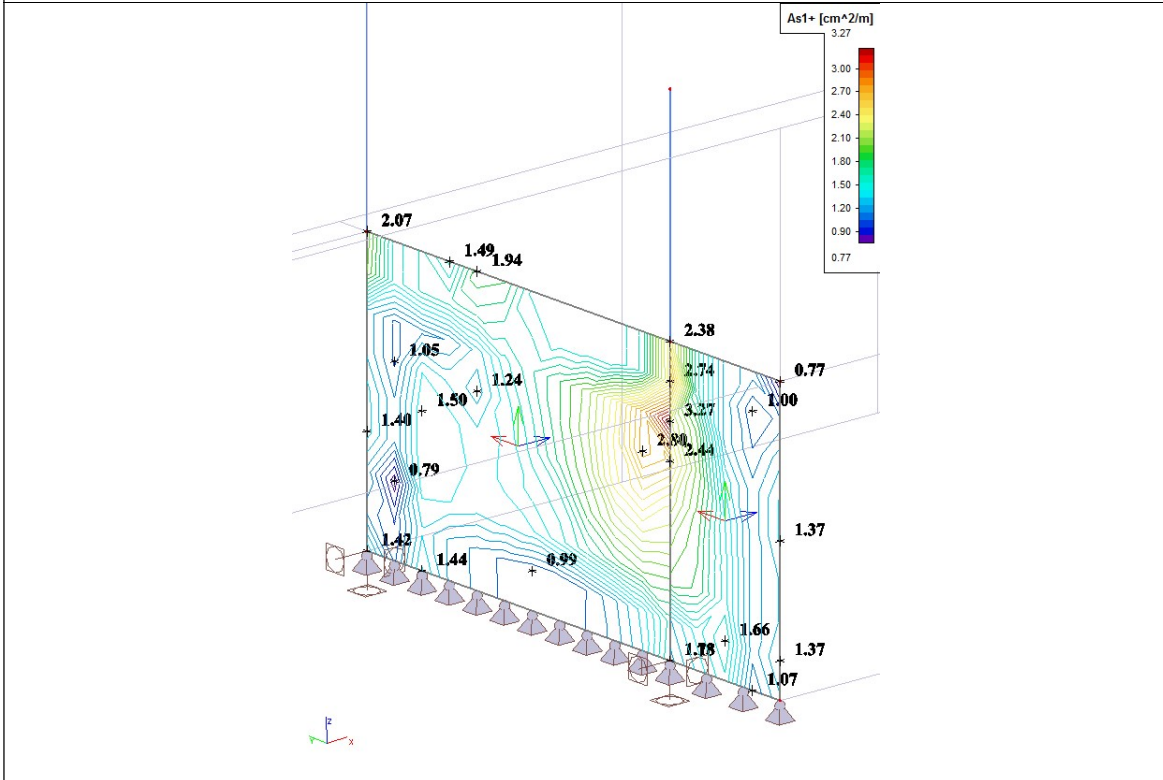


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

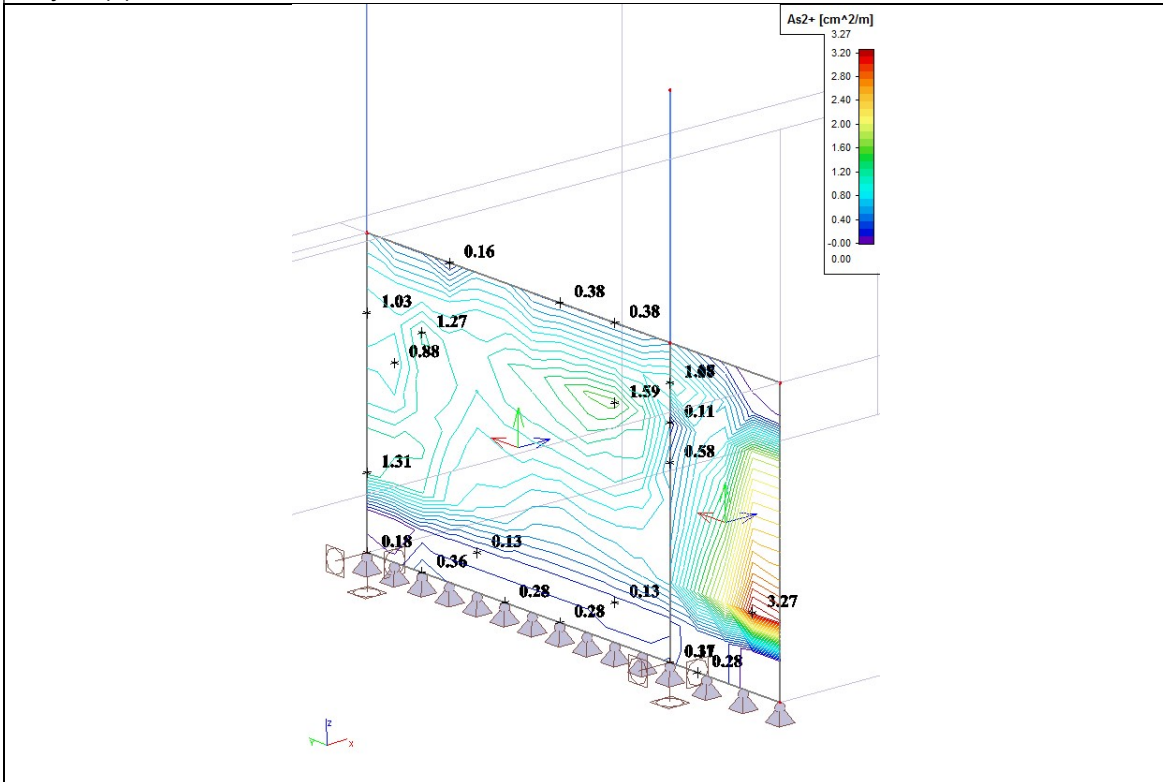


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

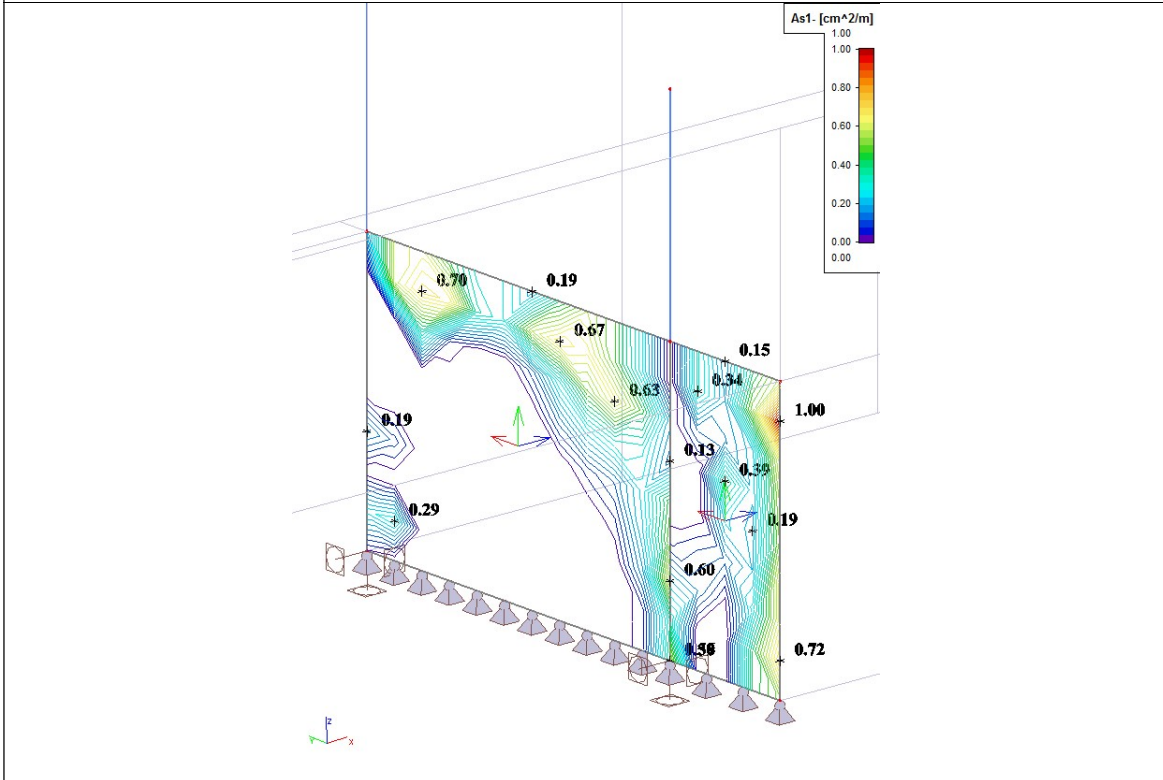


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

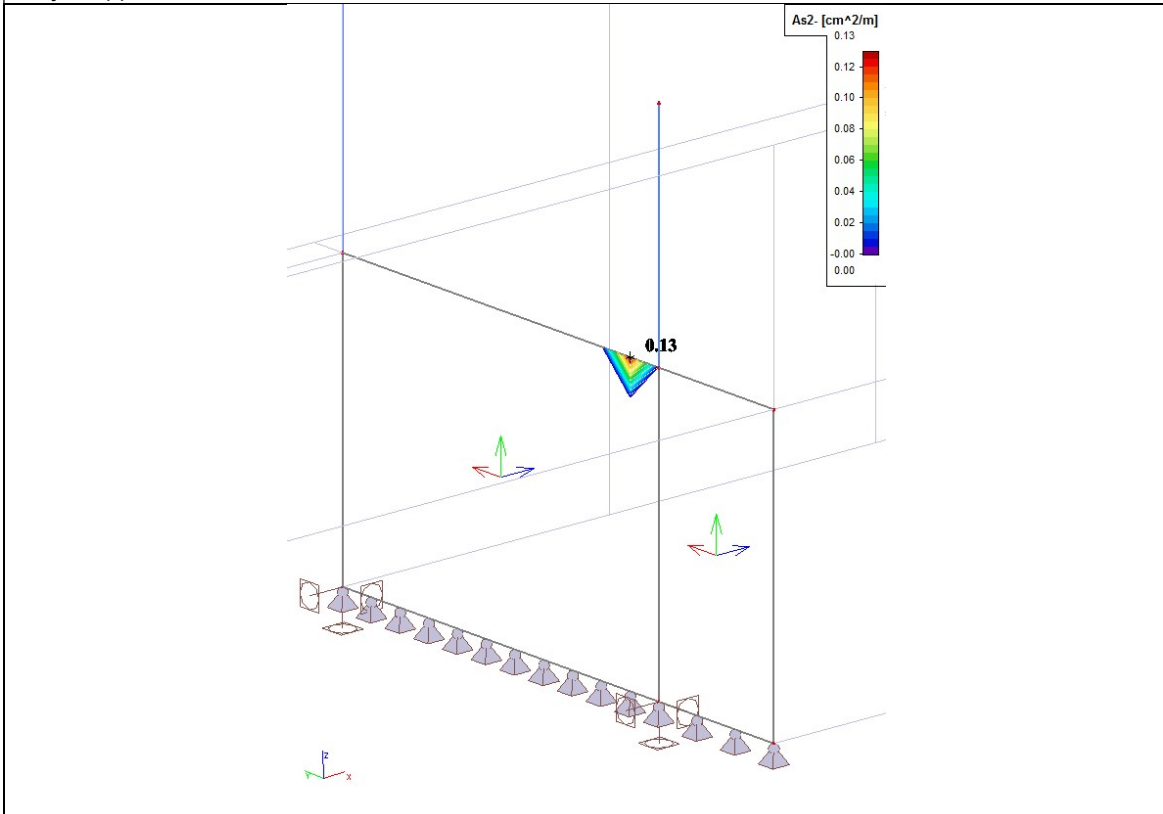


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

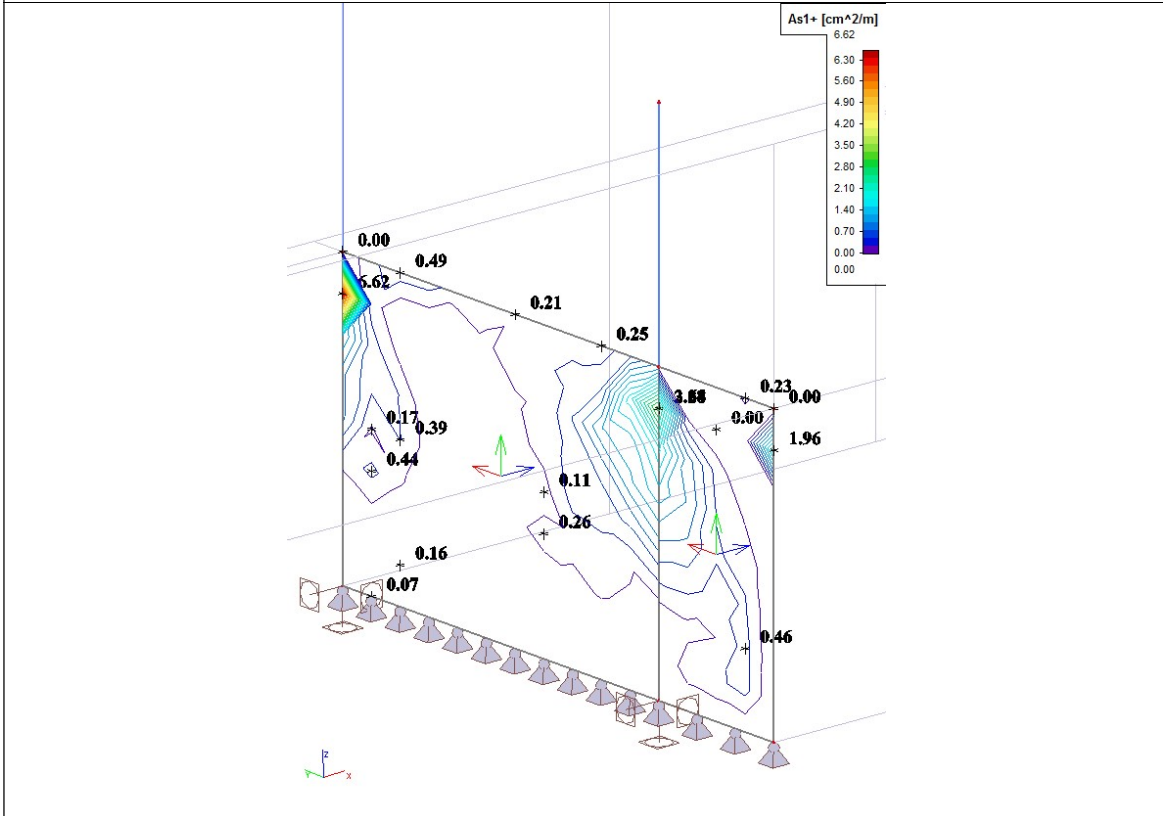


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

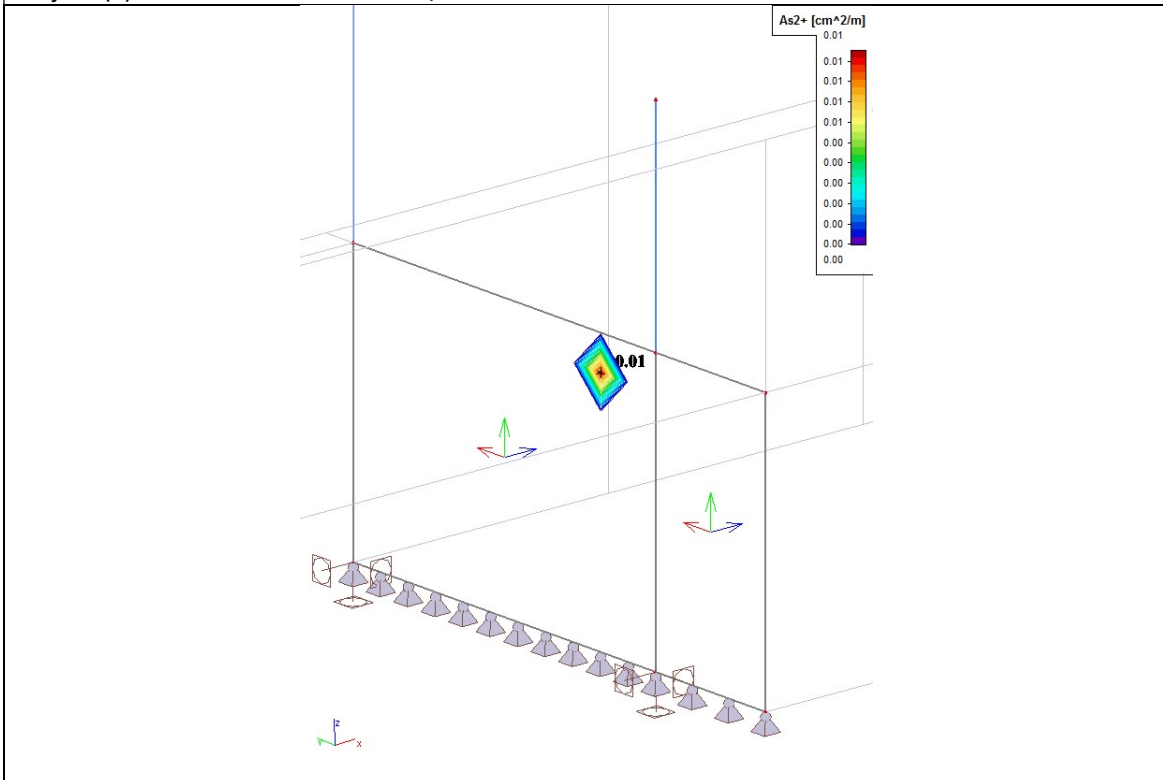


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'



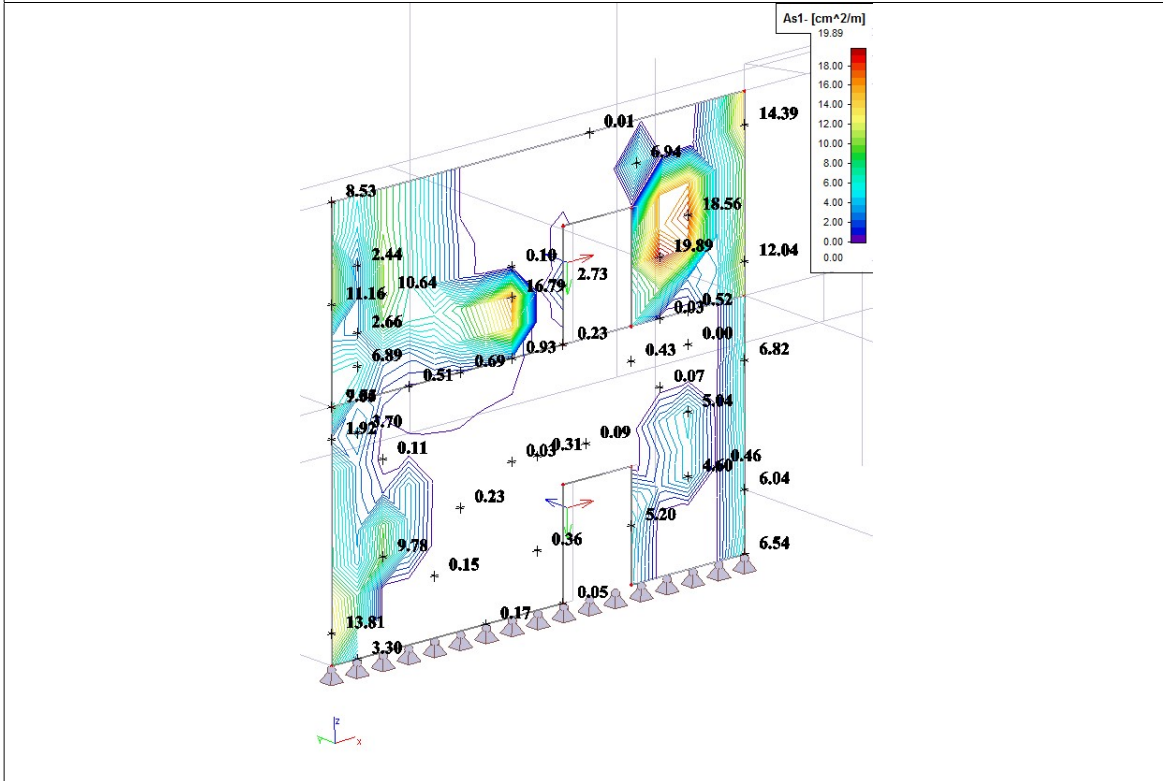
Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'



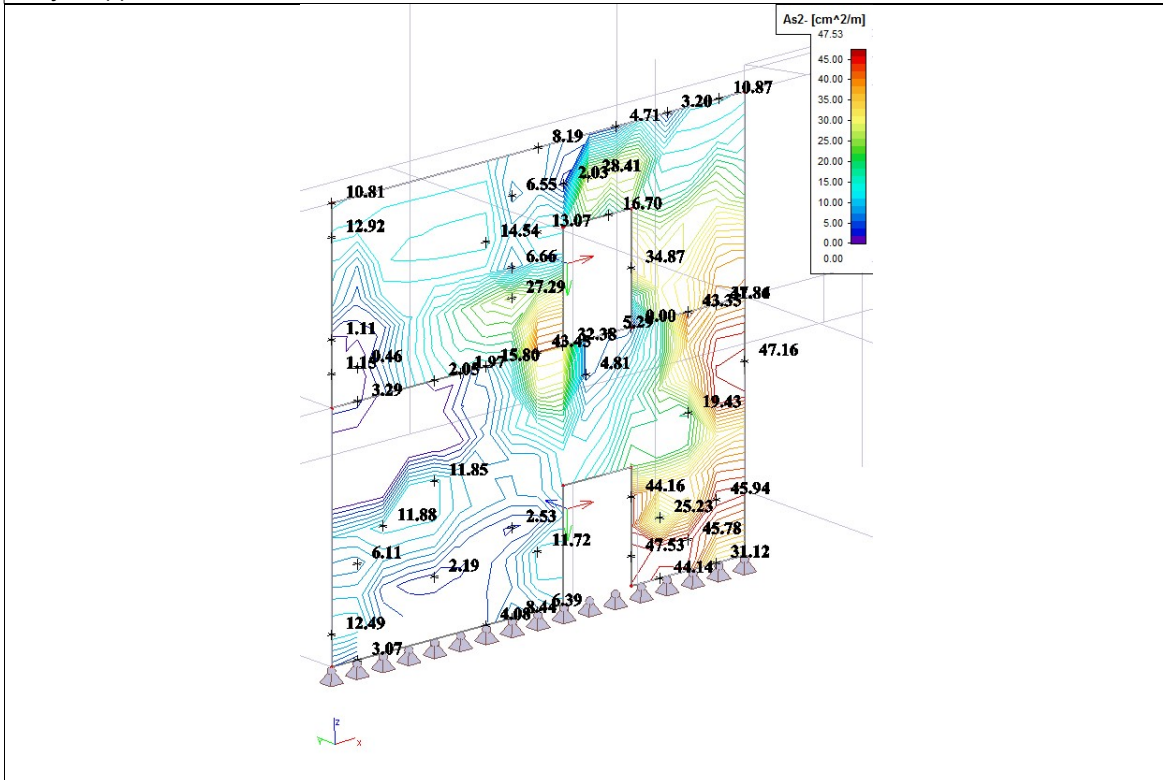
7.3 Zid između osi 3/5 i b/c

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

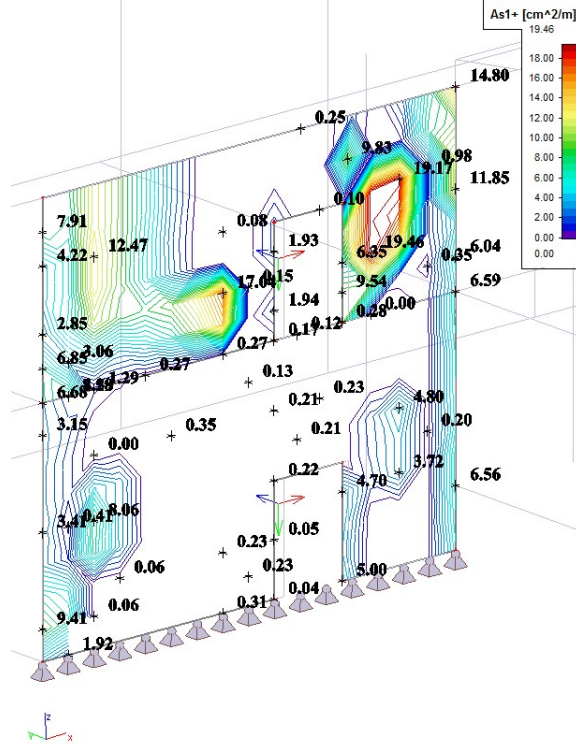


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

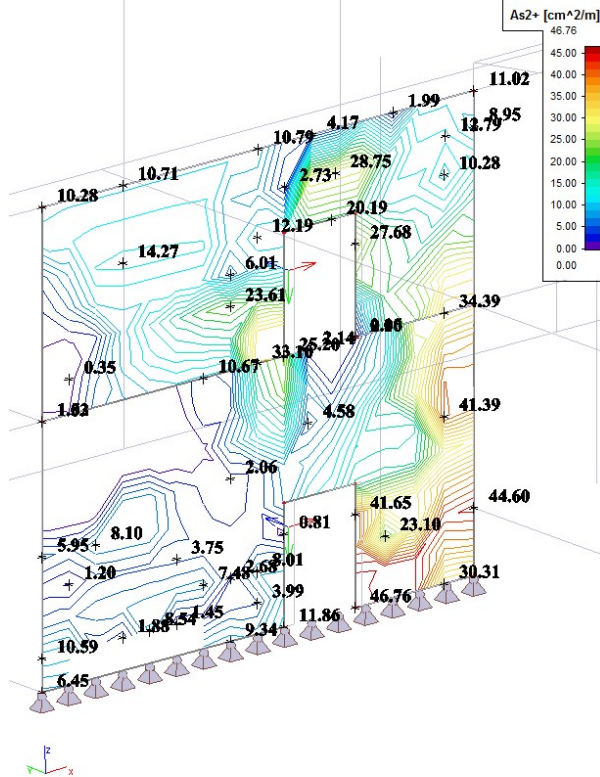


Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

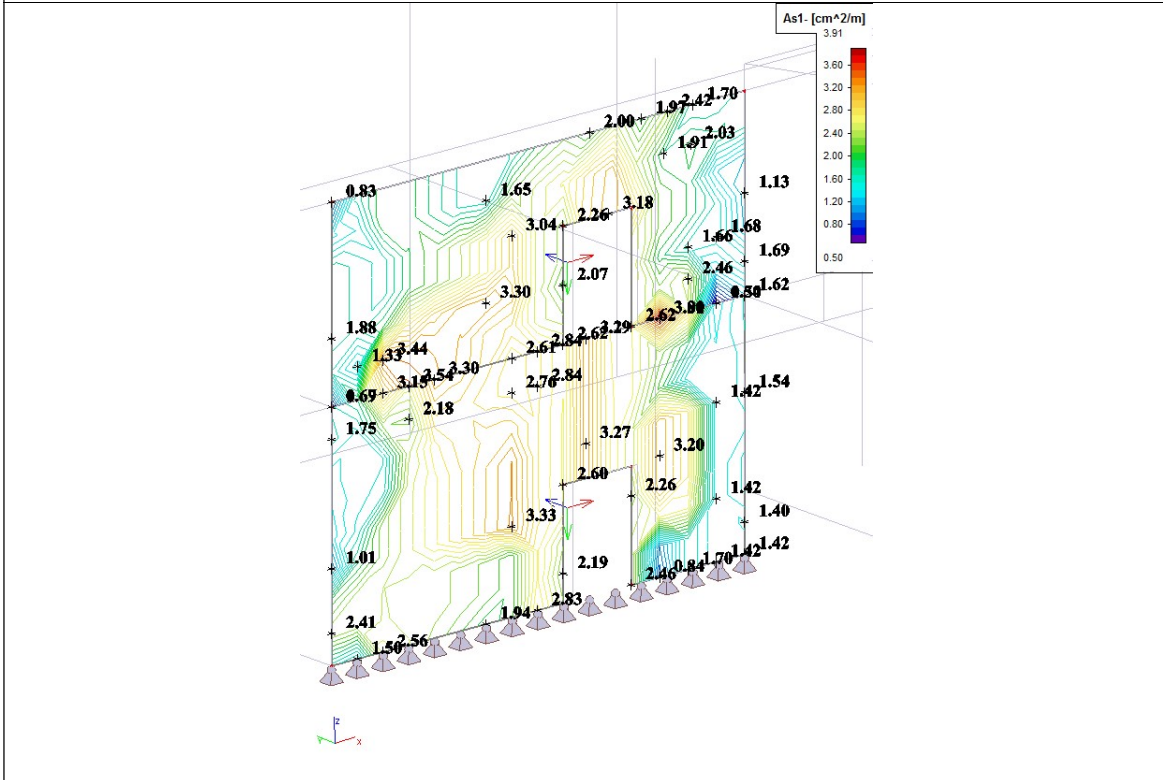


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

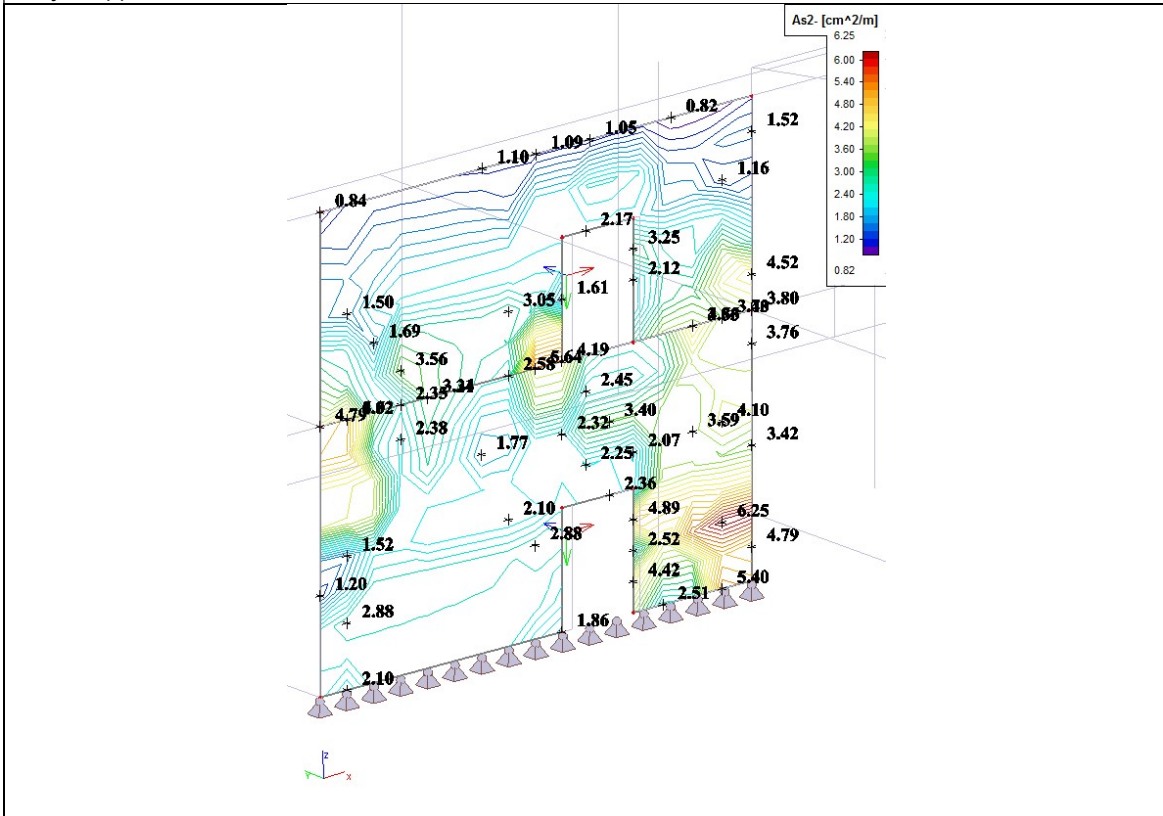


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

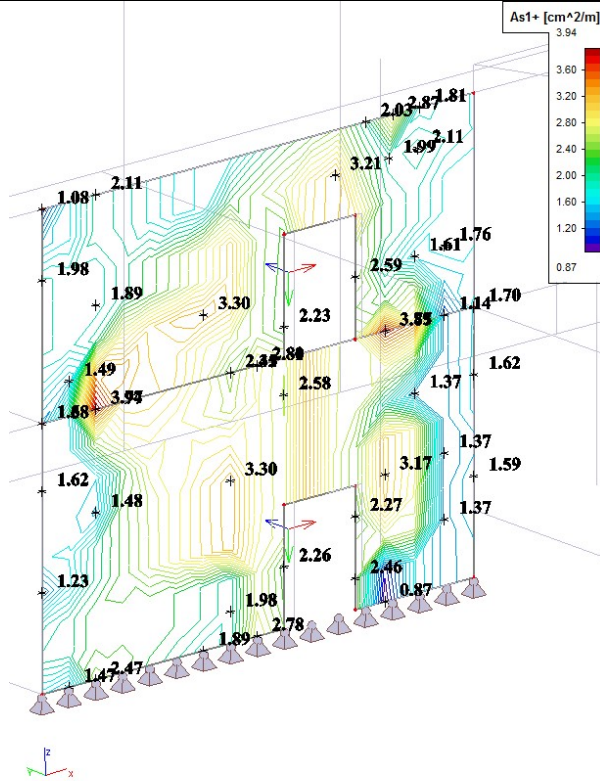


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

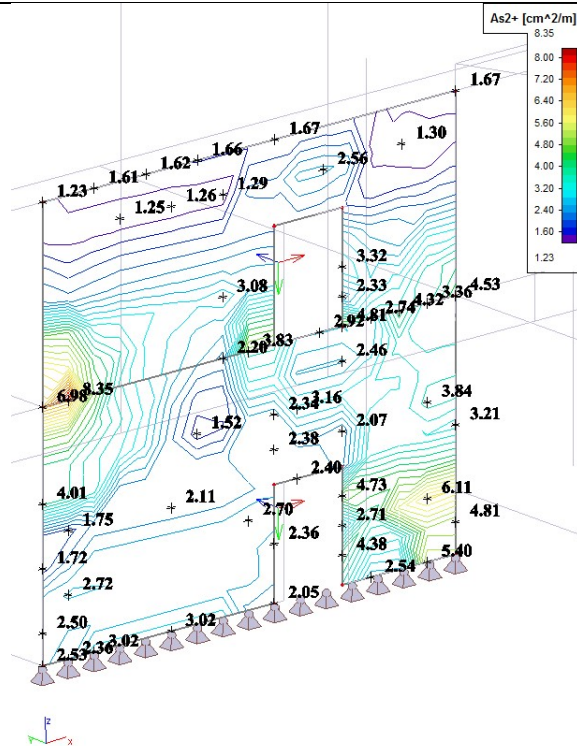


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

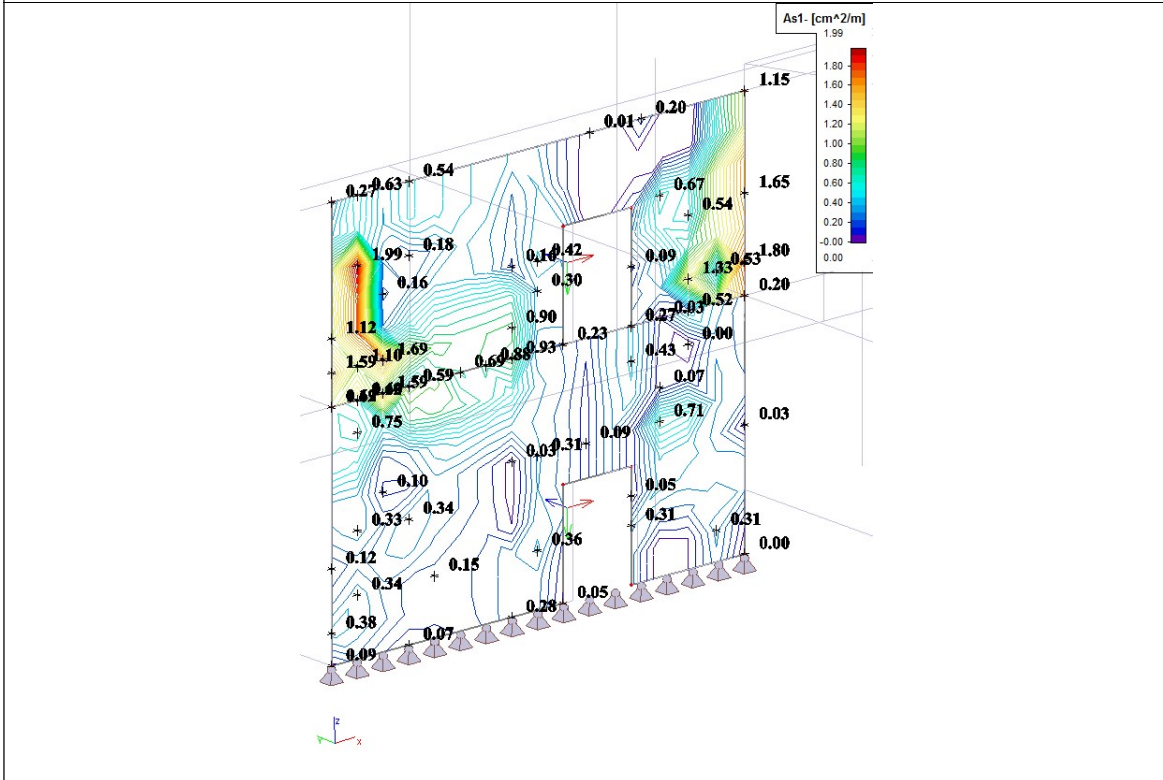


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

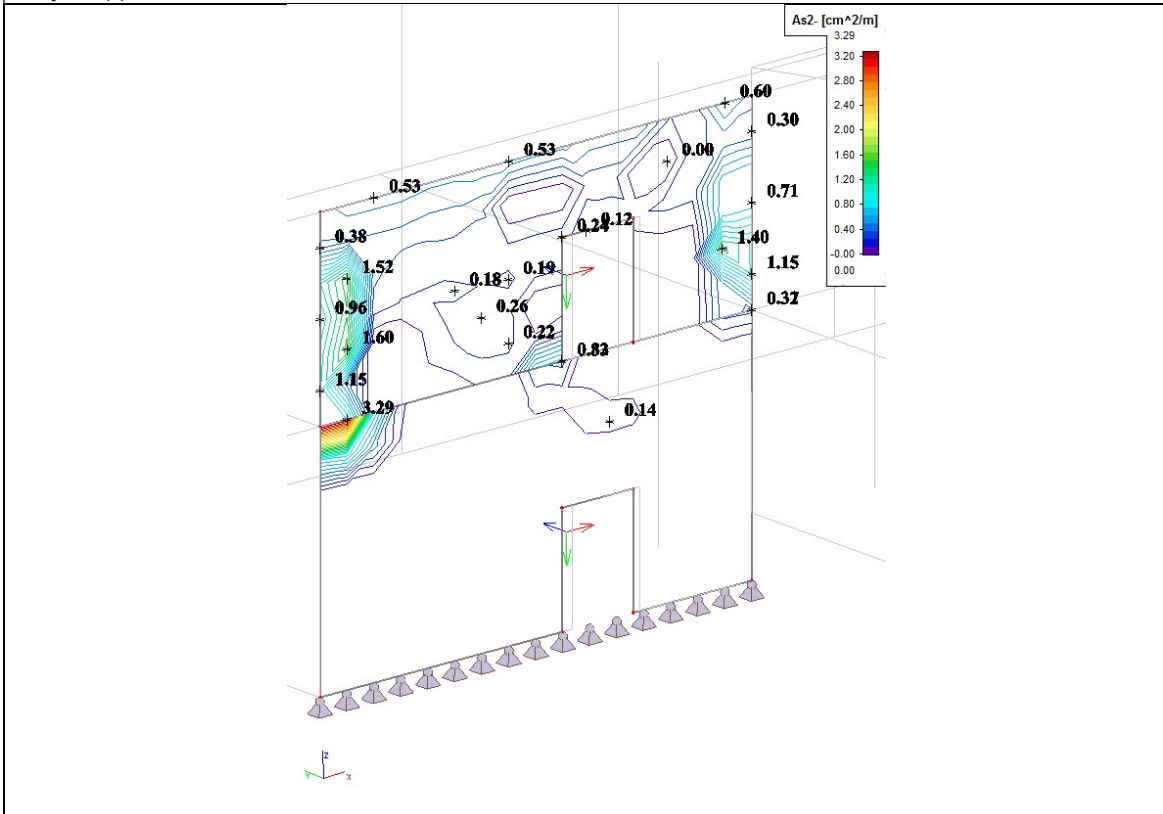


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

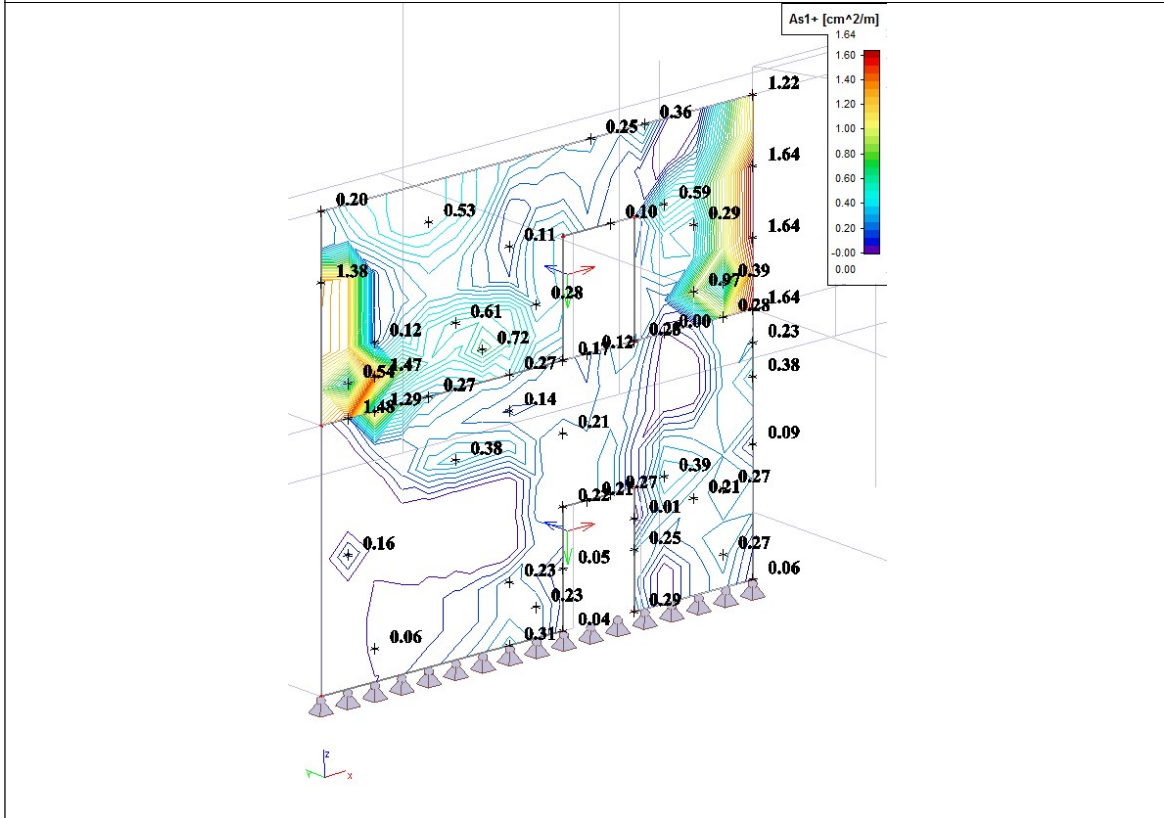
Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'



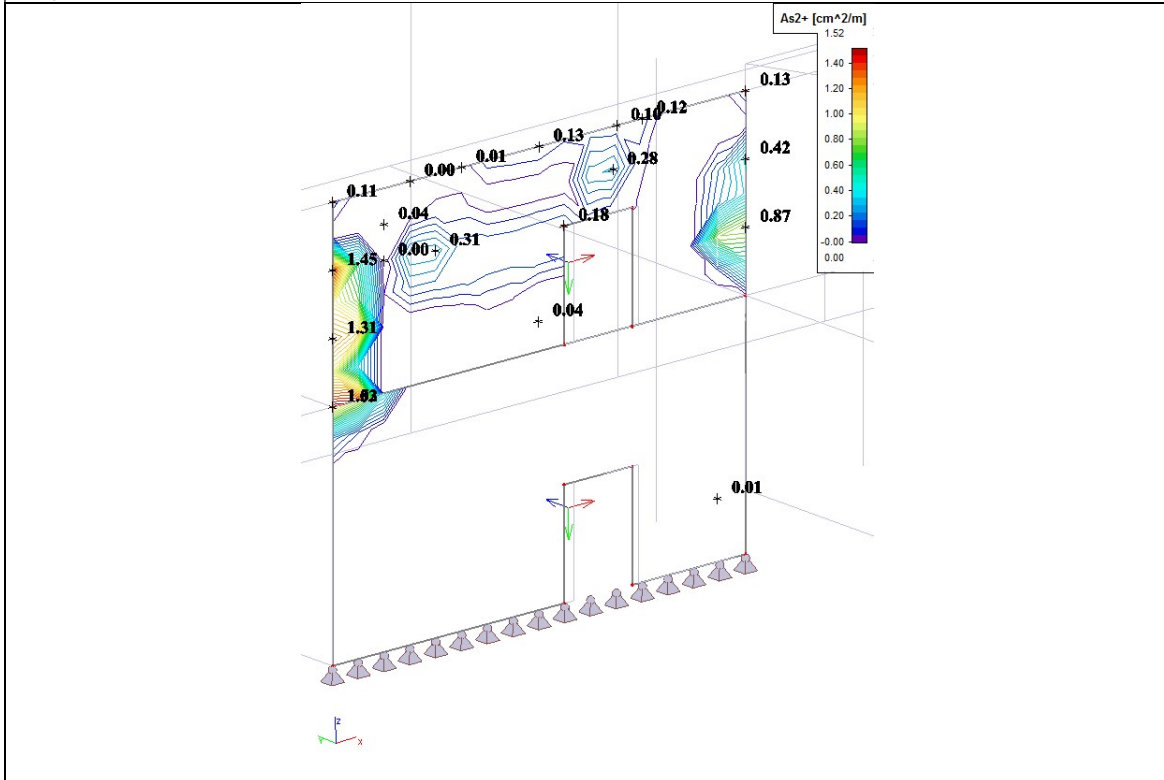
Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'



Rezultati proračuna za kombinaciju CO5
 Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'



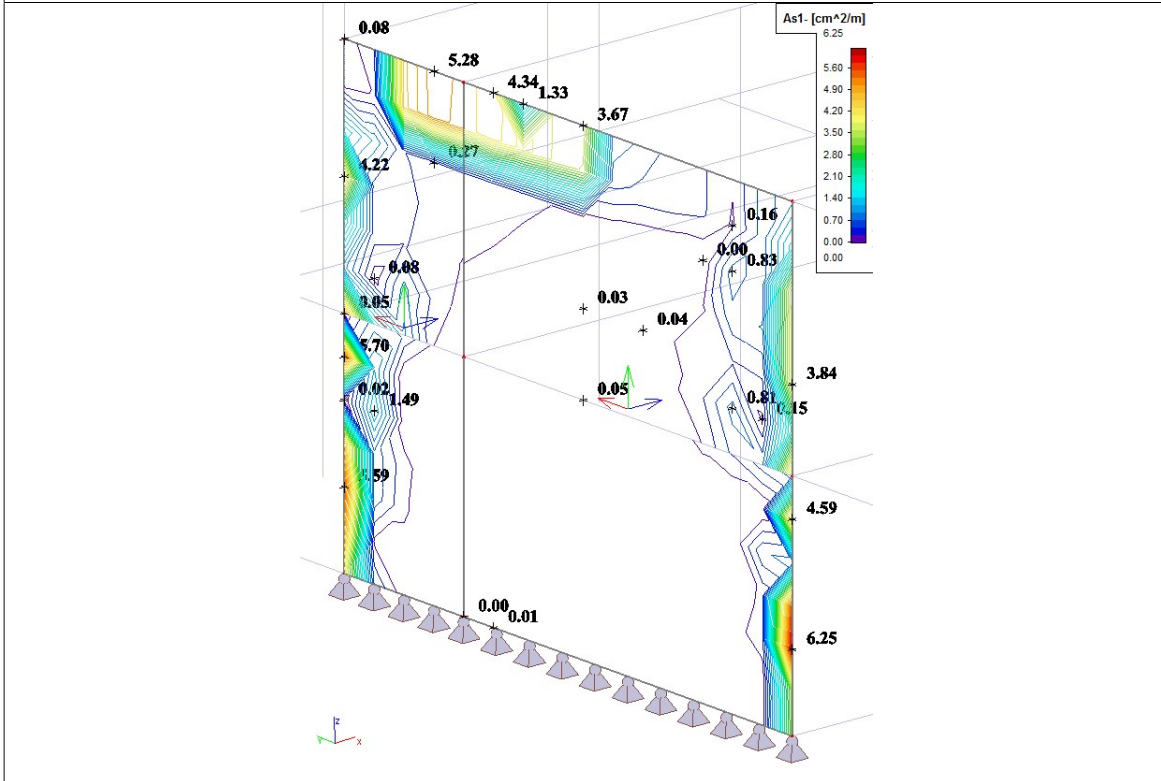
Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'



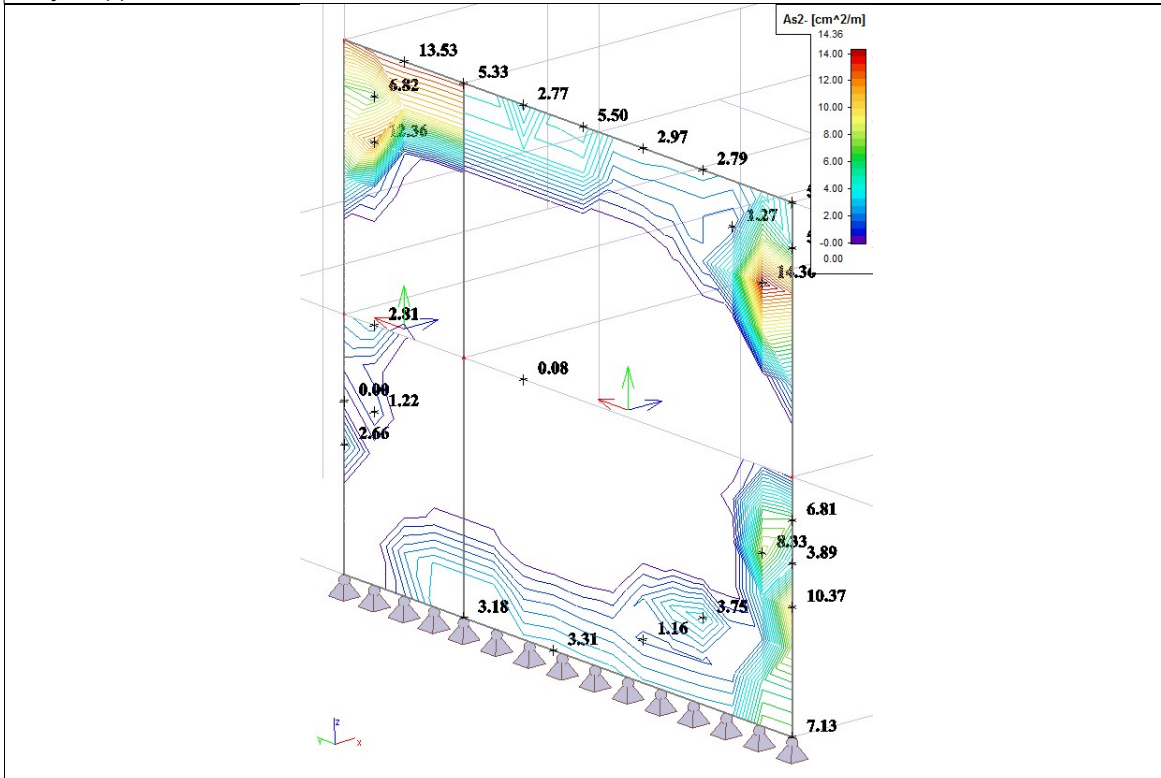
7.4 Zid u osi 5

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

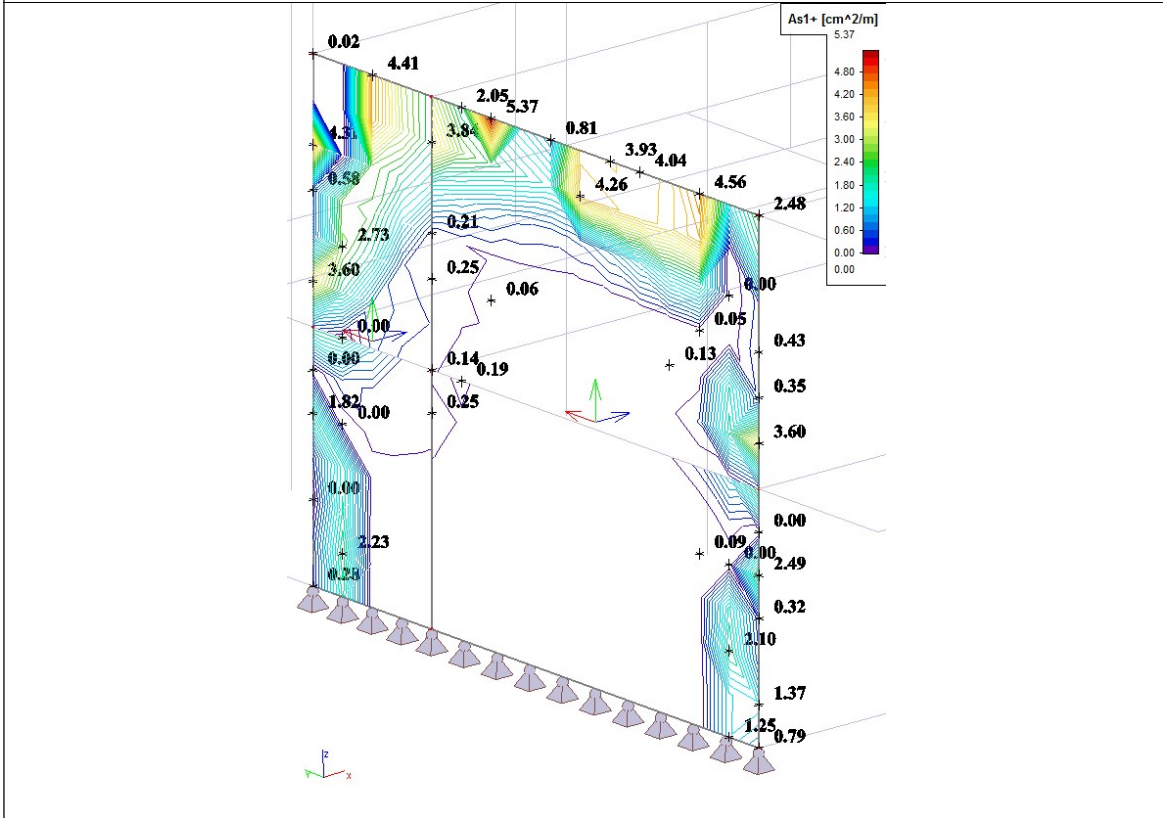


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

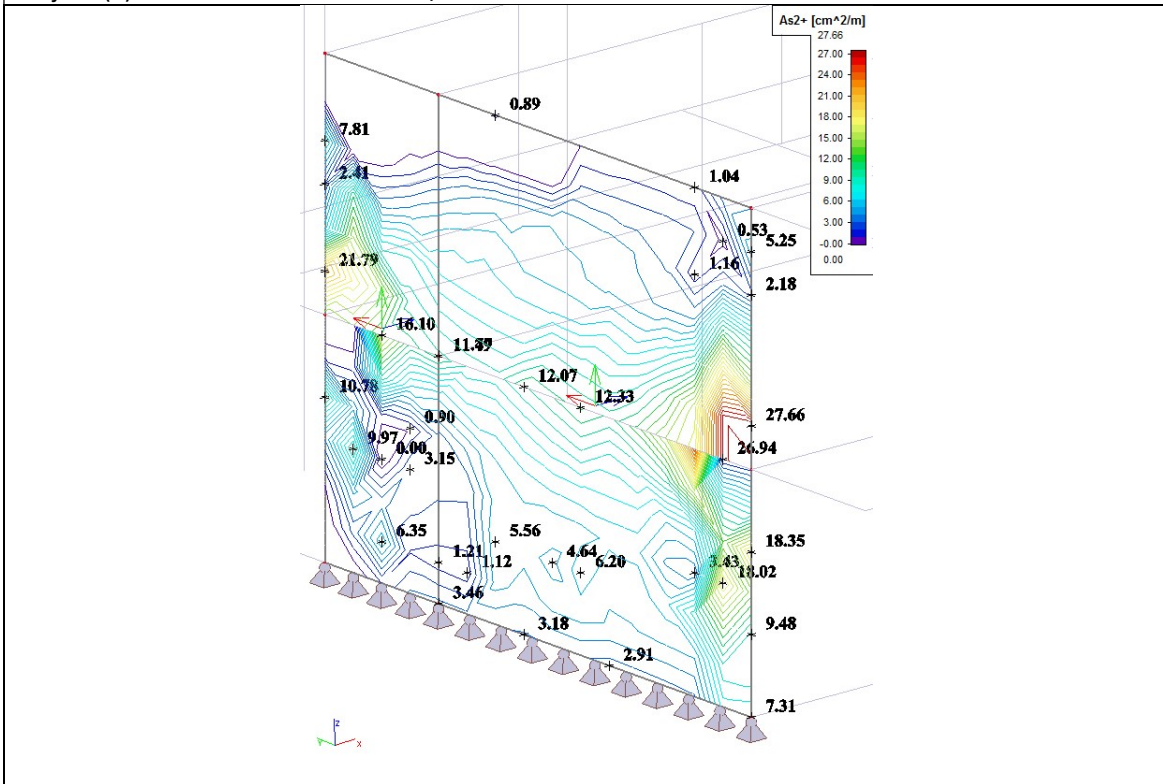


Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

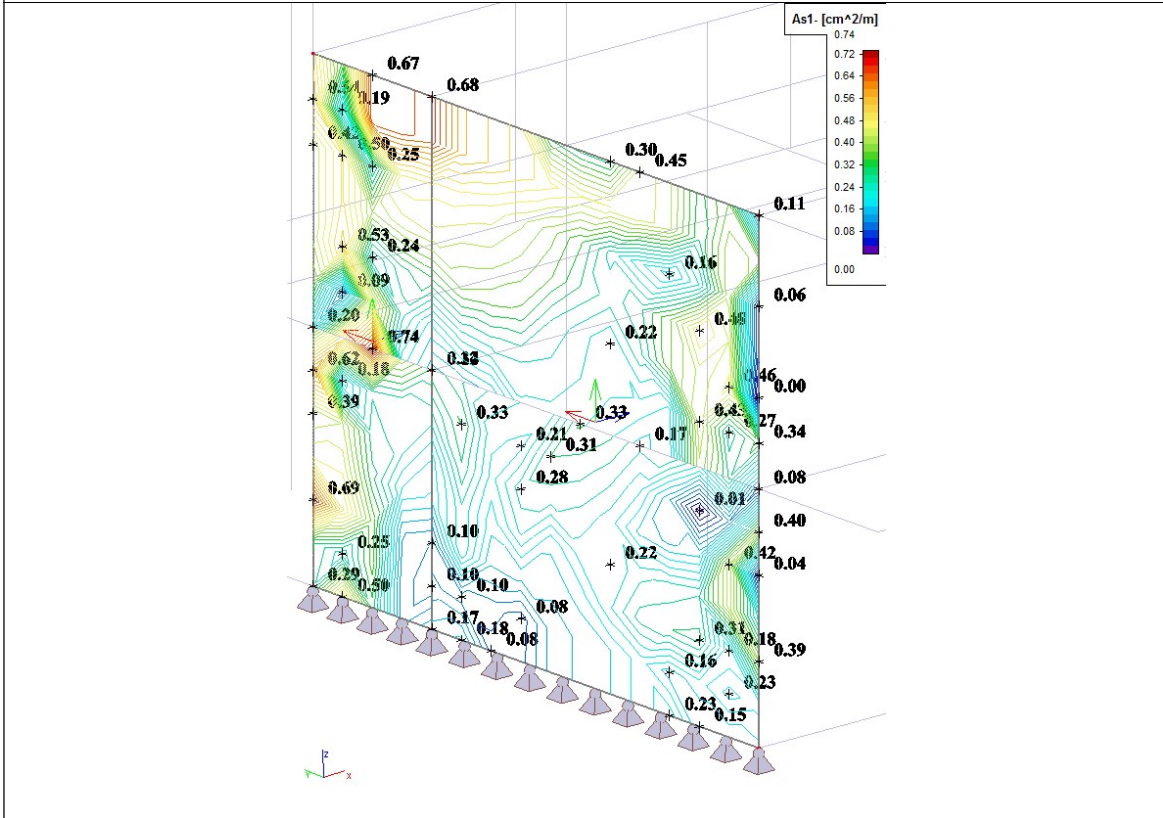


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

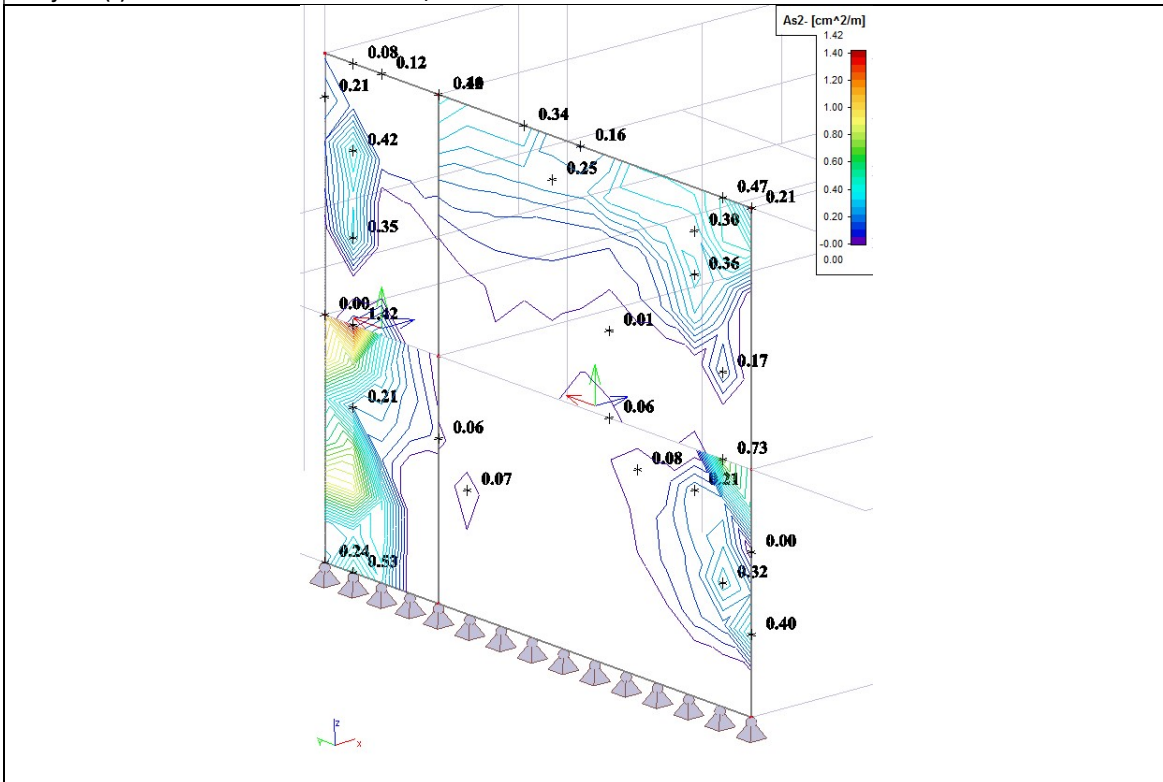


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

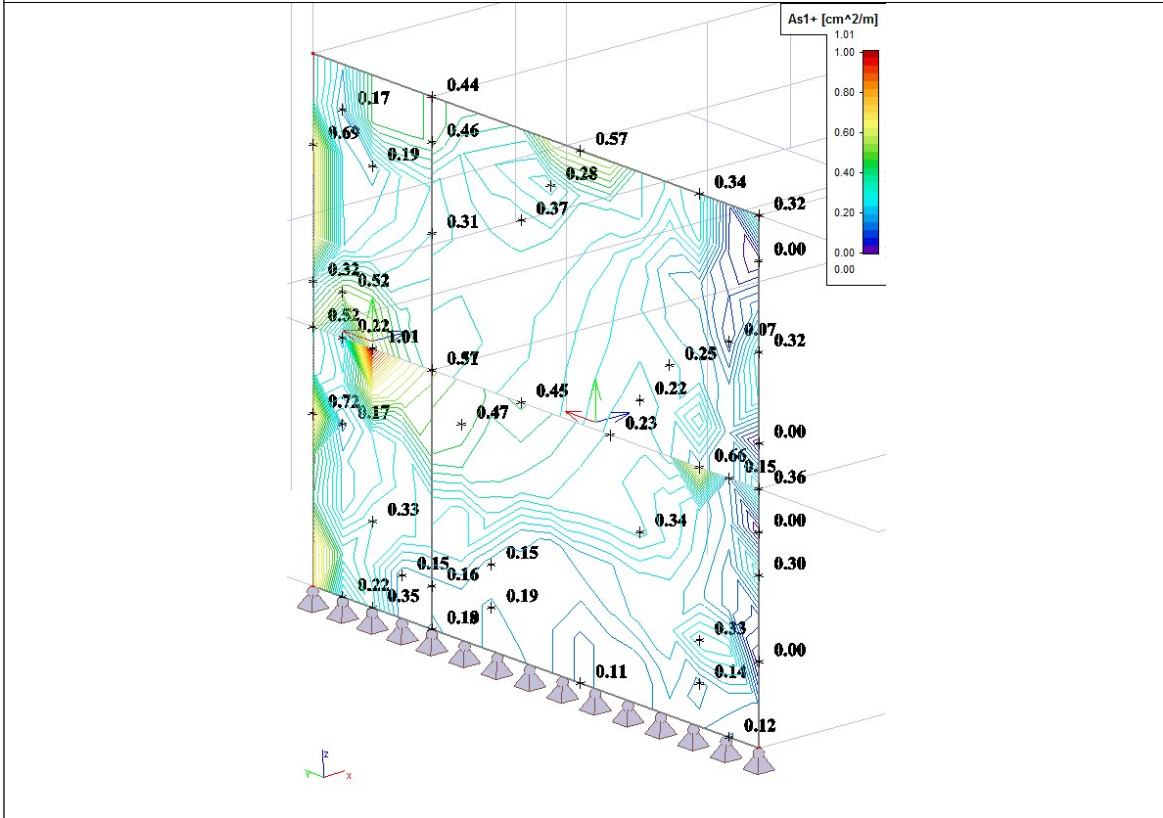


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

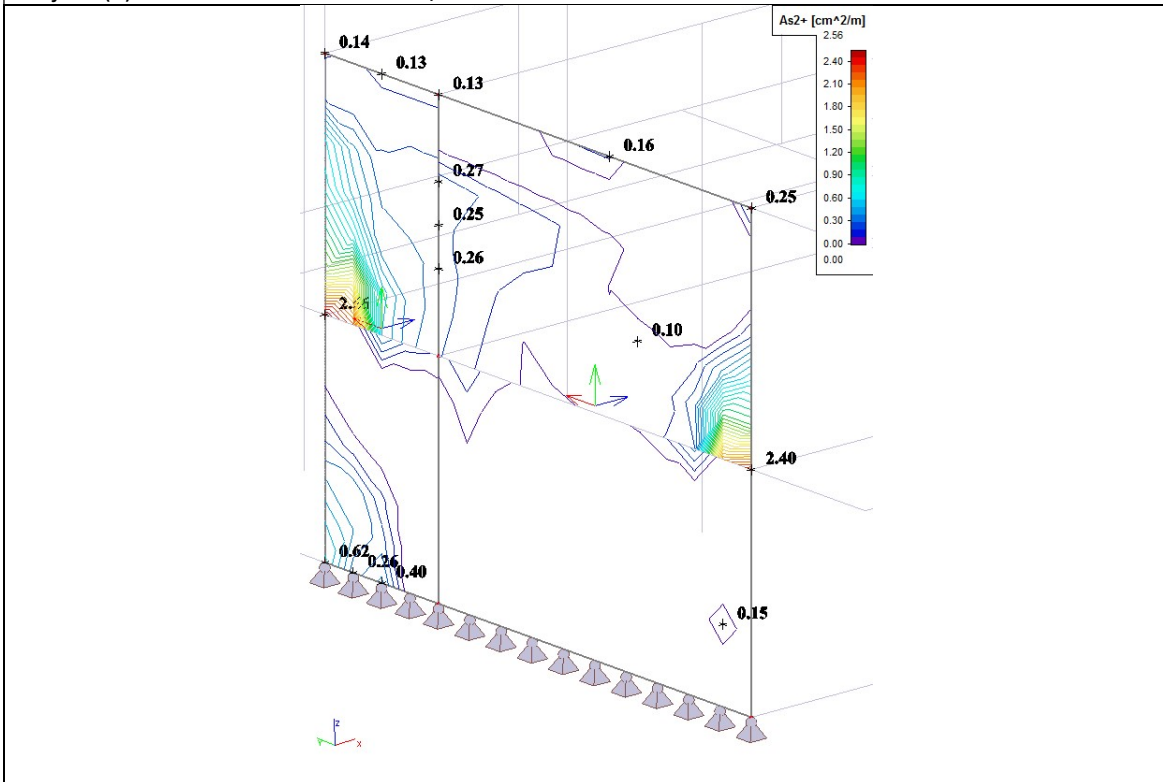


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

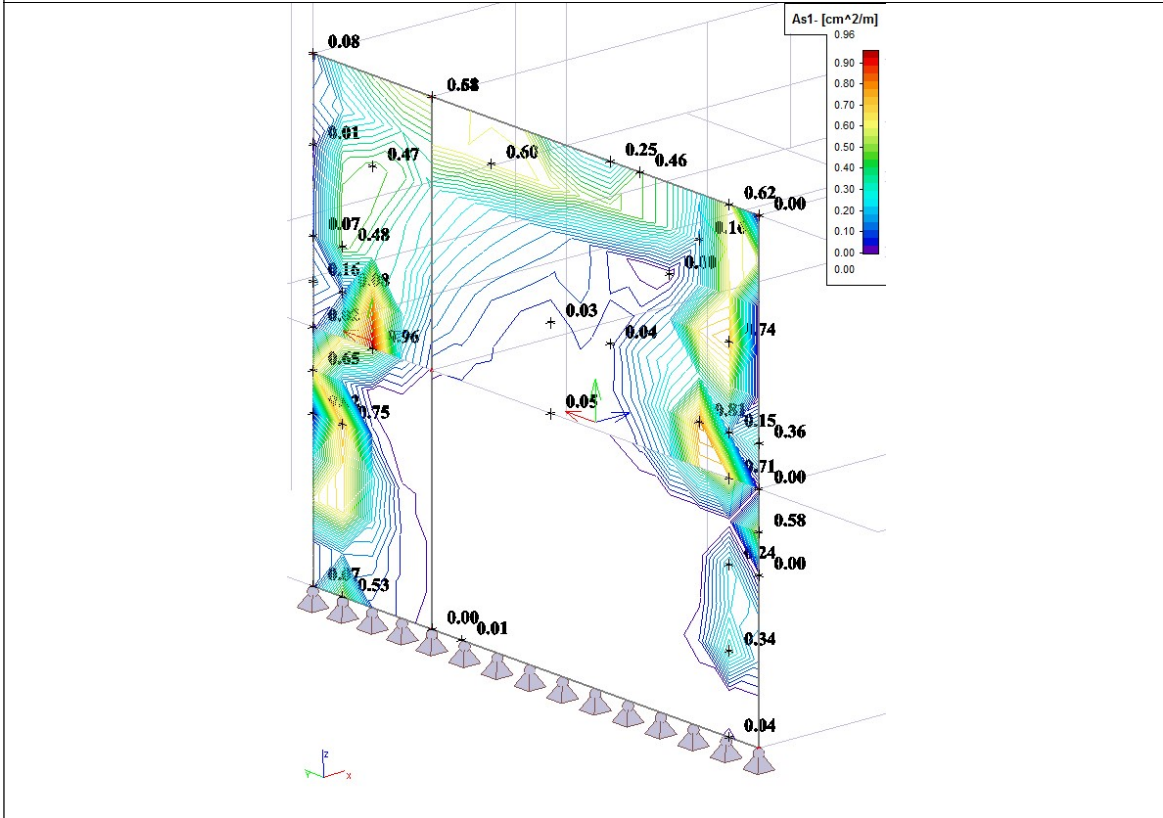


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

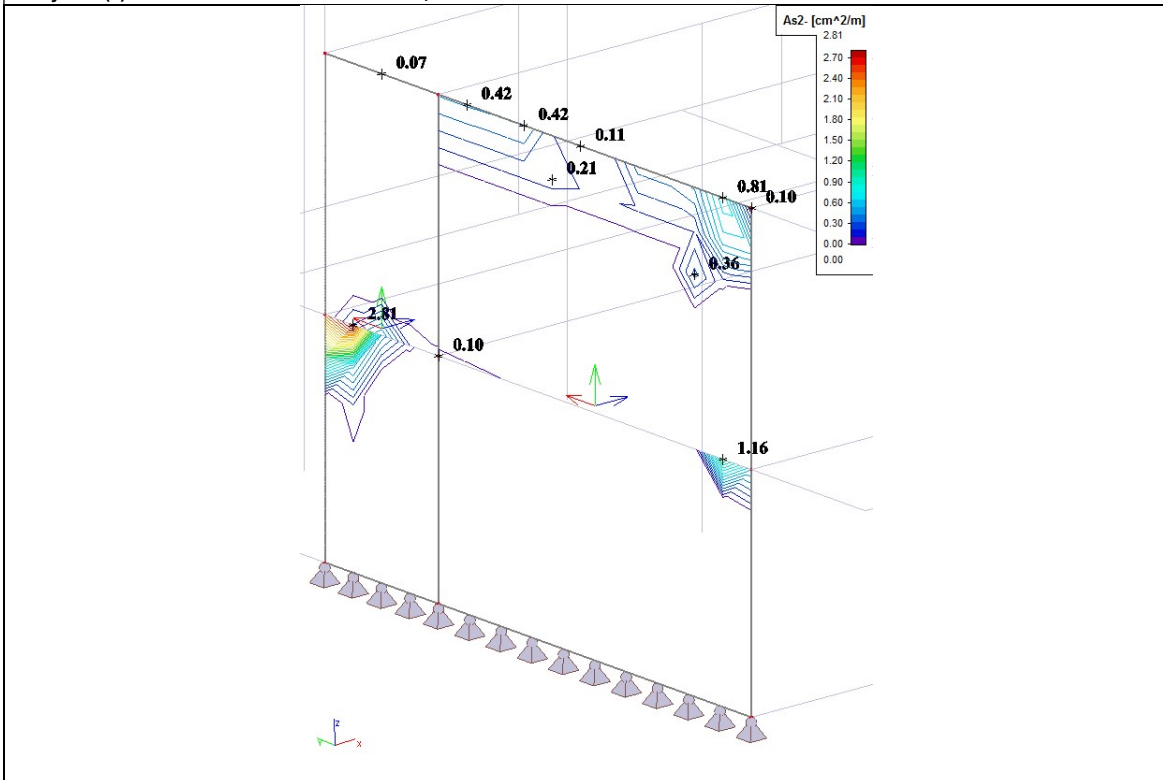


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

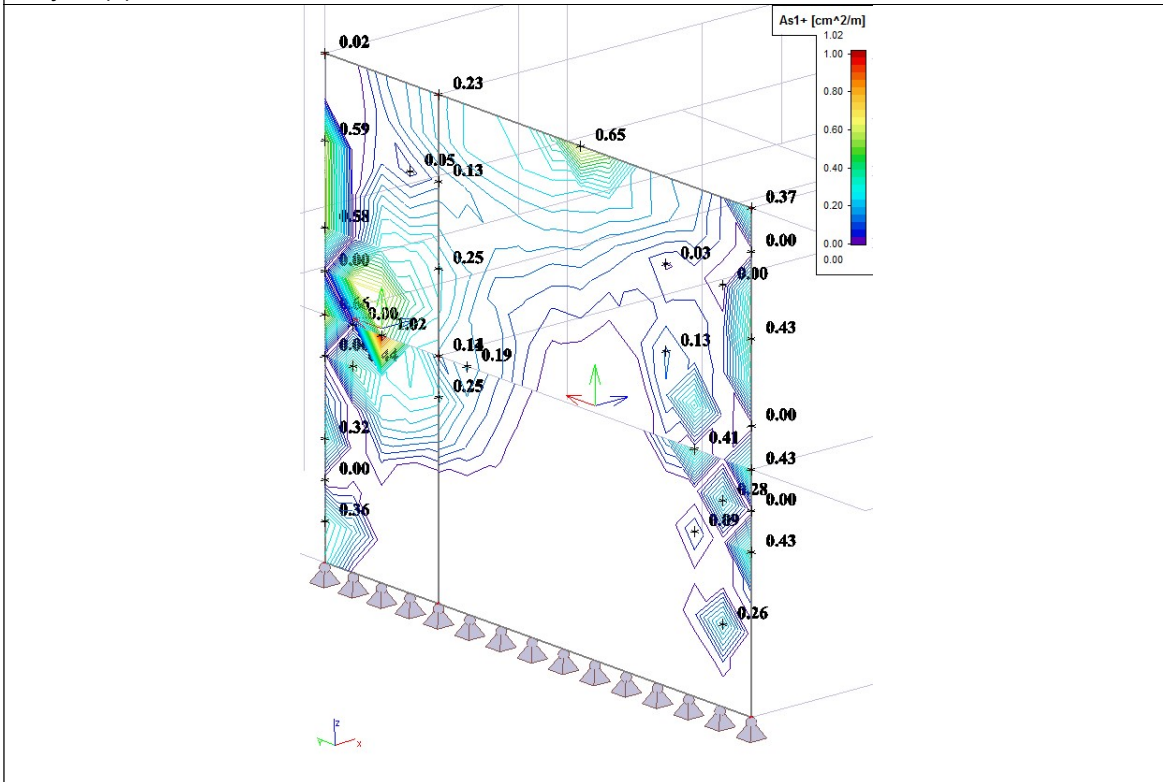


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

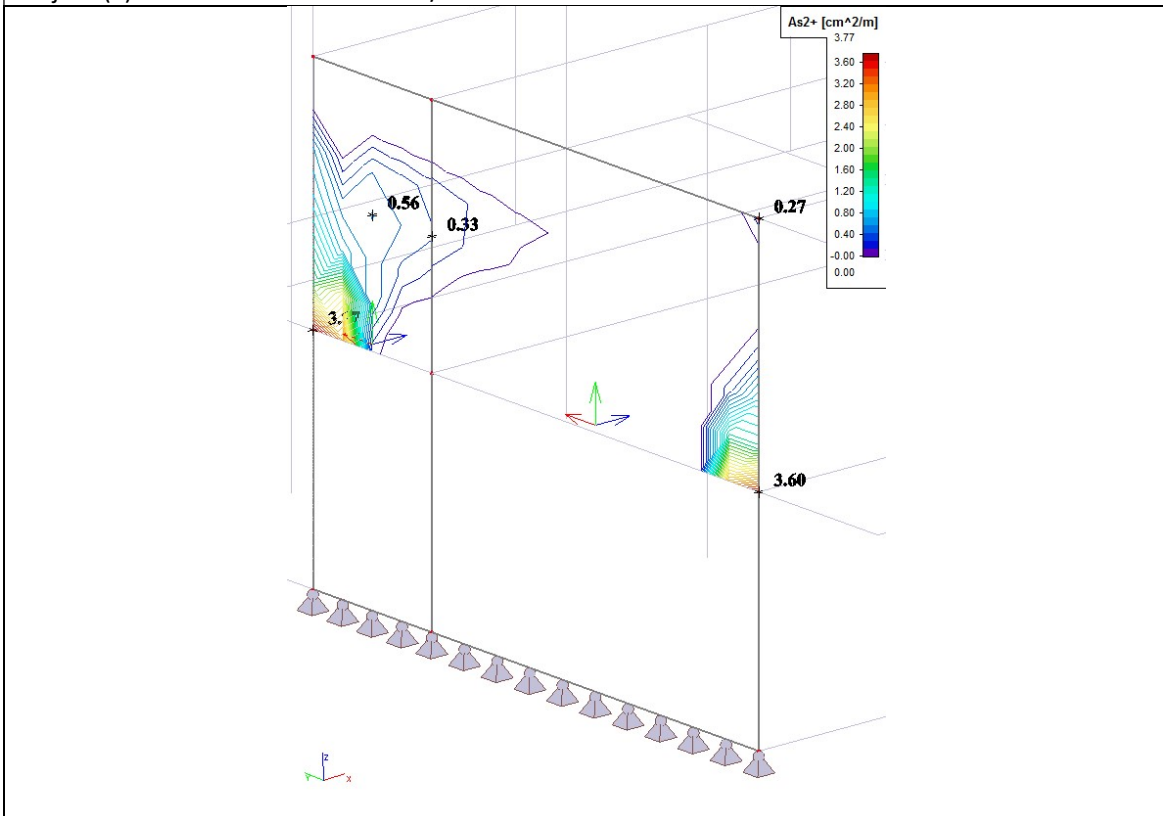


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'



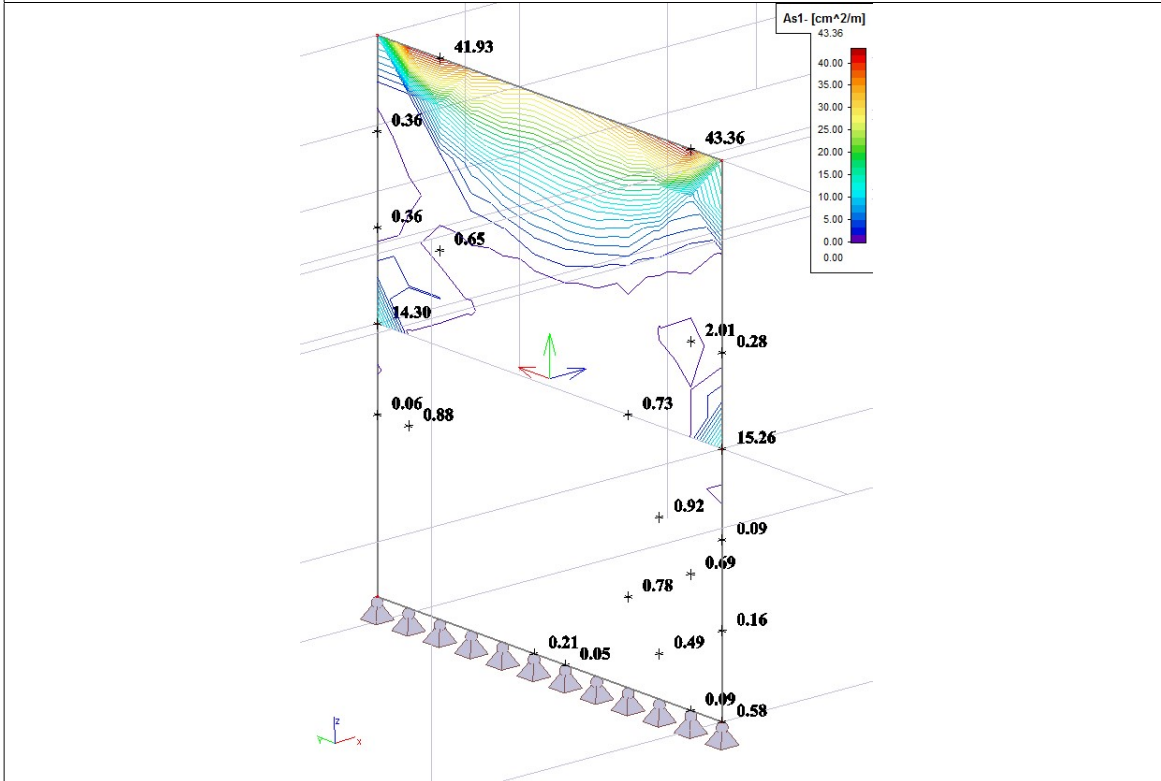
Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'



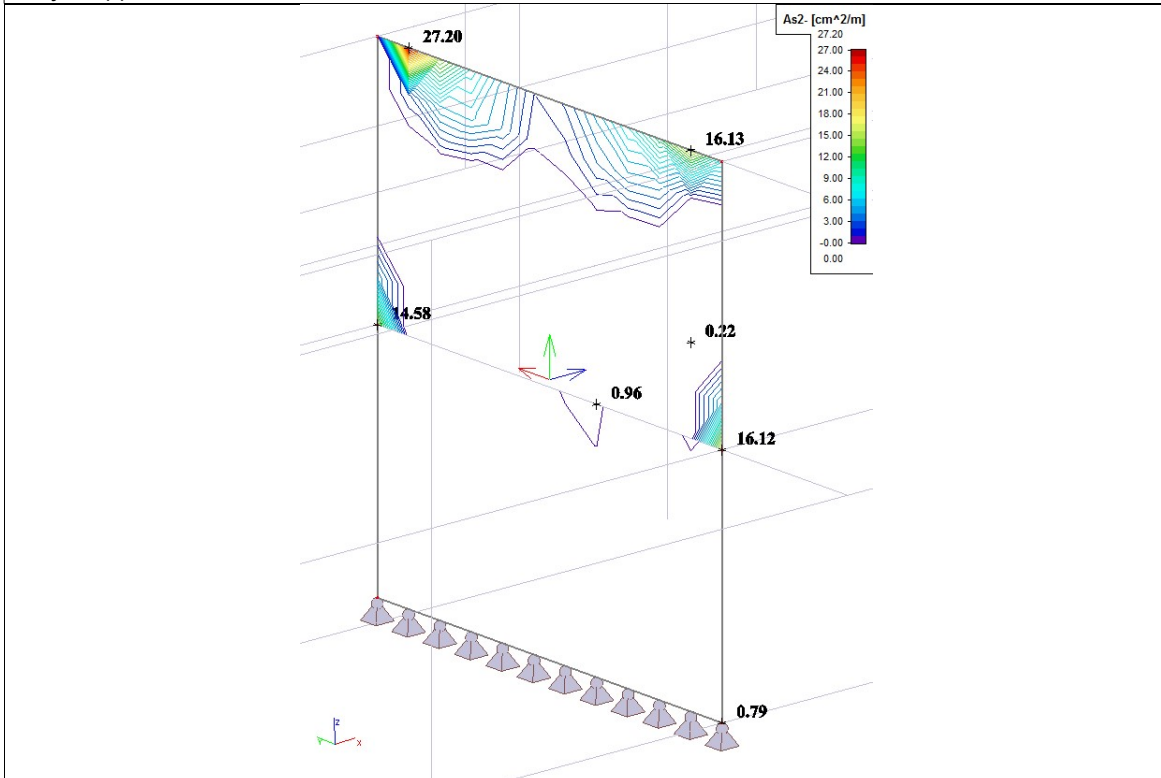
7.5 Zid u osi 9

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

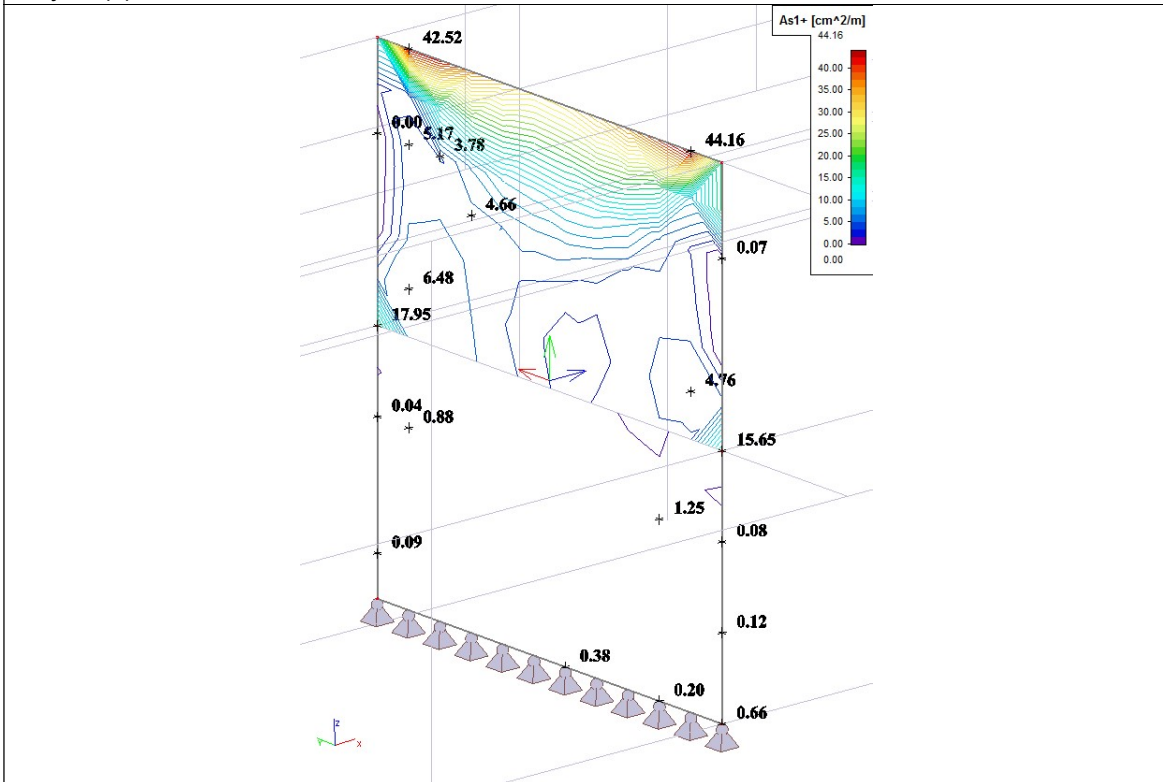


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

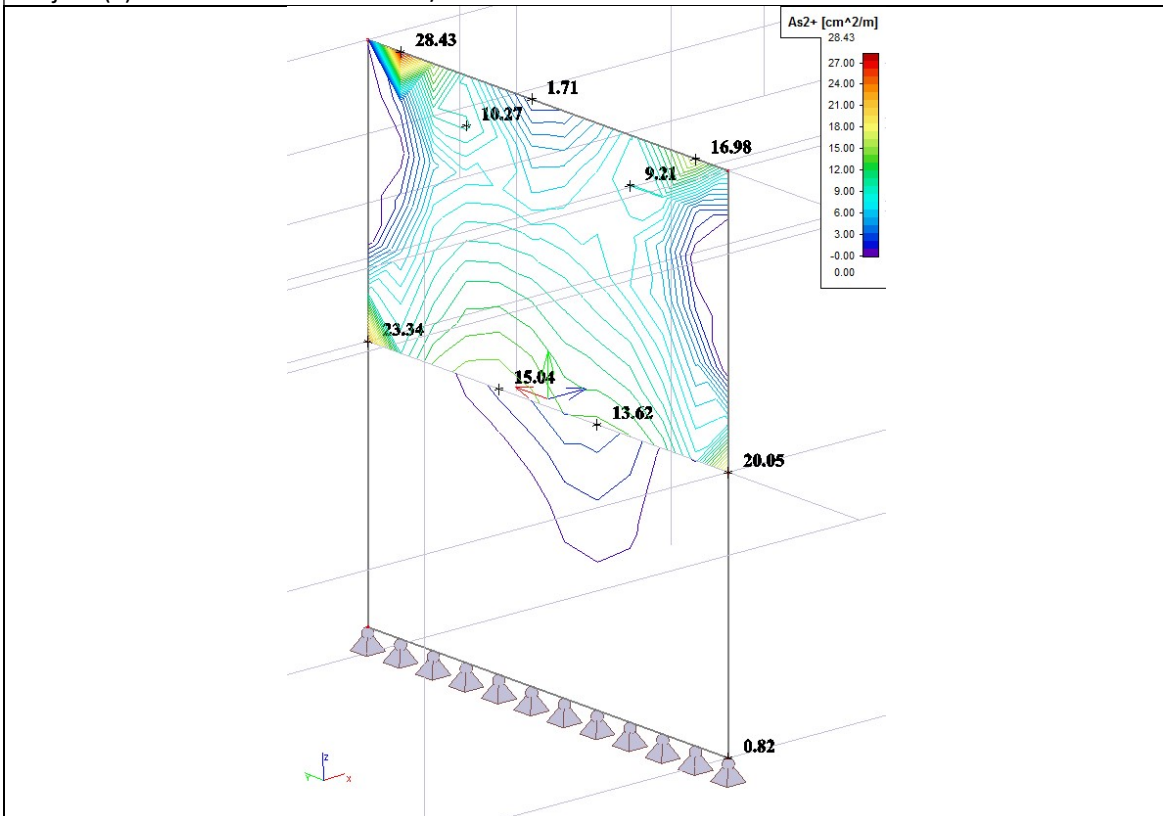


Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

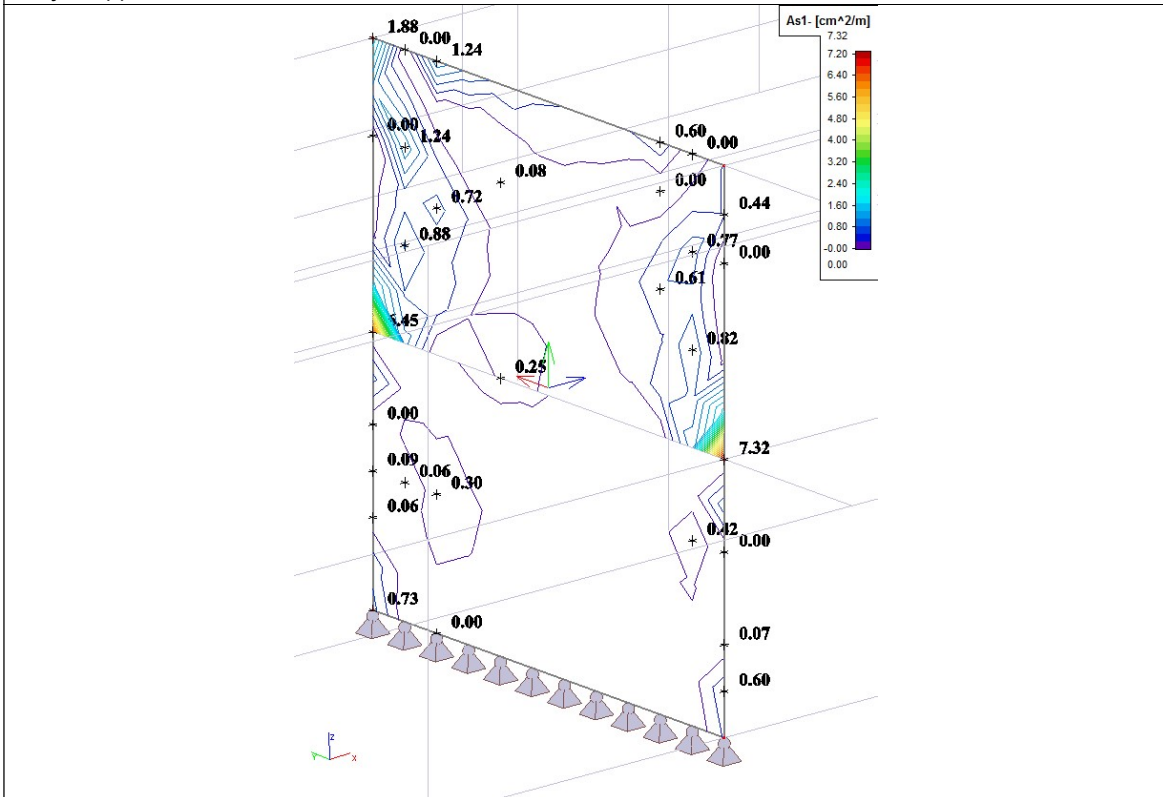


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

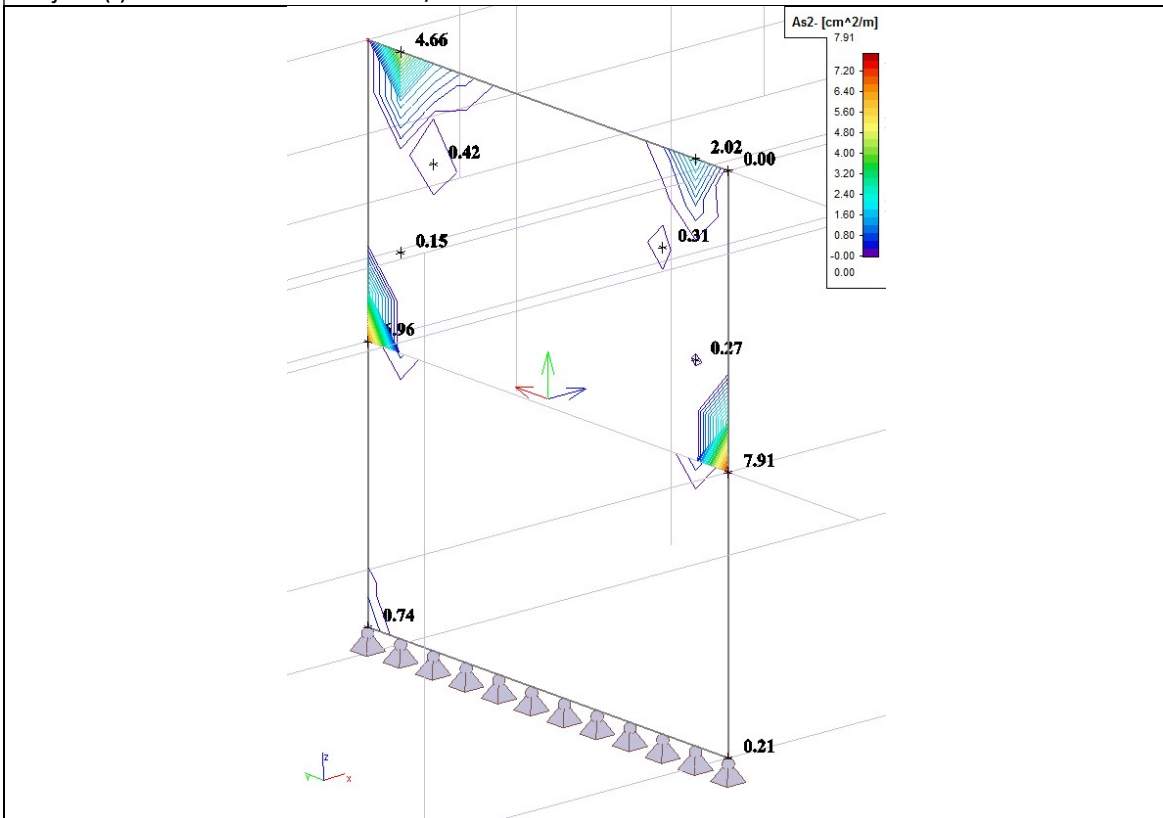


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

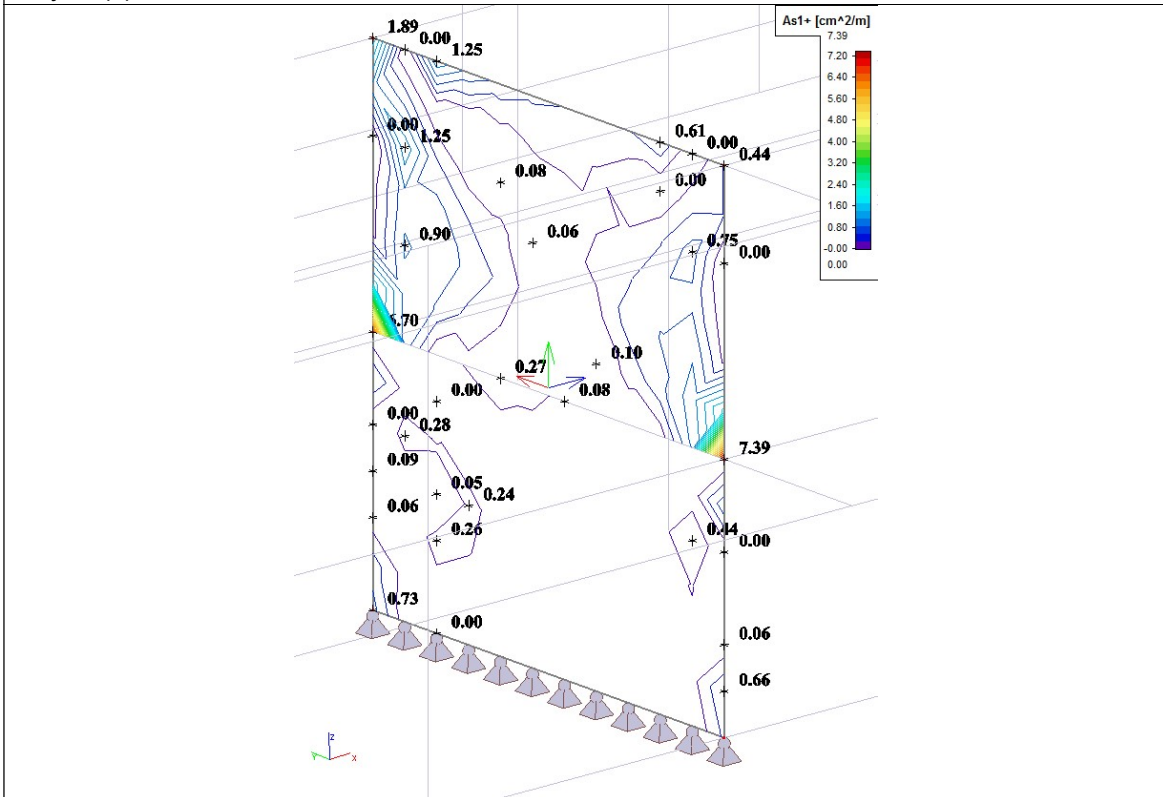


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

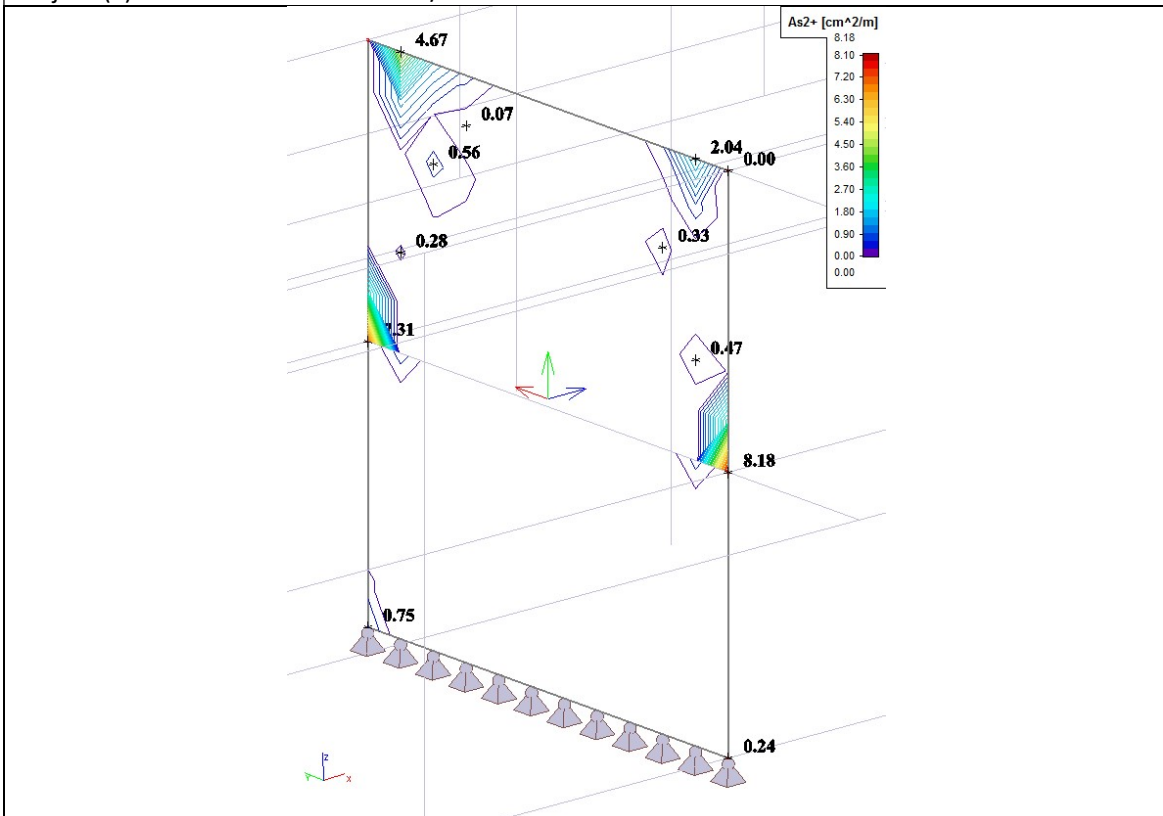


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

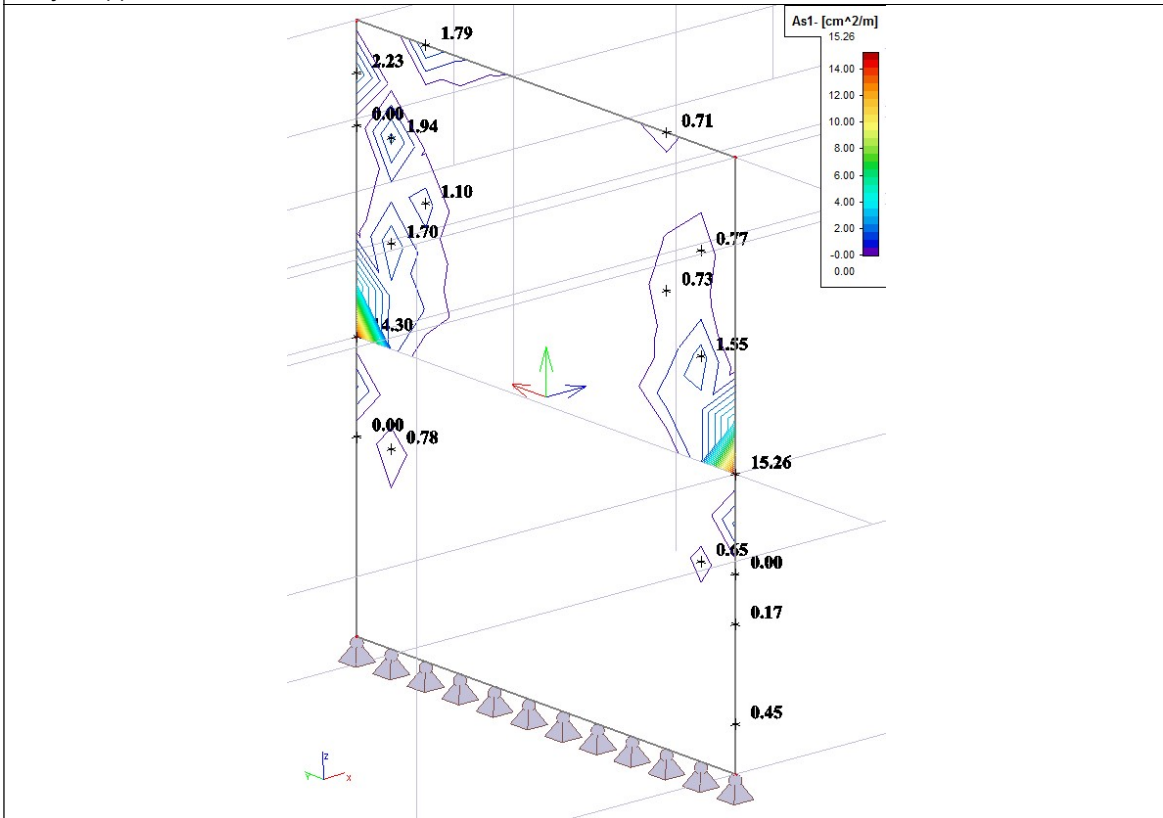


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

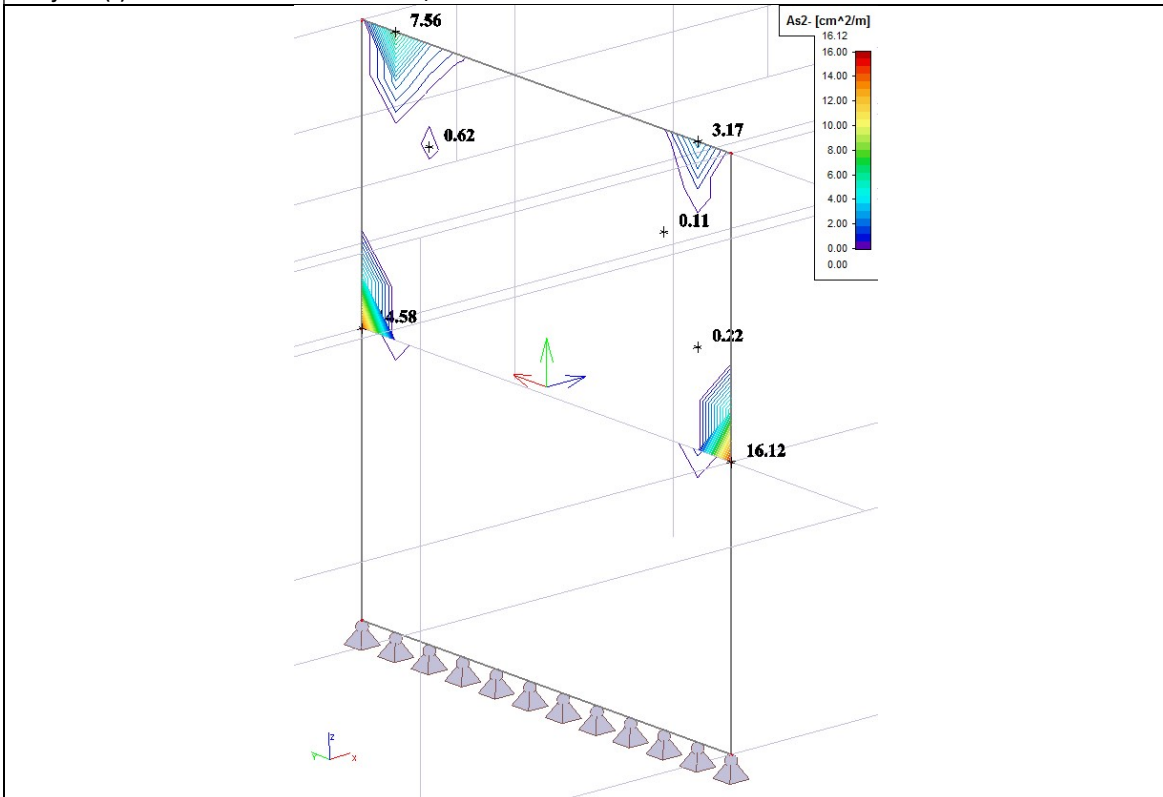


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

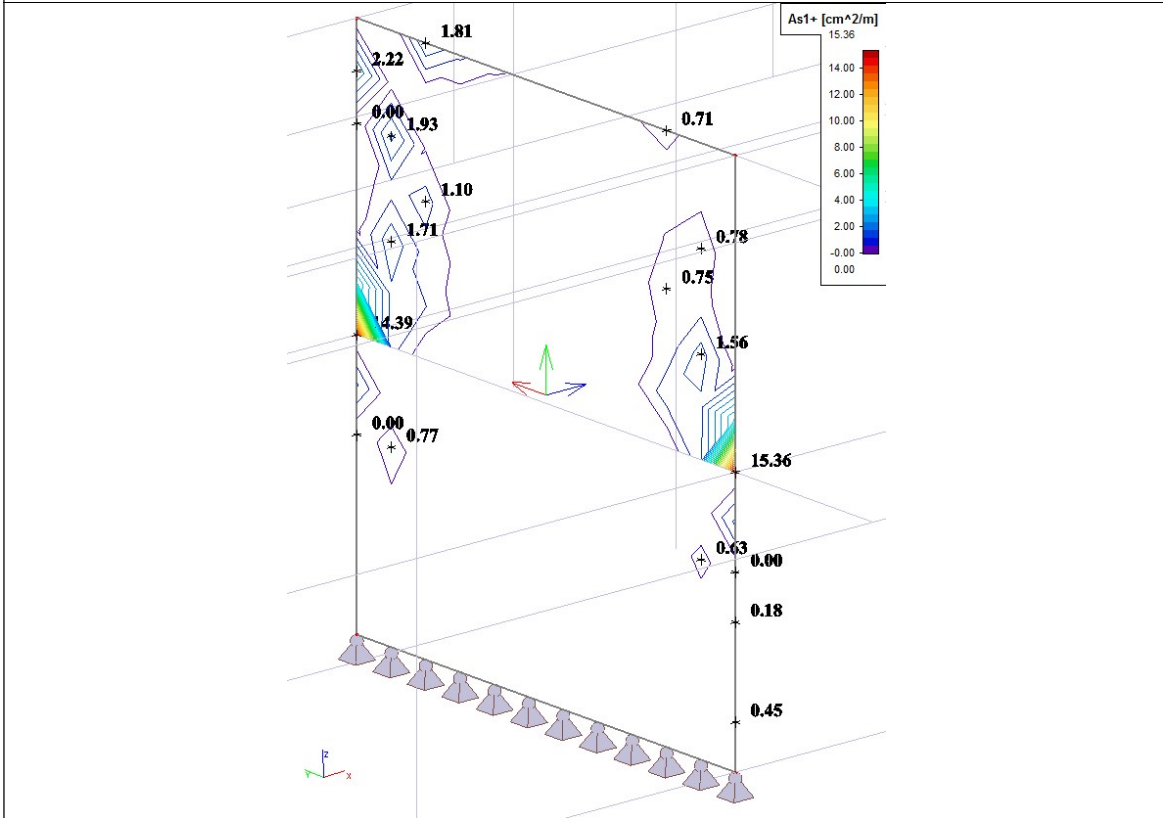


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

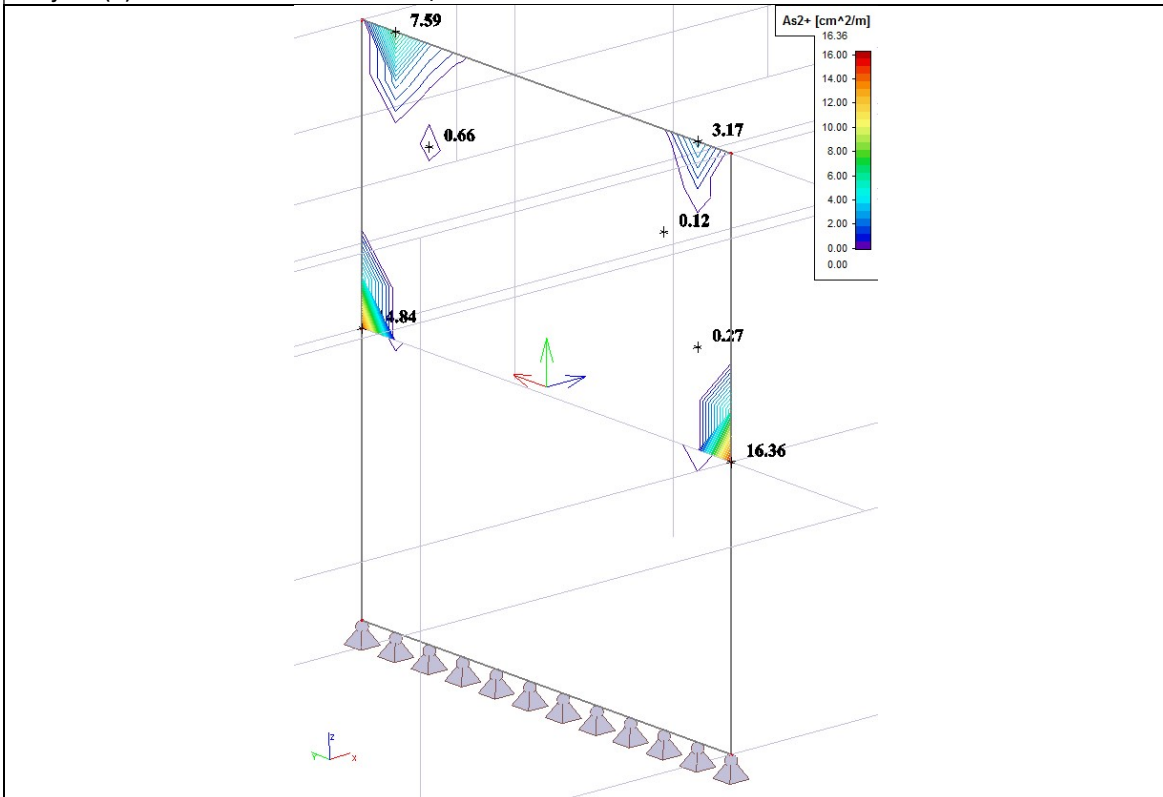


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'



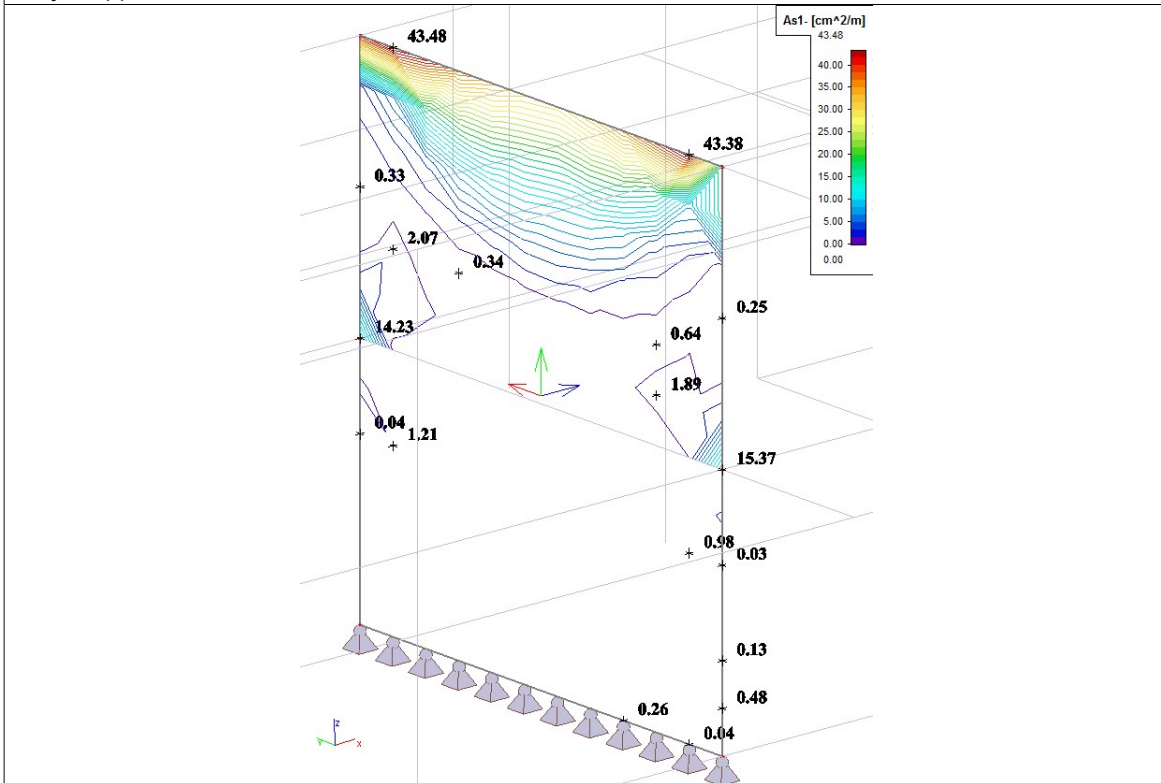
Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'



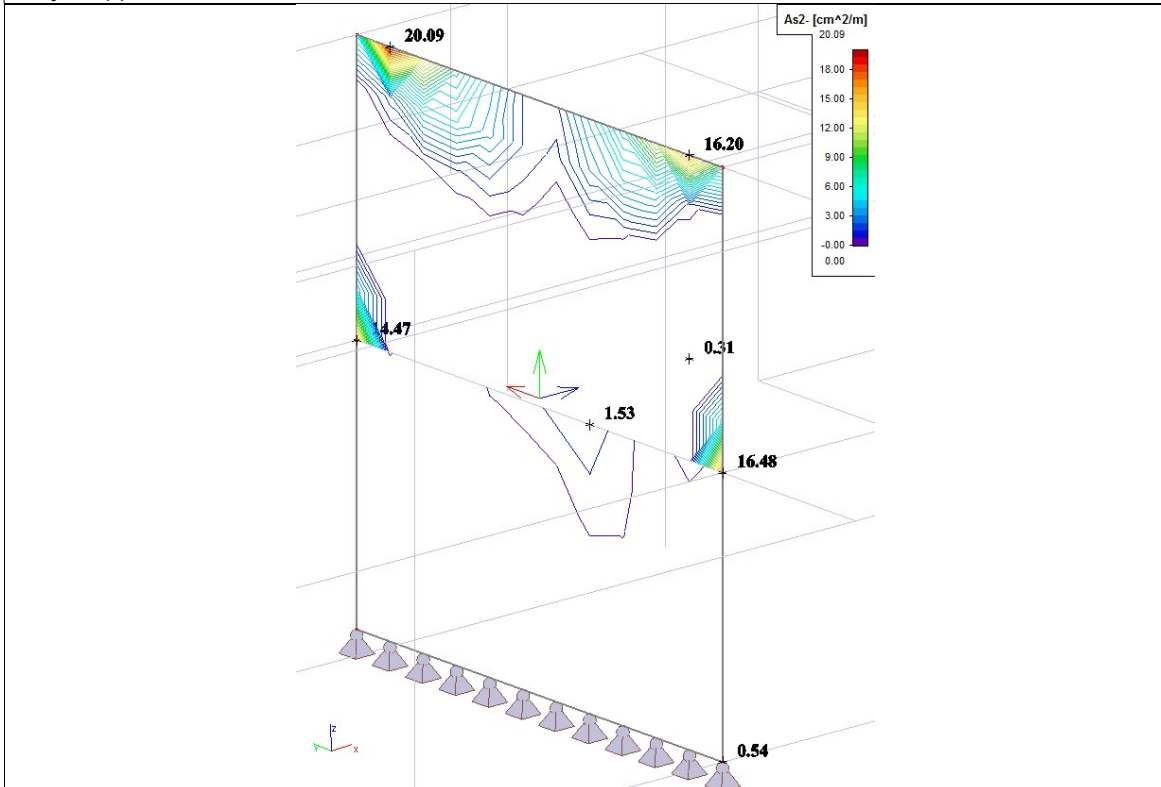
7.6 Zid u osi 11

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

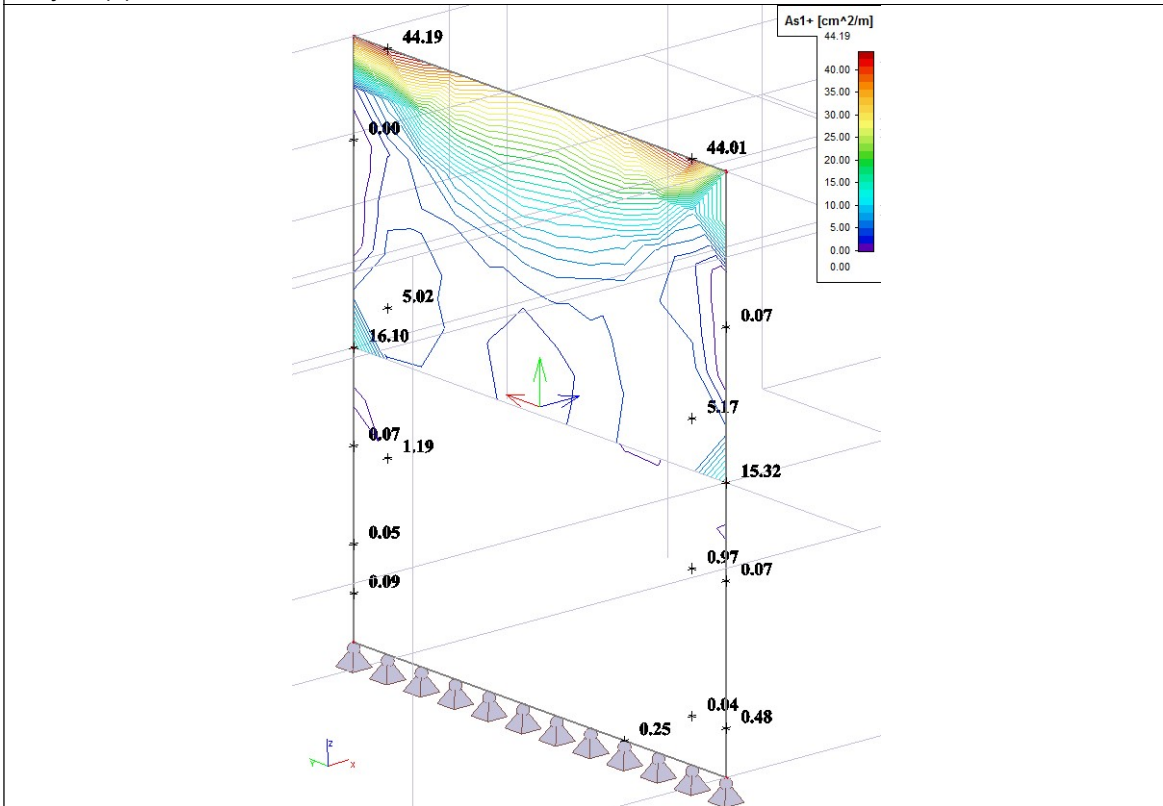


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

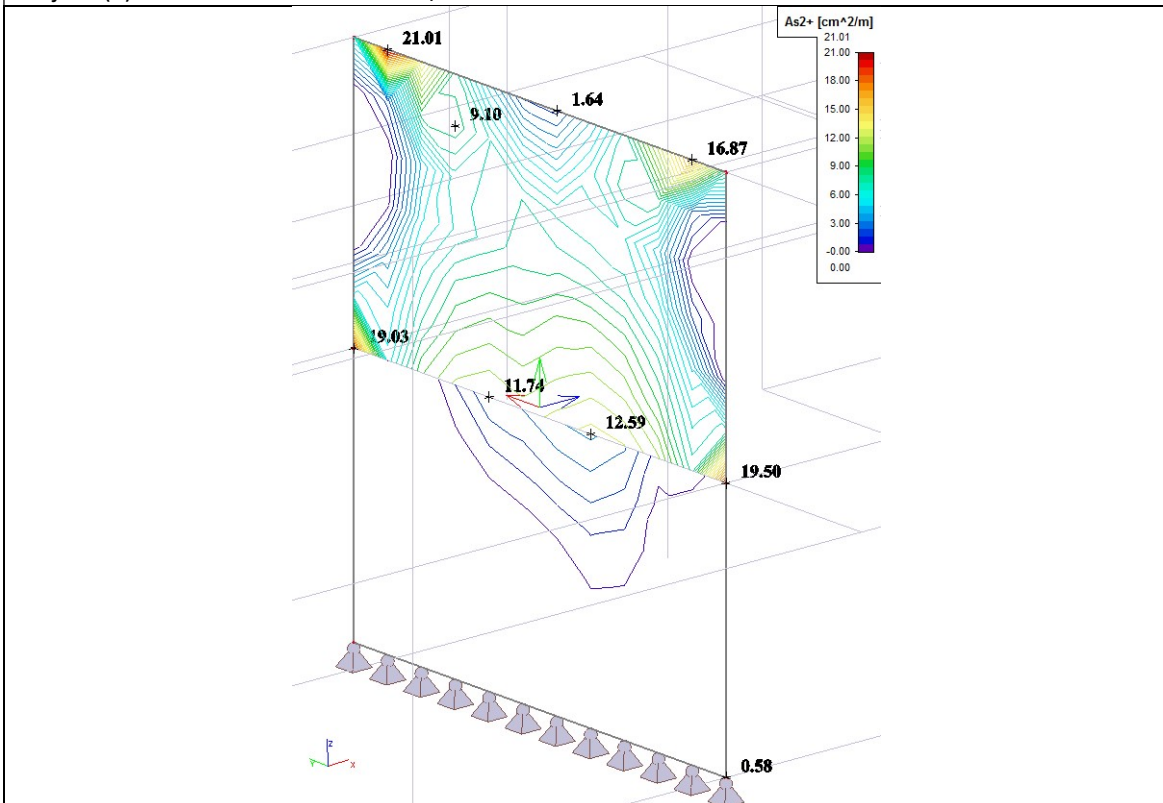


Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

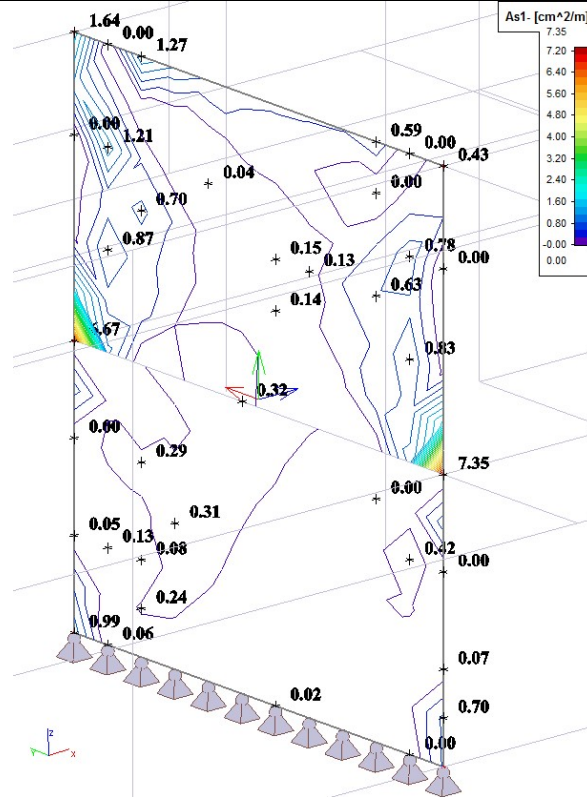


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

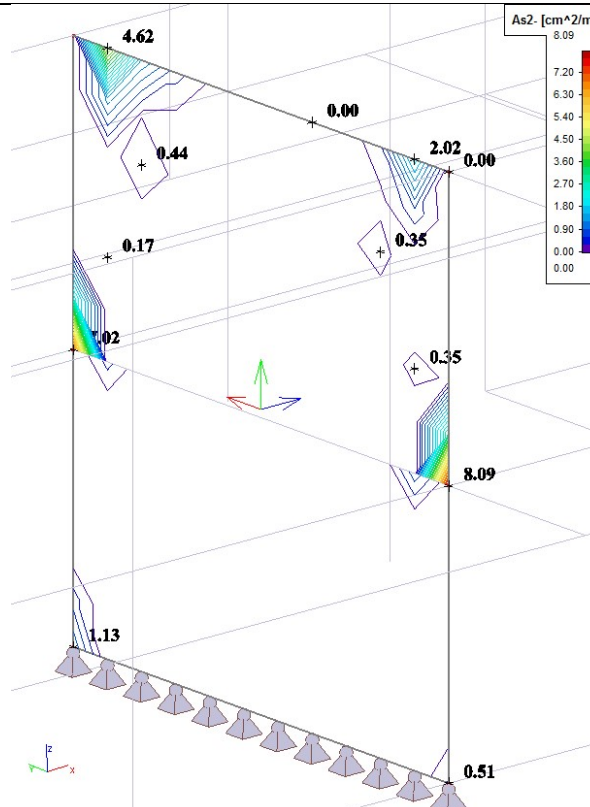


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

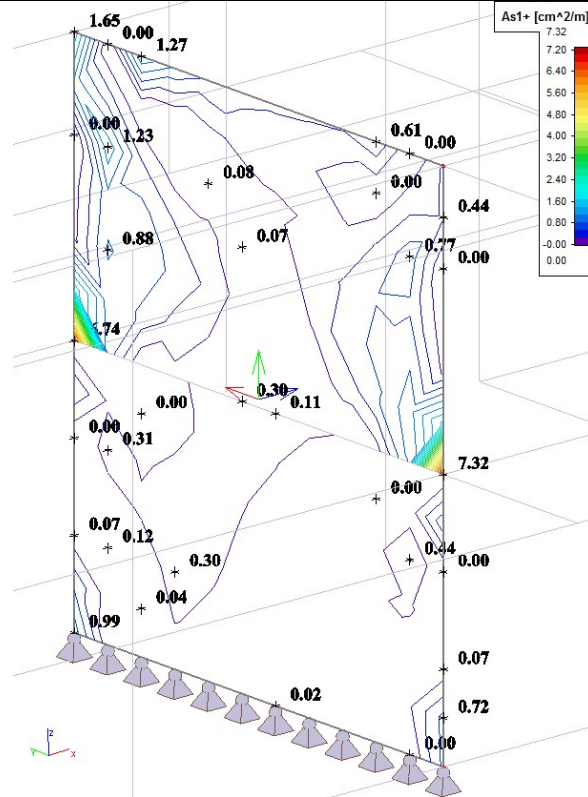


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

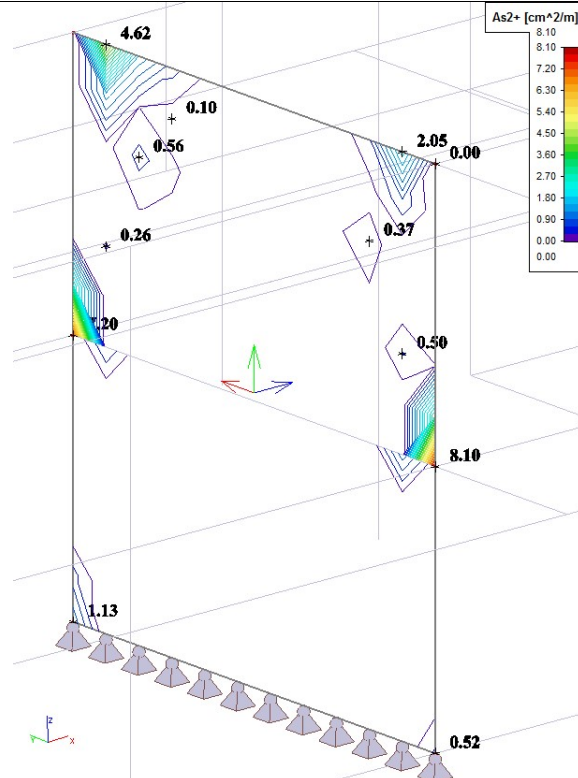


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

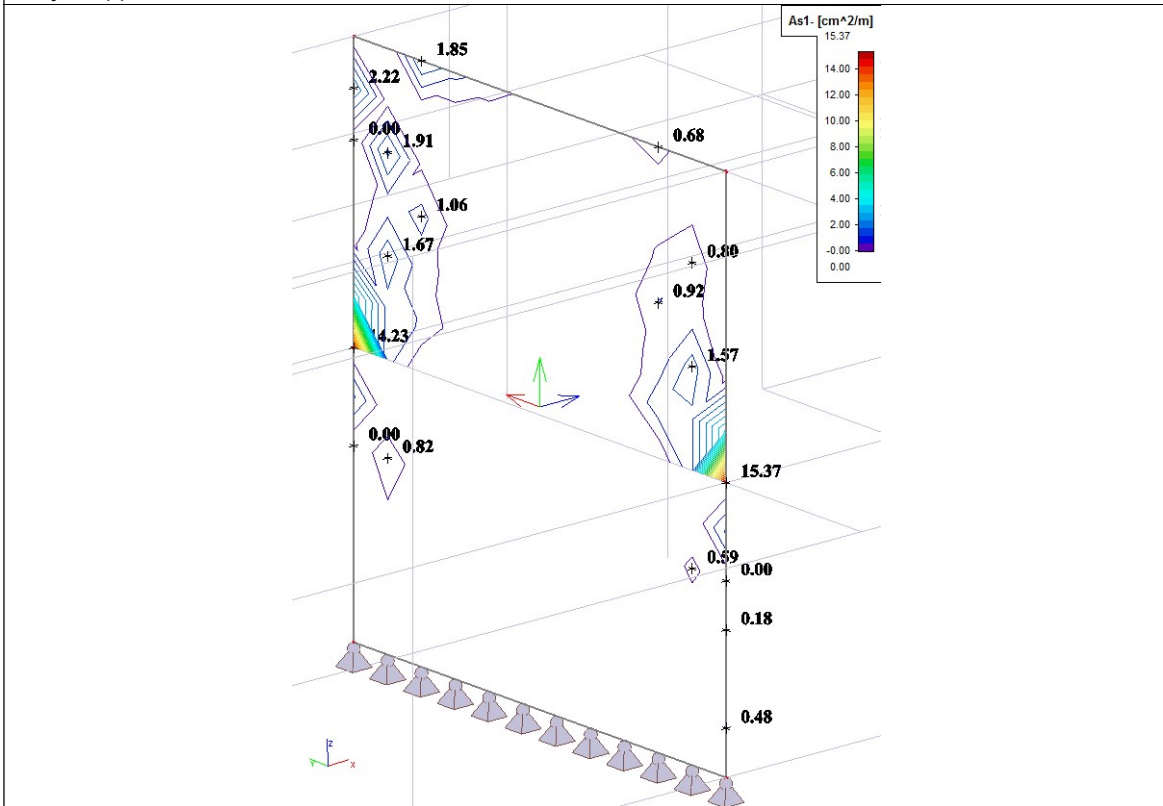


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

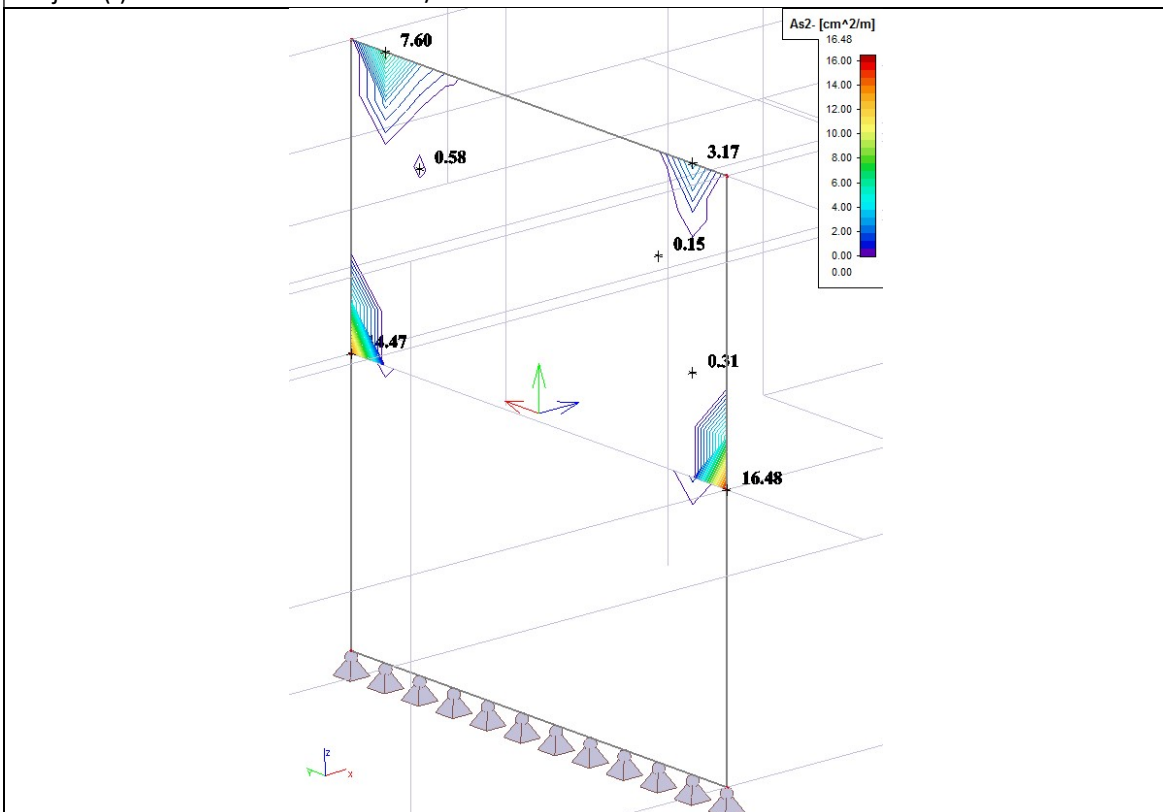


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

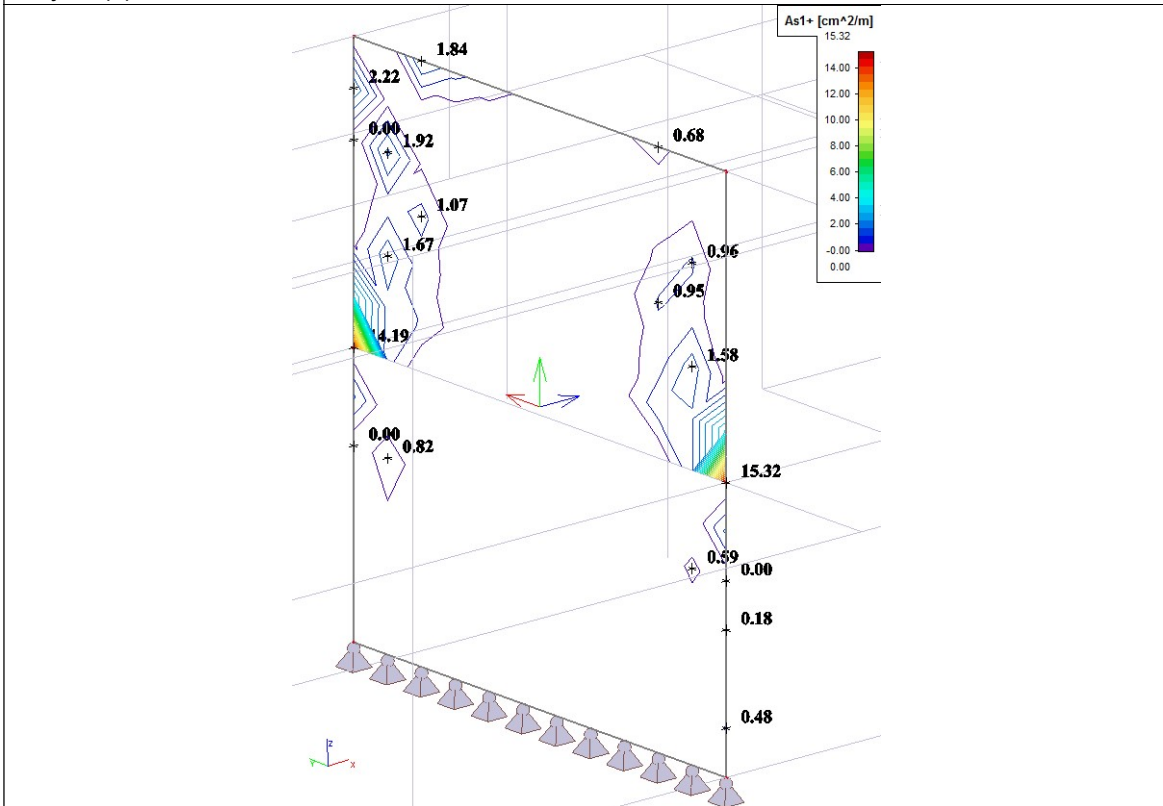


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

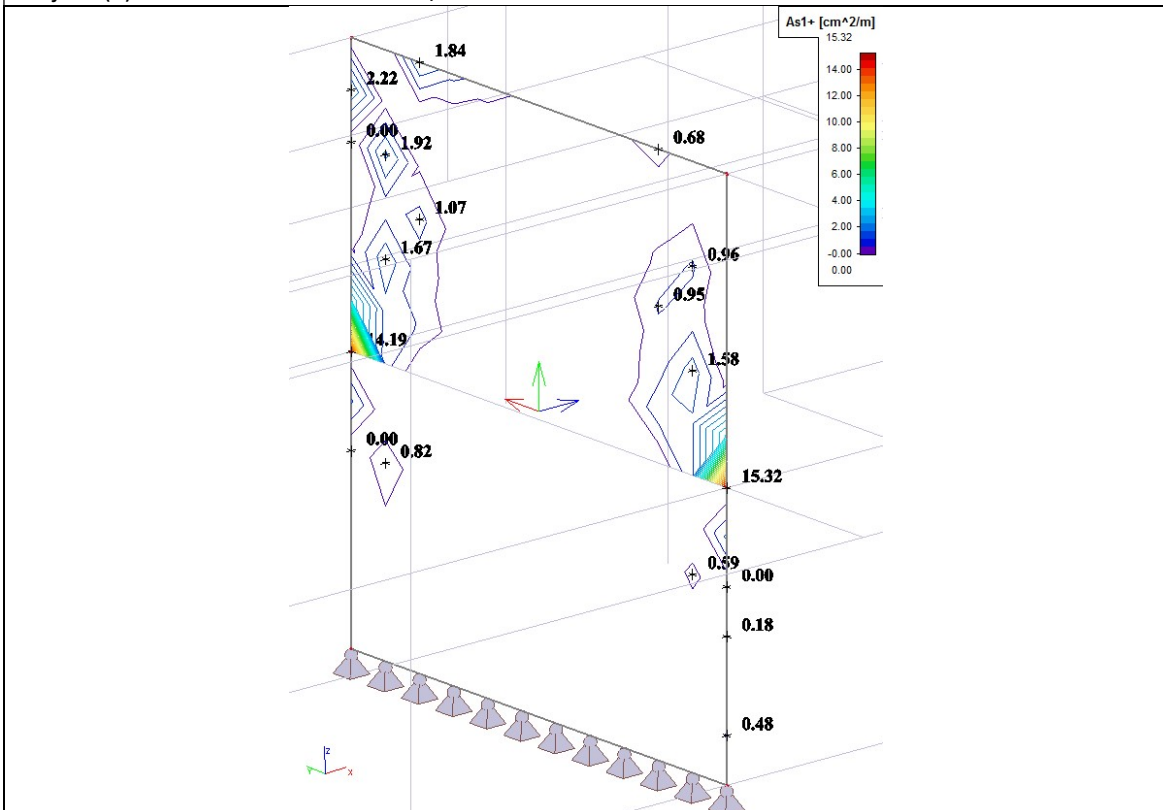


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'



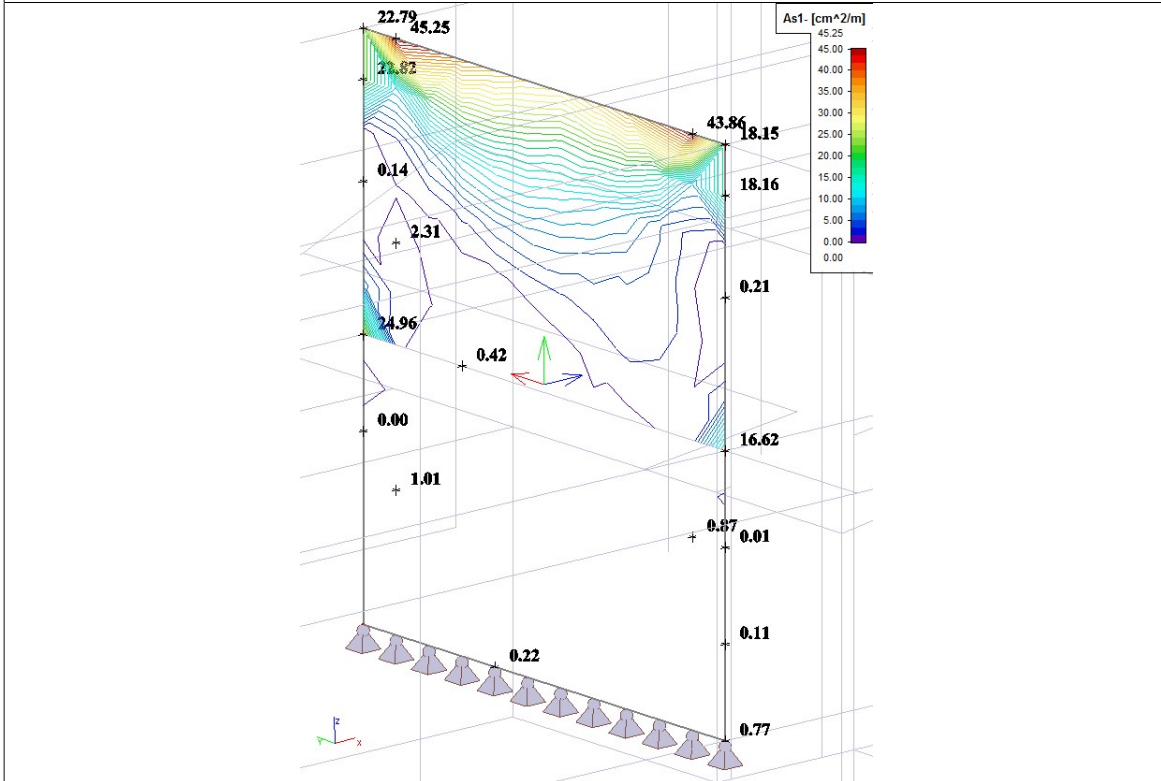
Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'



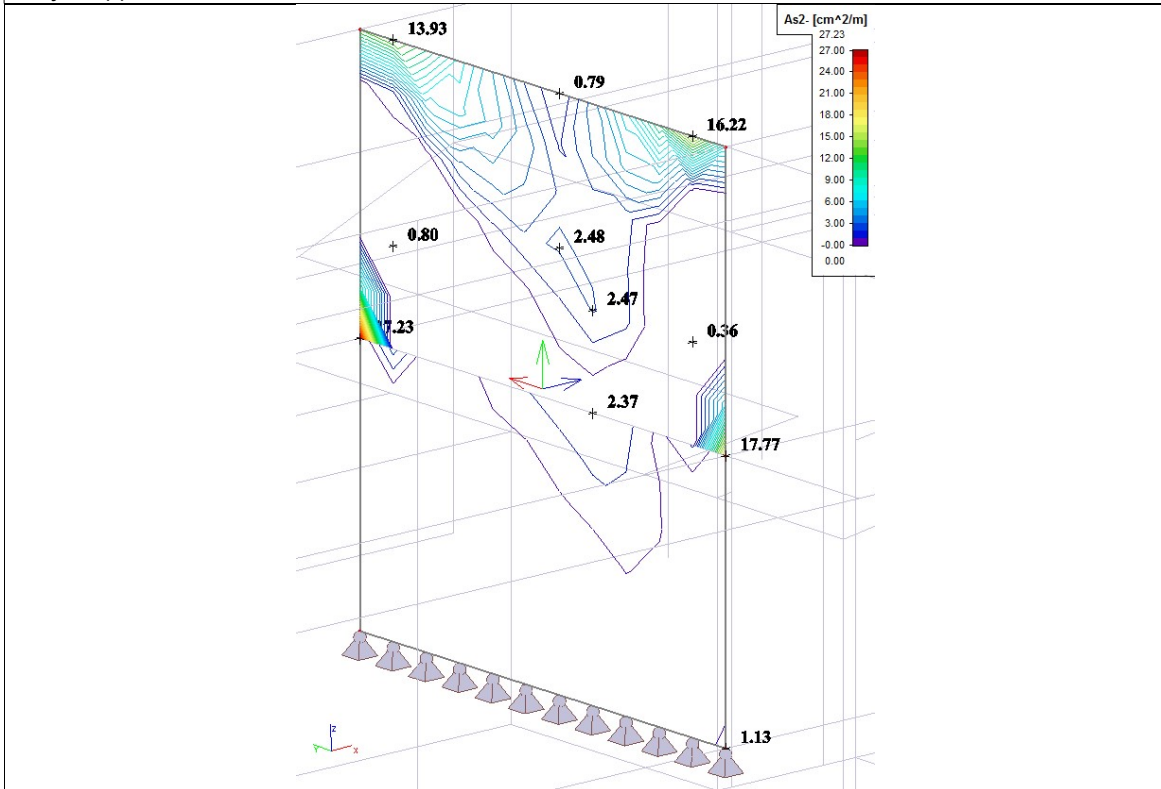
7.7 Zid u osi 15 između osi c/d

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

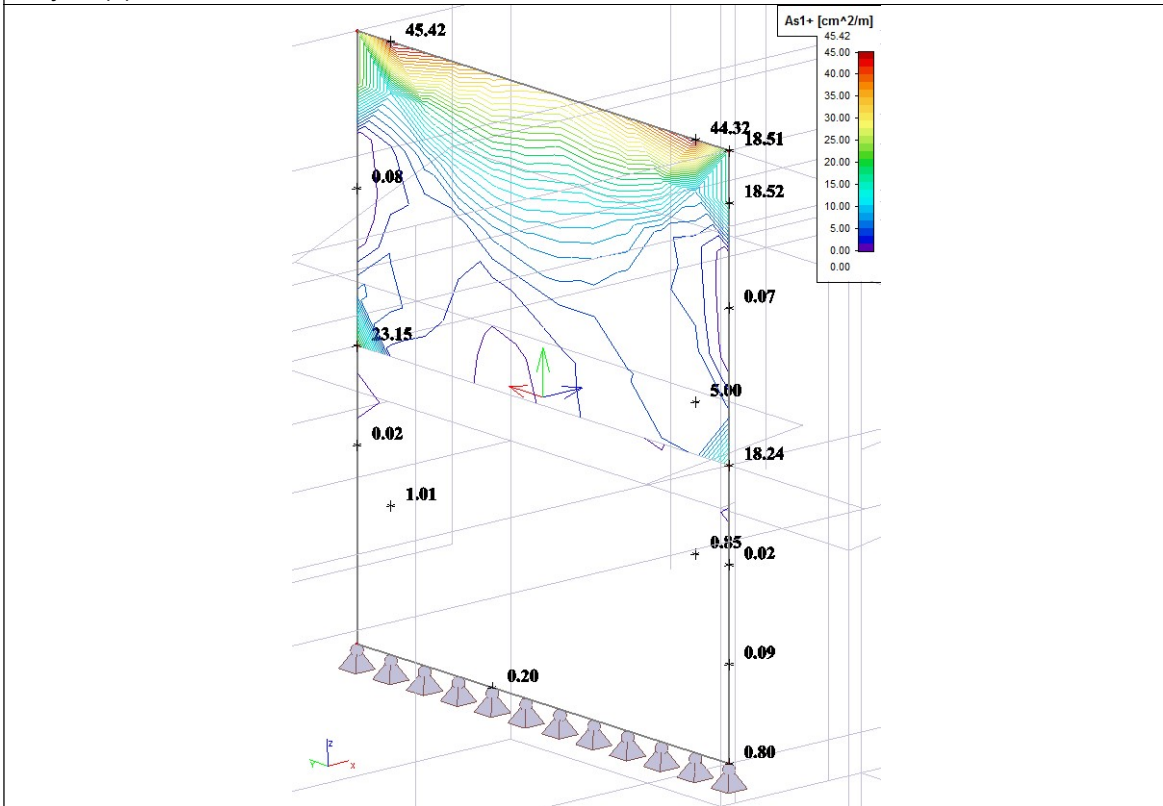


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

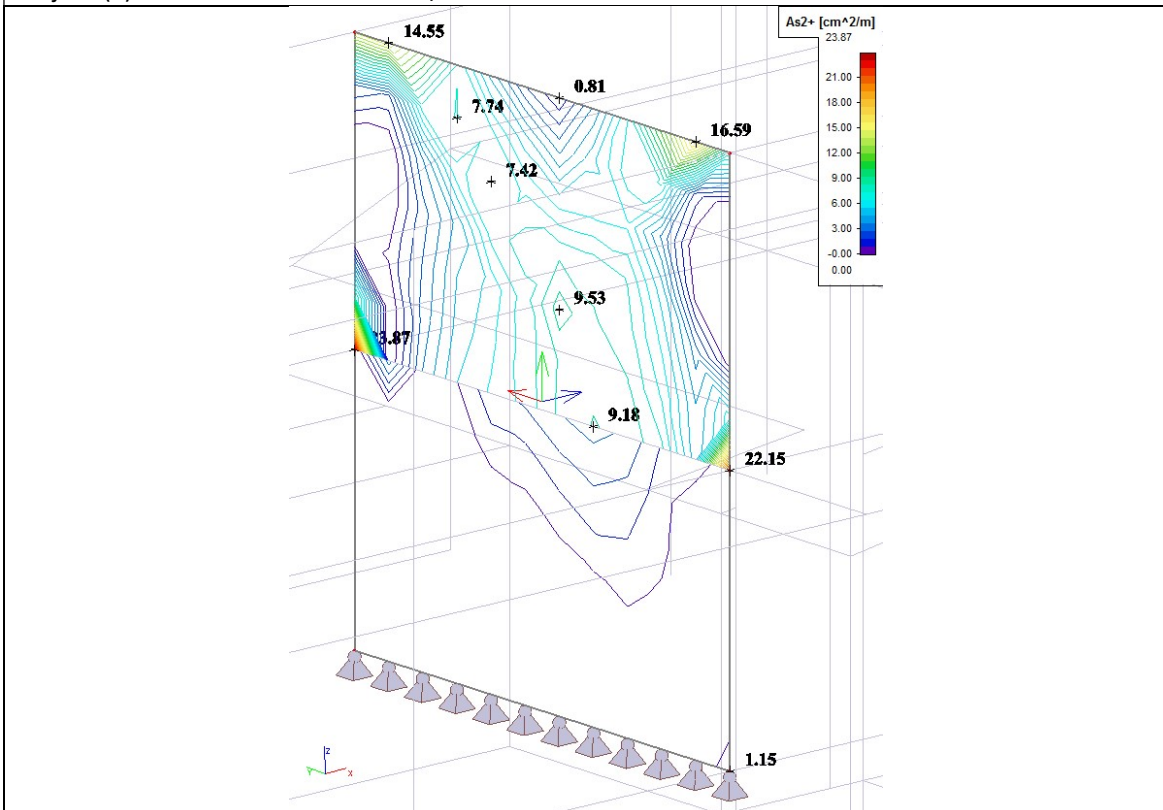


Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

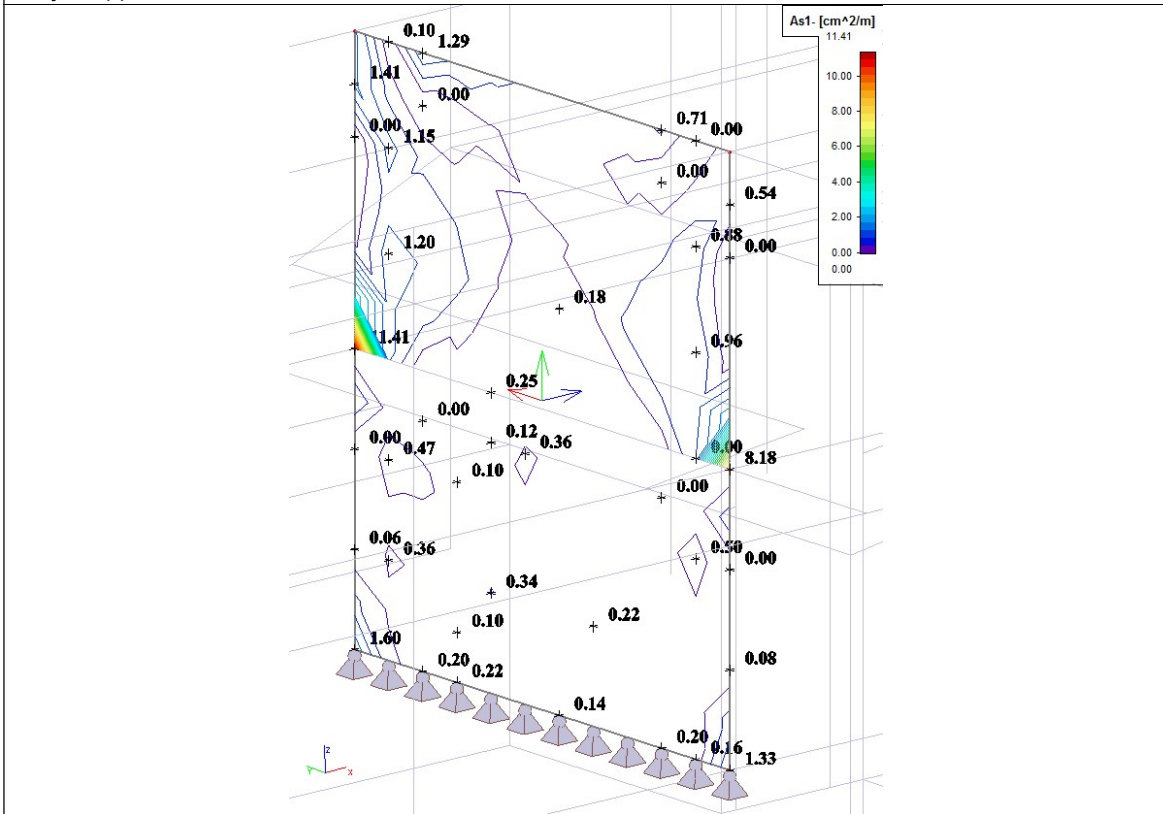


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

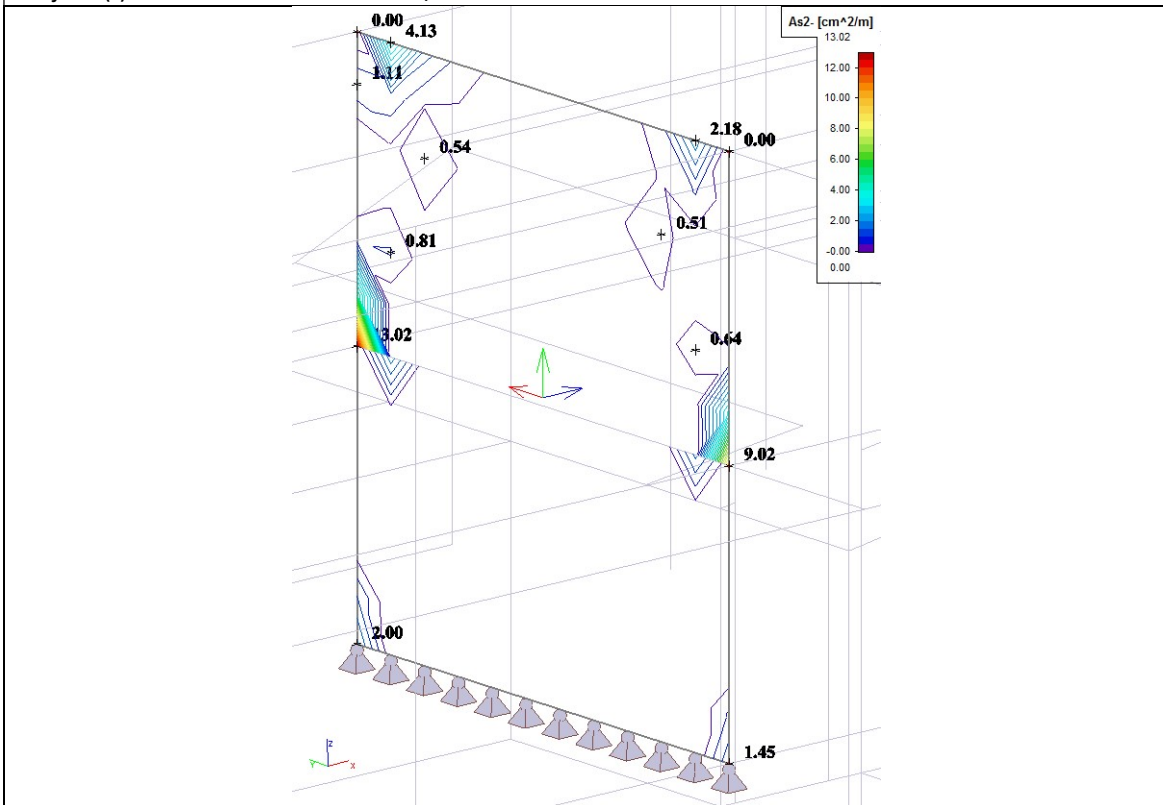


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm^2/m'

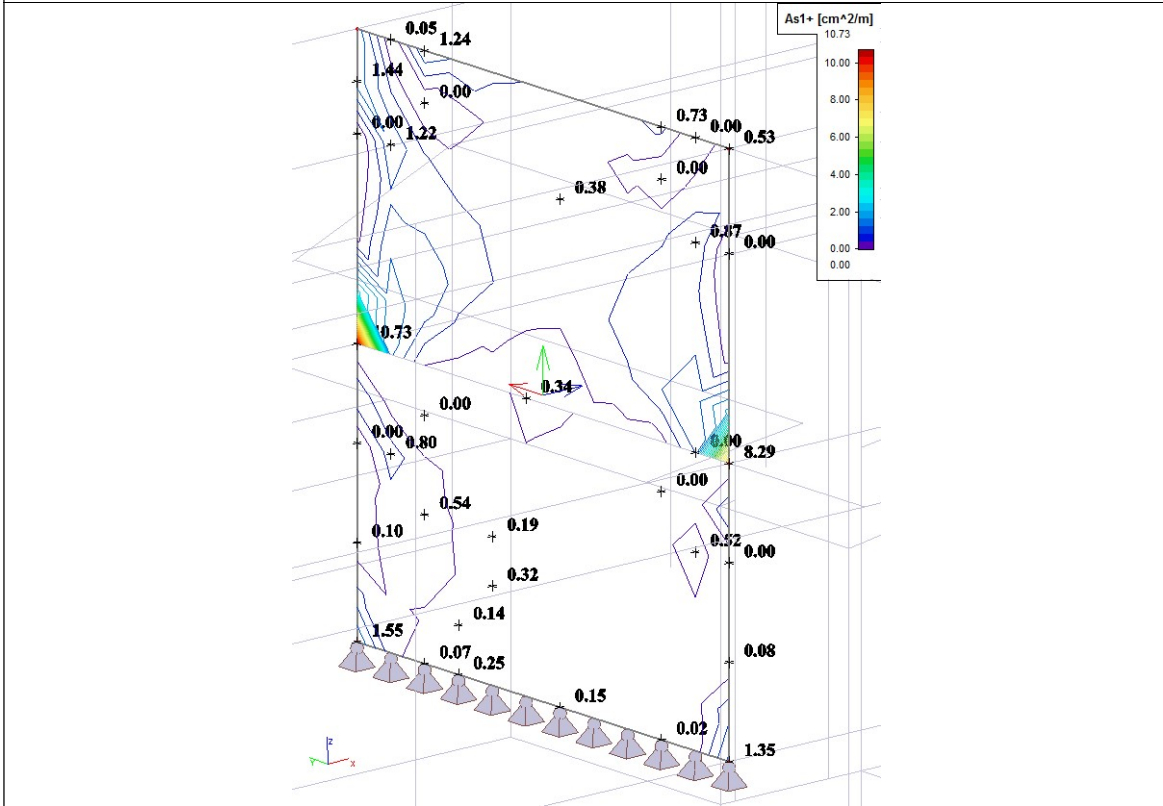


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm^2/m'

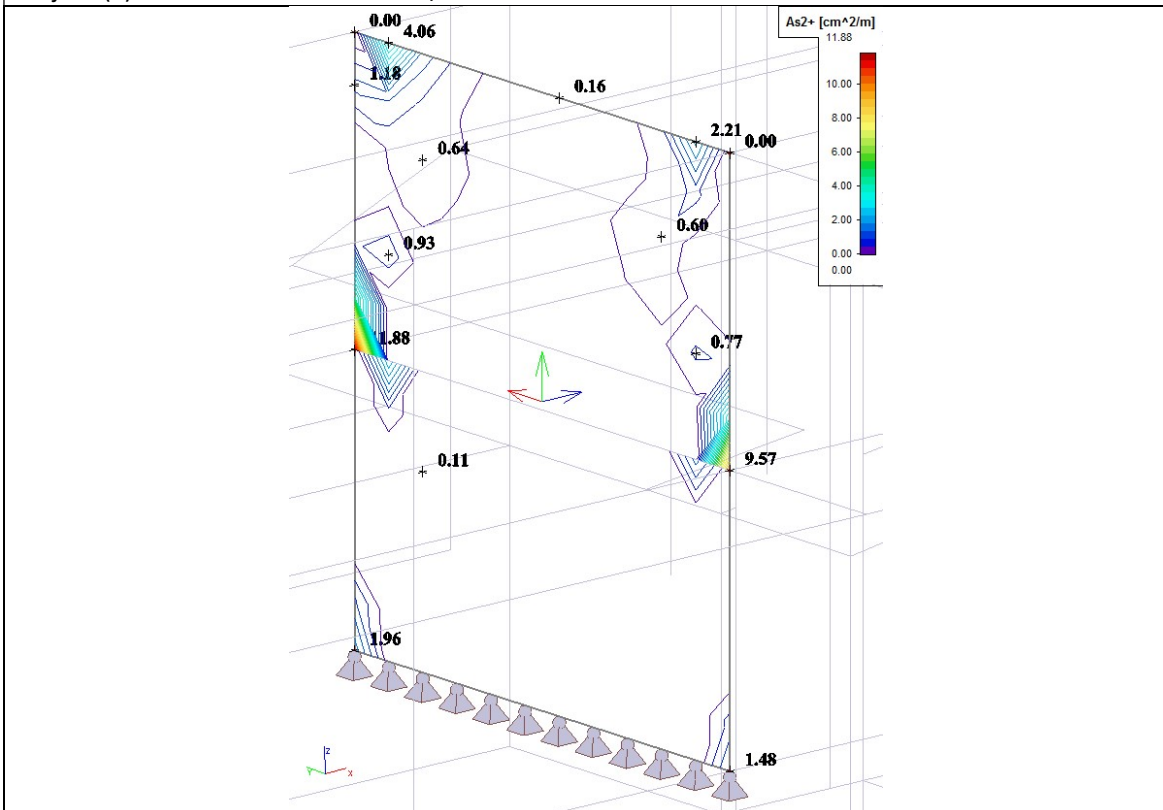


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

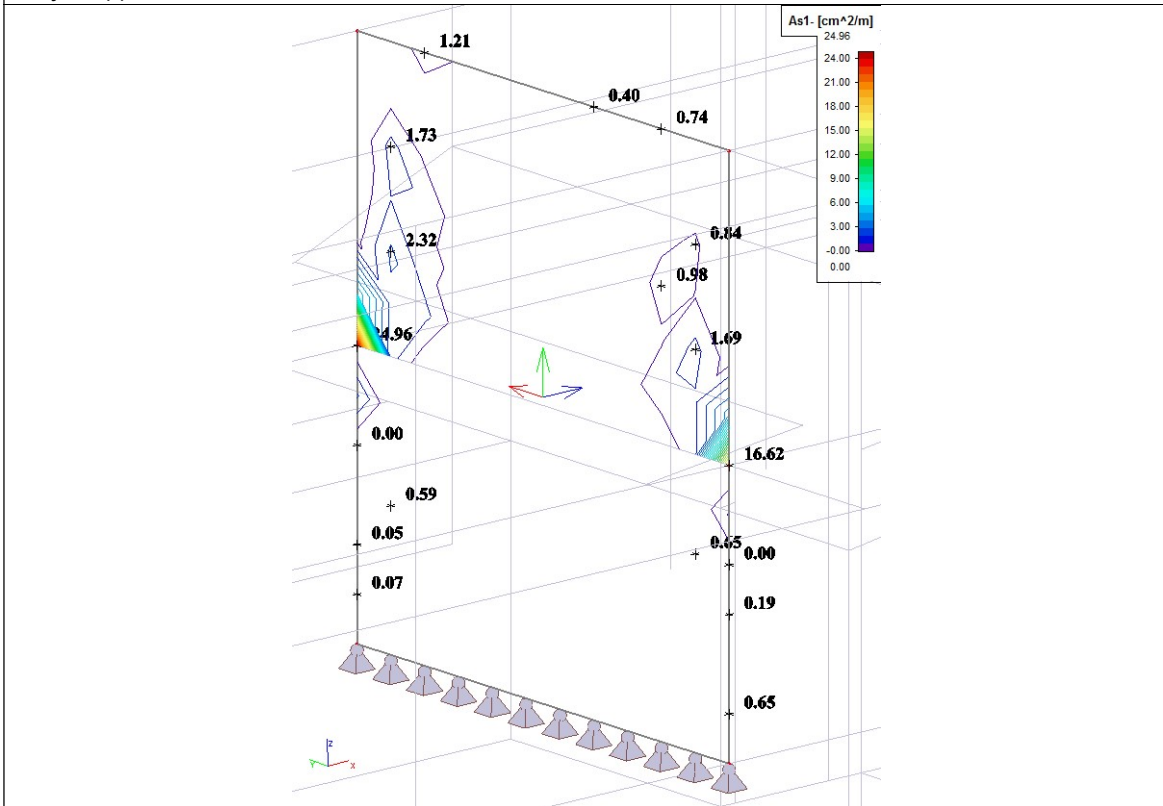


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

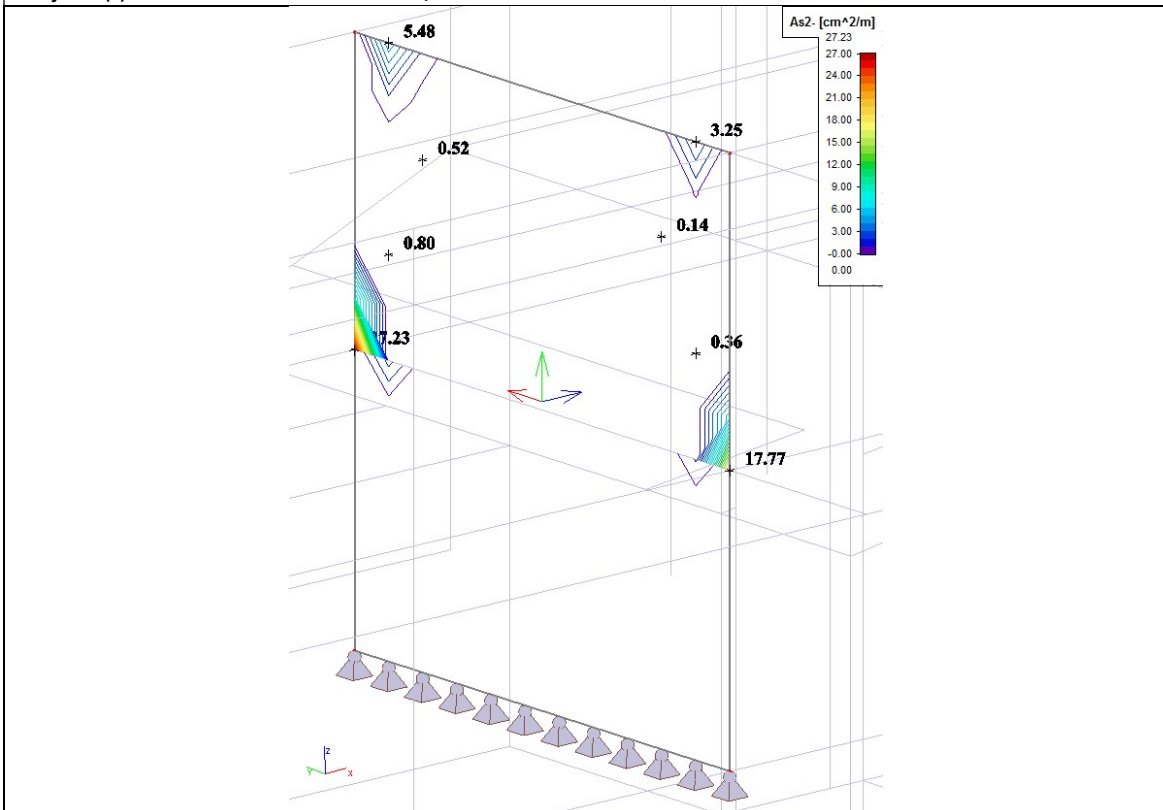


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

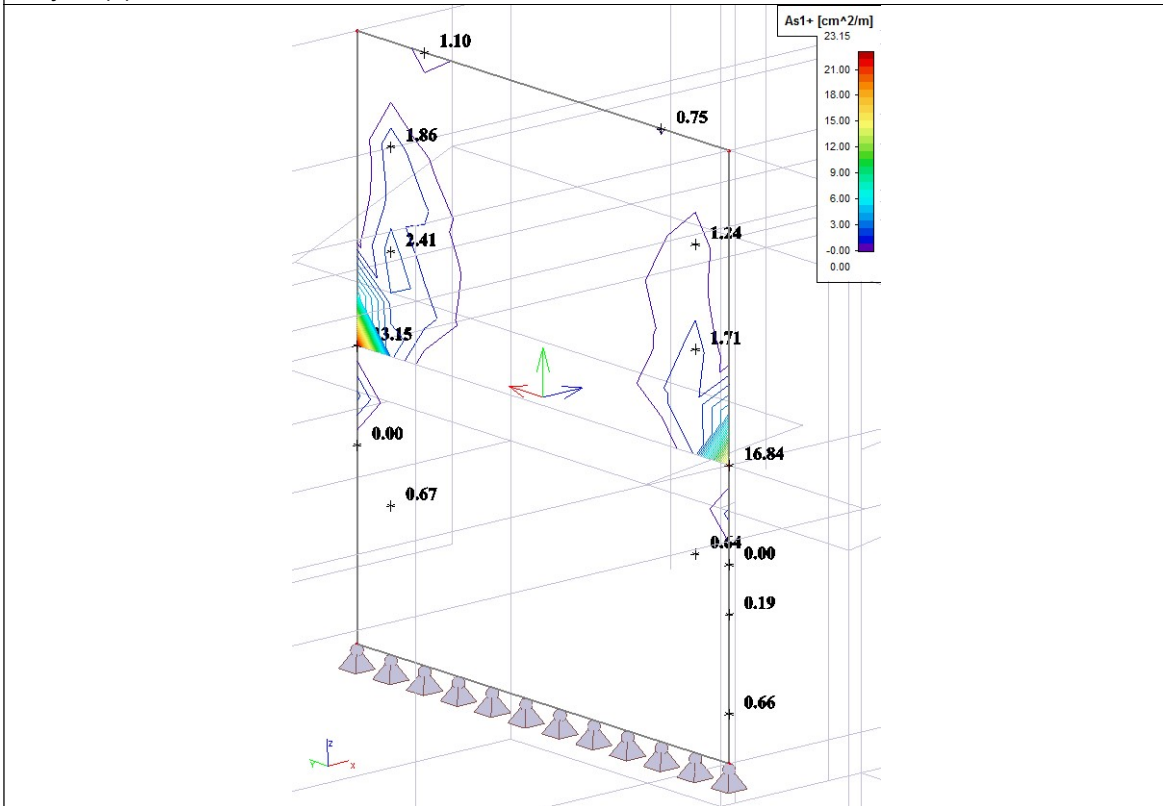


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

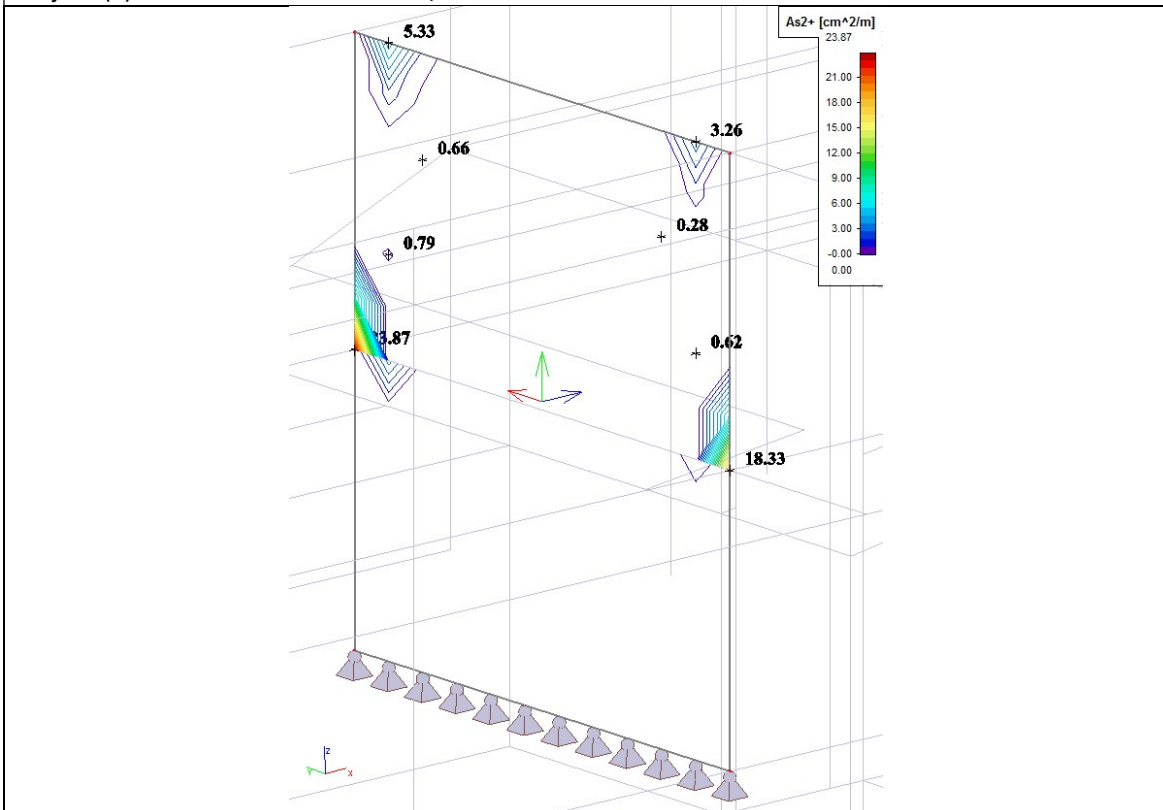


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'



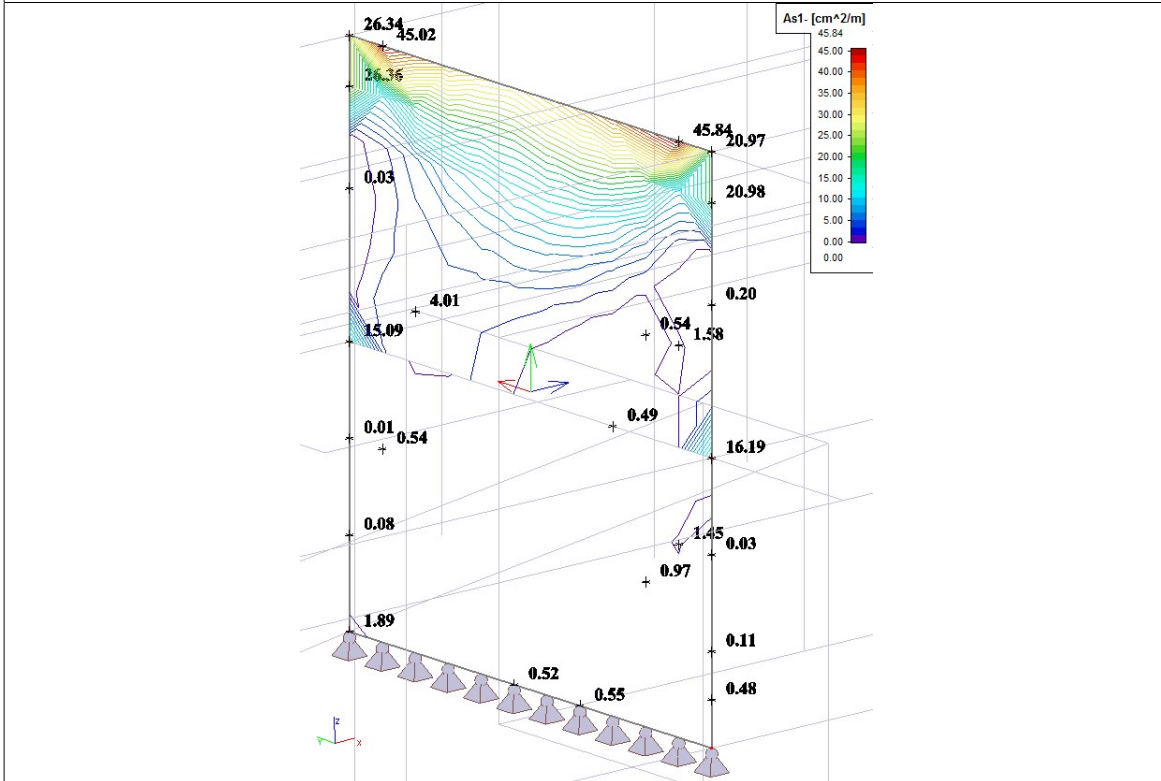
Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'



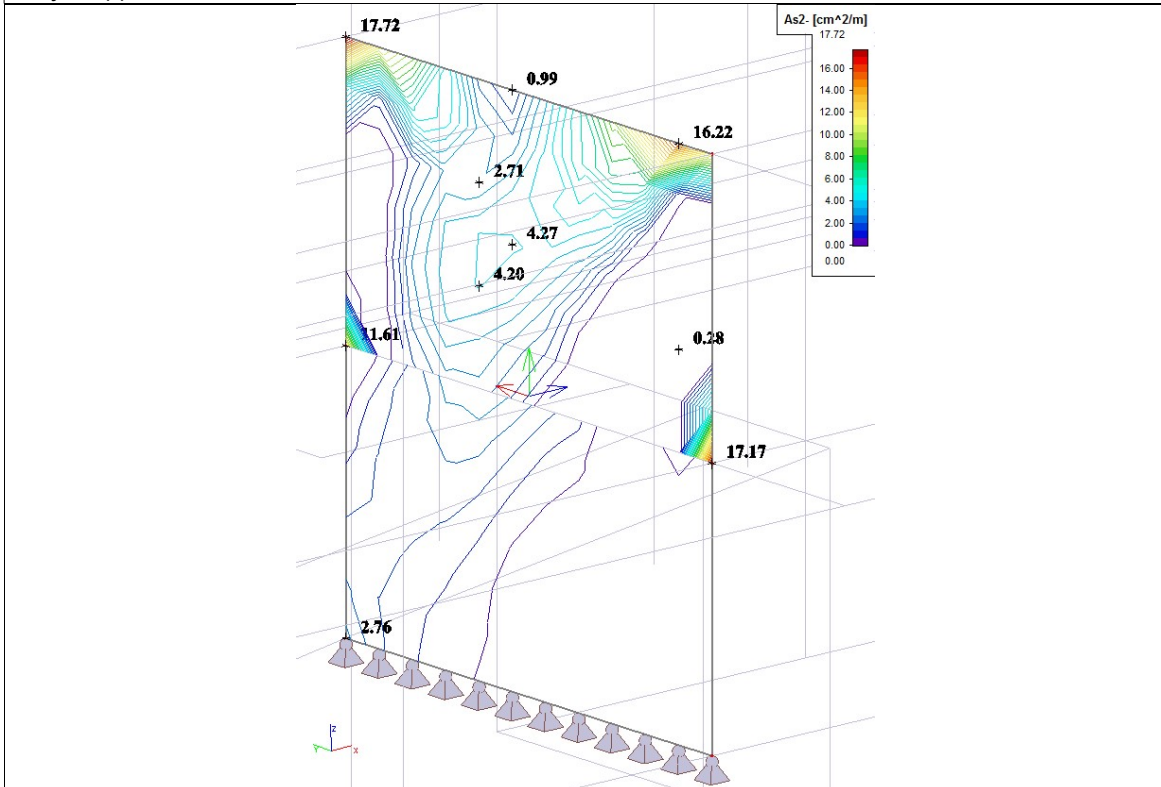
7.8 Zid u osi 17 između osi c/d

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

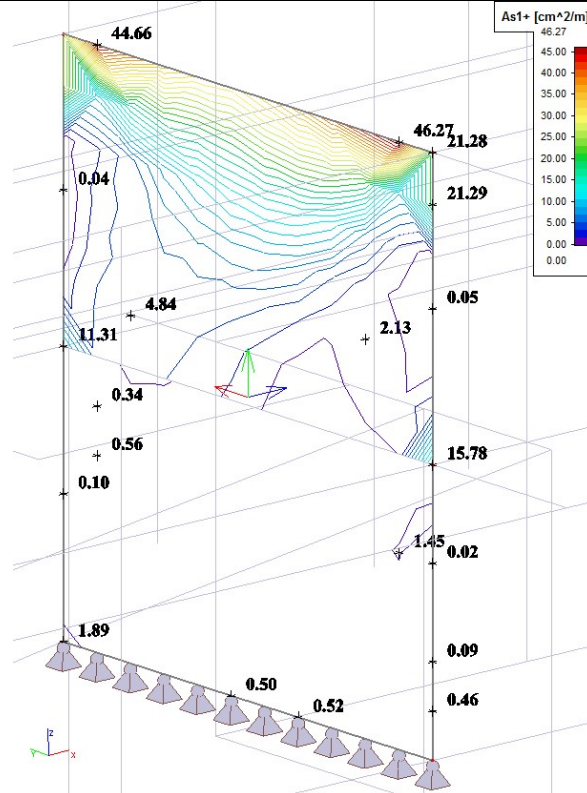


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

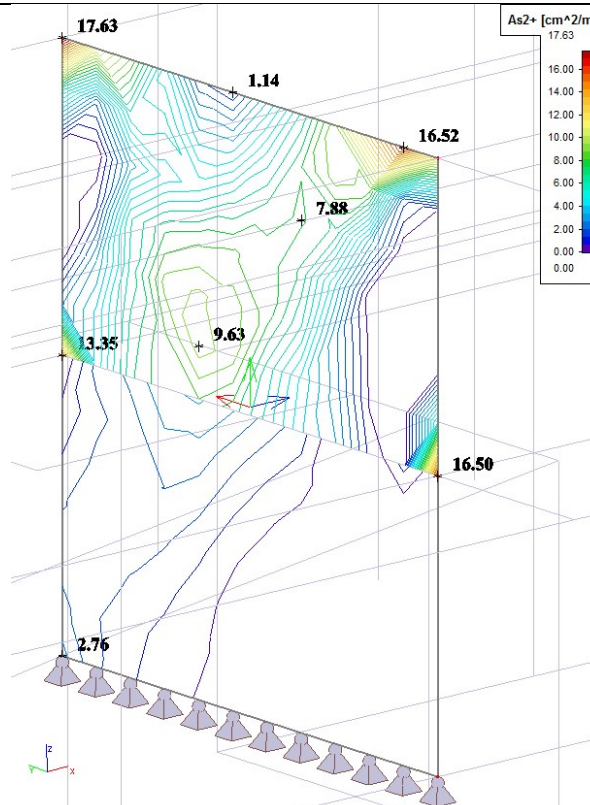


Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

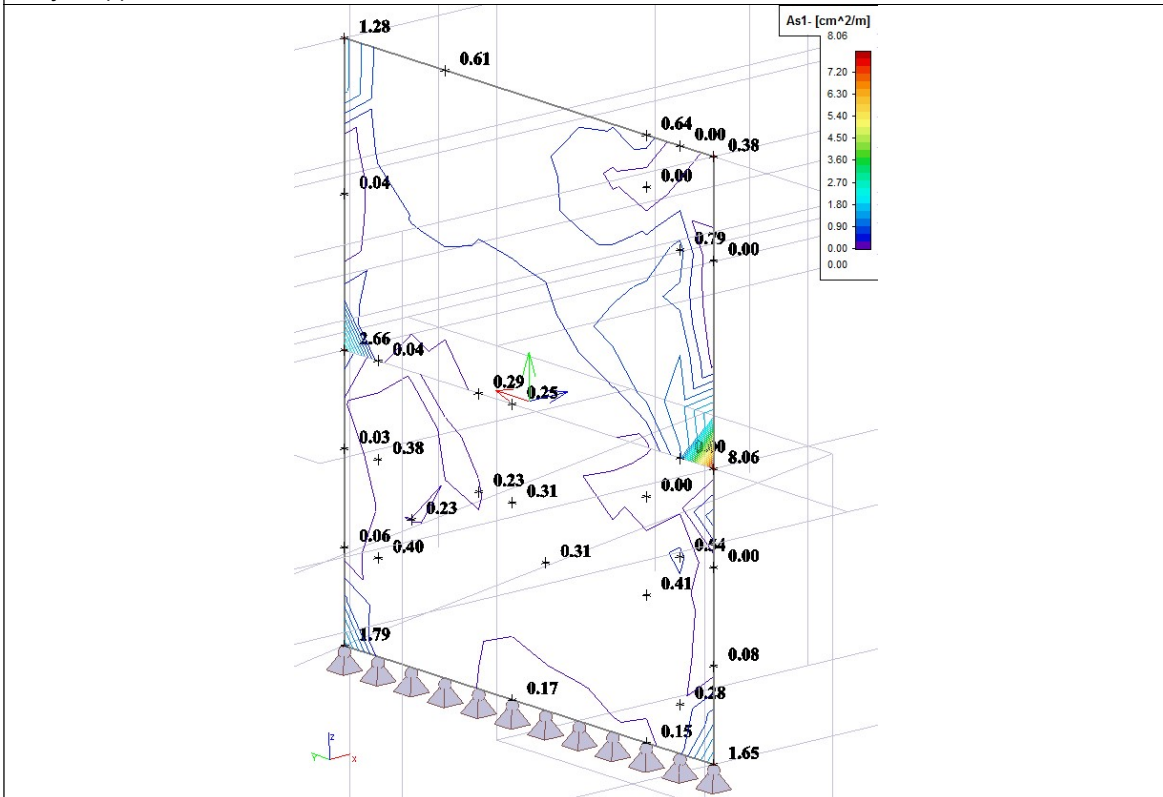


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

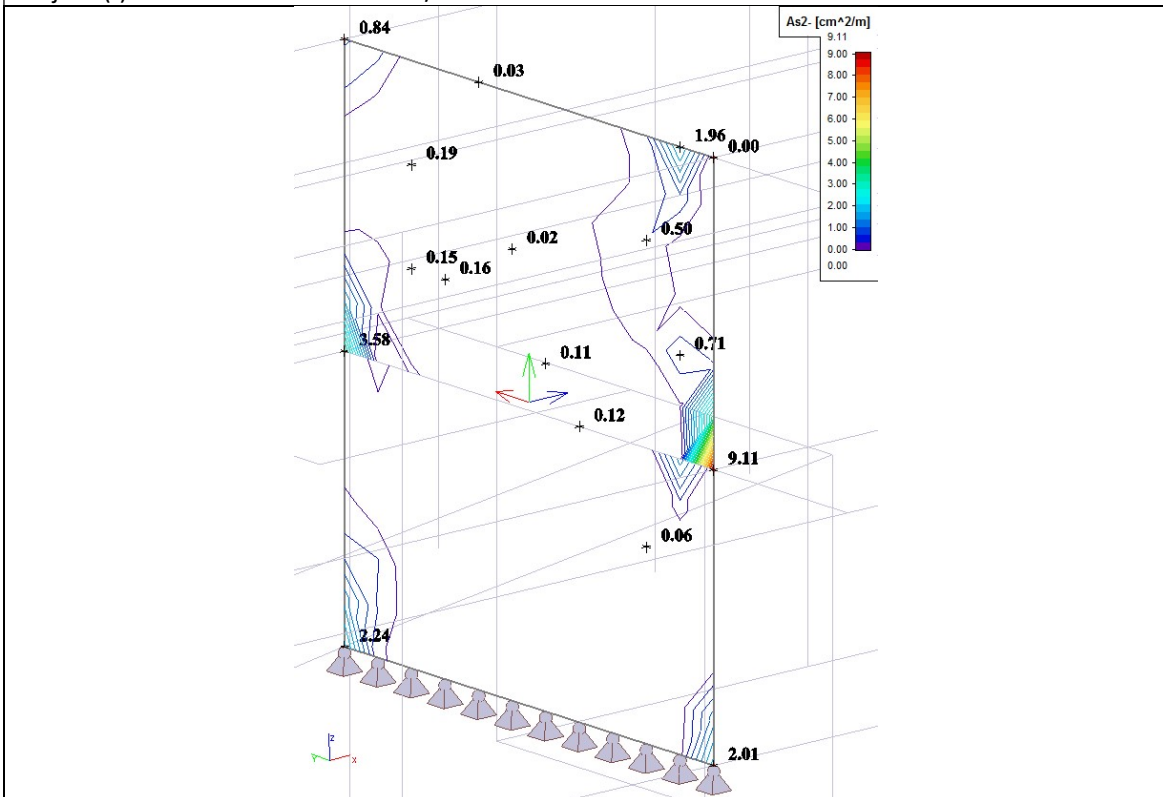


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

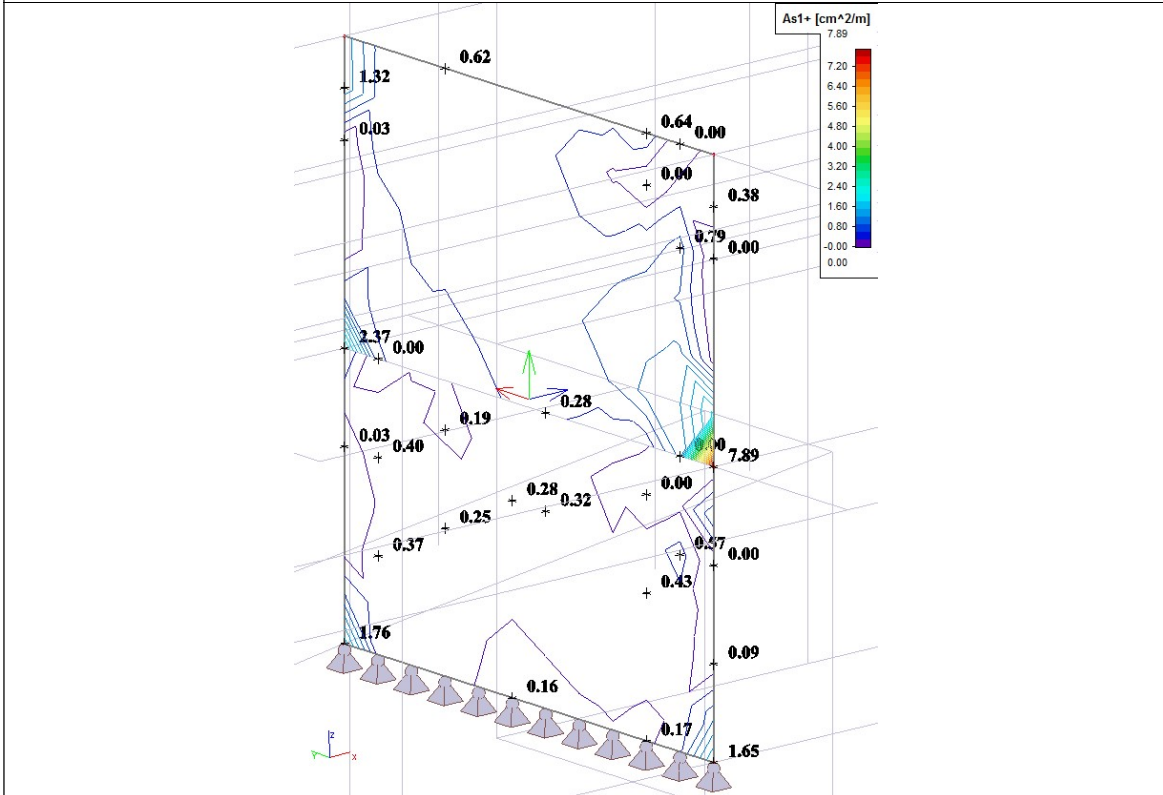


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

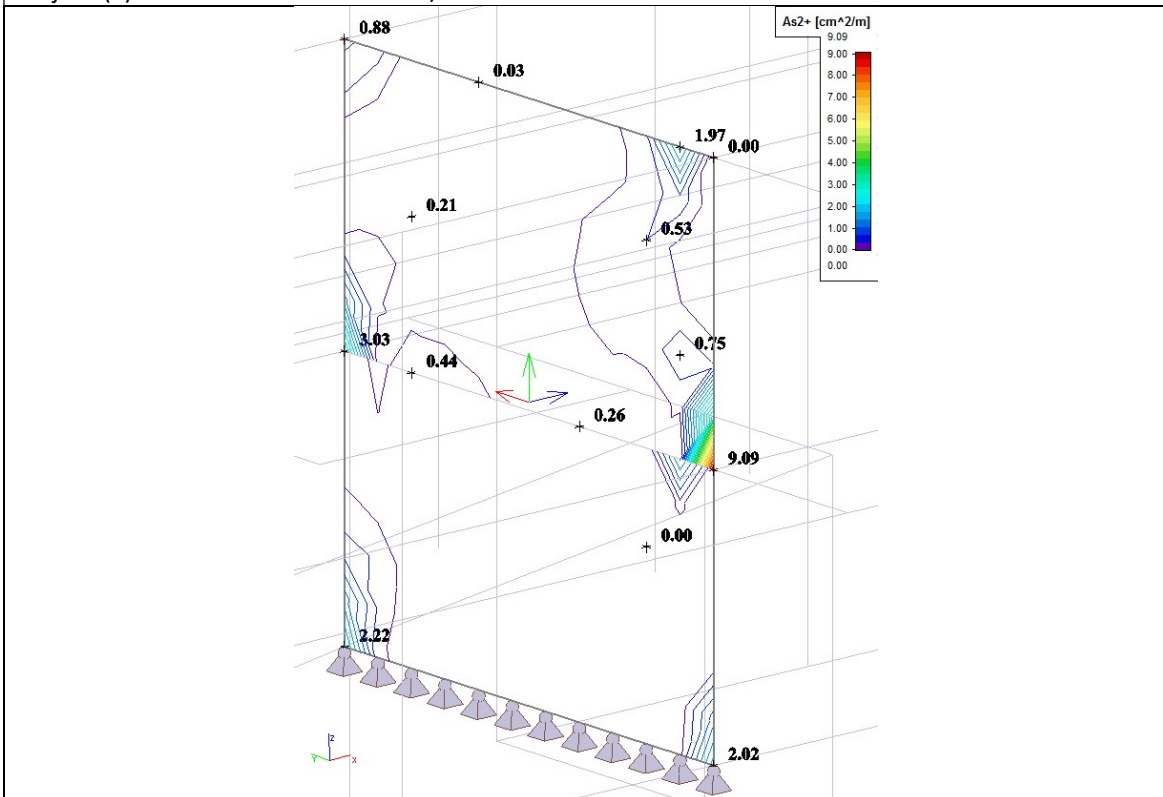


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

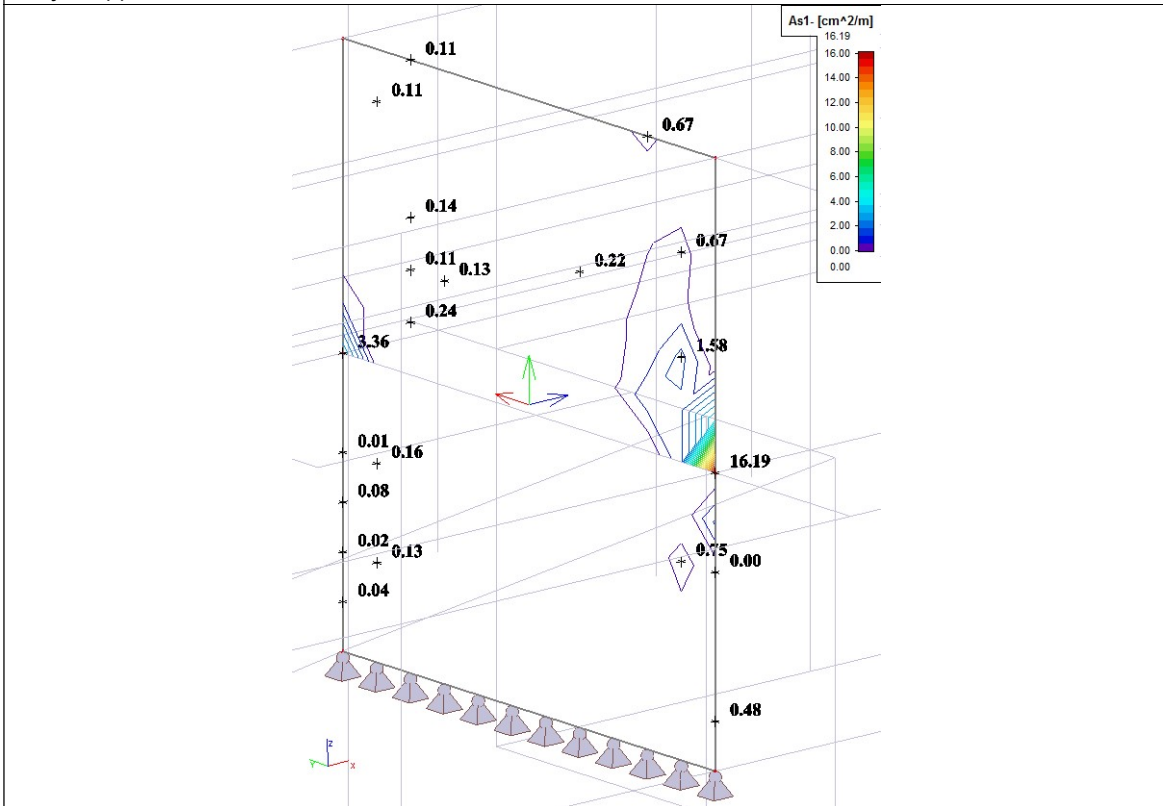


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

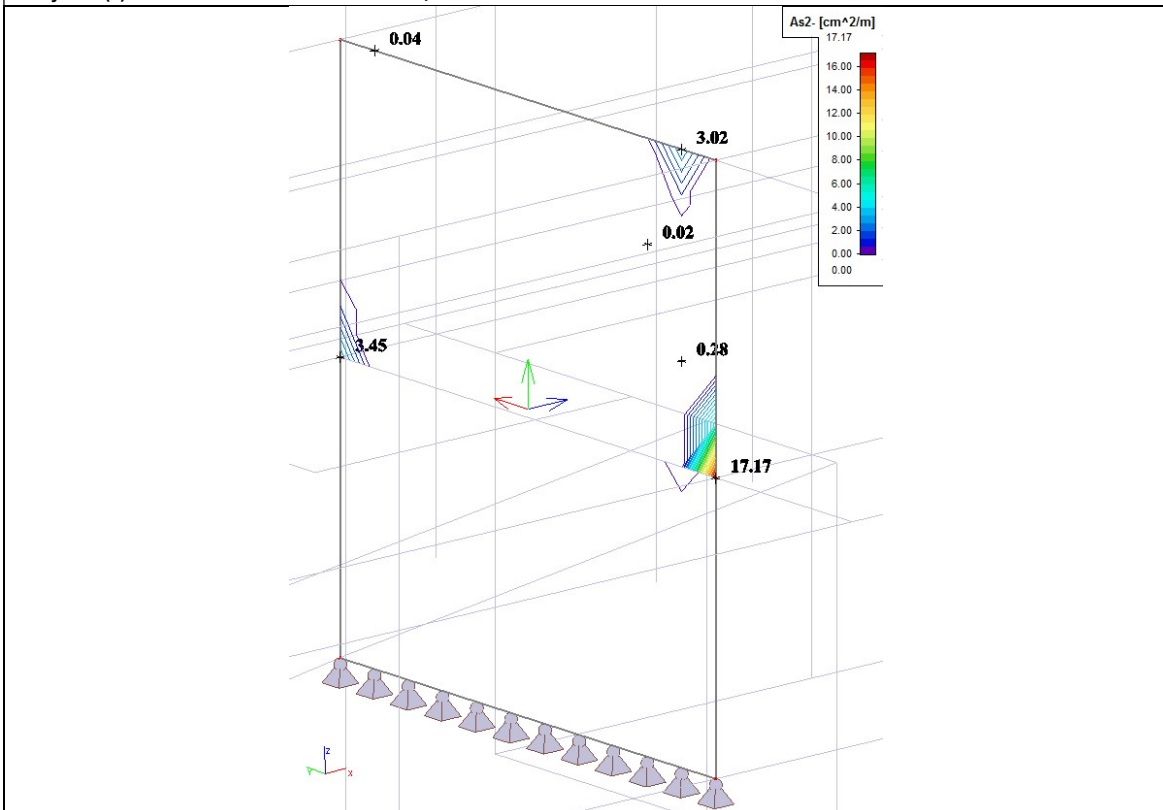


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

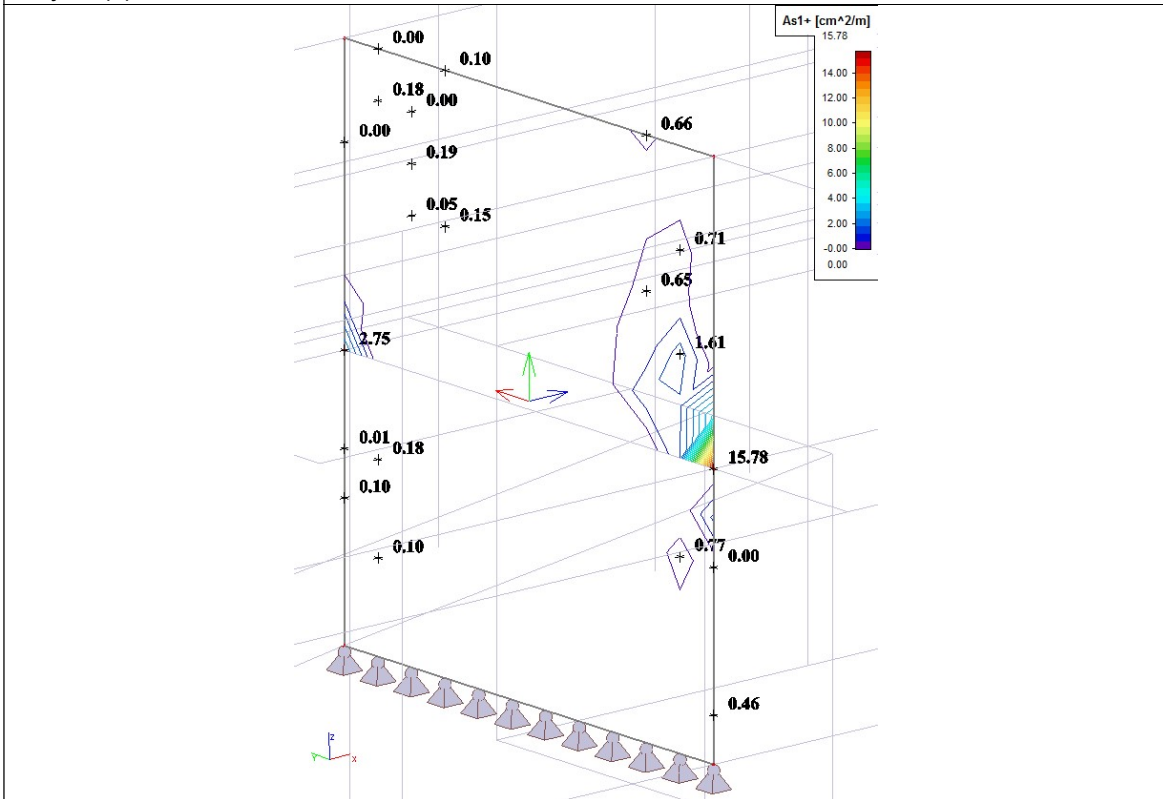


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

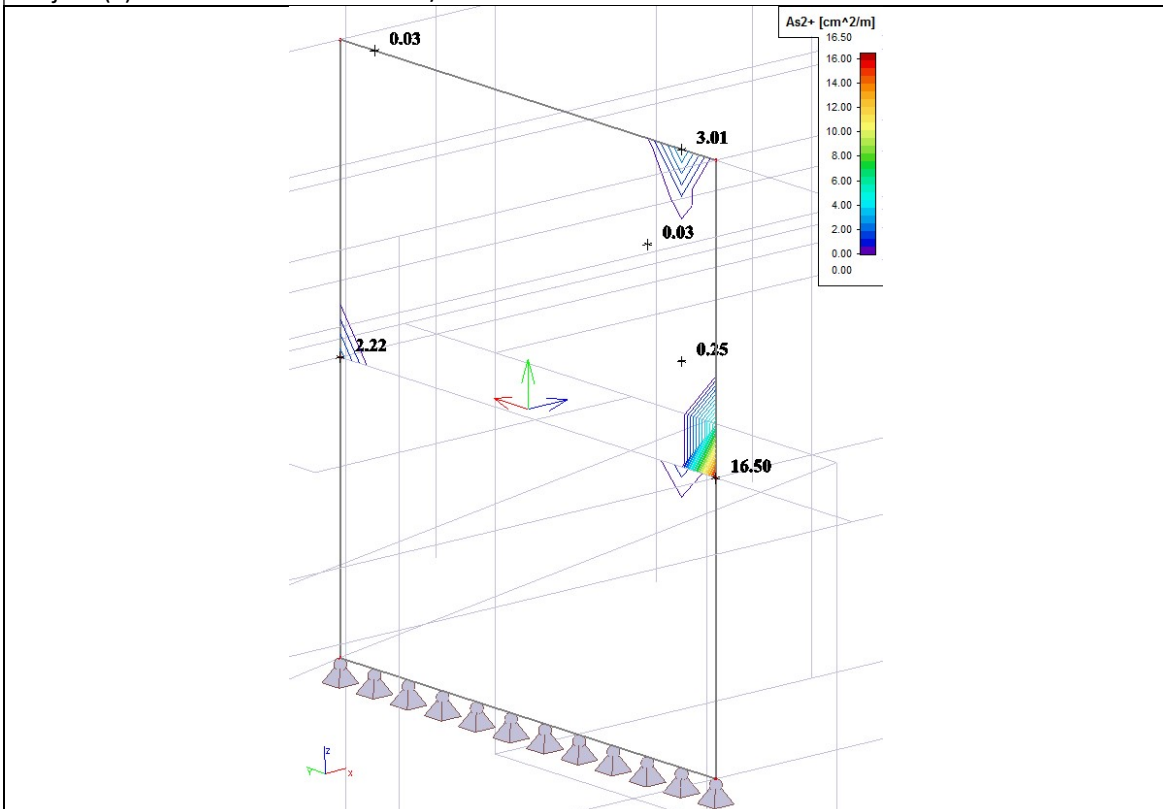


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'



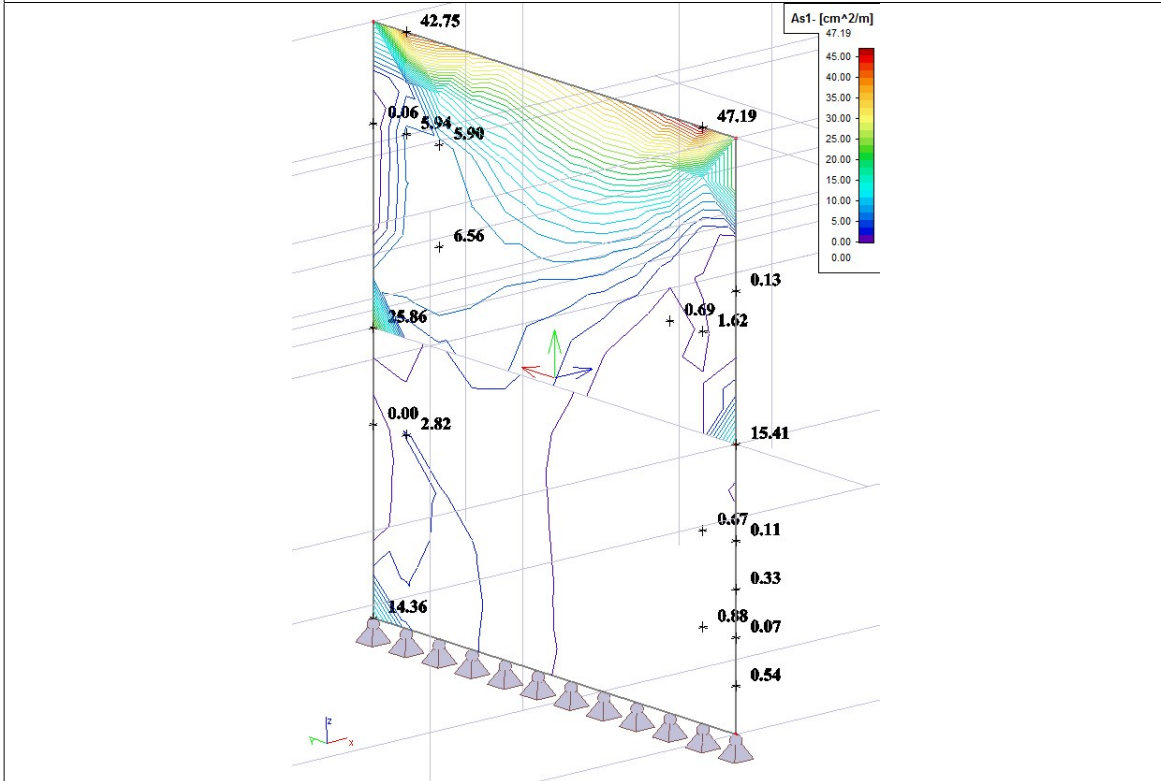
Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'



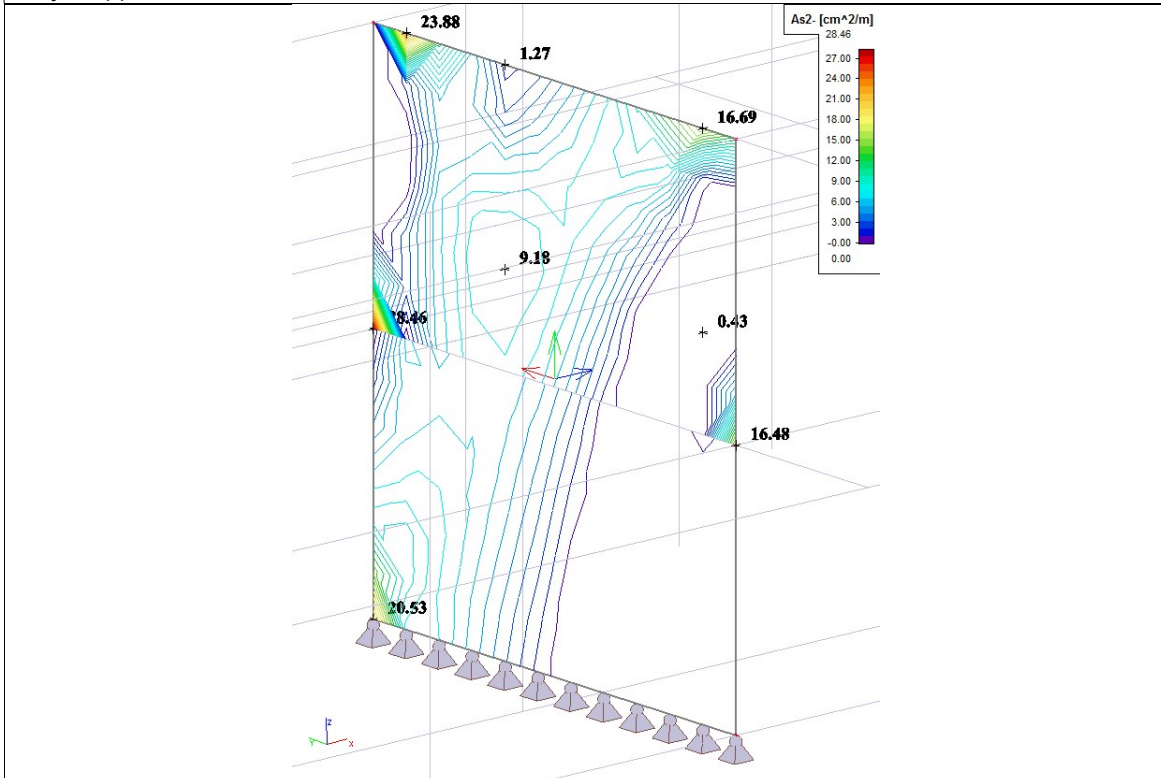
7.9 Zid u osi 21

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

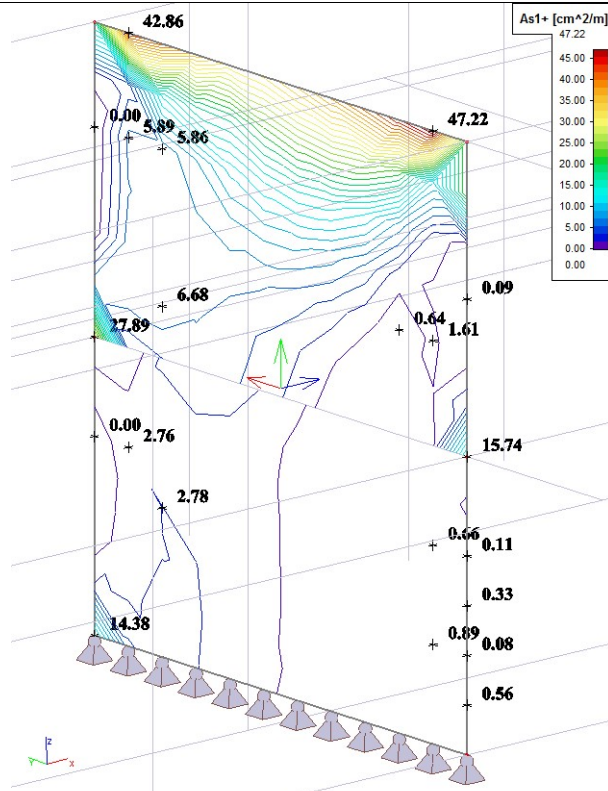


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

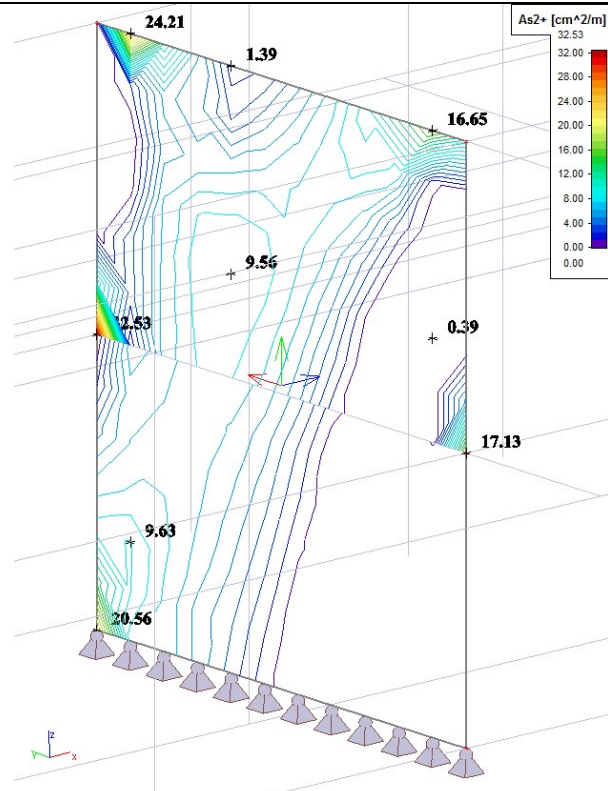


Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

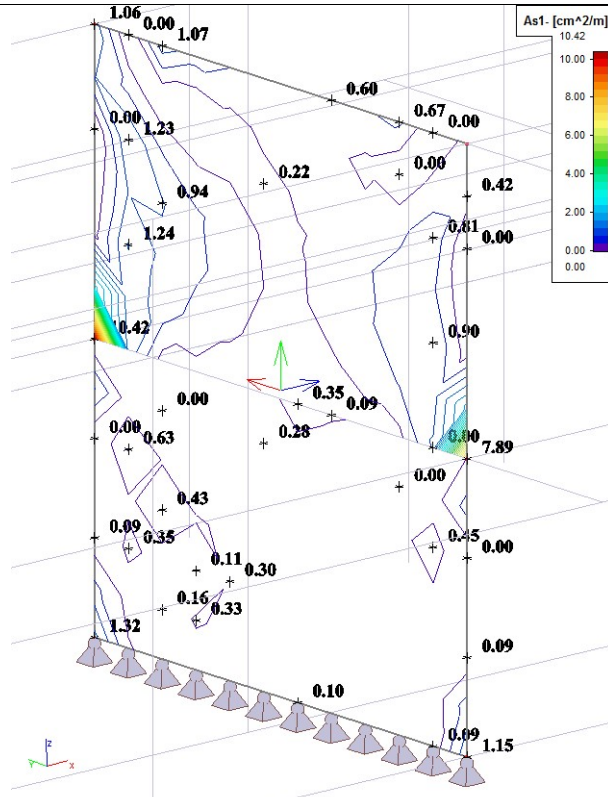


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

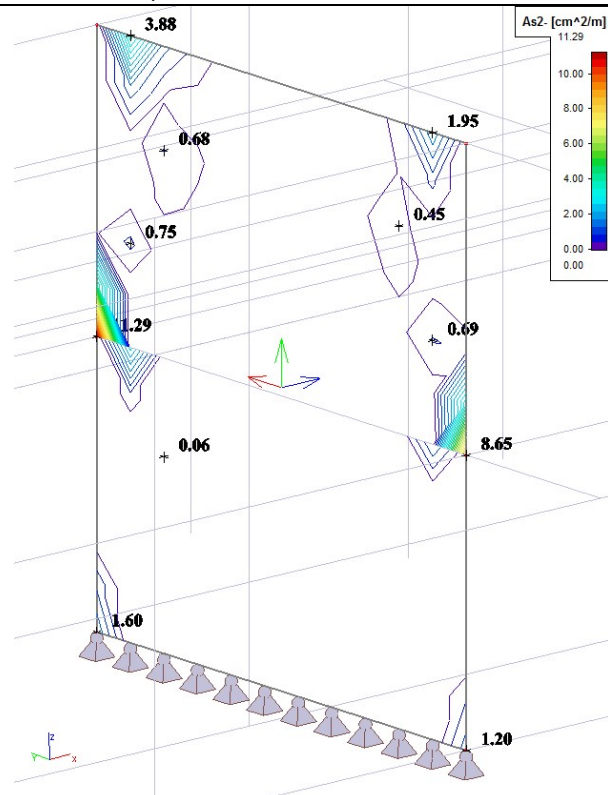


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

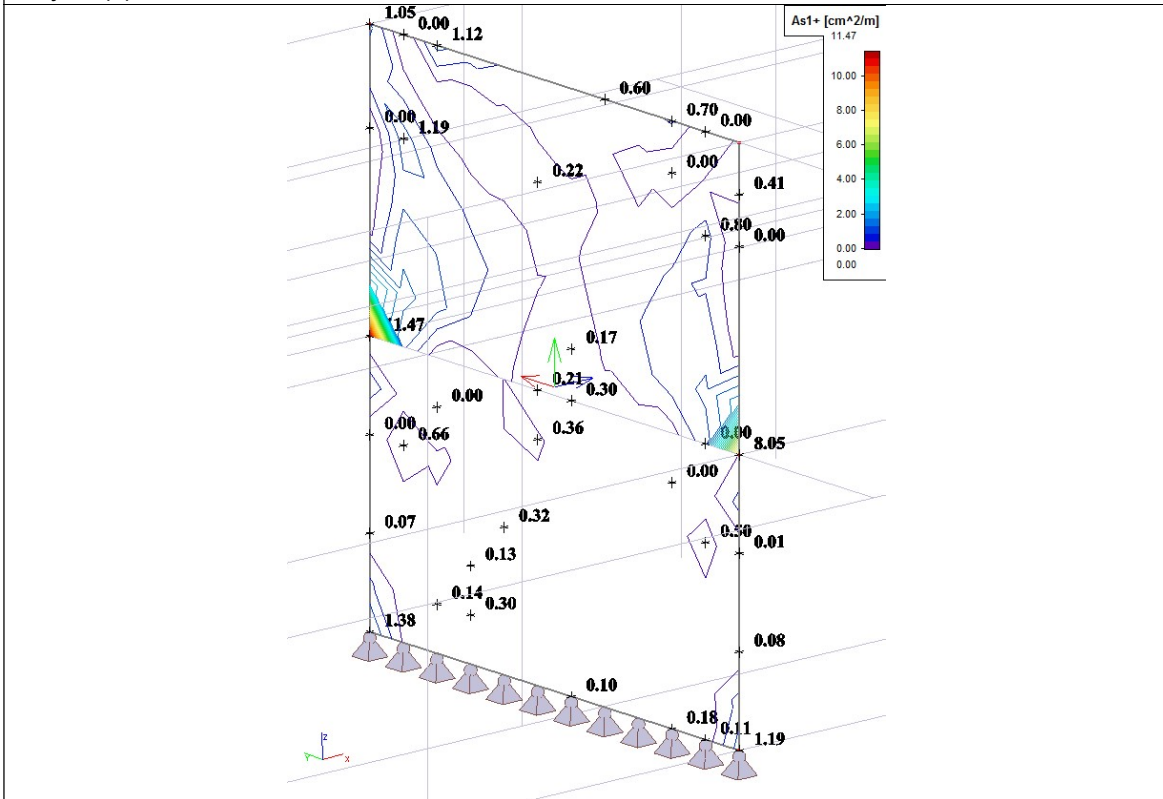


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

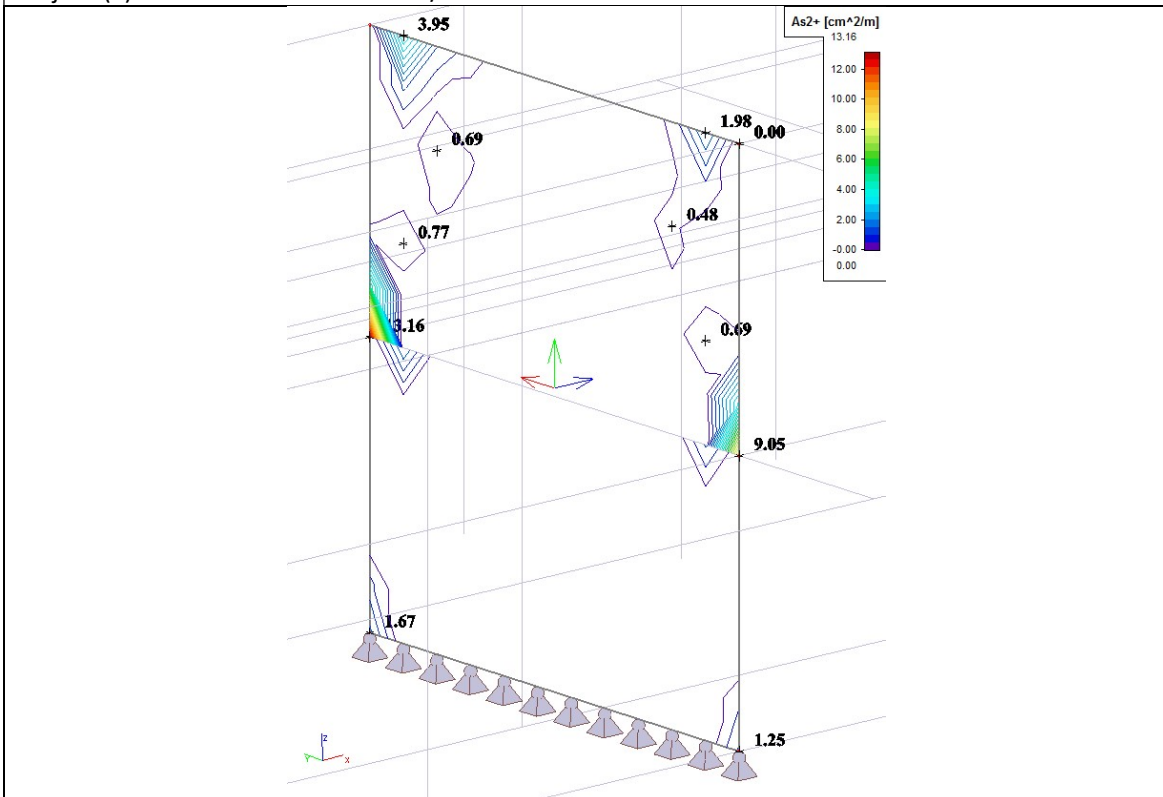


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

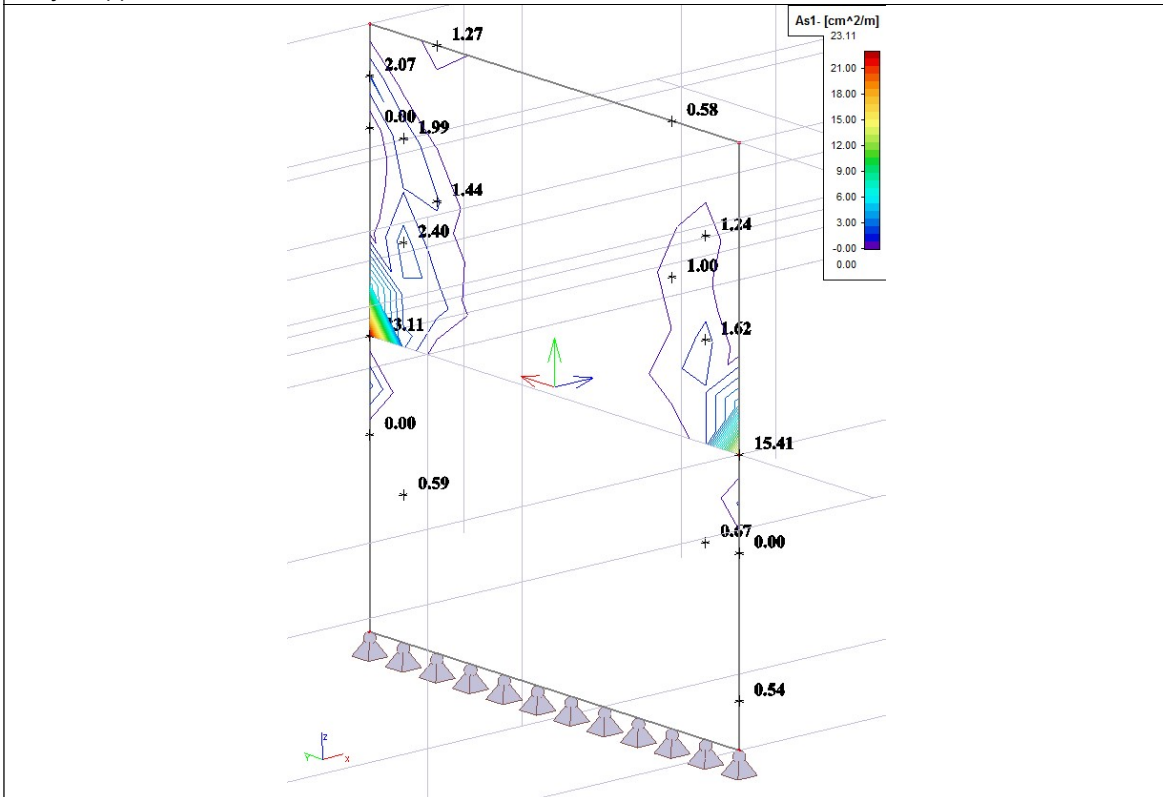


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

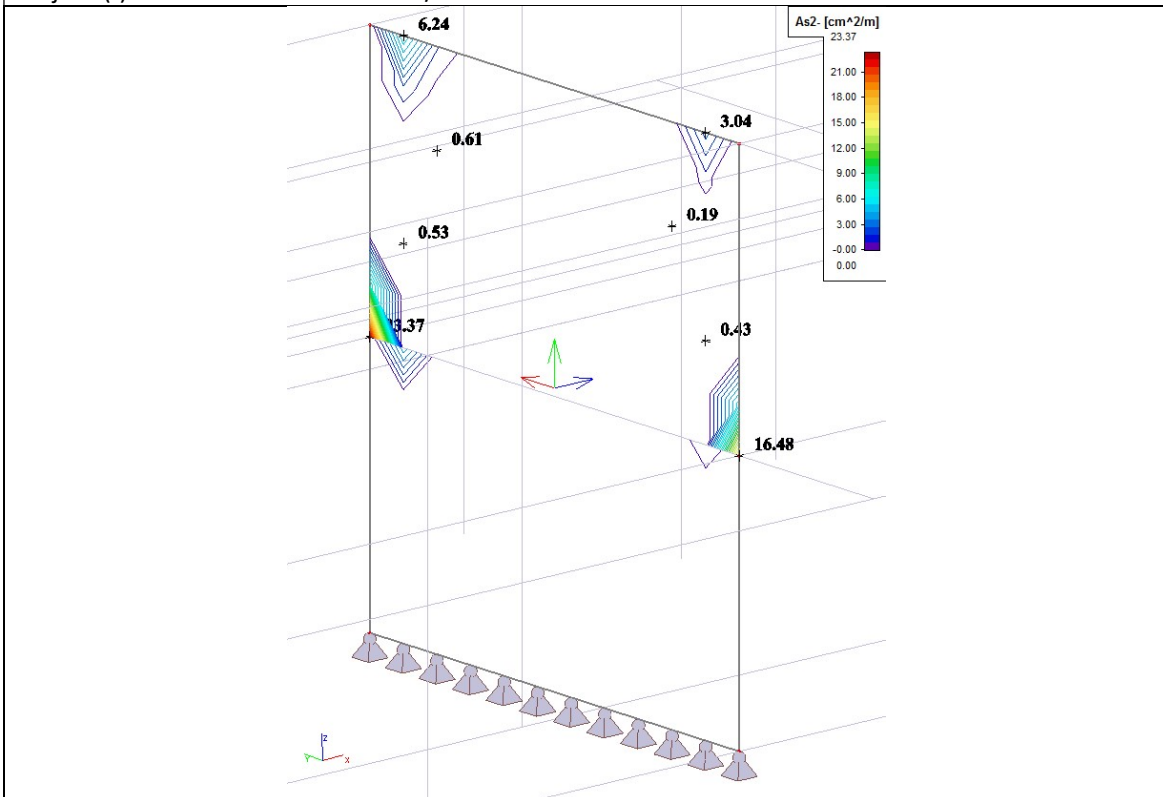


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm^2/m'

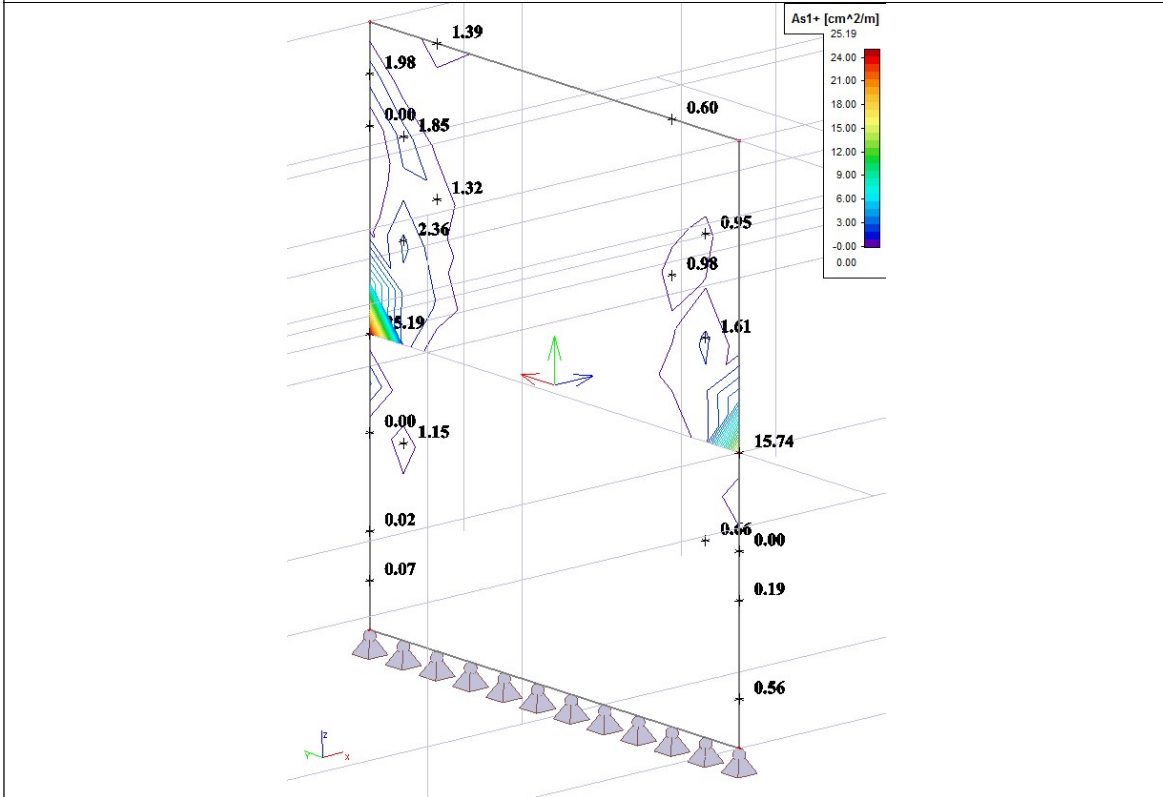


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm^2/m'

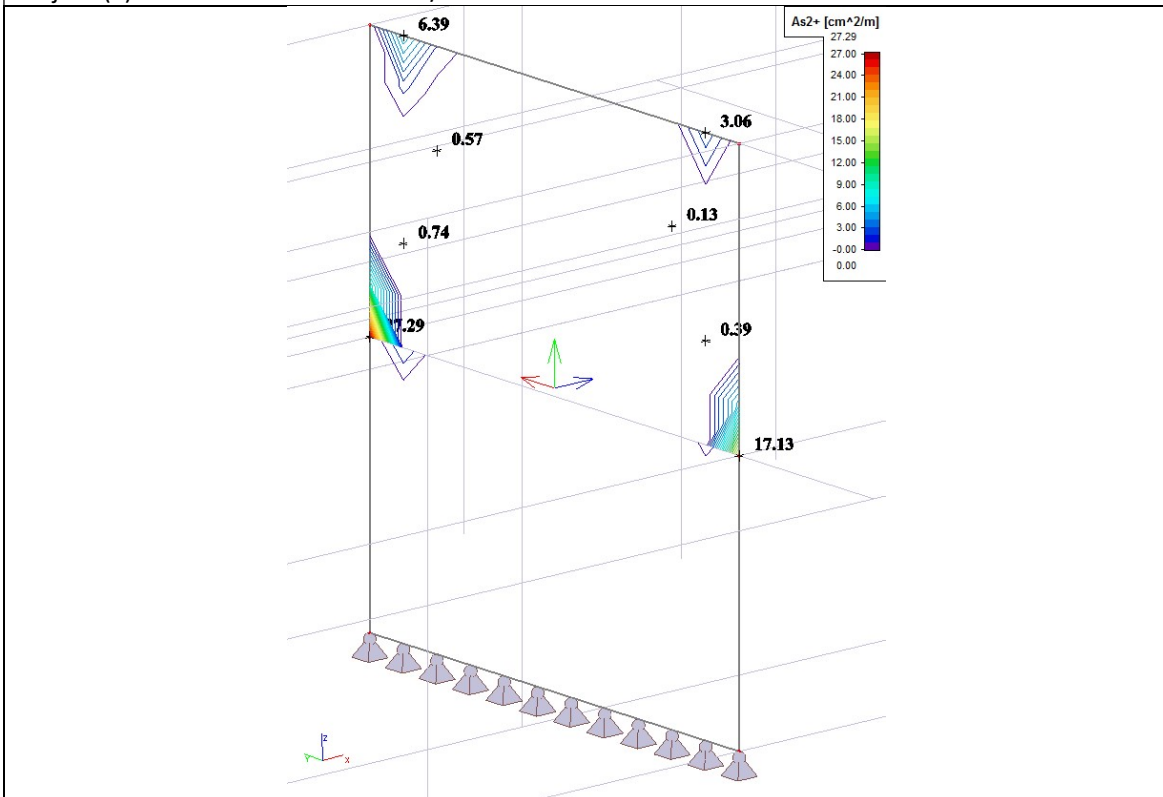


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'



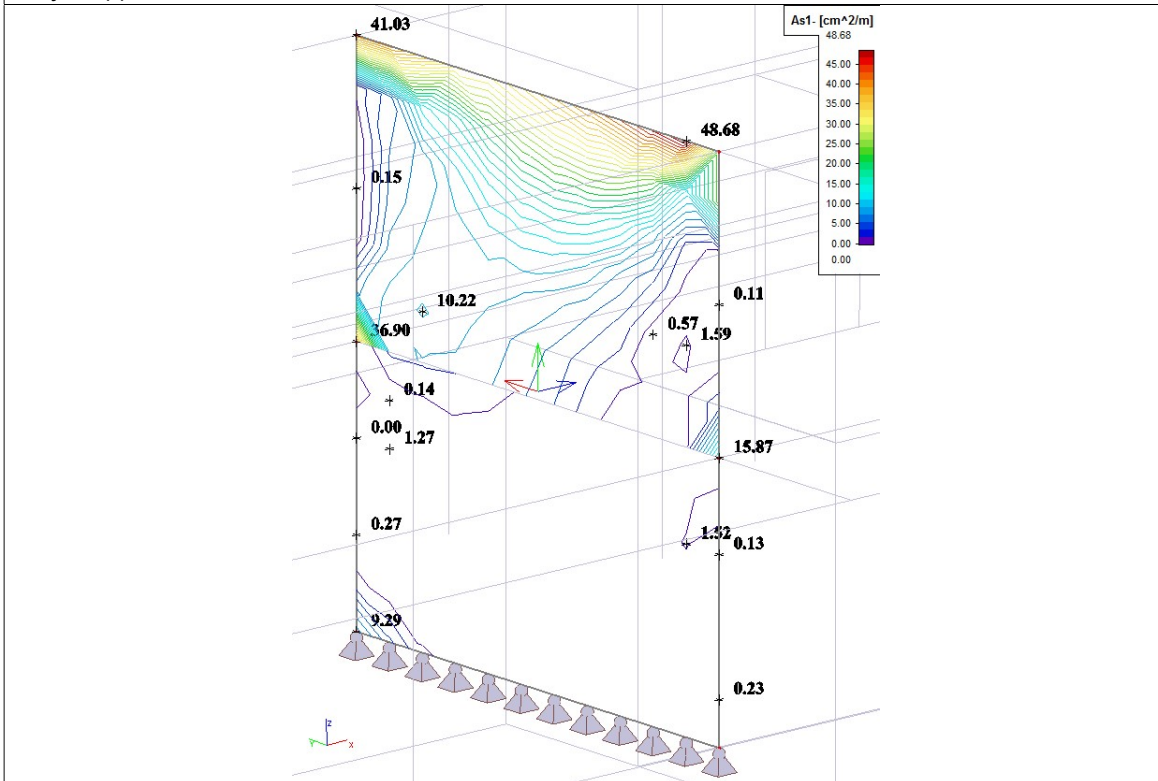
Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'



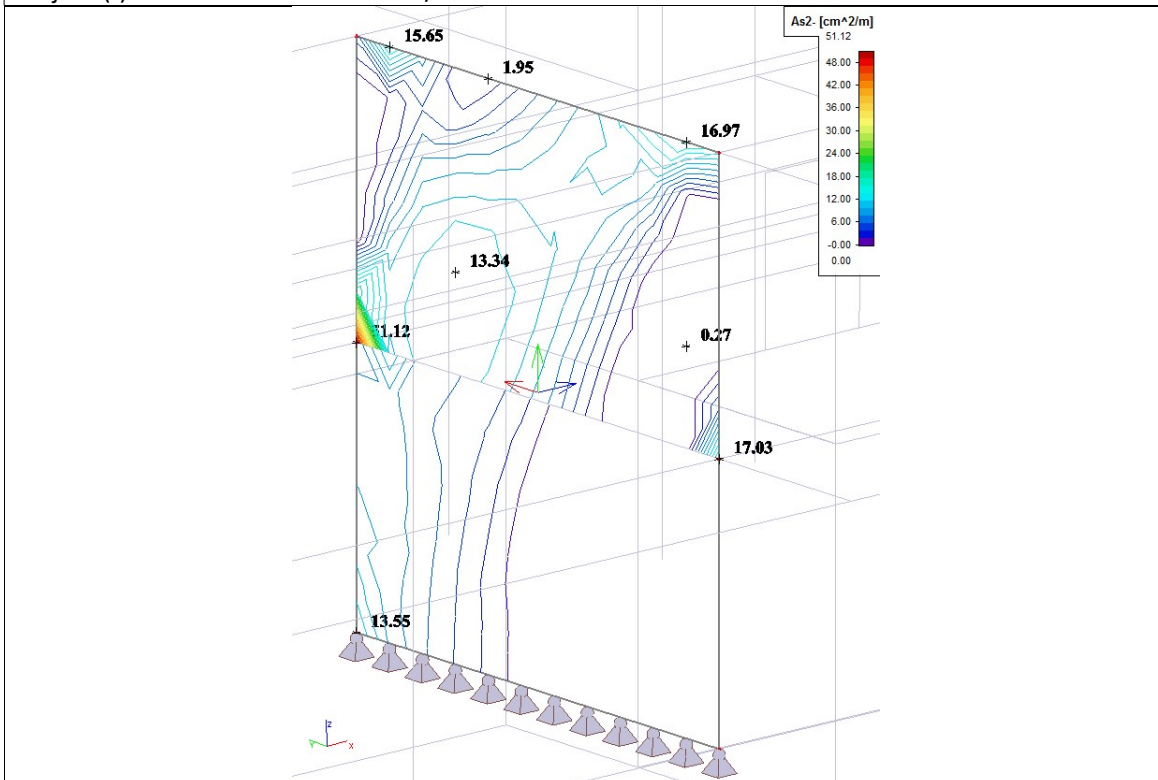
7.10 Zid u osi 23

Rezultati proračuna za kombinaciju **CO1**

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm^2/m'

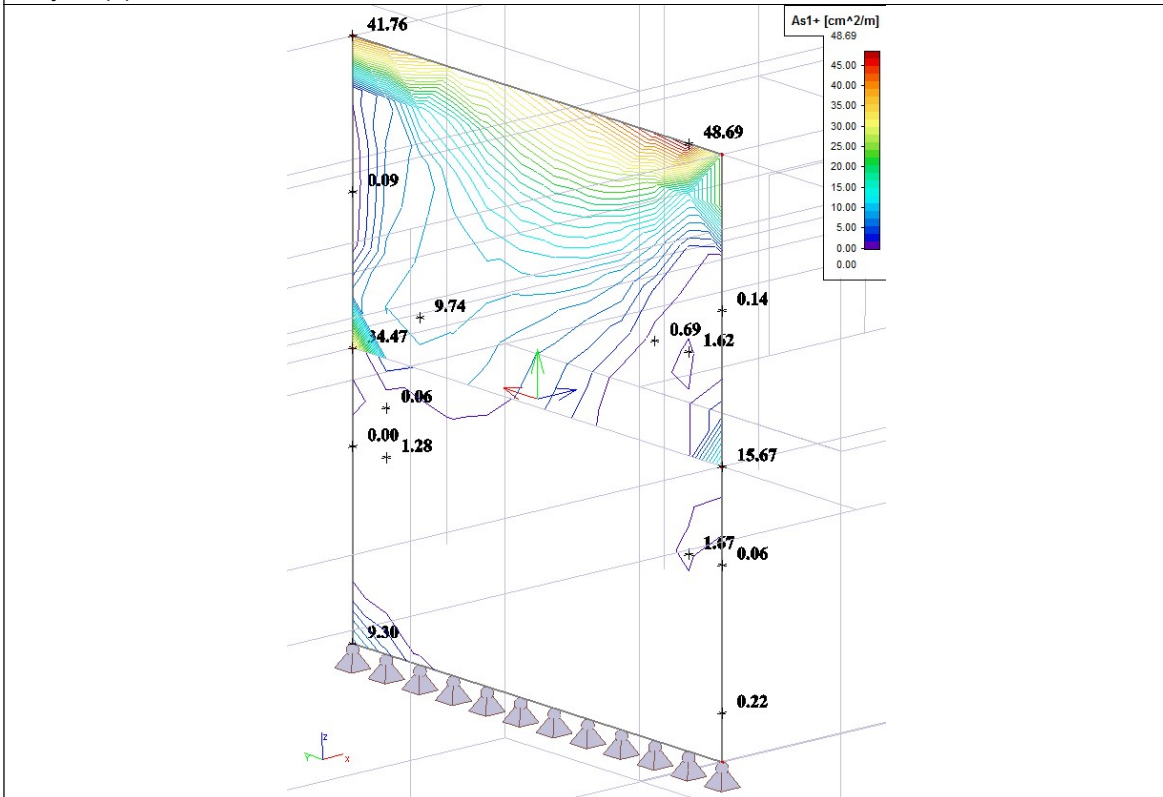


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm^2/m'

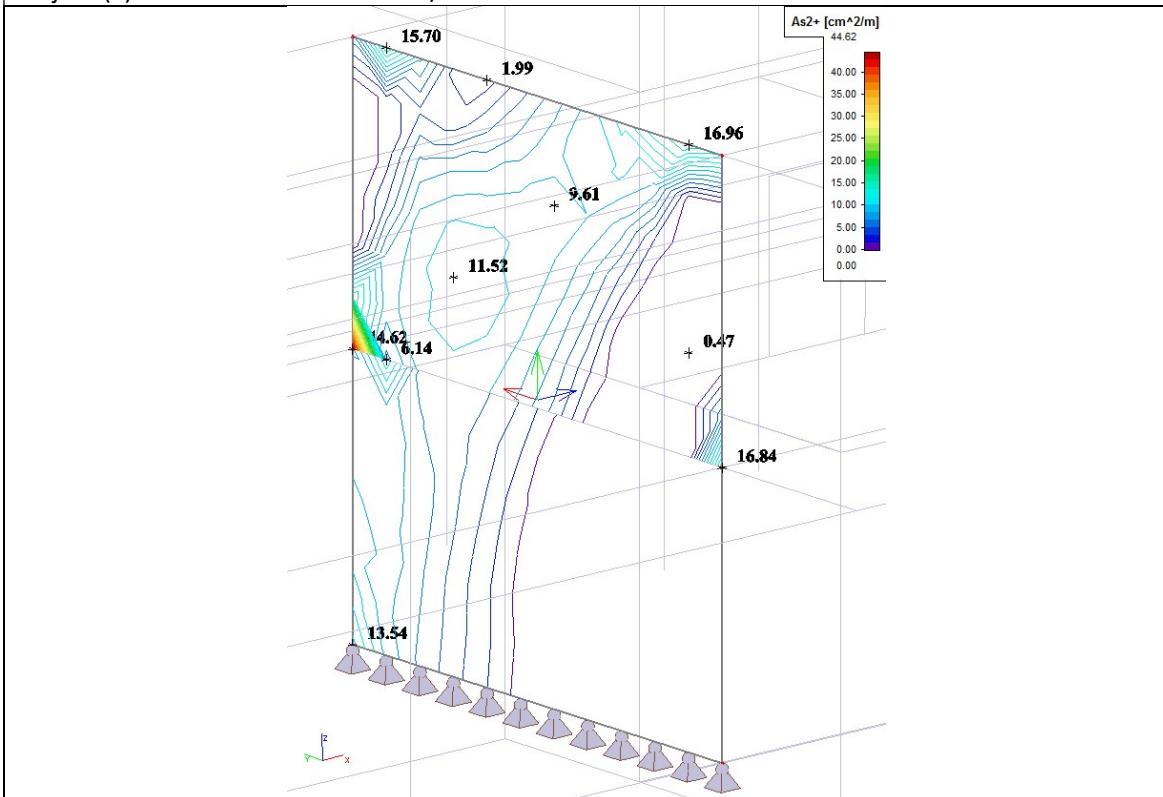


Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

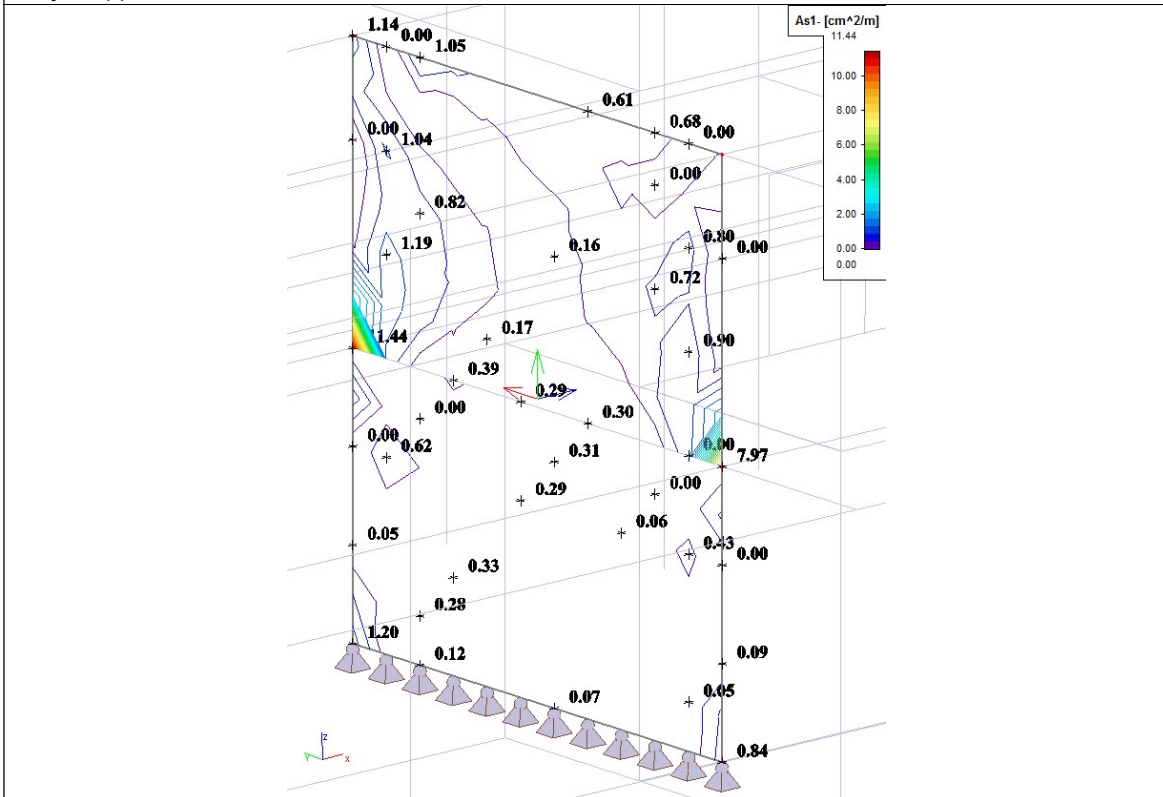


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

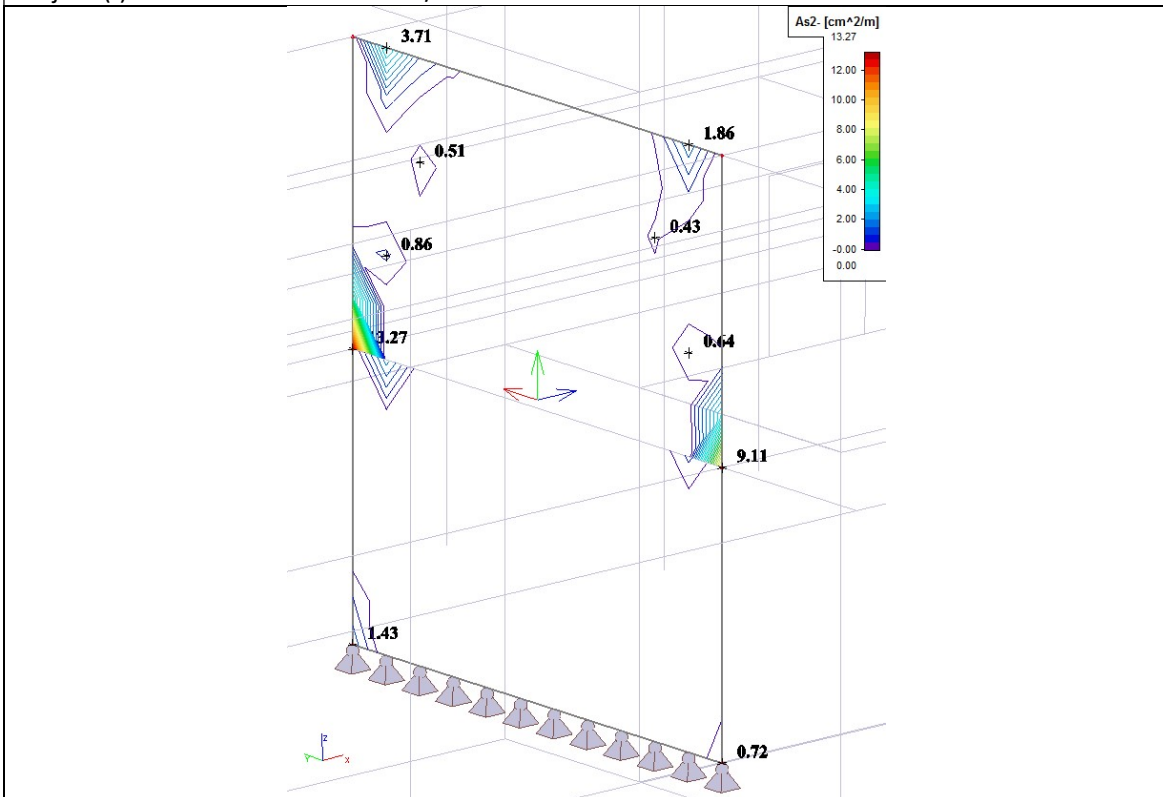


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

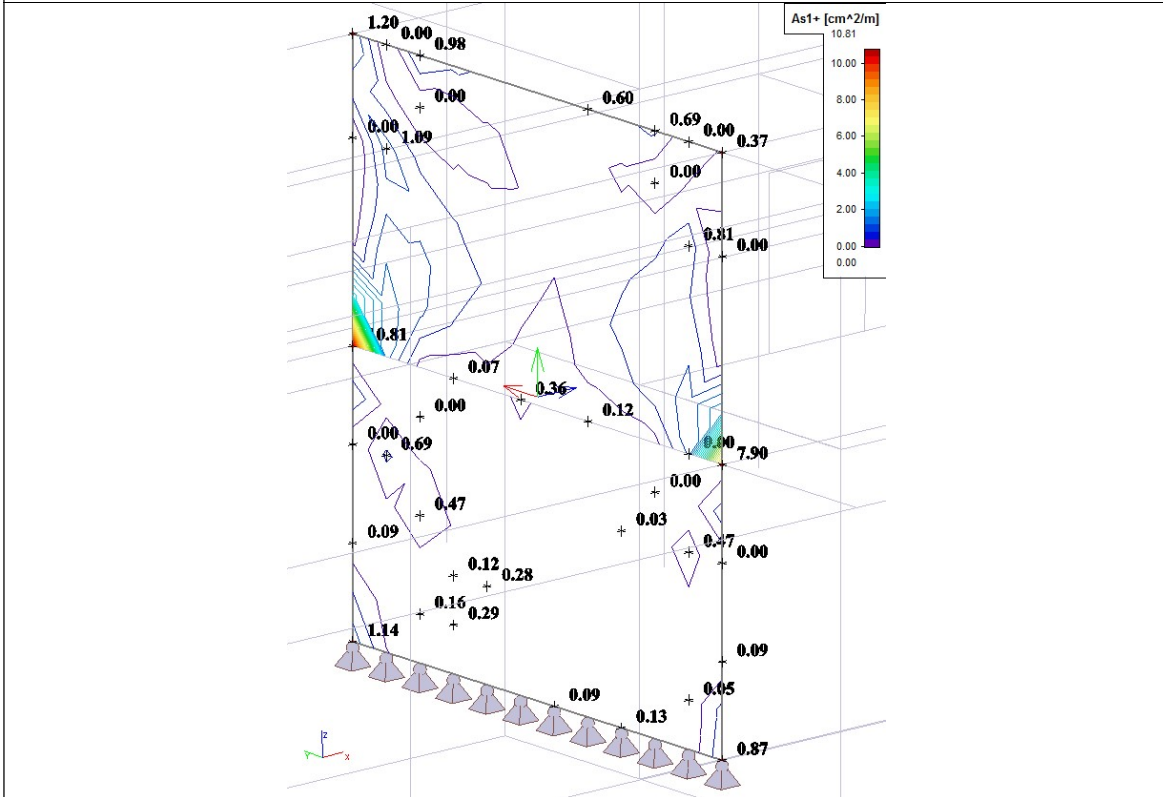


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

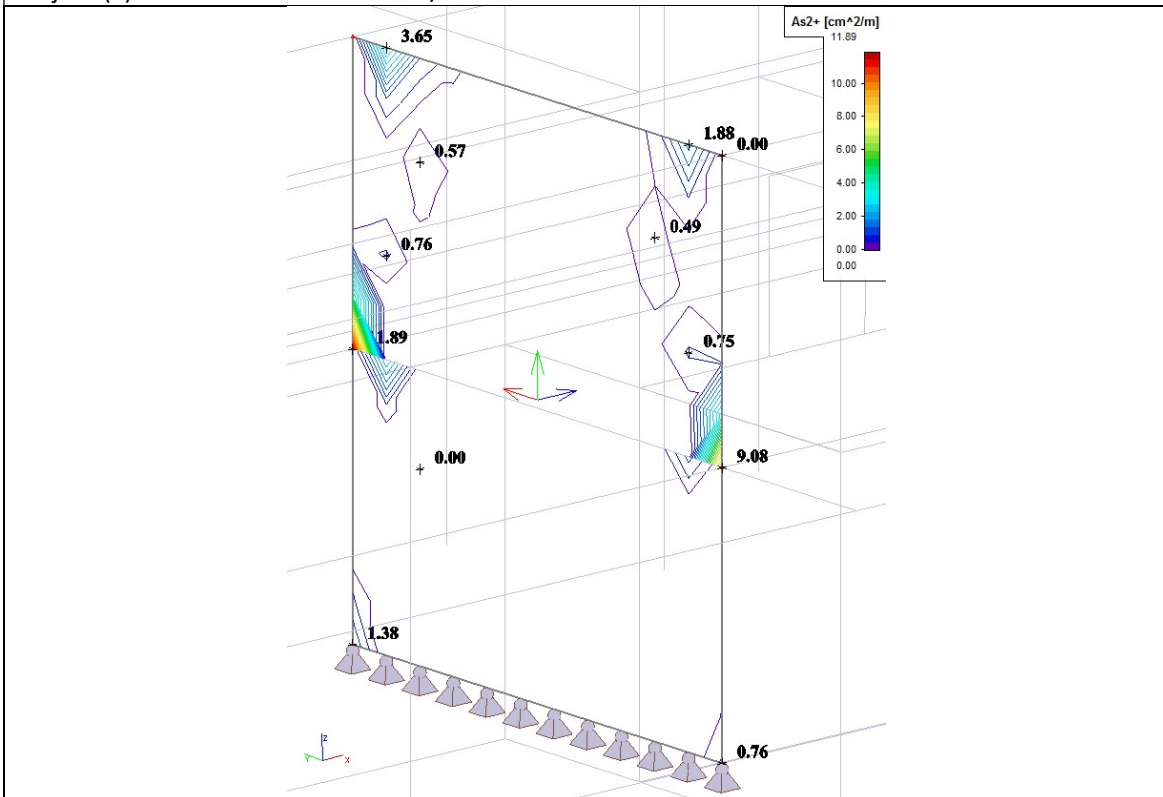


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

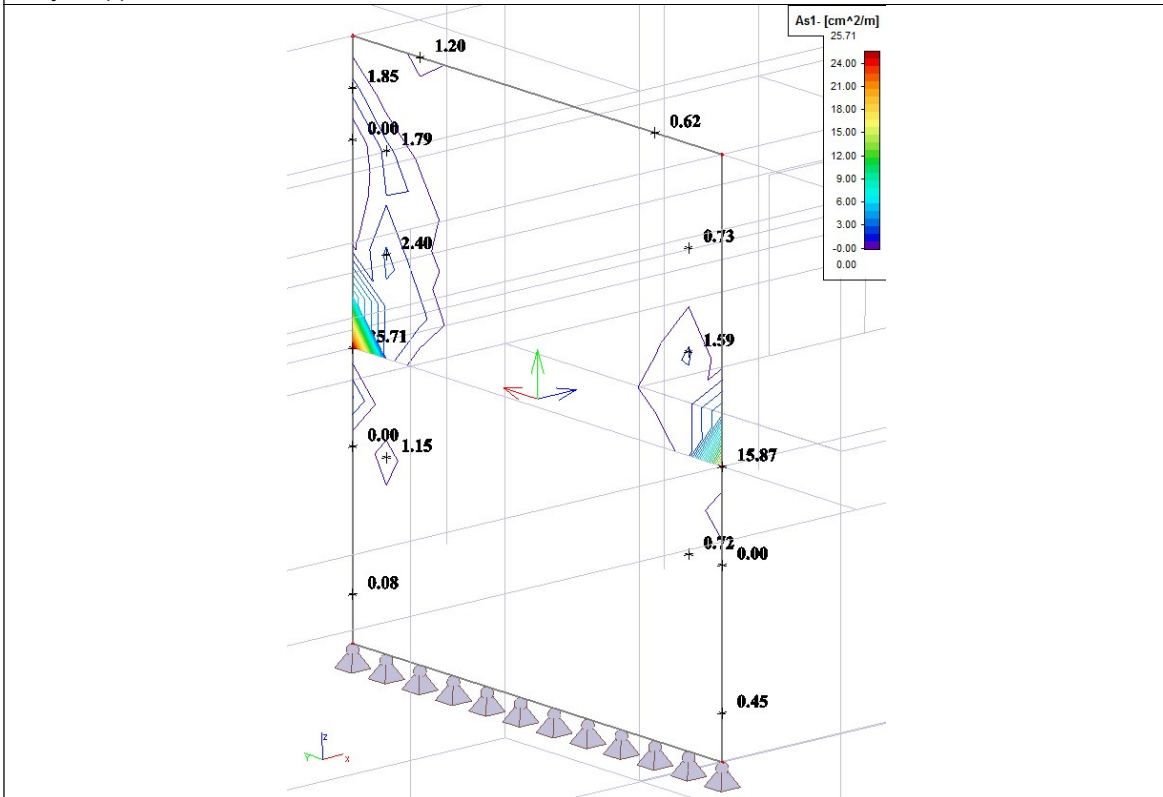


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

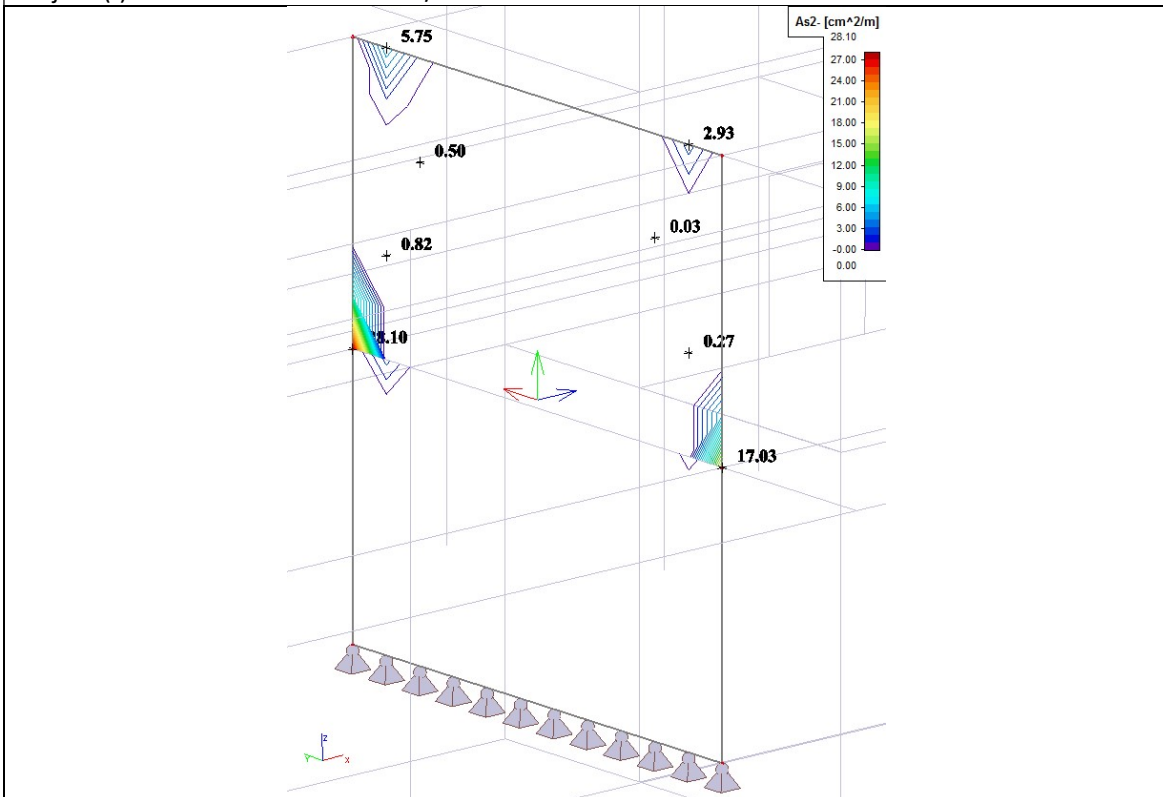


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm^2/m'

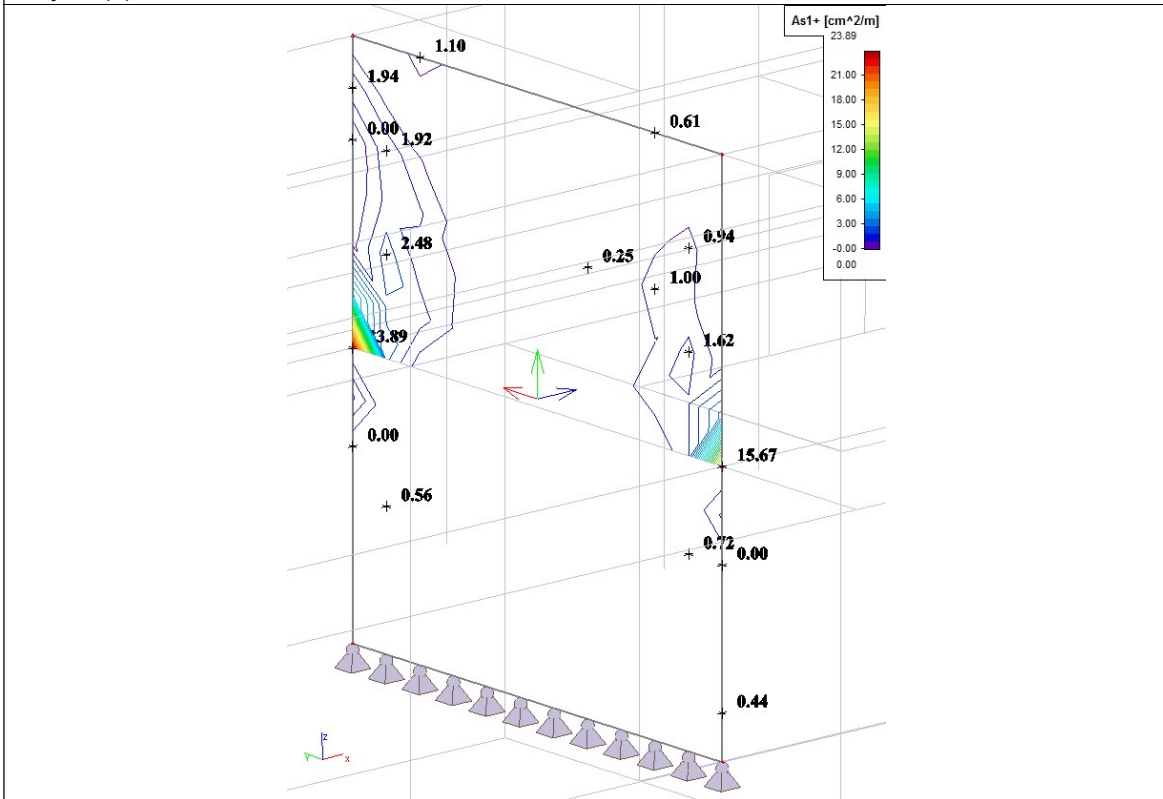


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm^2/m'

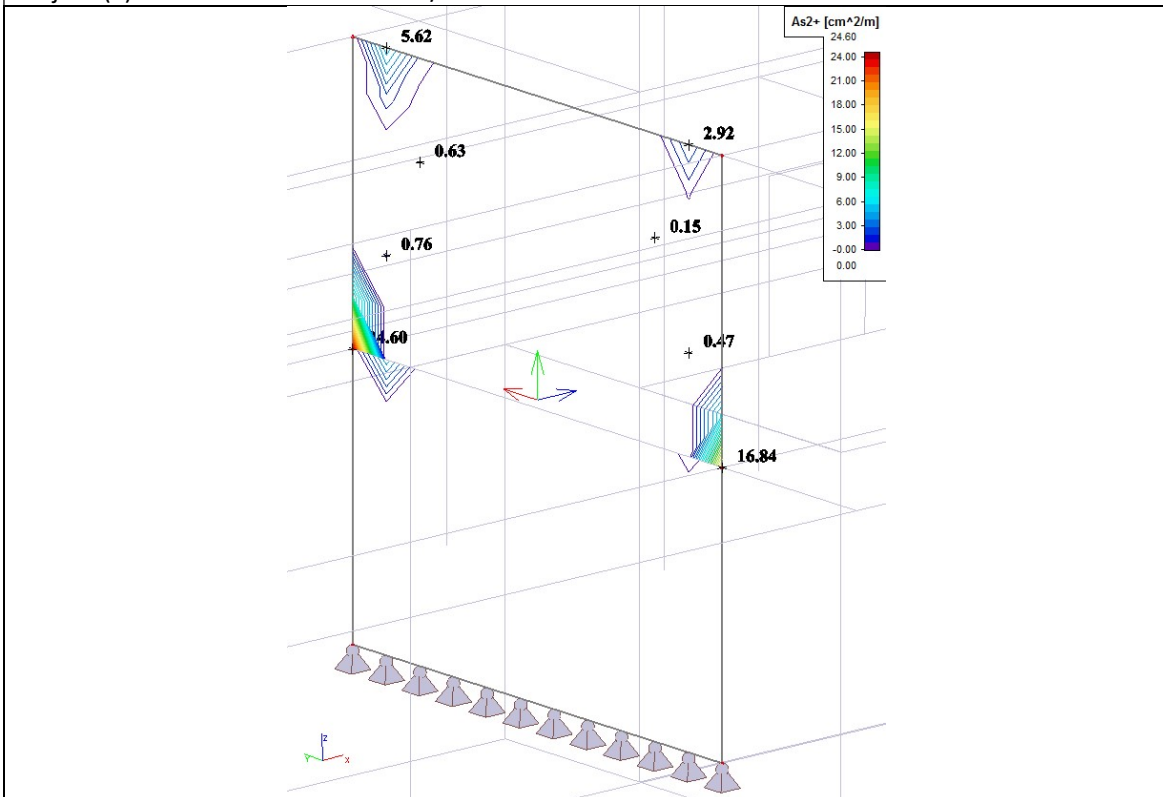


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'



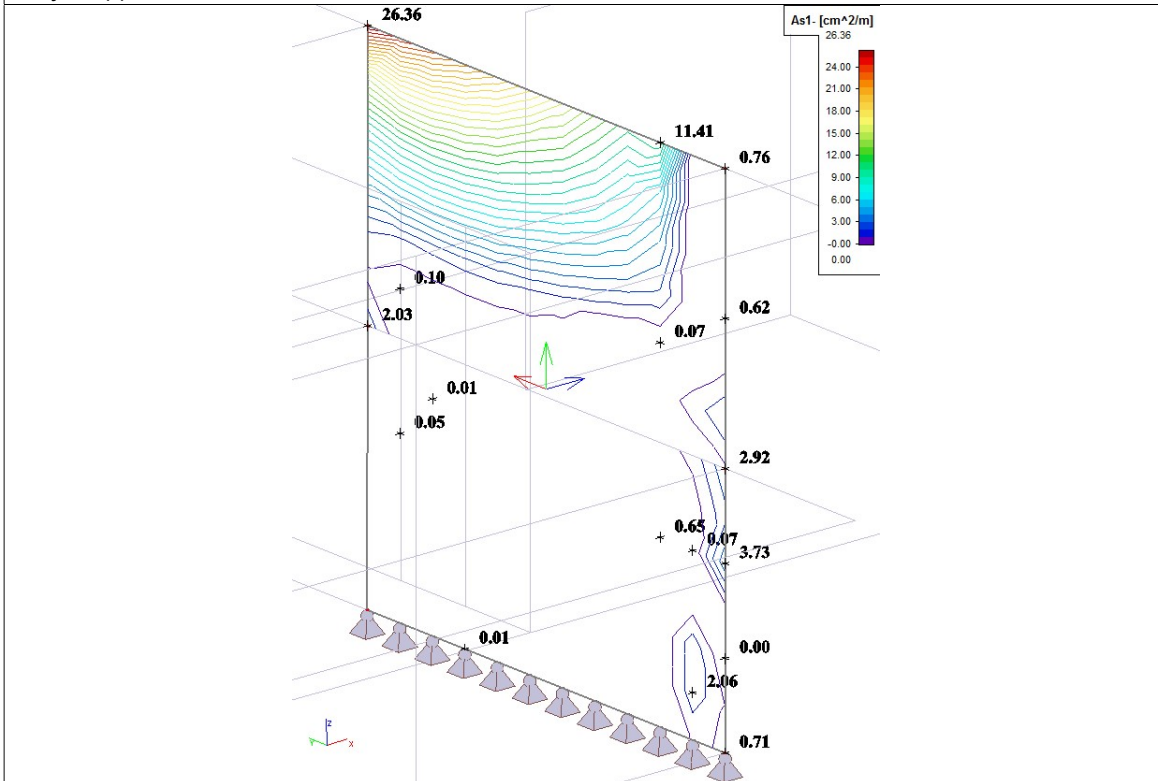
Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'



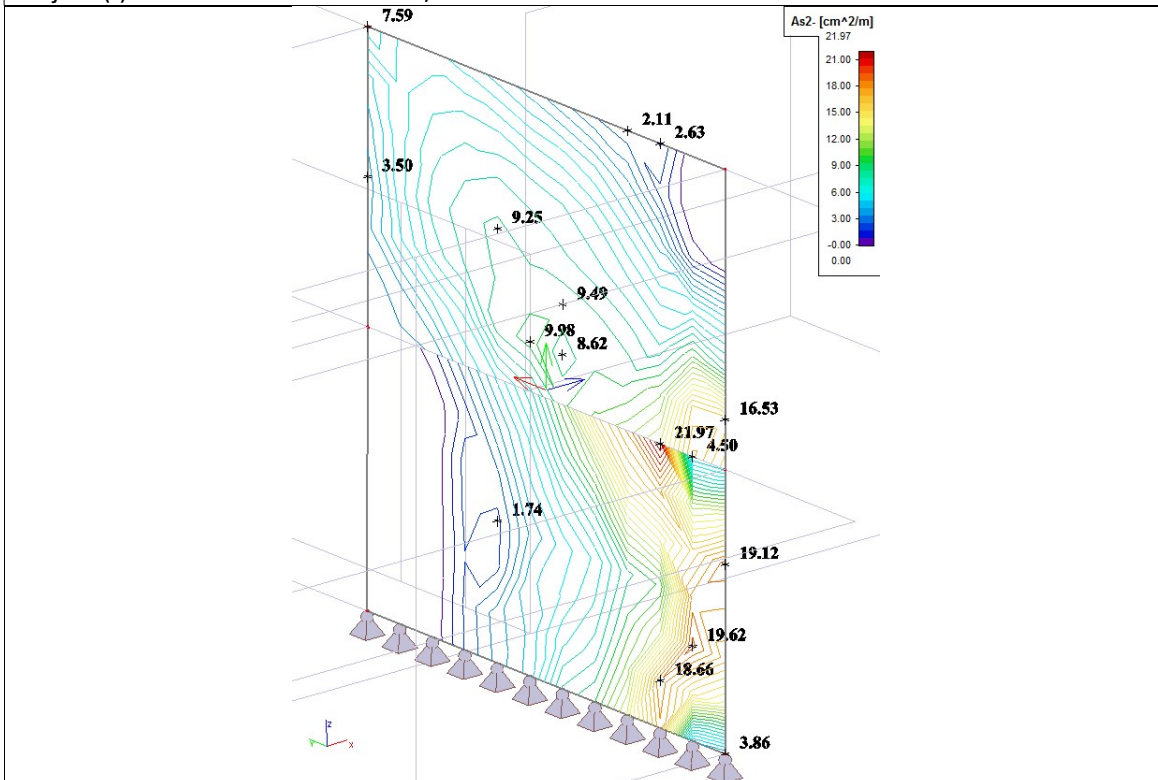
7.11 Zid u osi 27

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

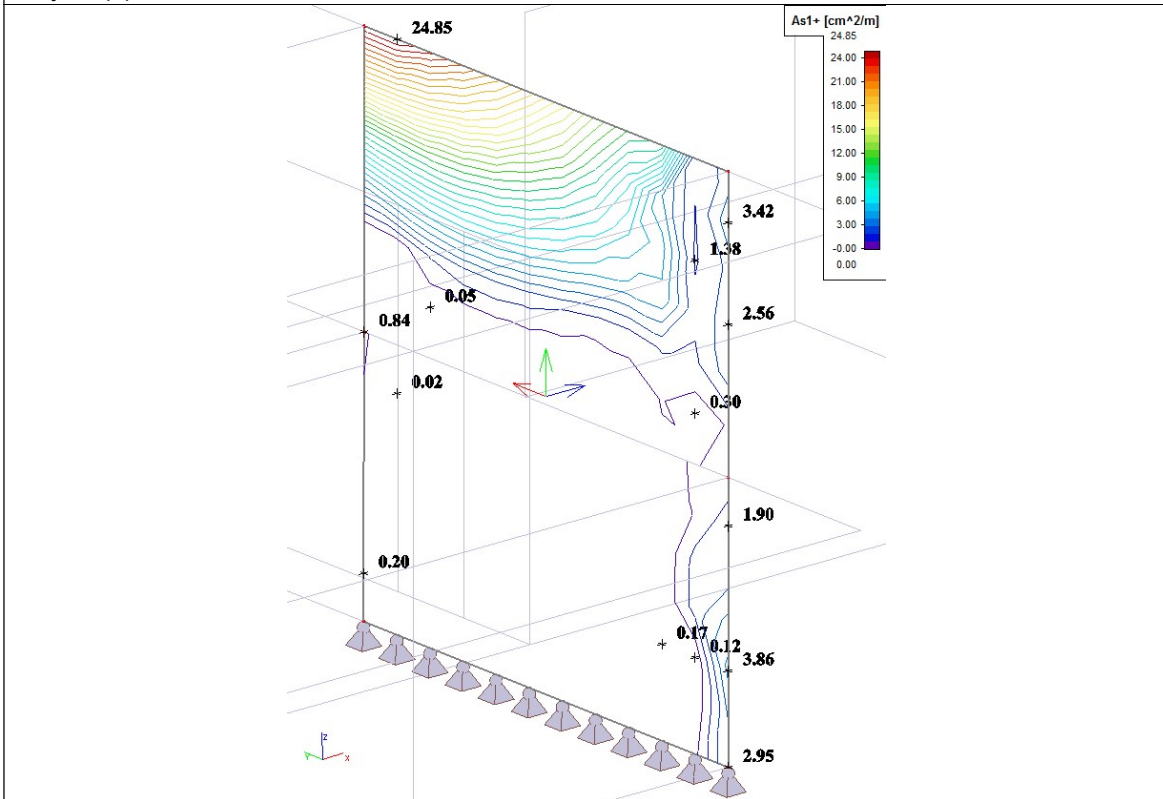


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

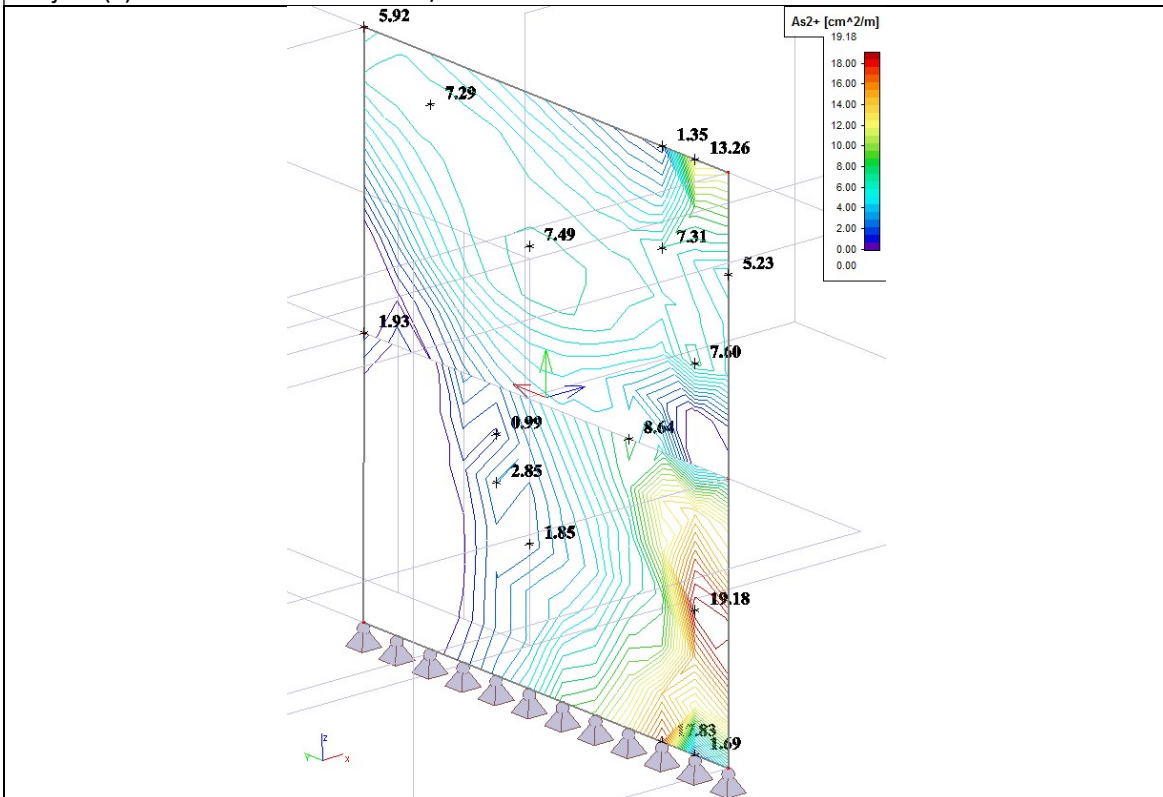


Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

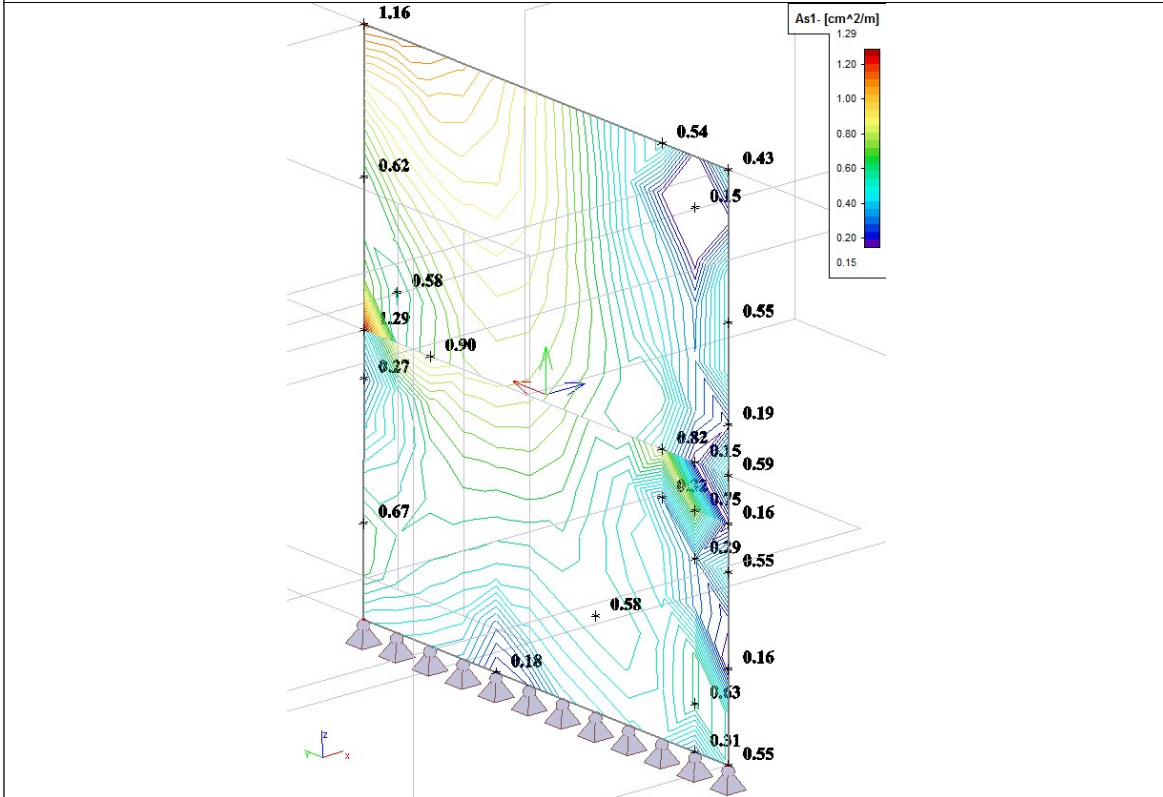


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

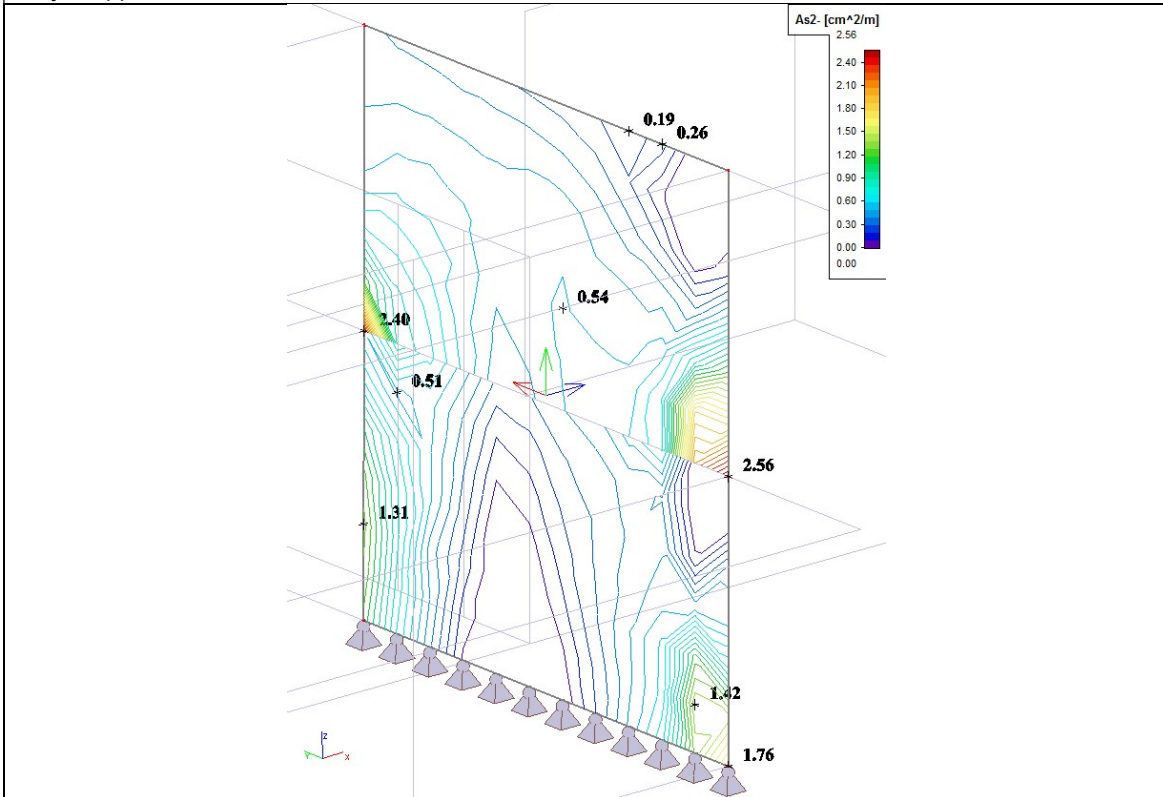


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

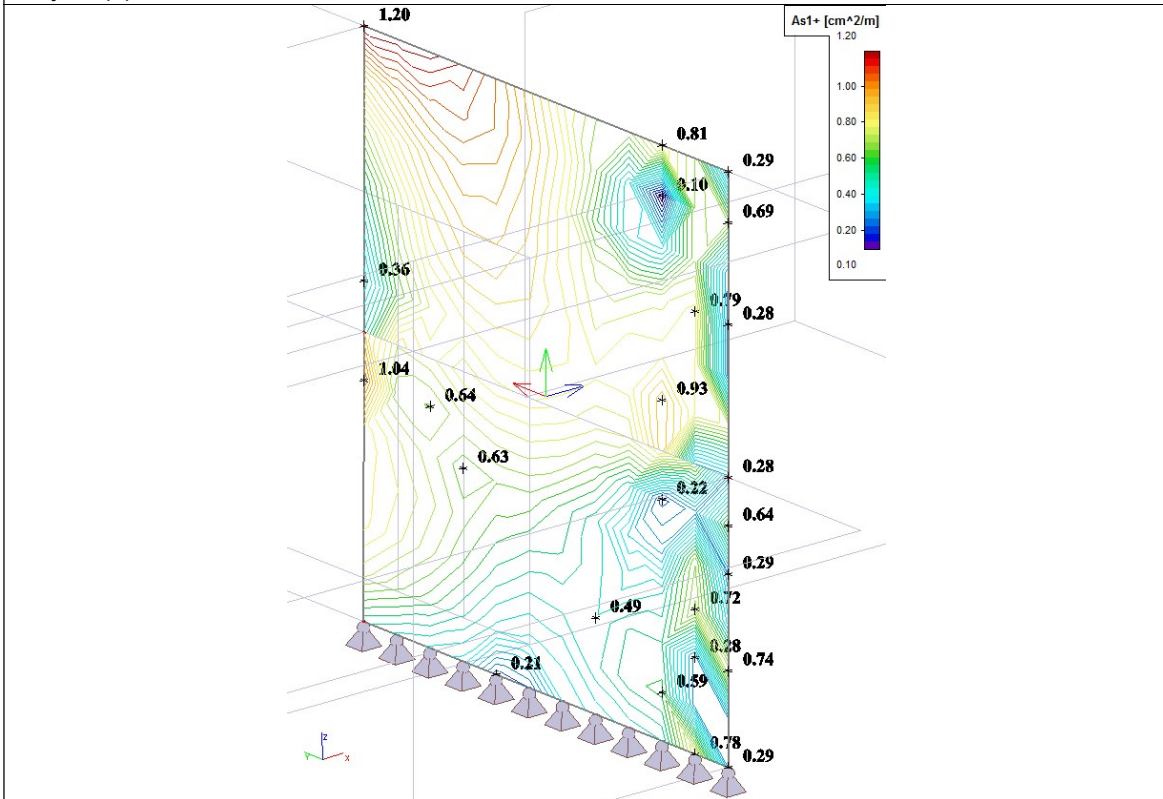


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

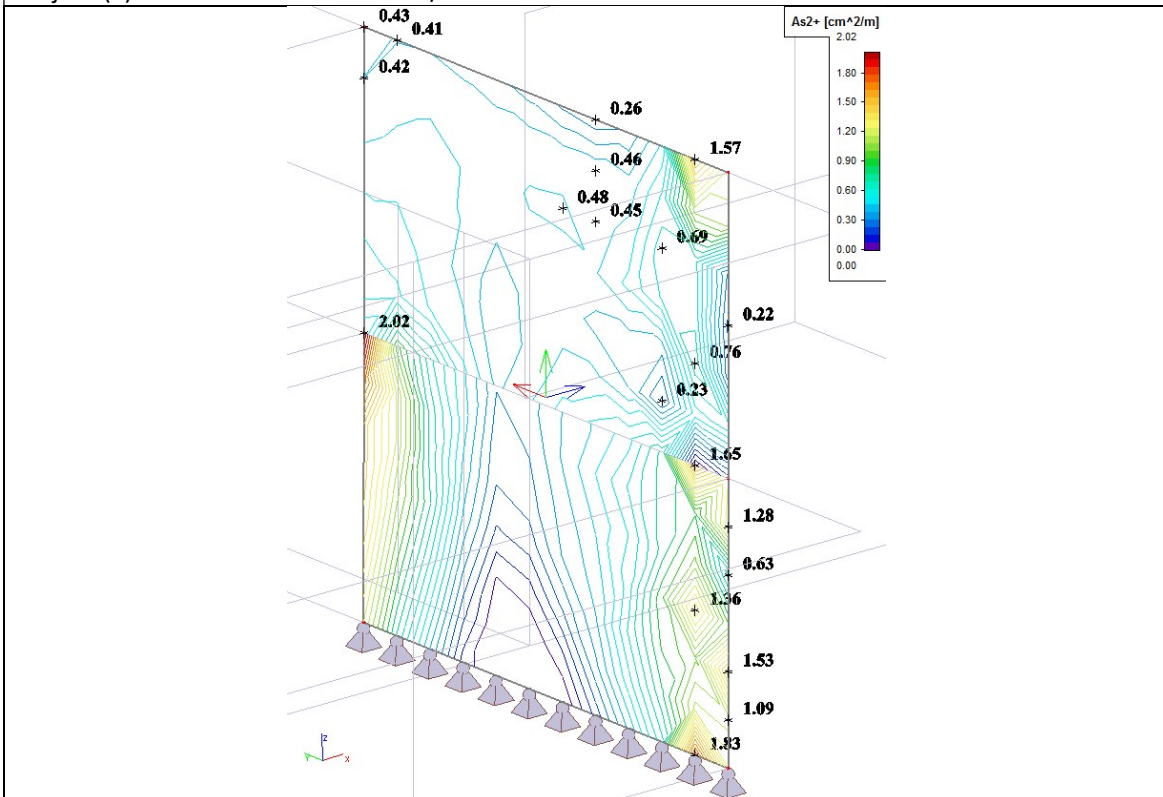


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

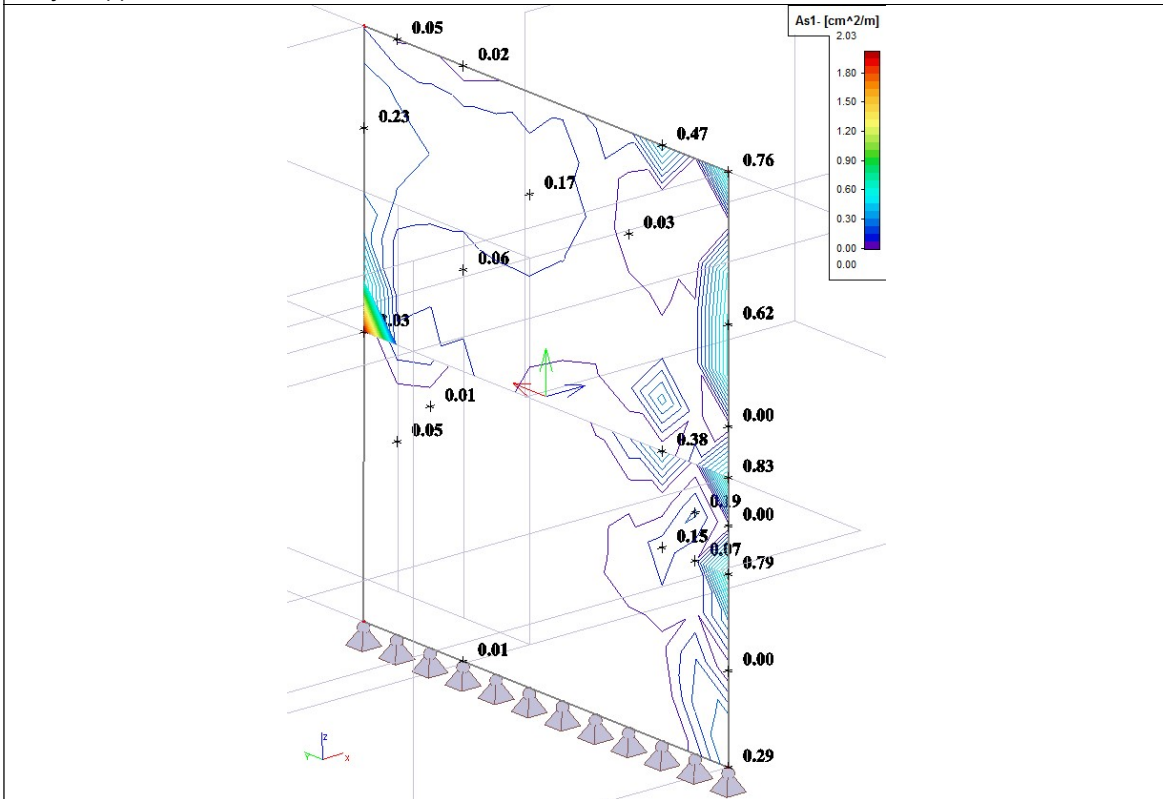


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

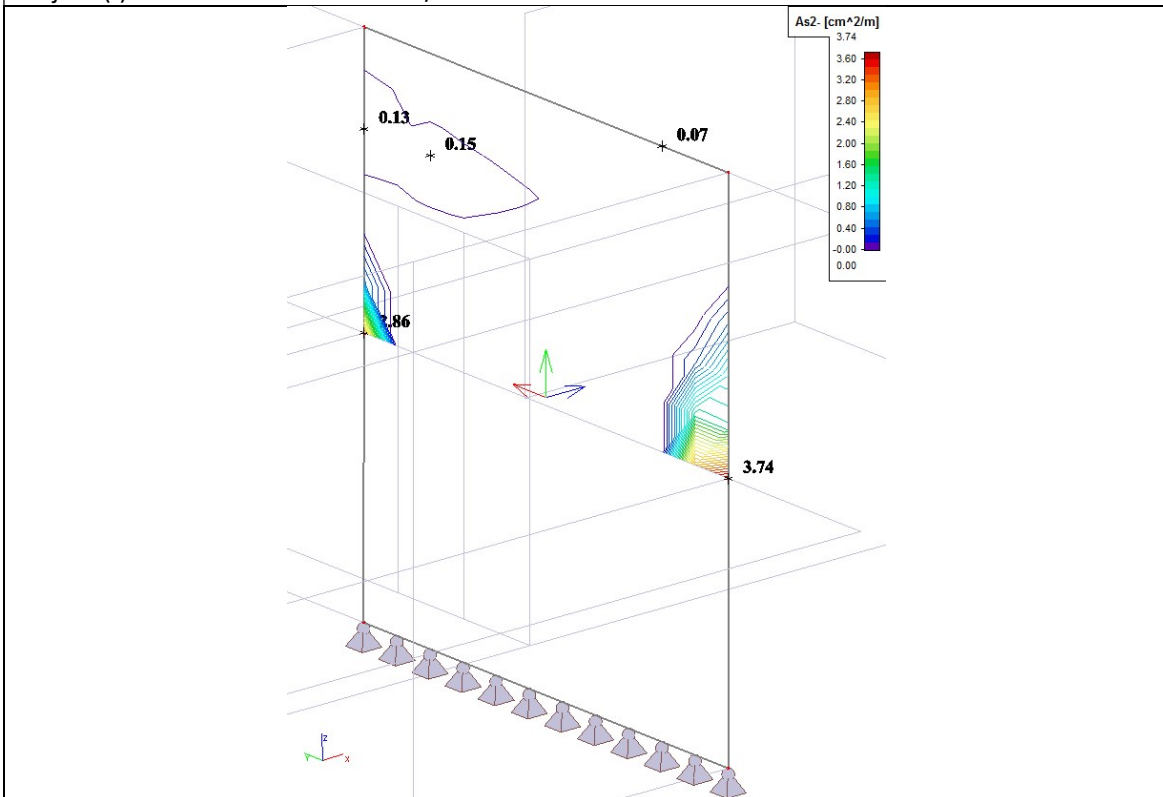


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm^2/m'

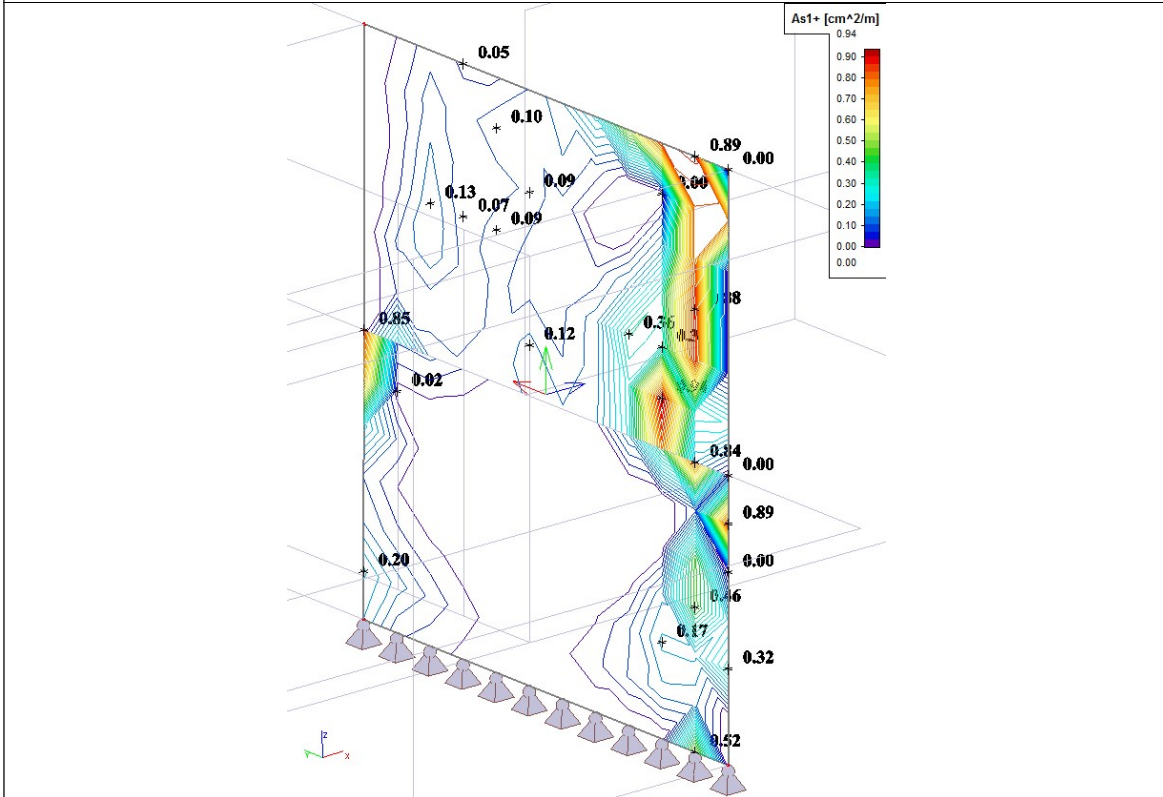


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm^2/m'

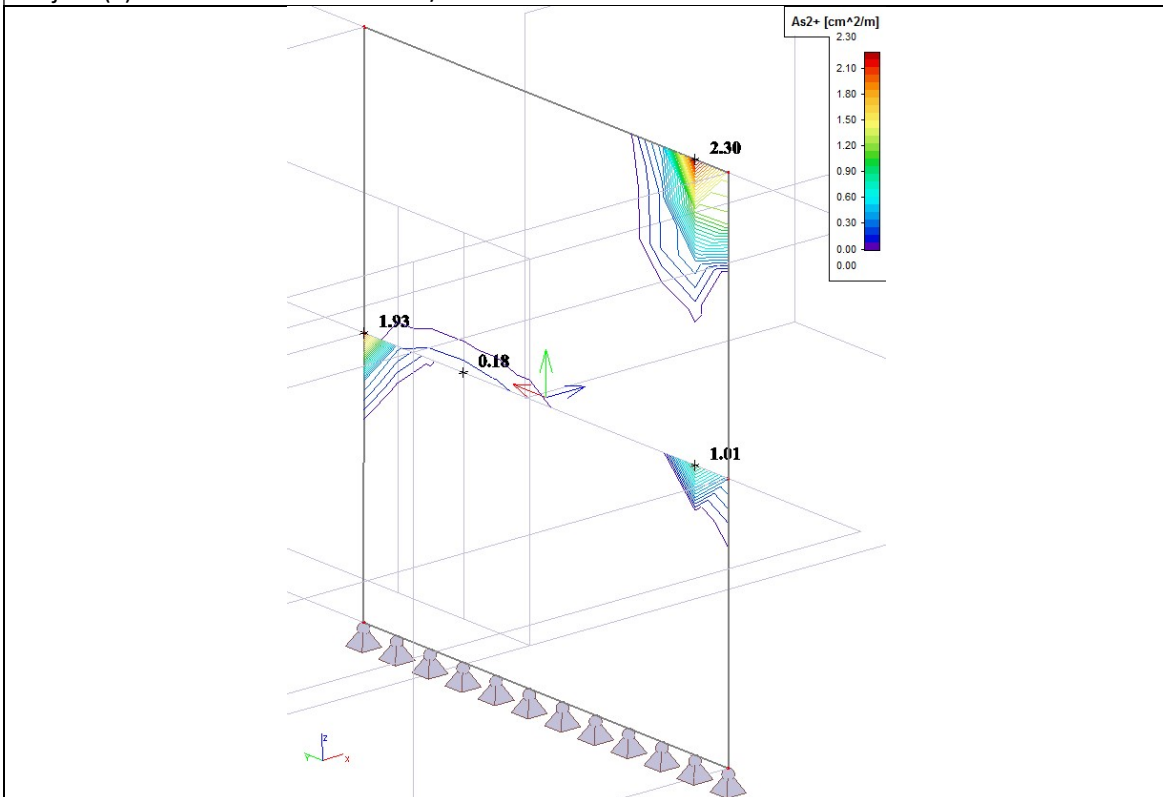


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'



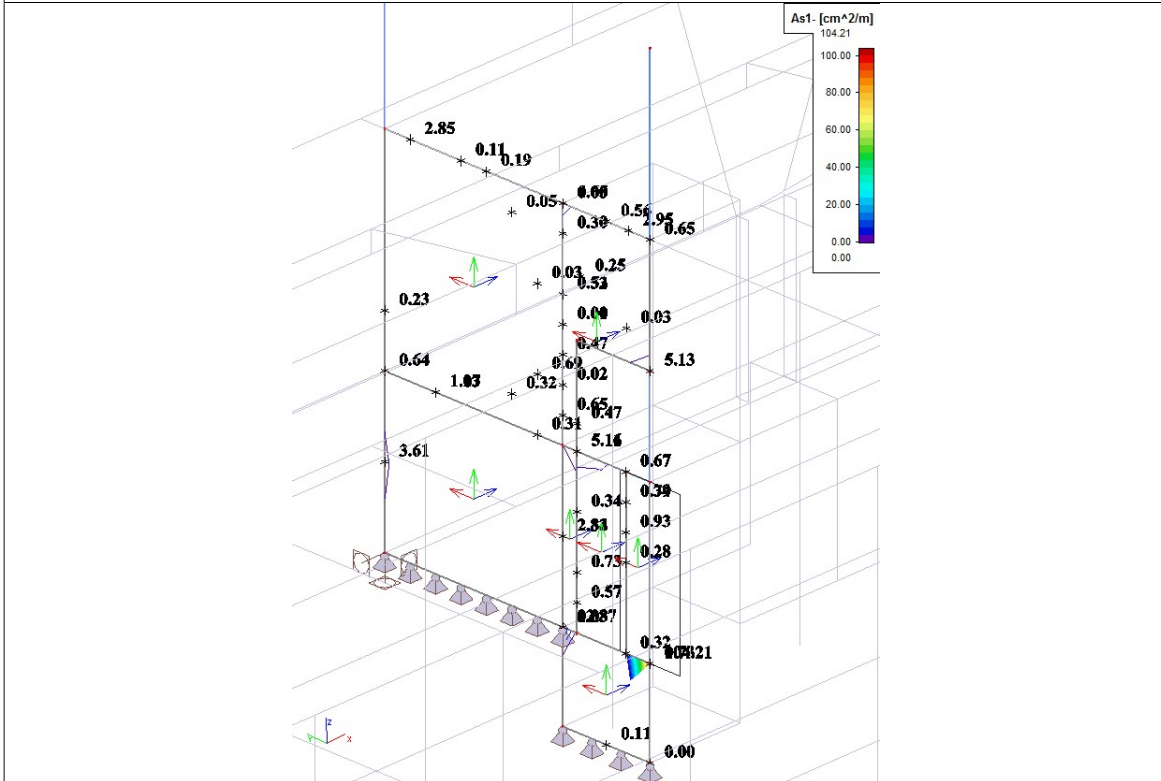
Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'



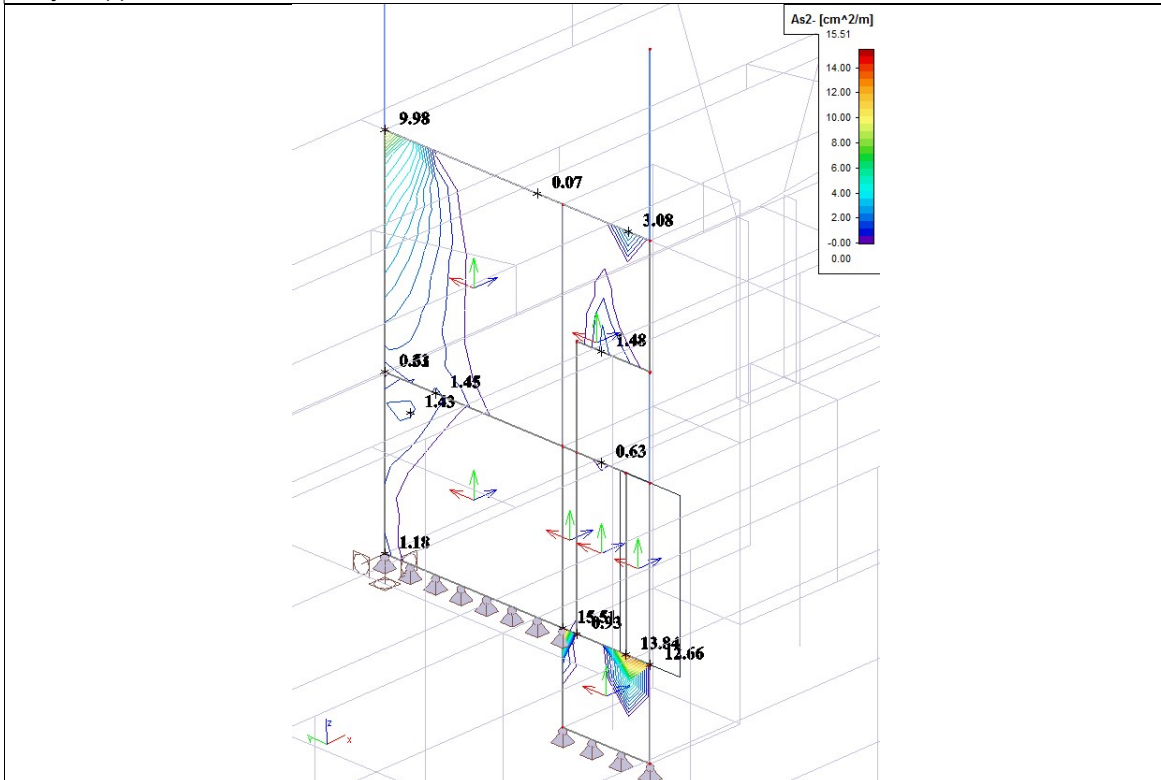
7.12 Zid u osi 15 između osi 1/2

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

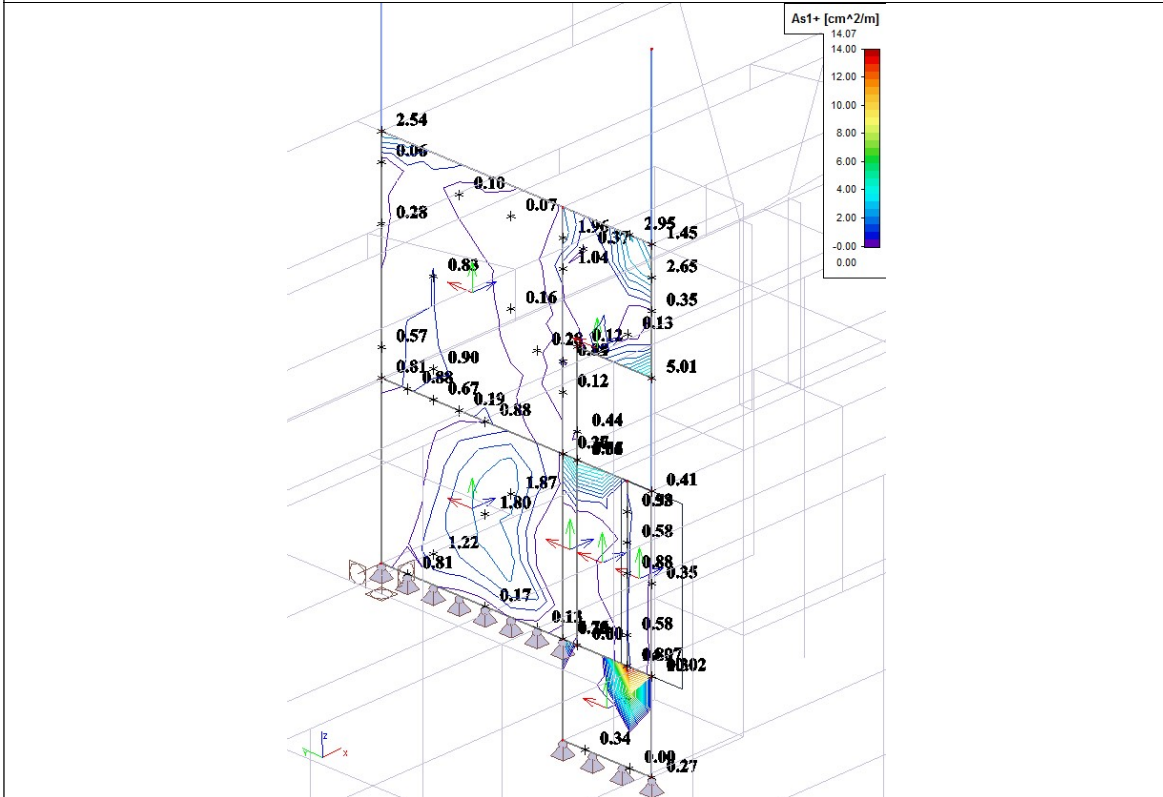


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

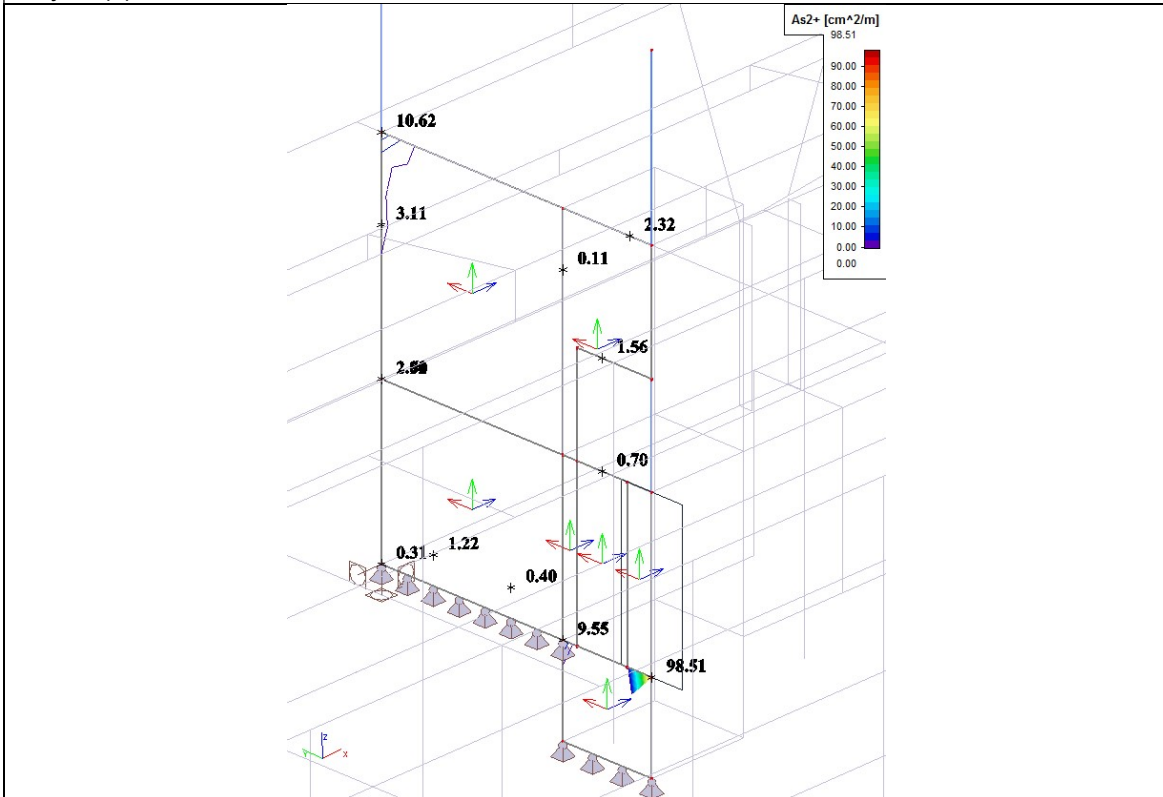


Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

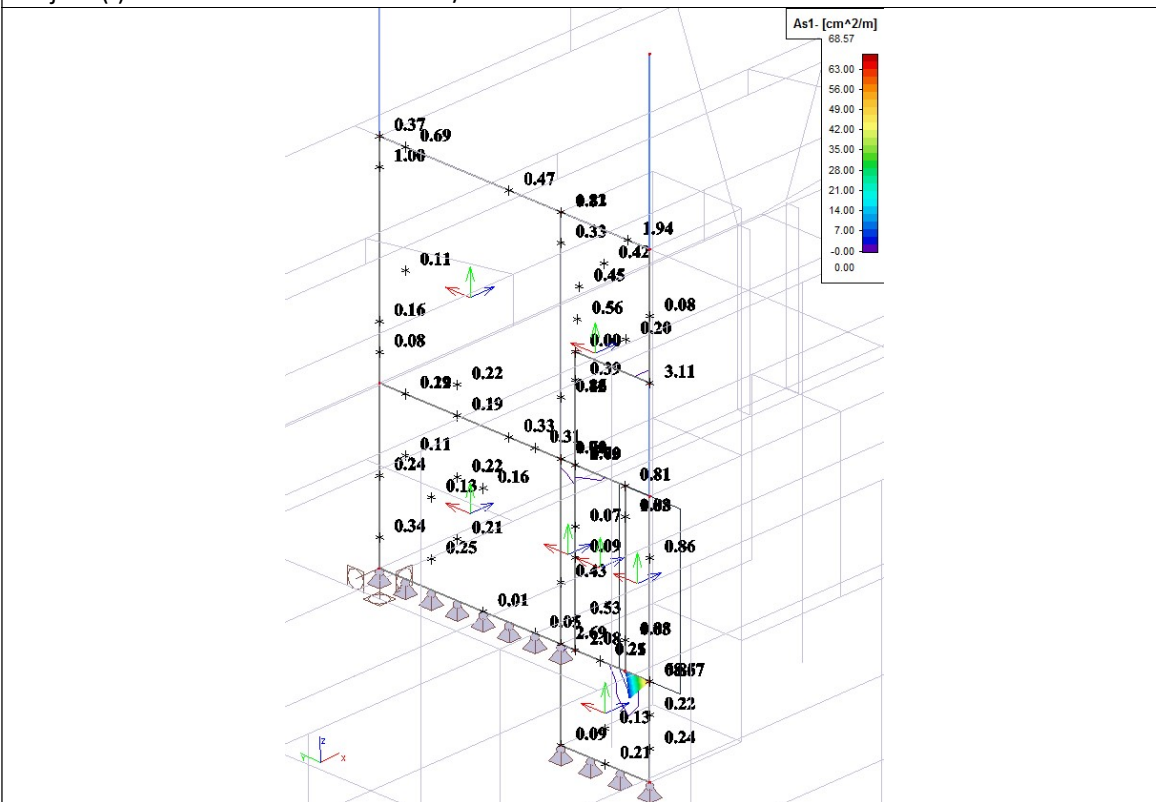


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

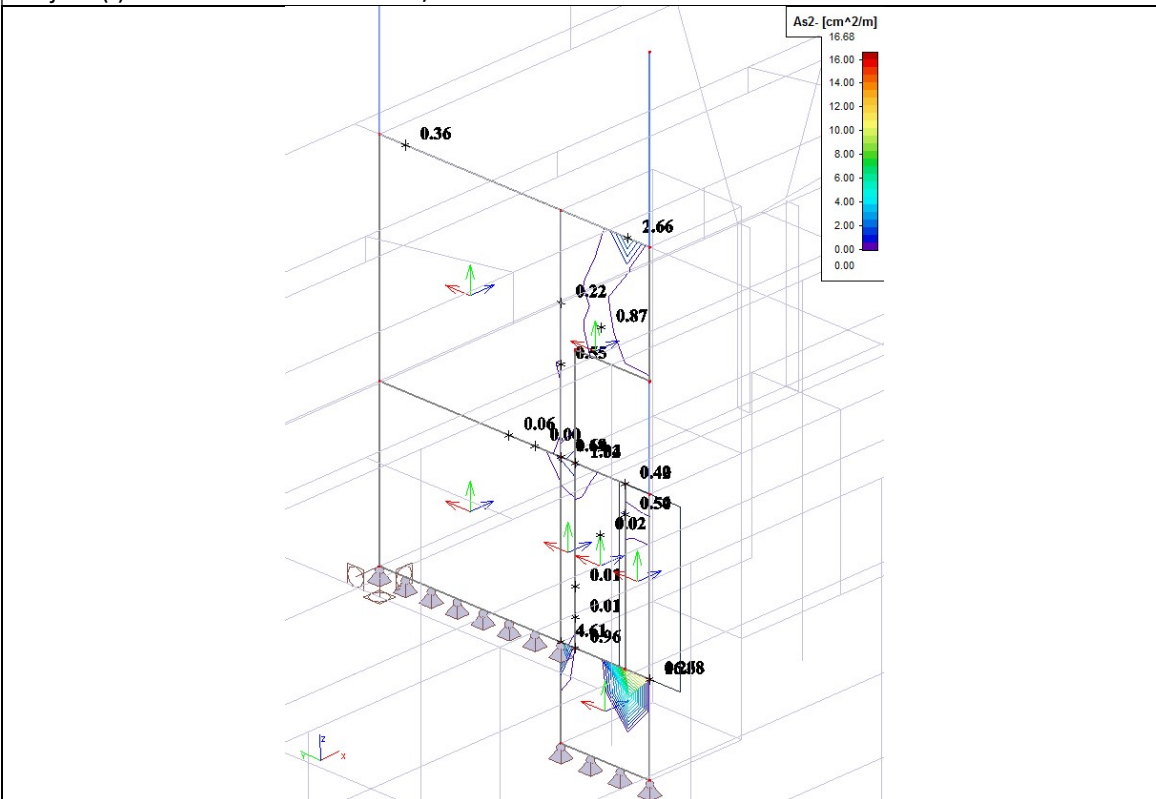


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

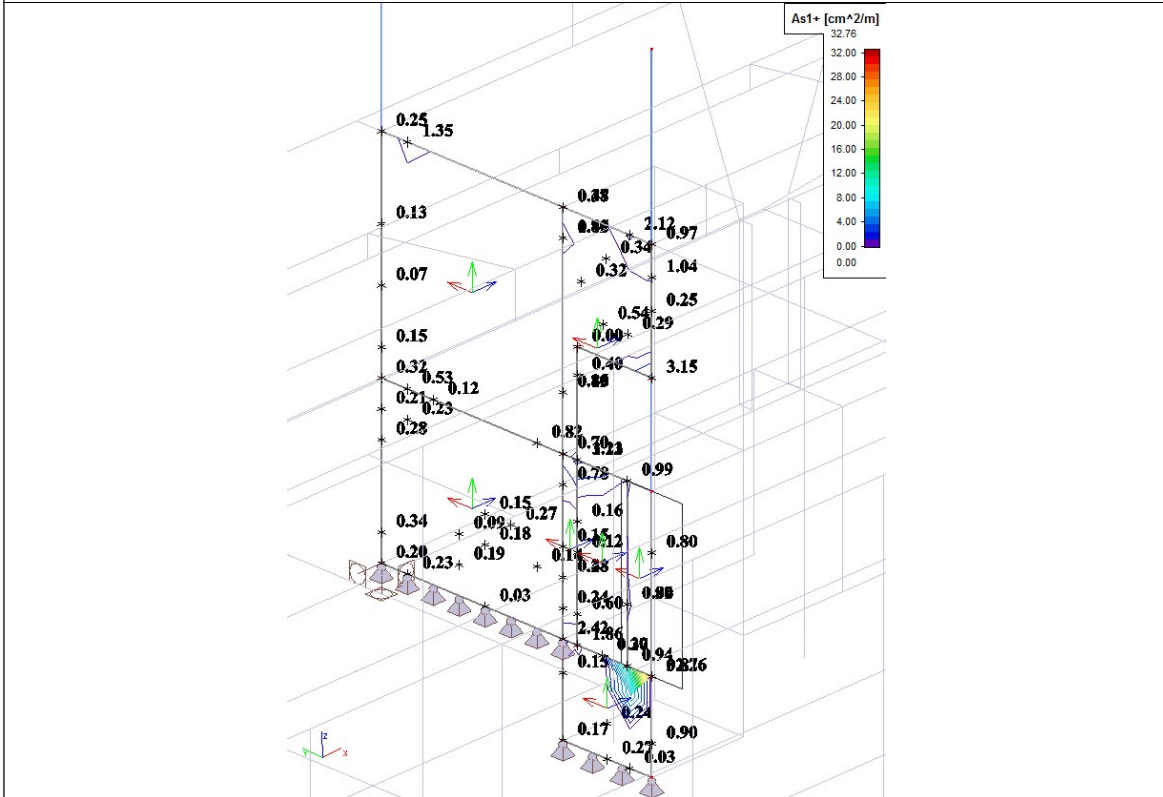


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

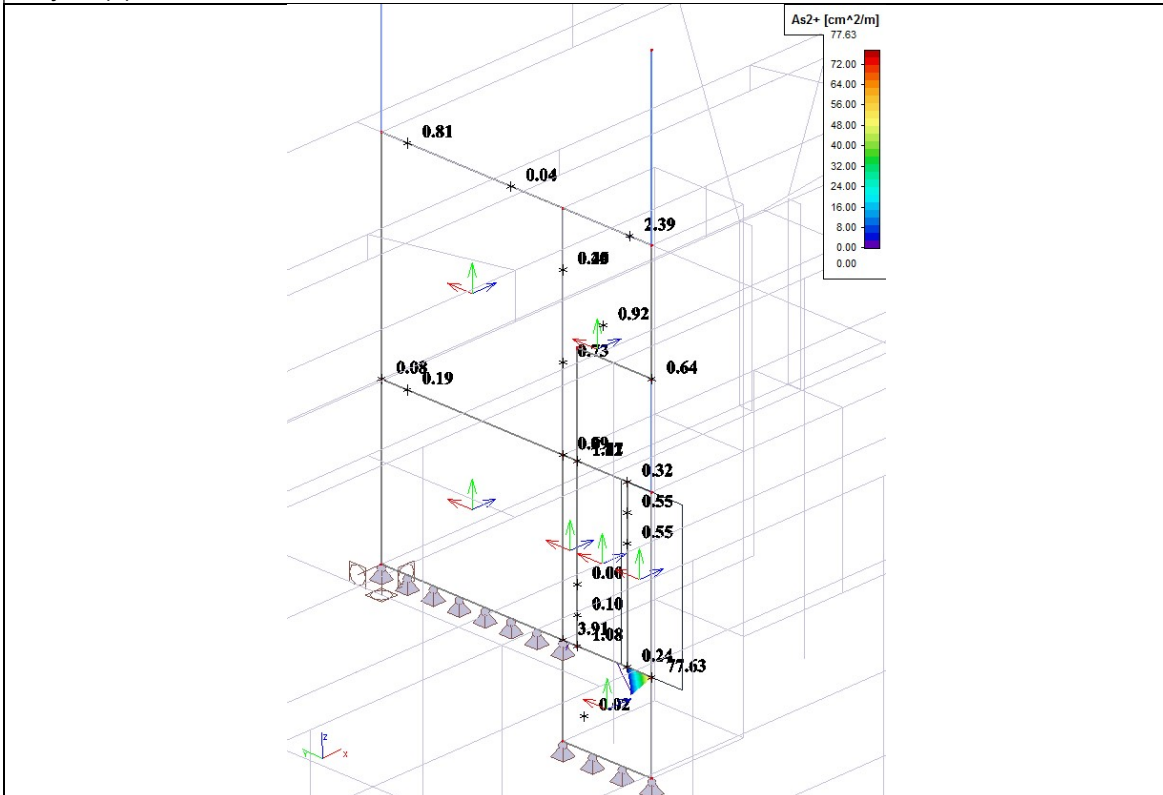


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

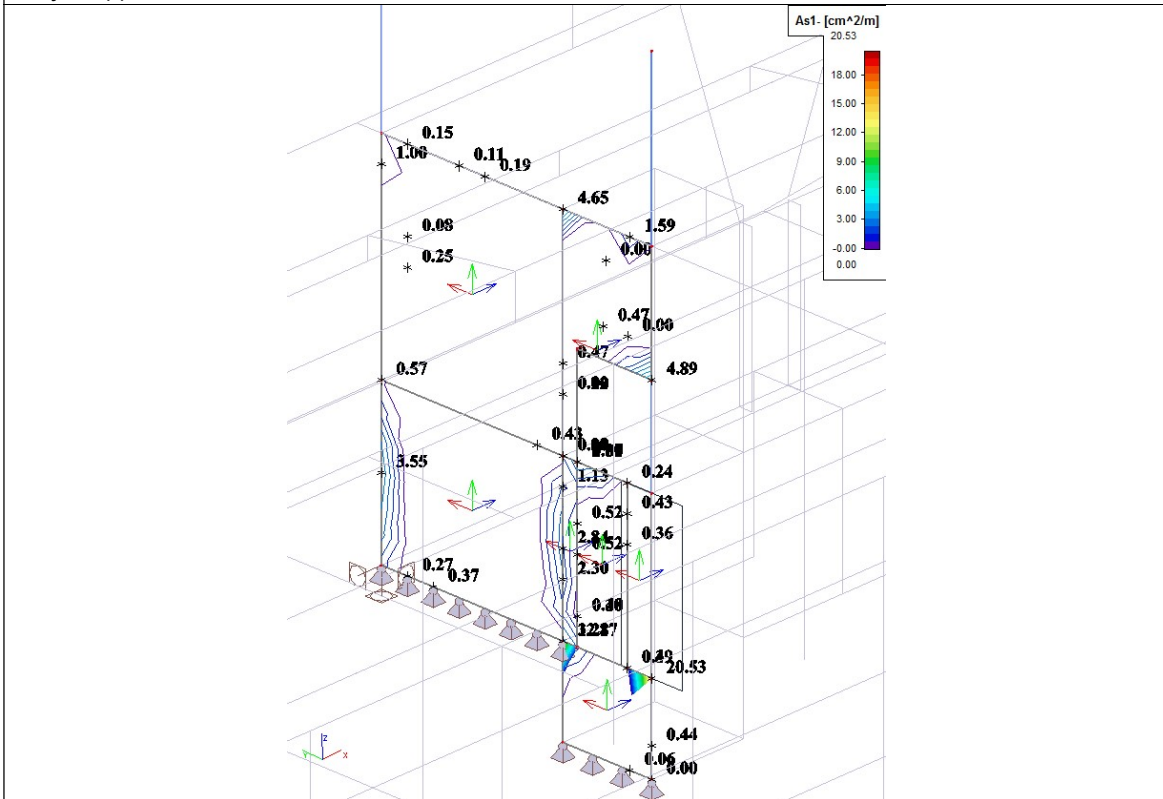


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

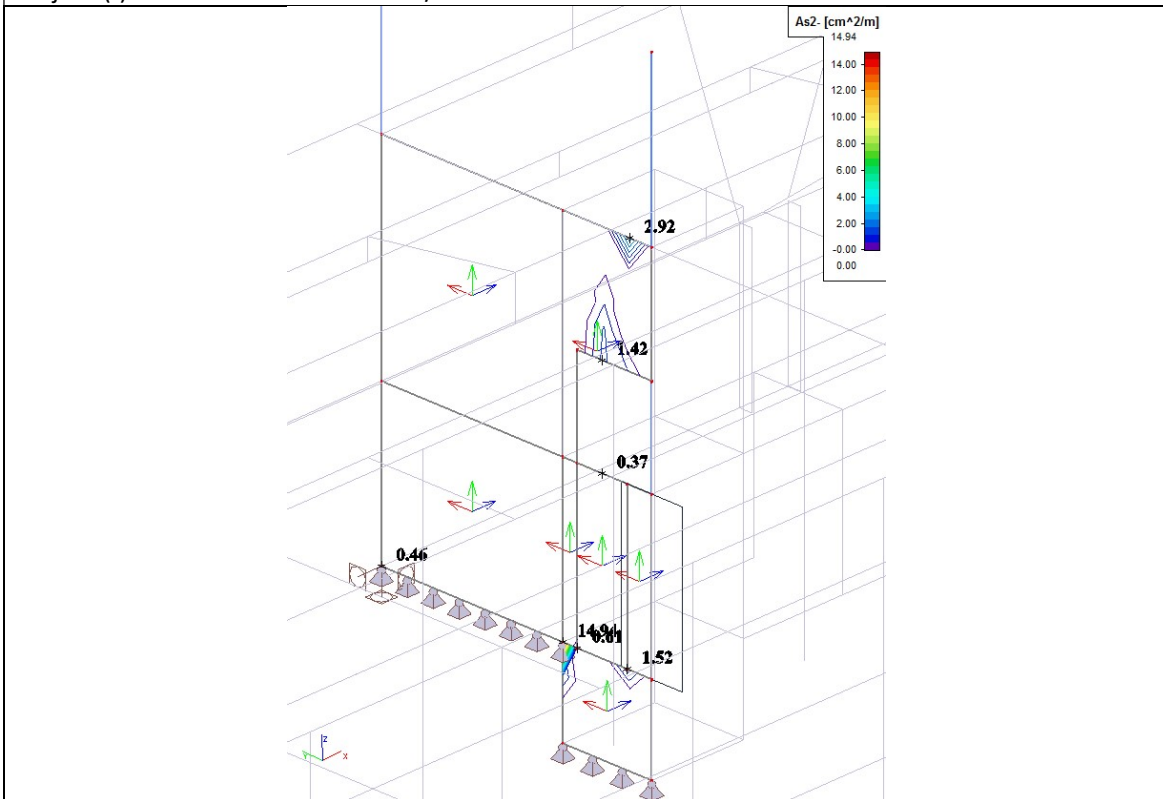


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

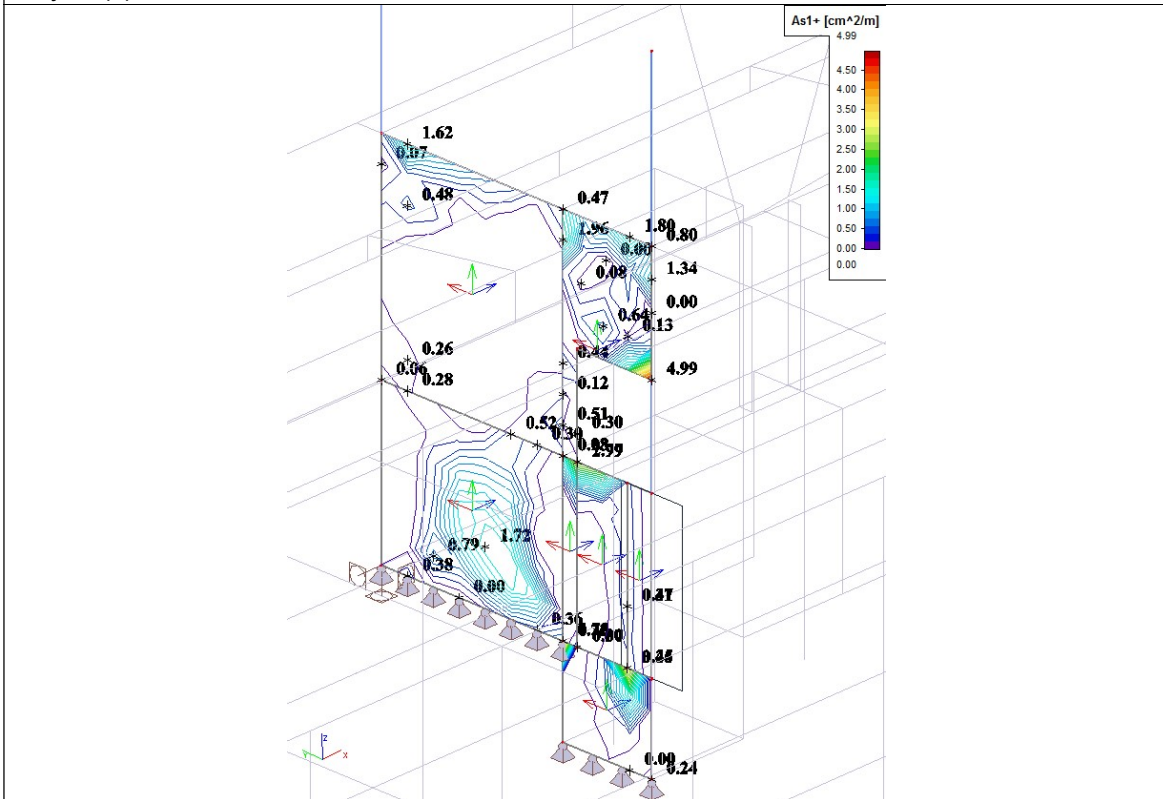


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

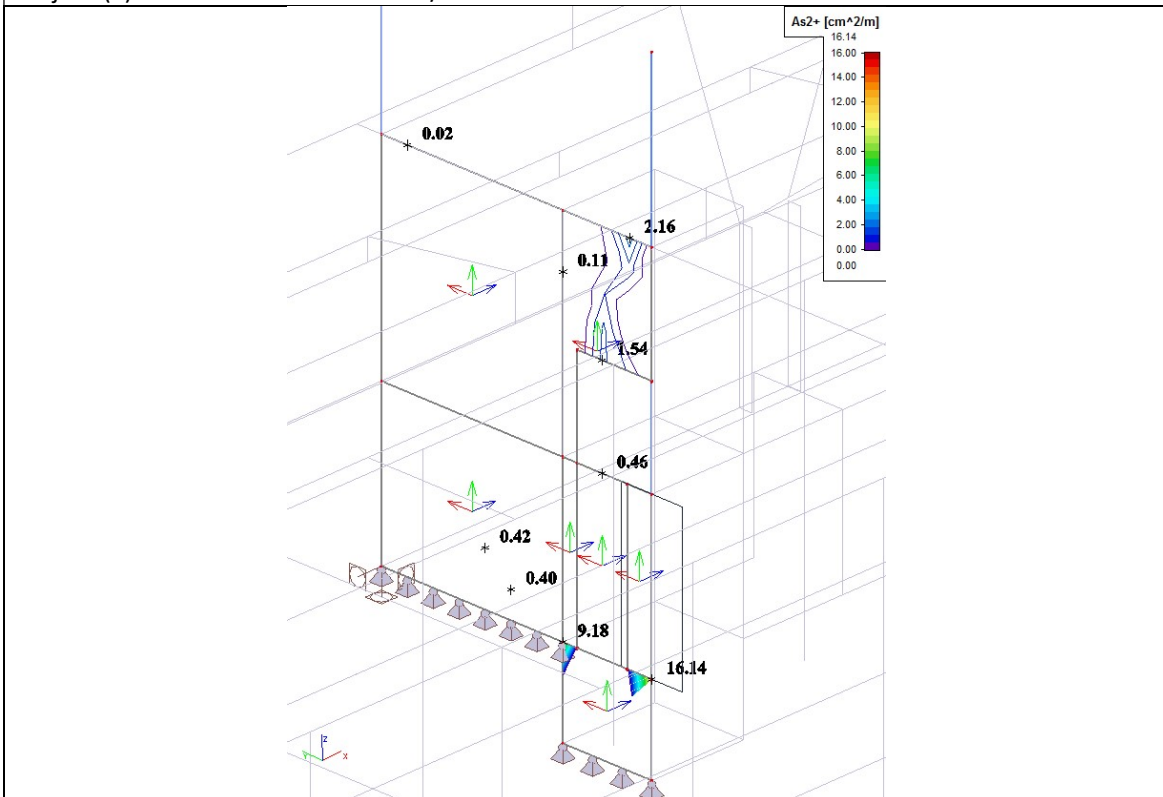


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'



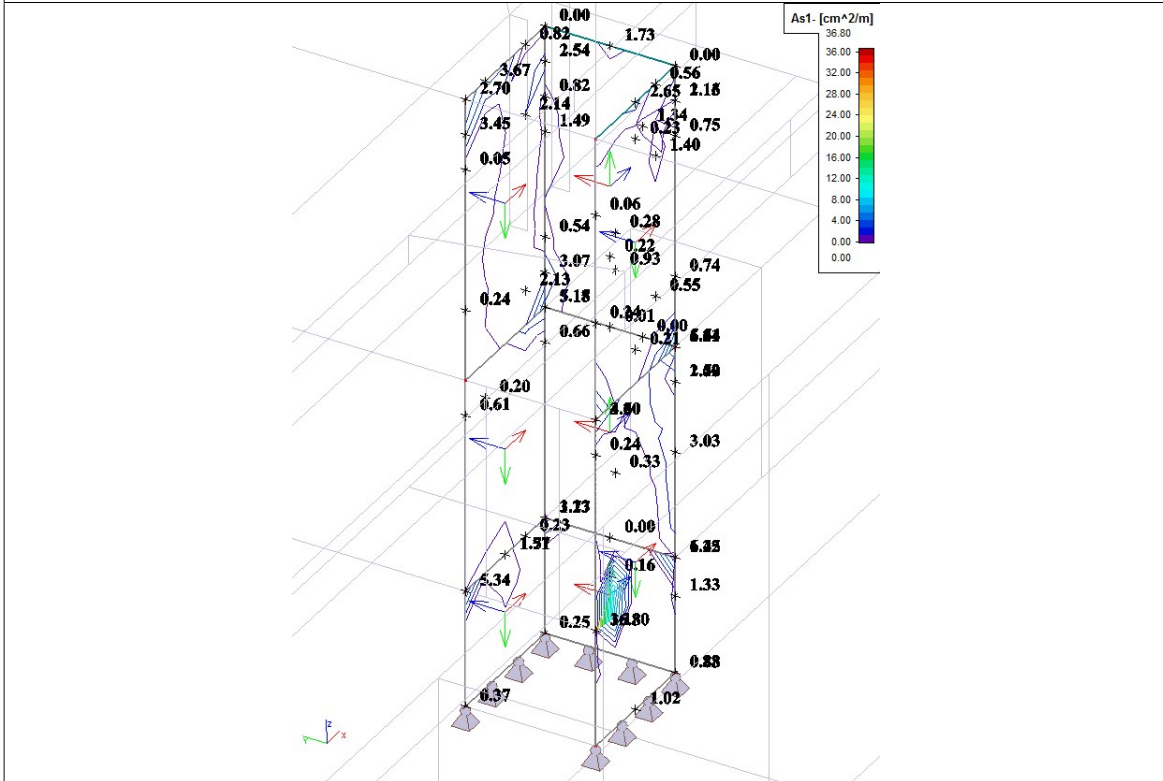
Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'



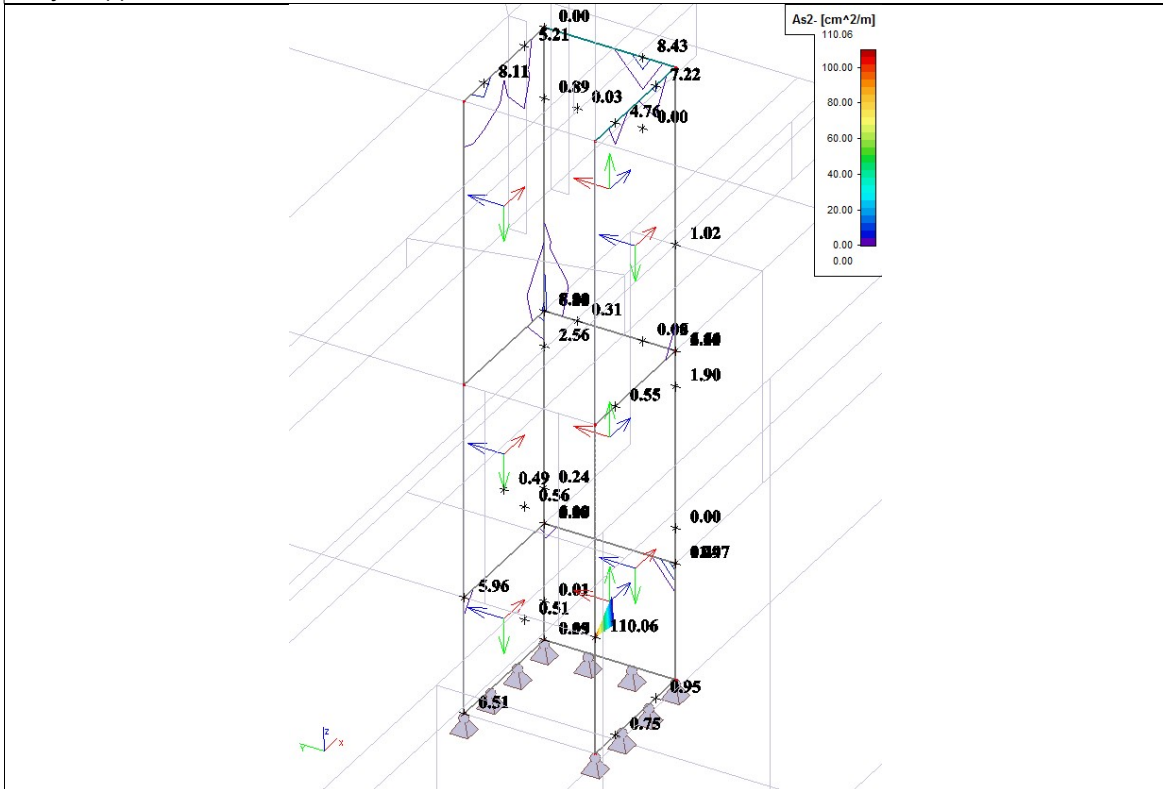
7.13 Zidovi lifta kod osi 15

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm^2/m'

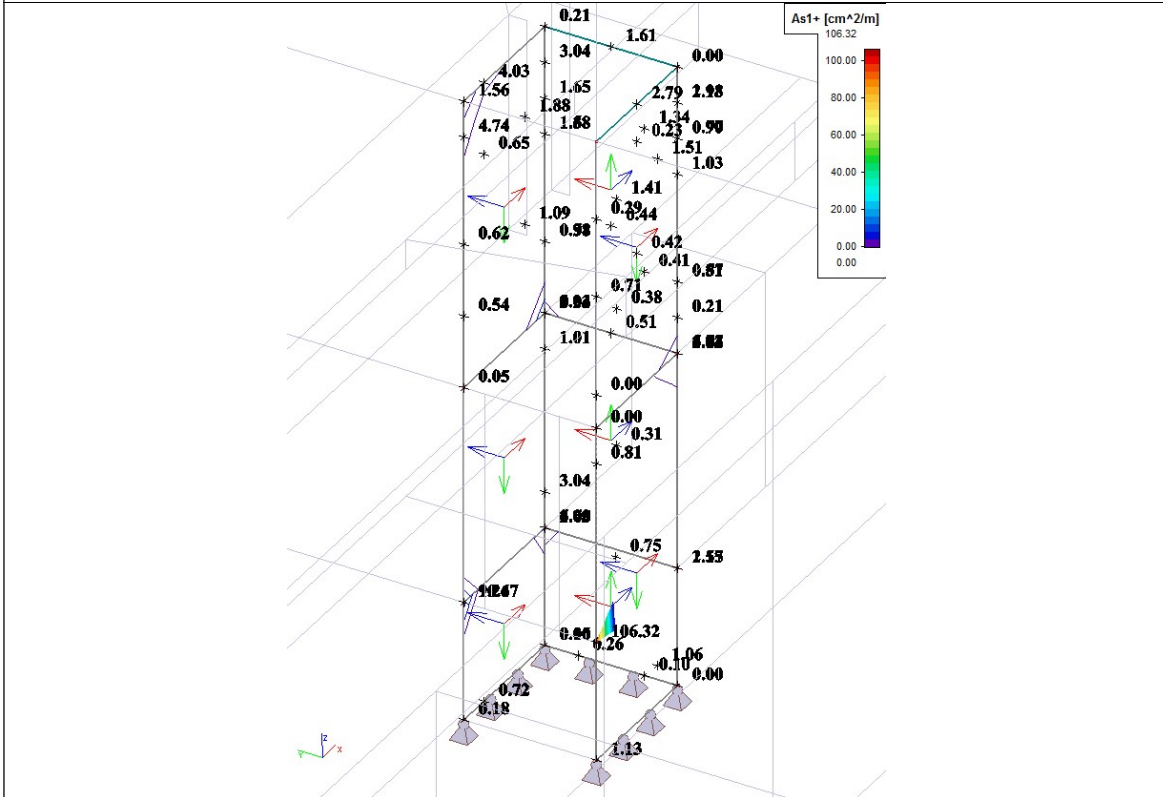


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm^2/m'

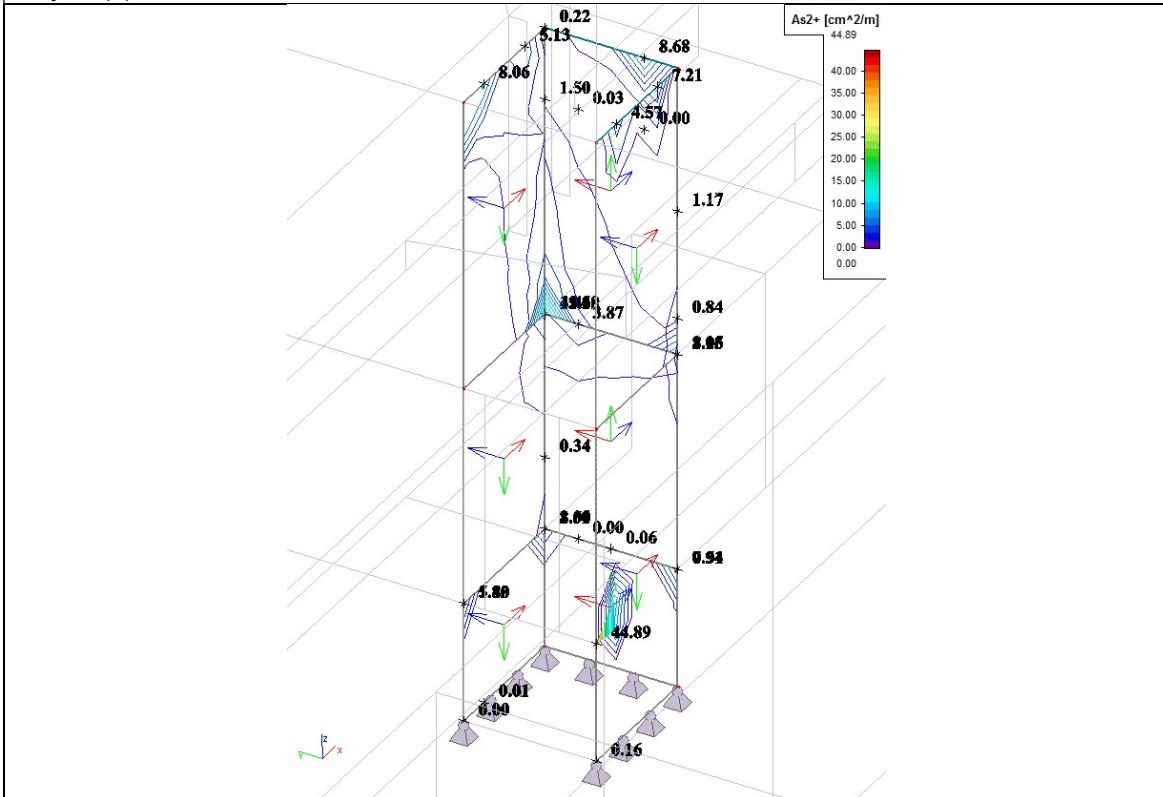


Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

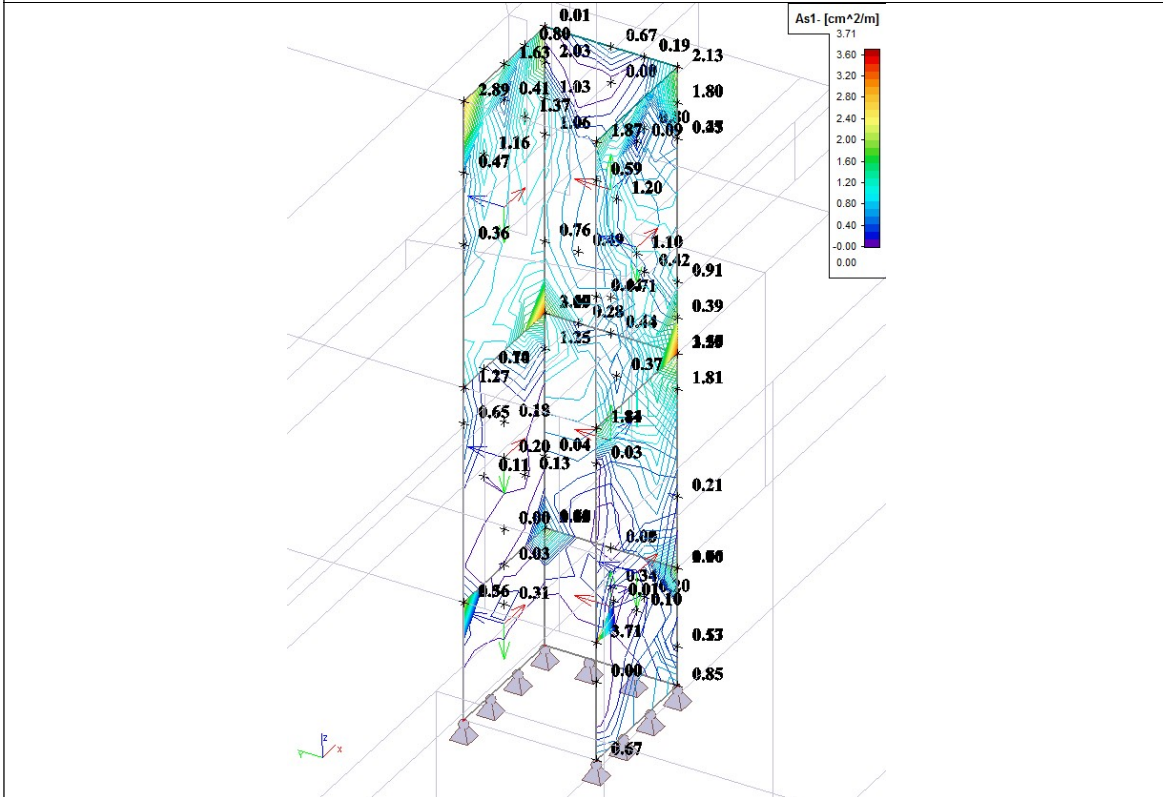


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

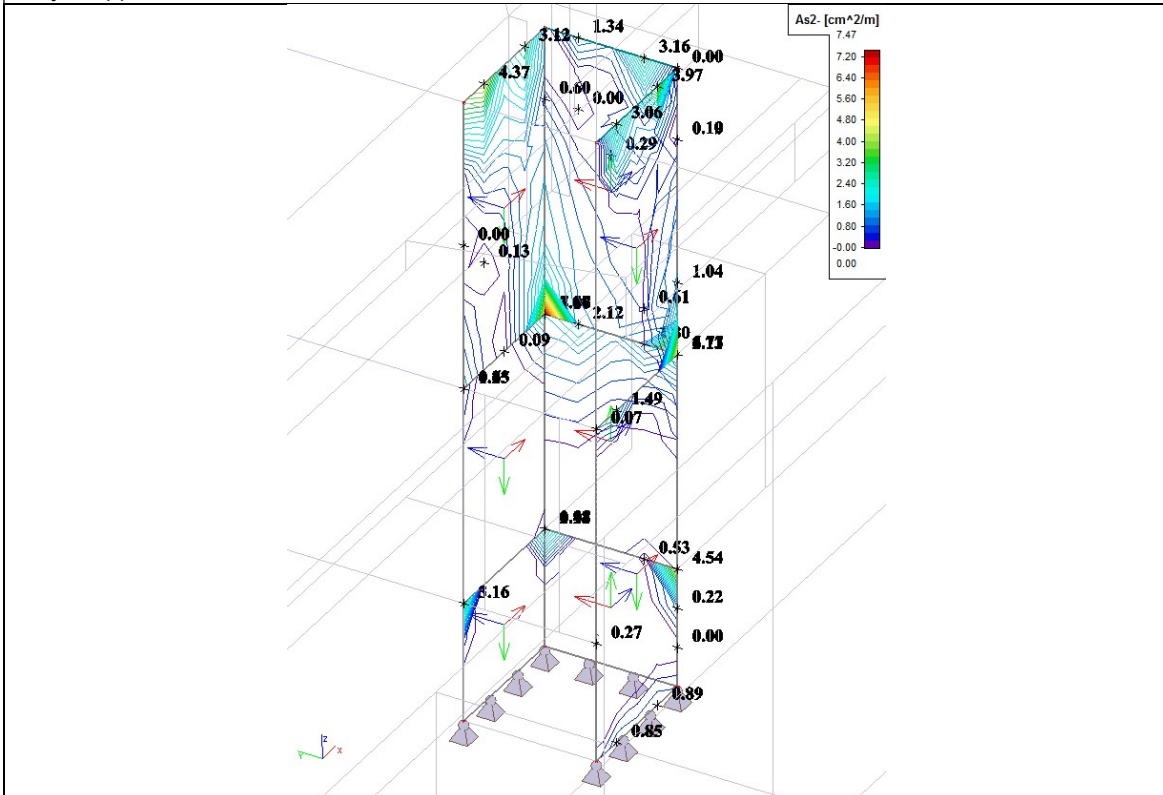


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

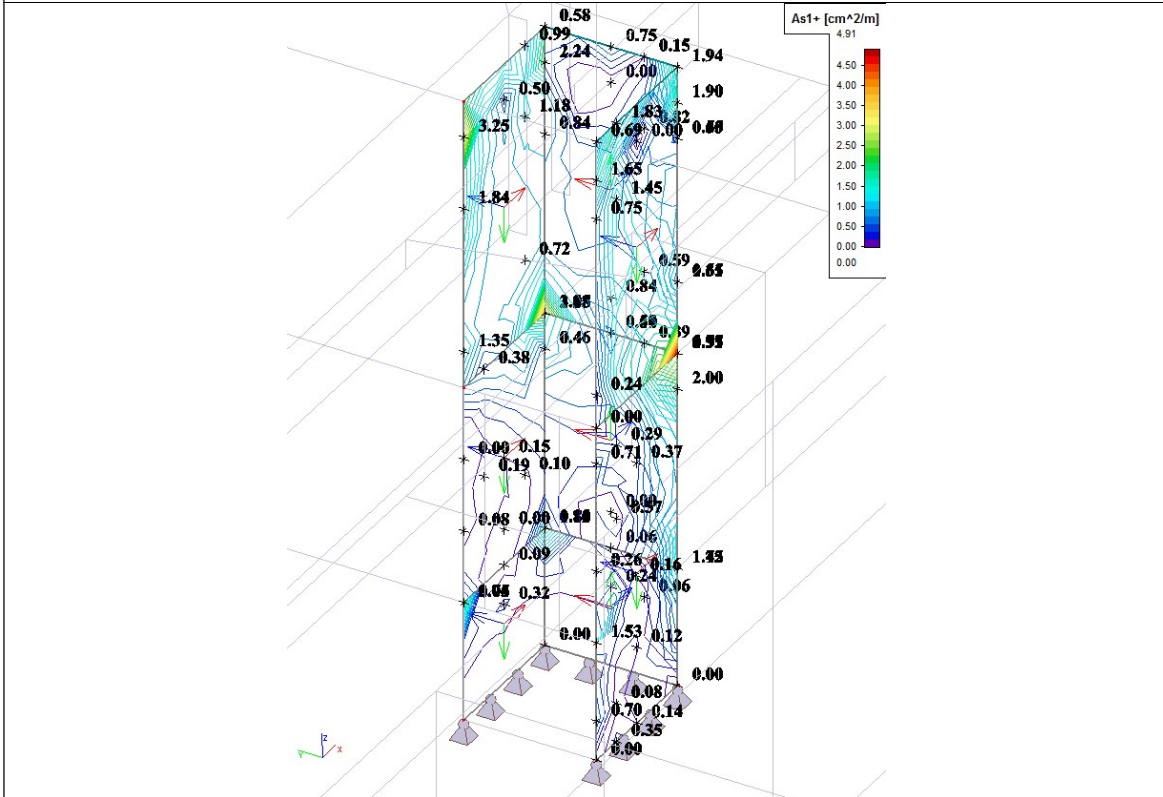


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

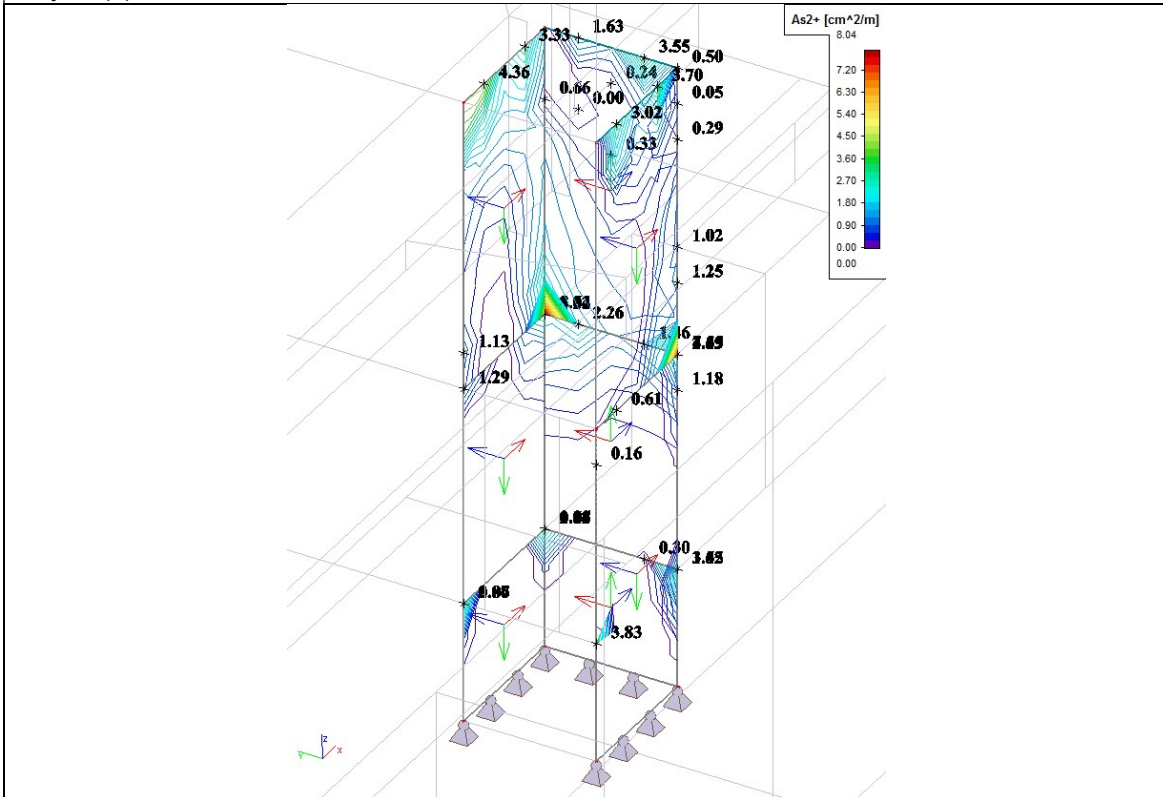


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

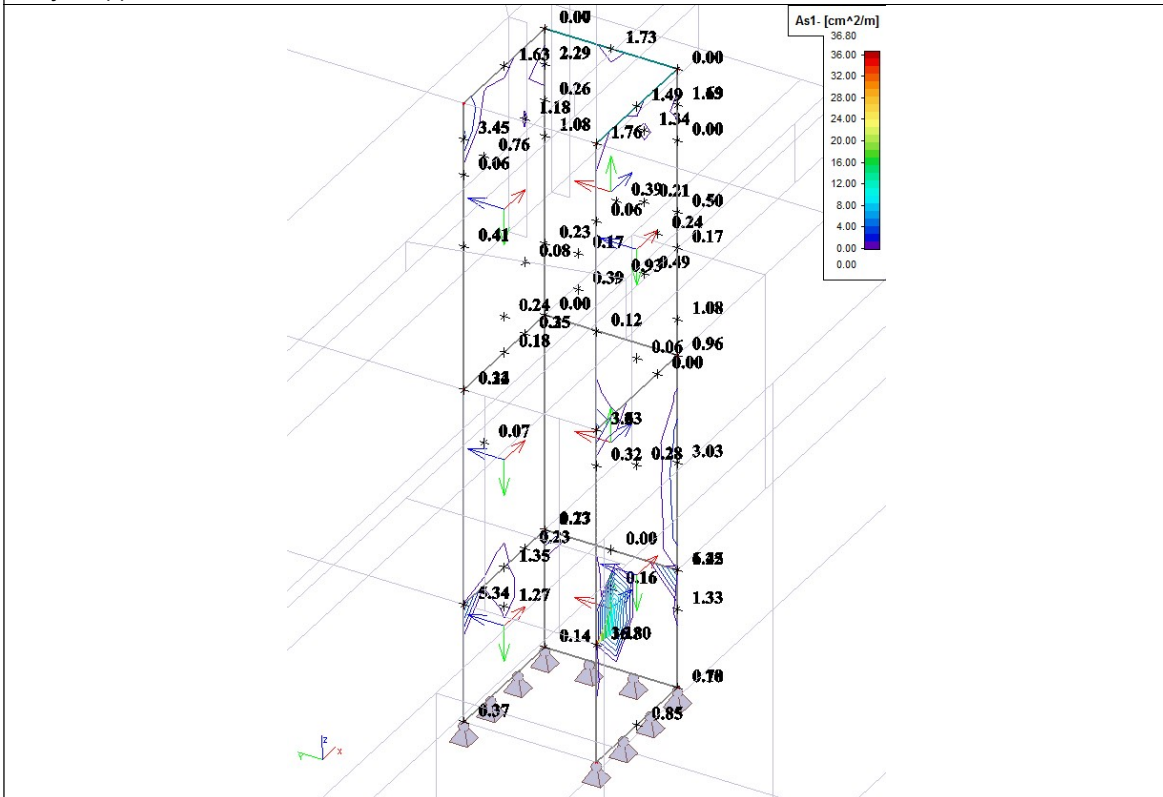


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

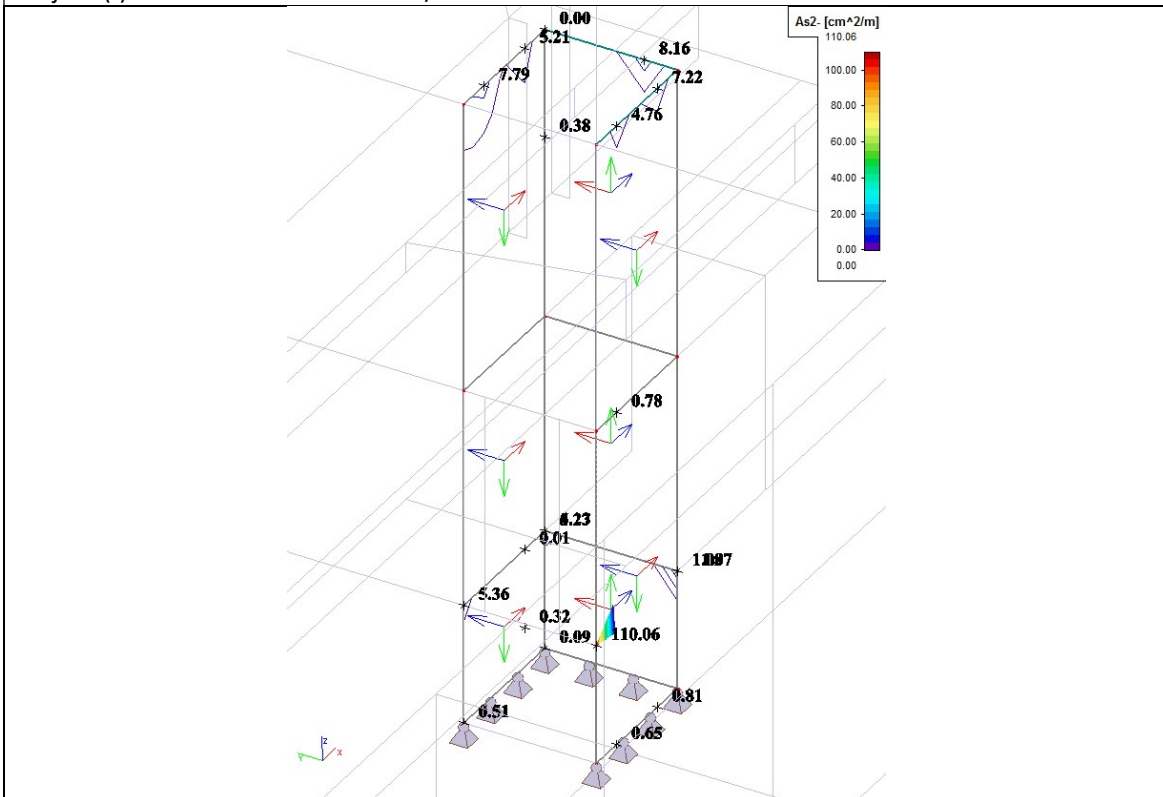


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

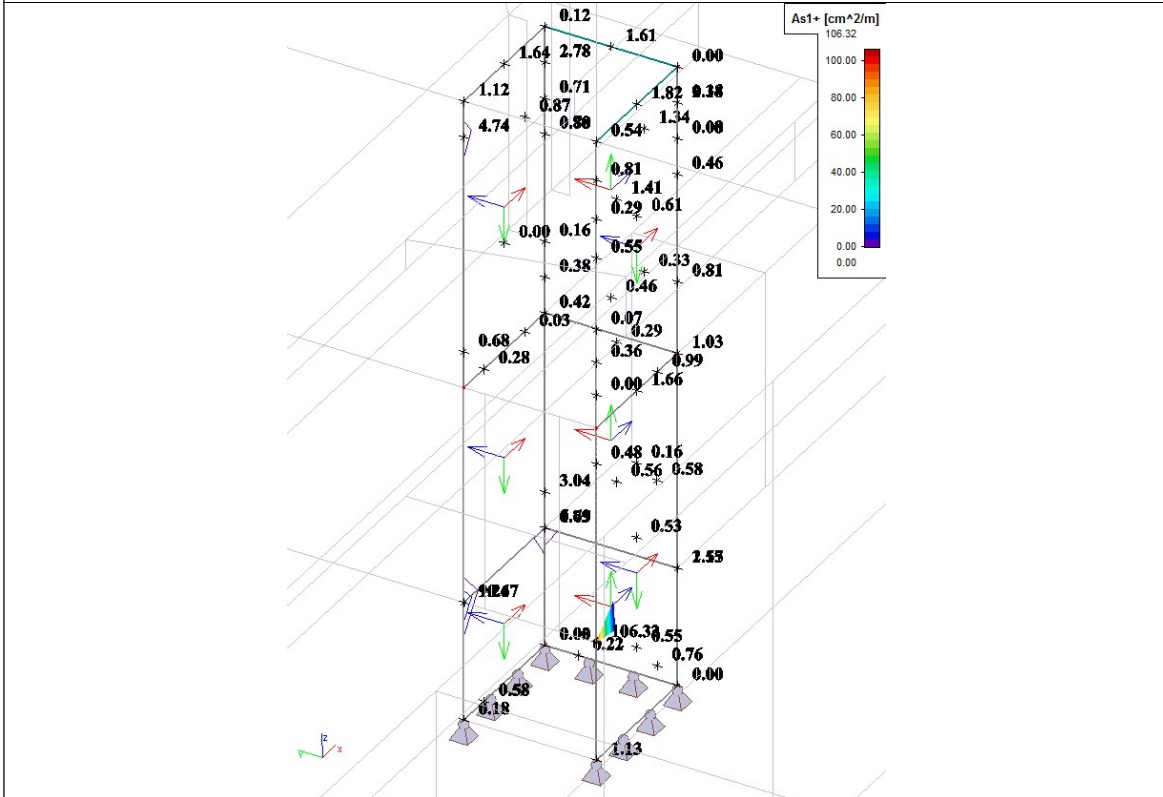


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

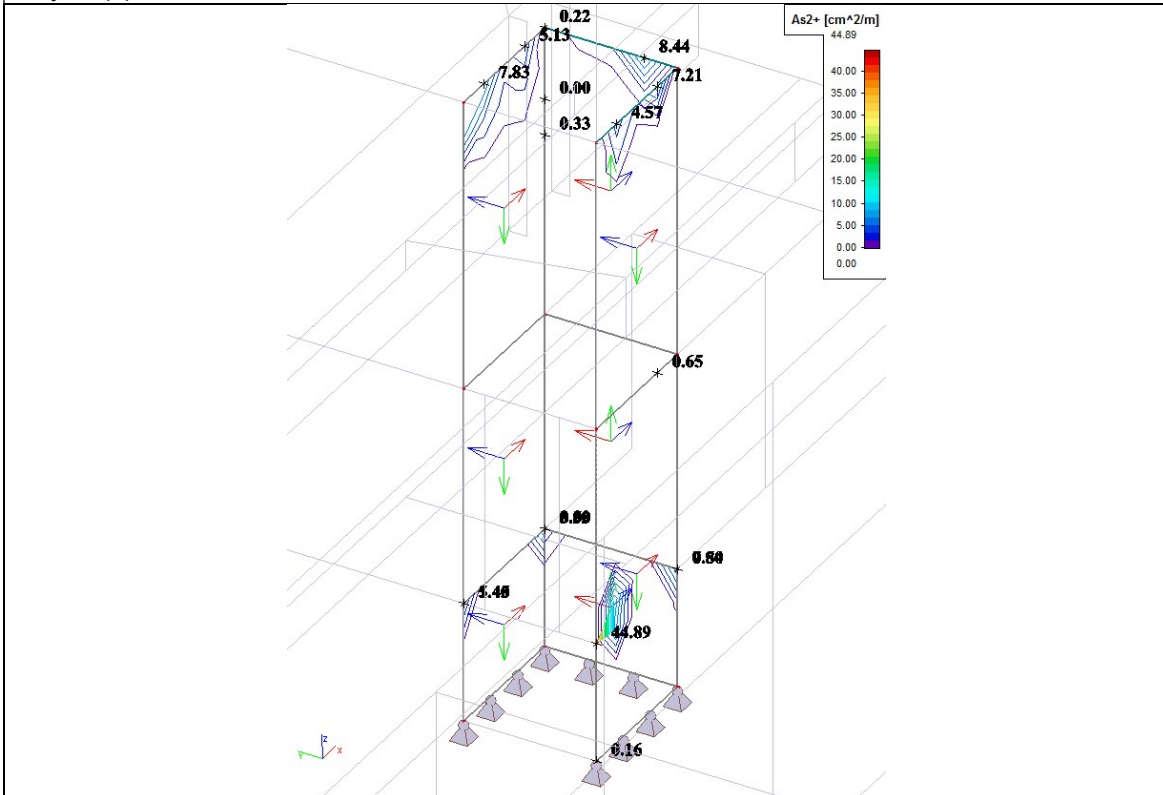


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'



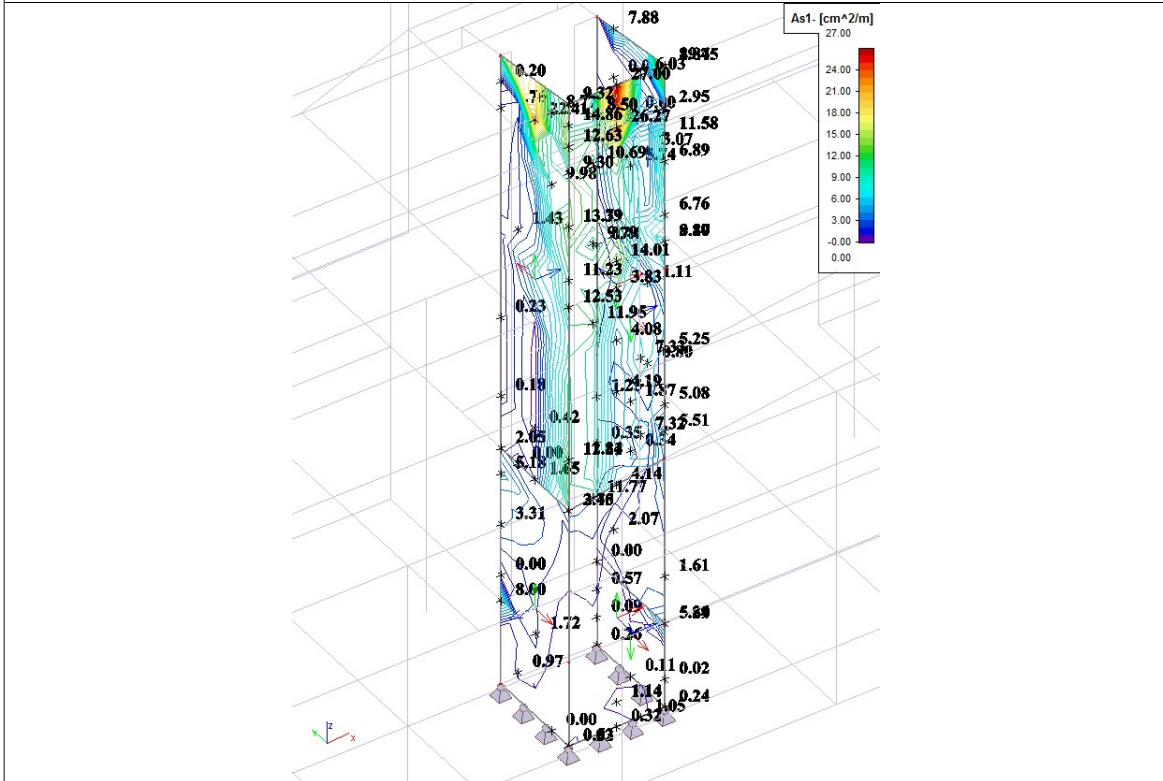
Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'



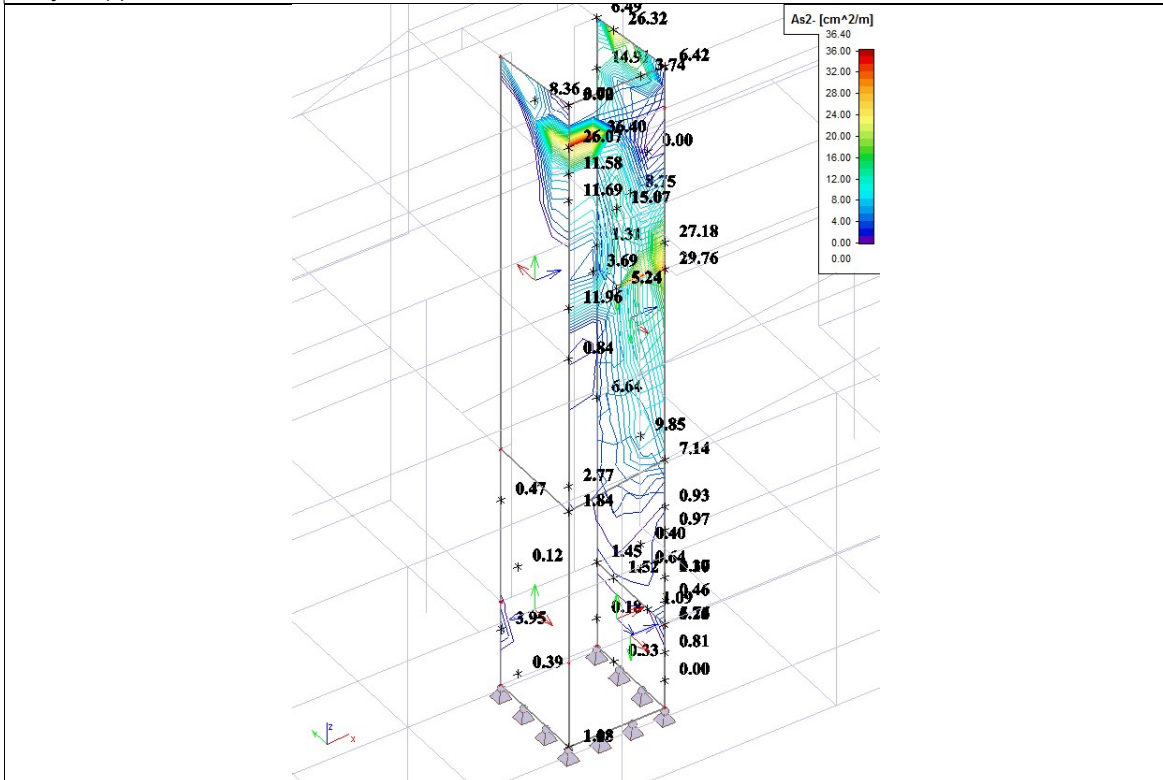
7.14 Zidovi lifta kod osi 17

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

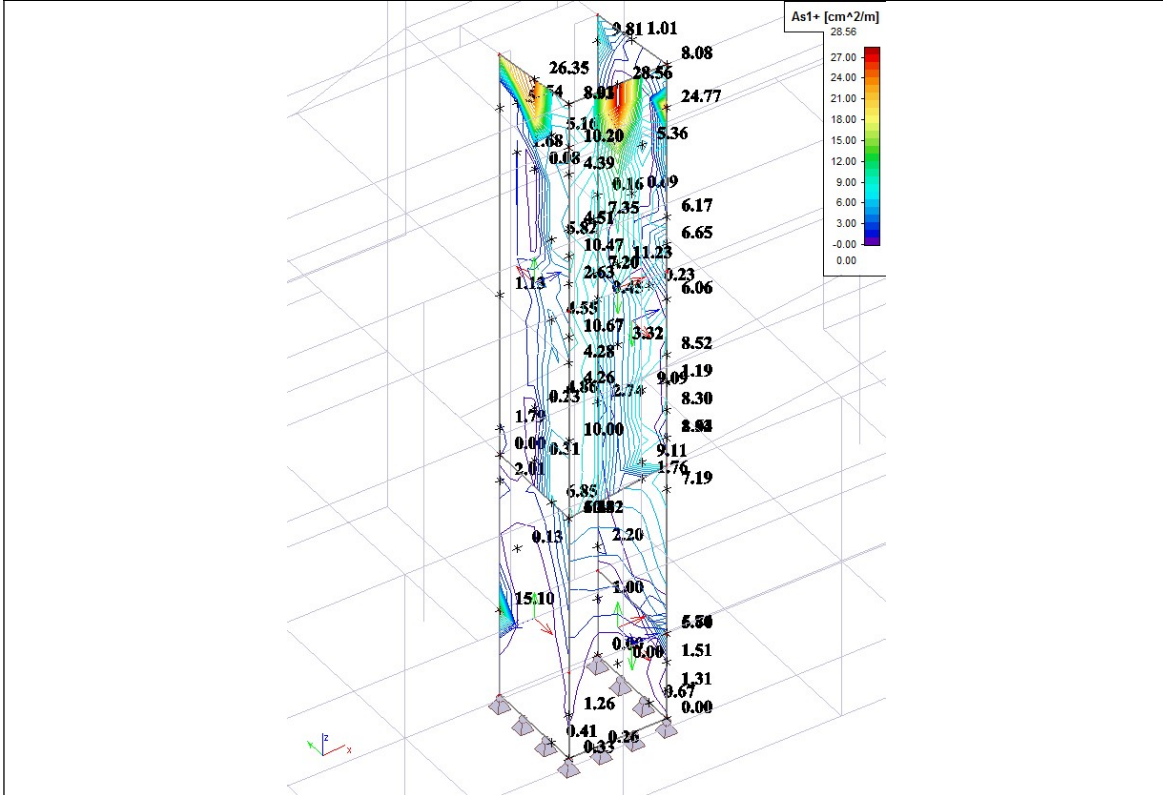


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

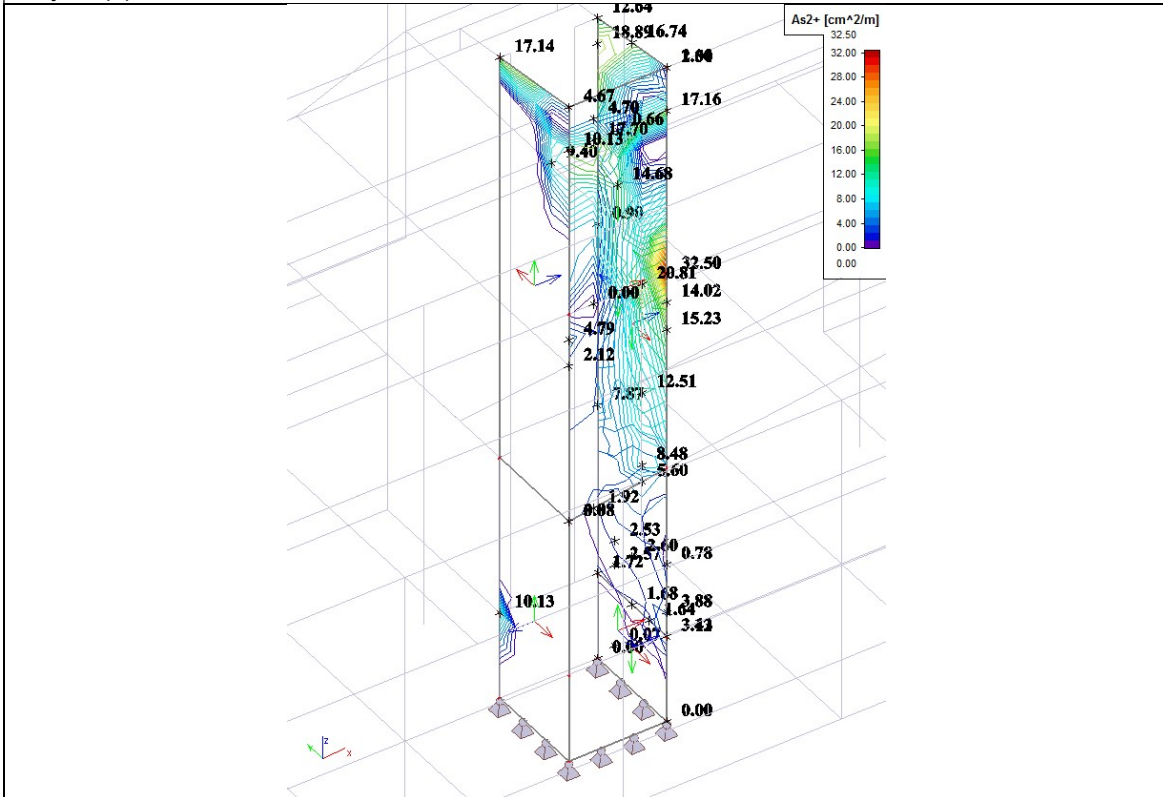


Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

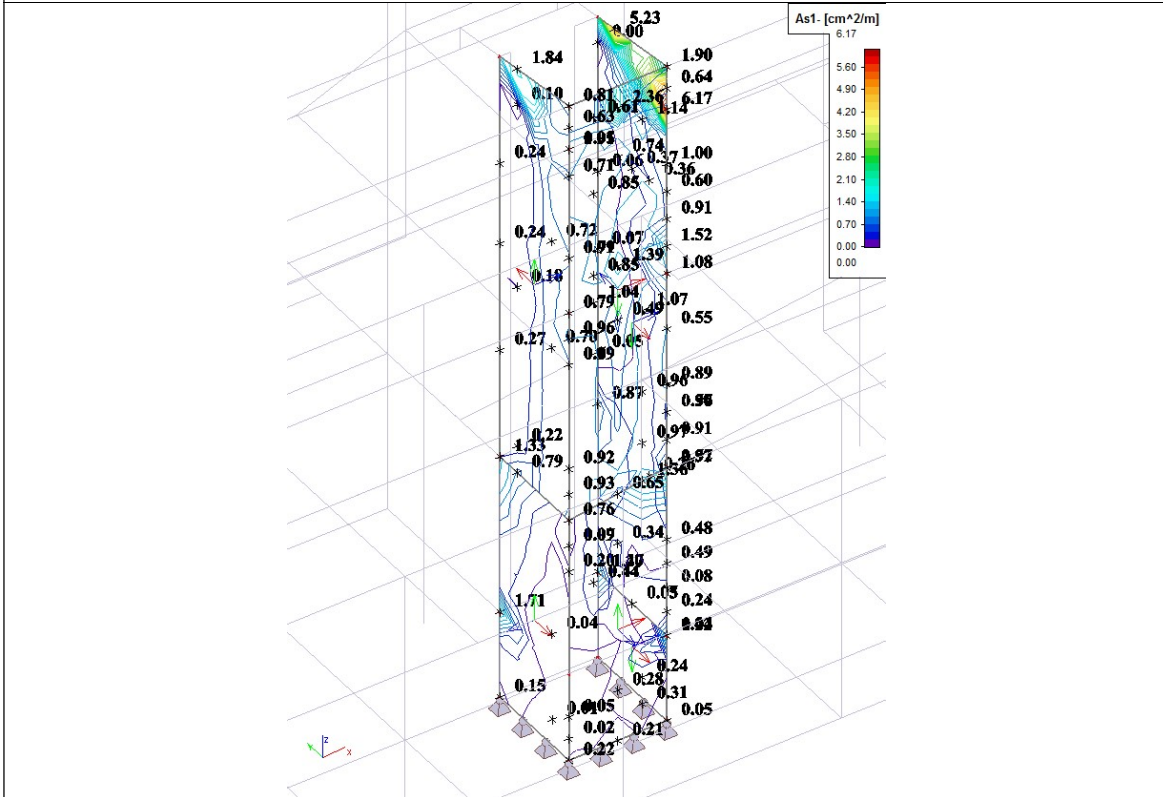


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

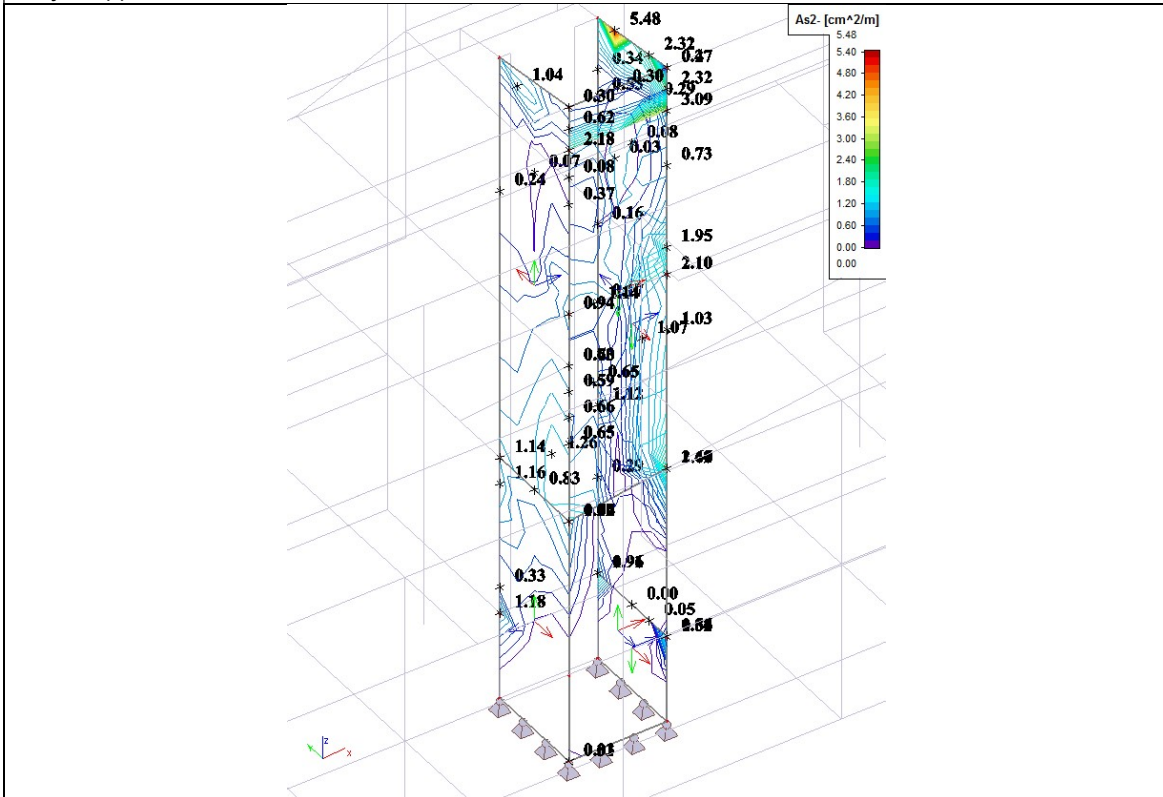


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

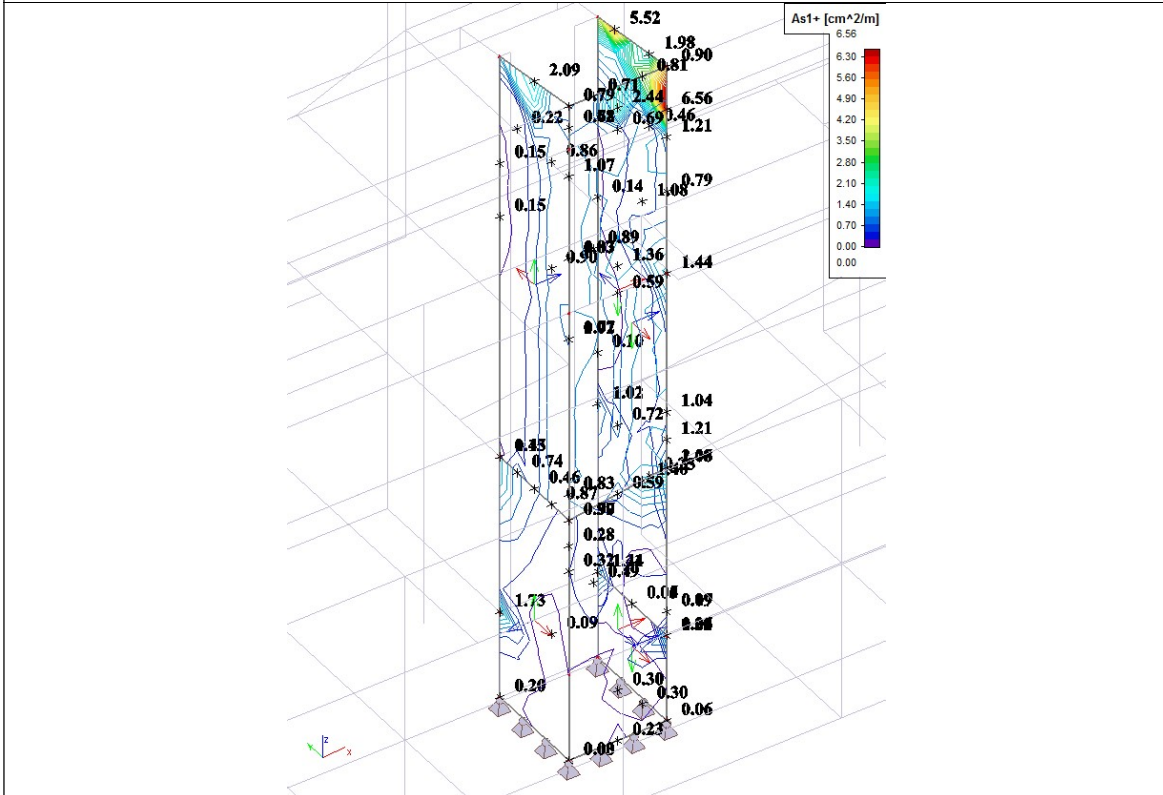


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

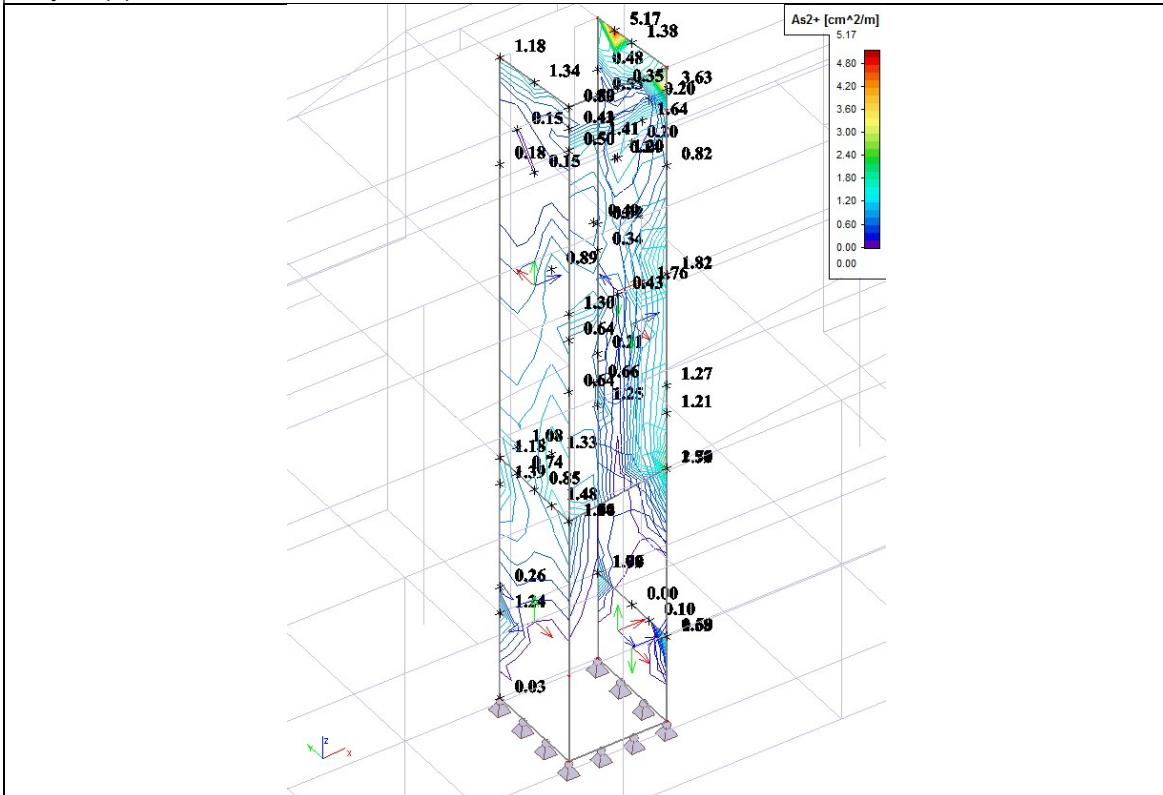


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

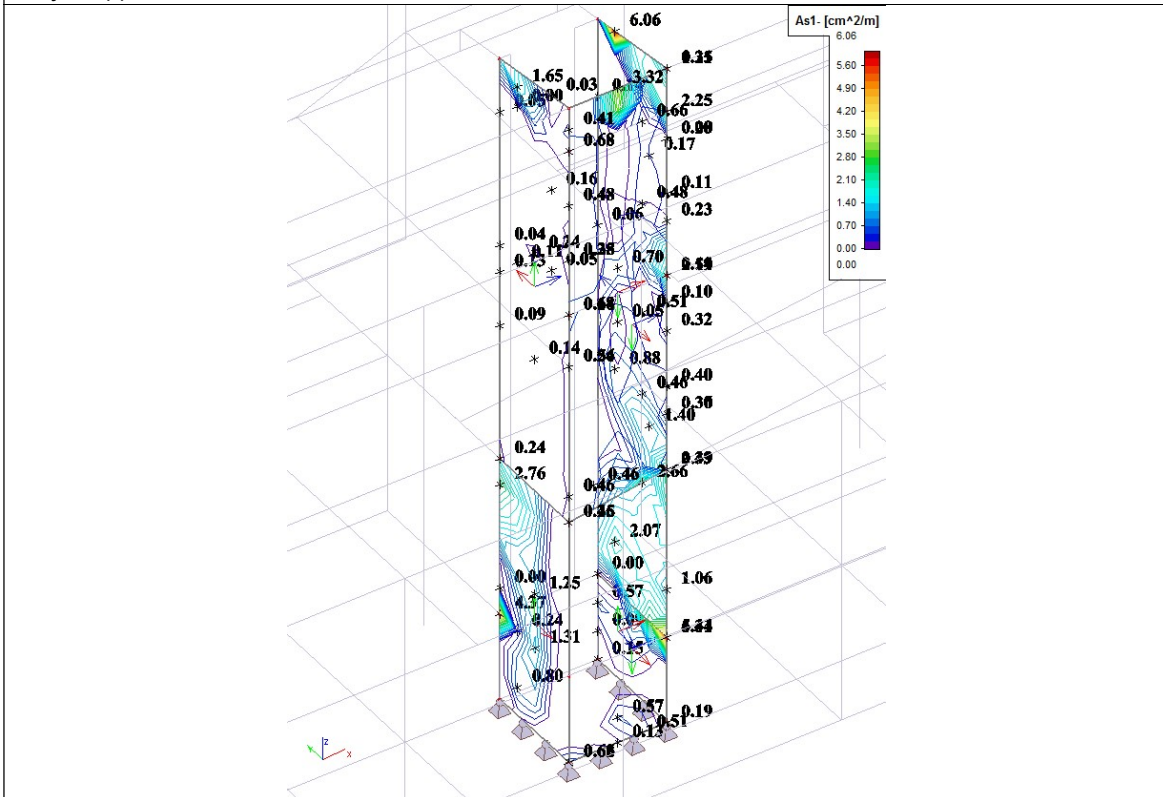


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

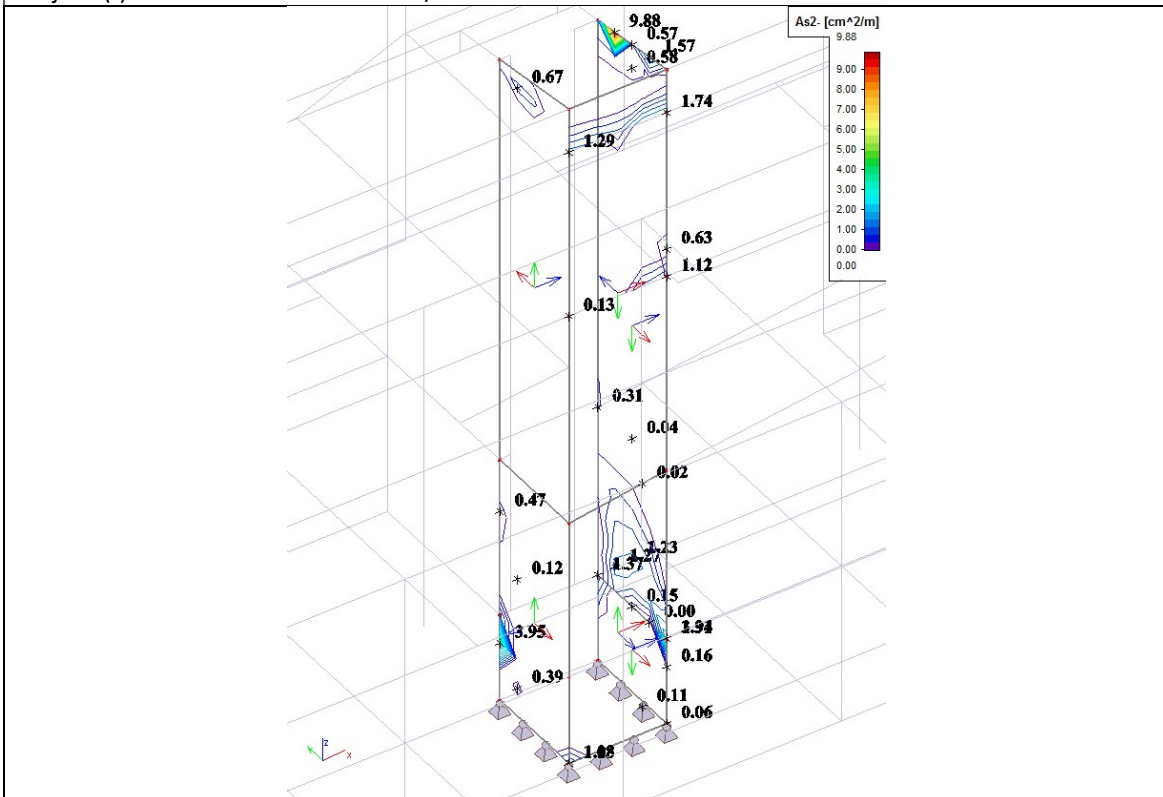


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

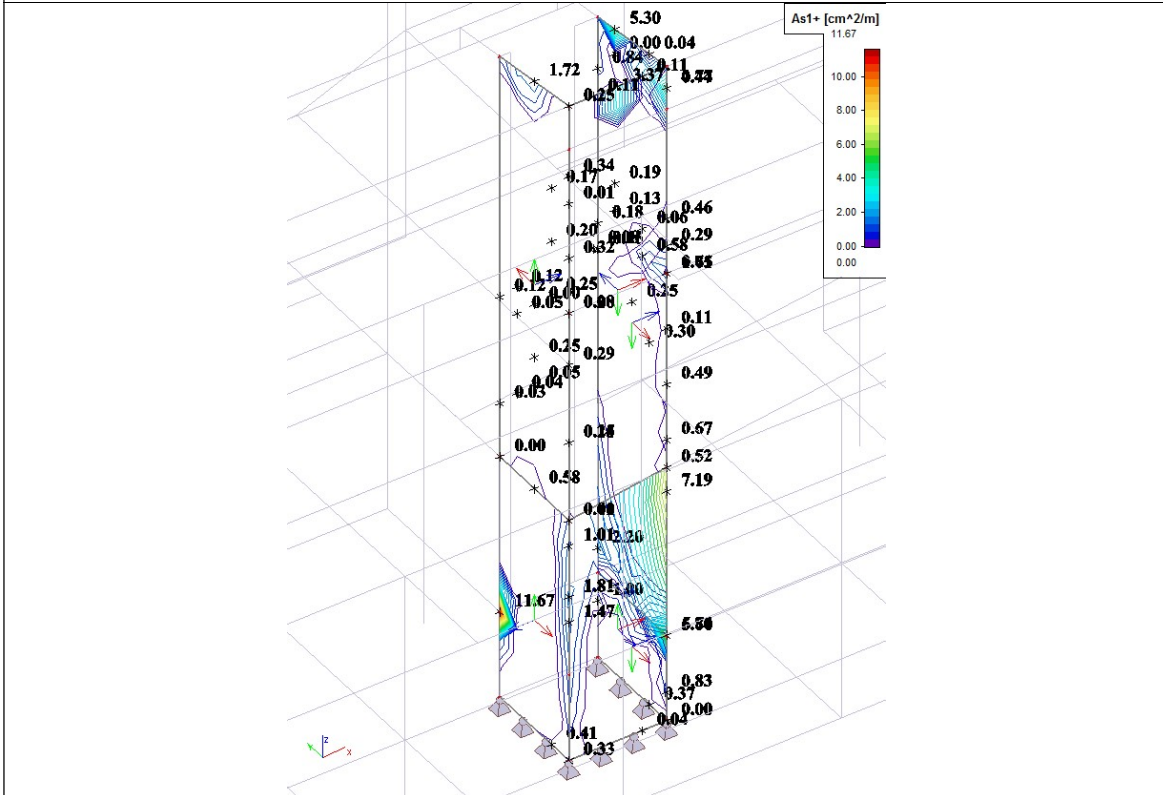


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

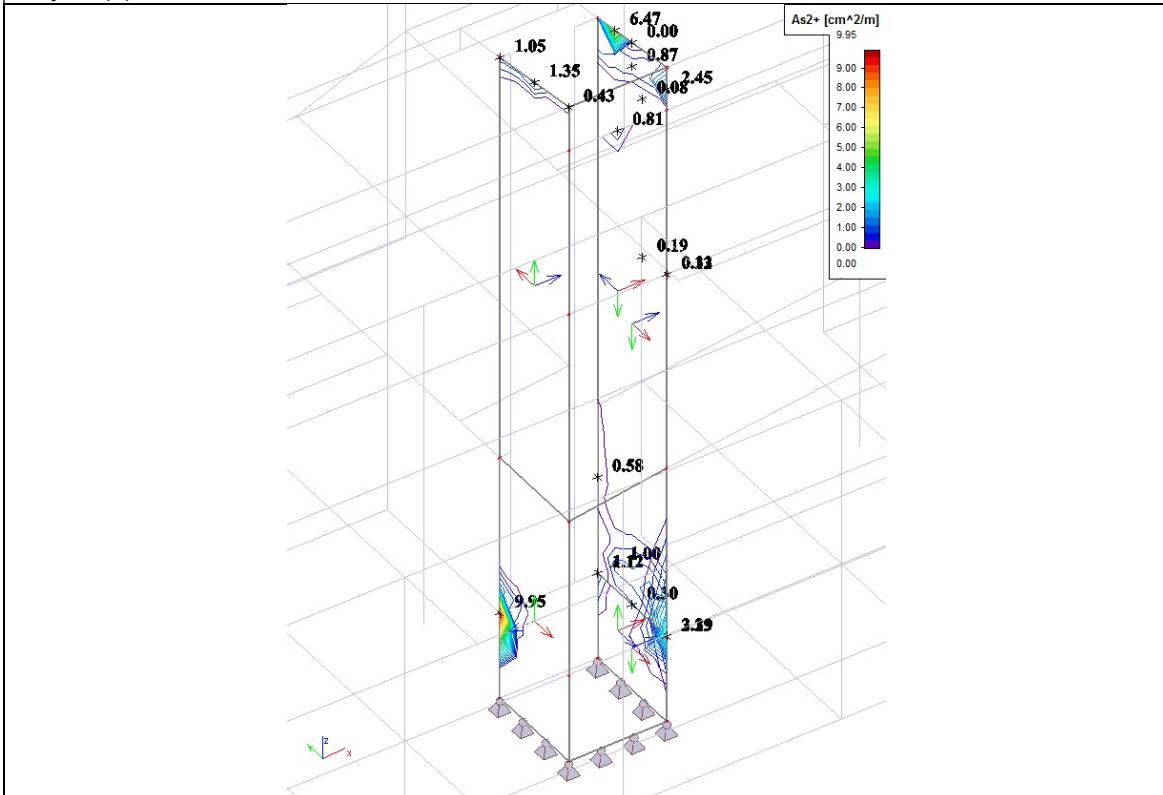


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'



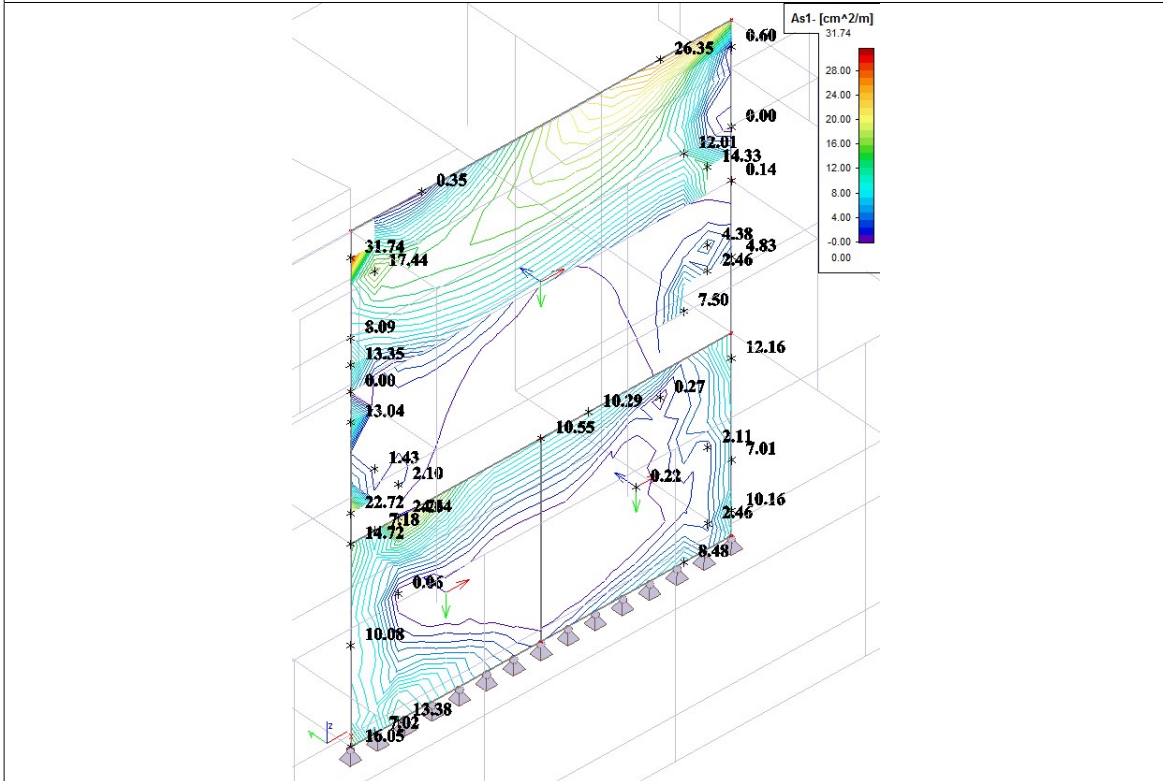
Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'



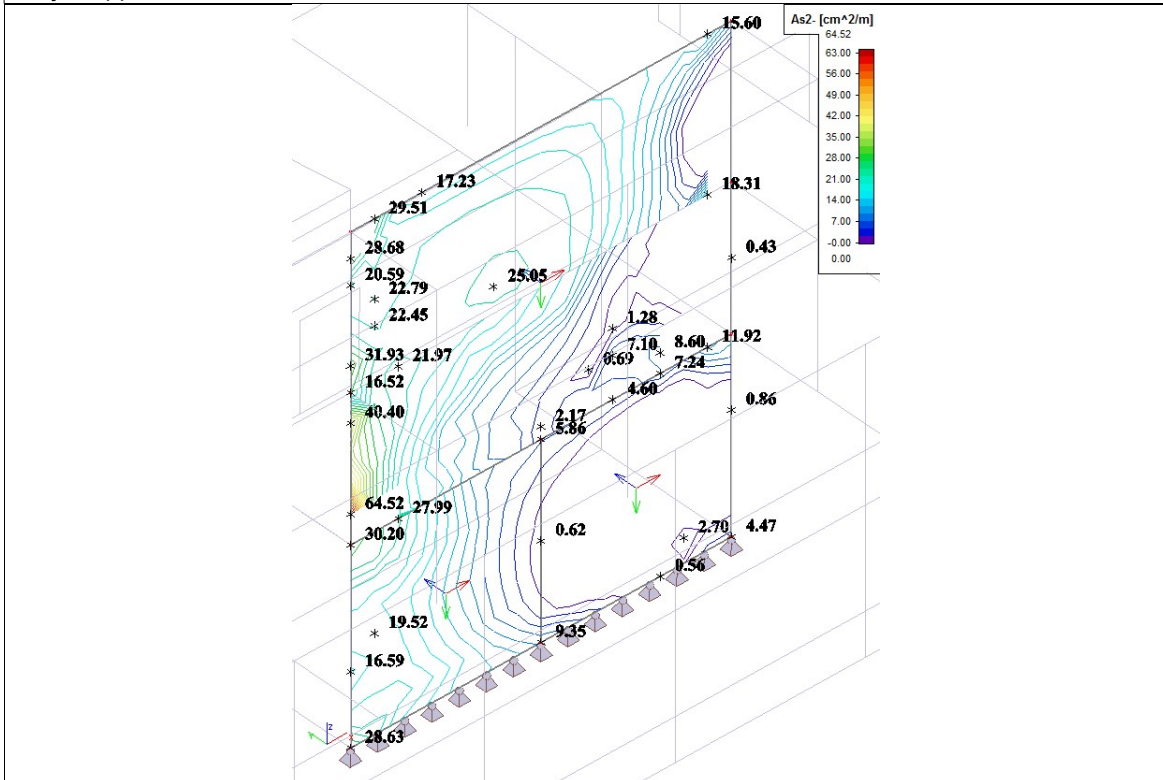
7.15 Zid između osi 25/27 kod osi c

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

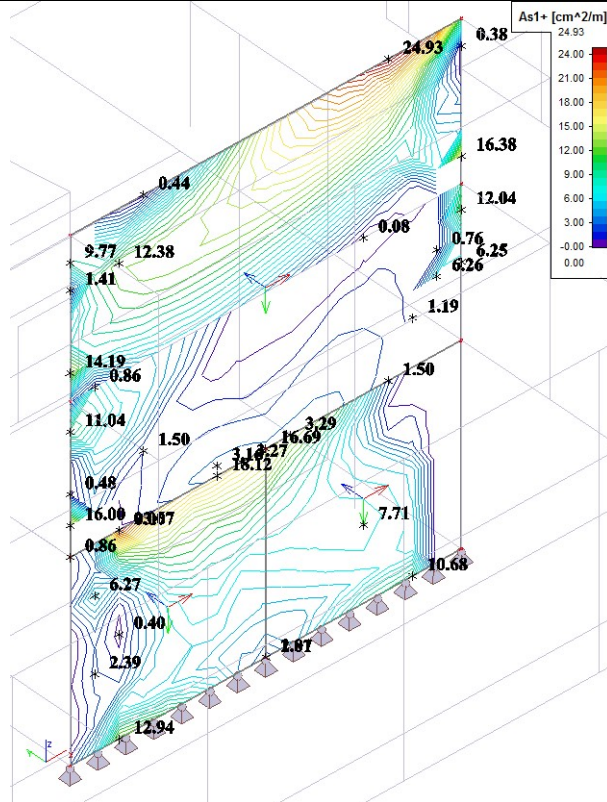


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

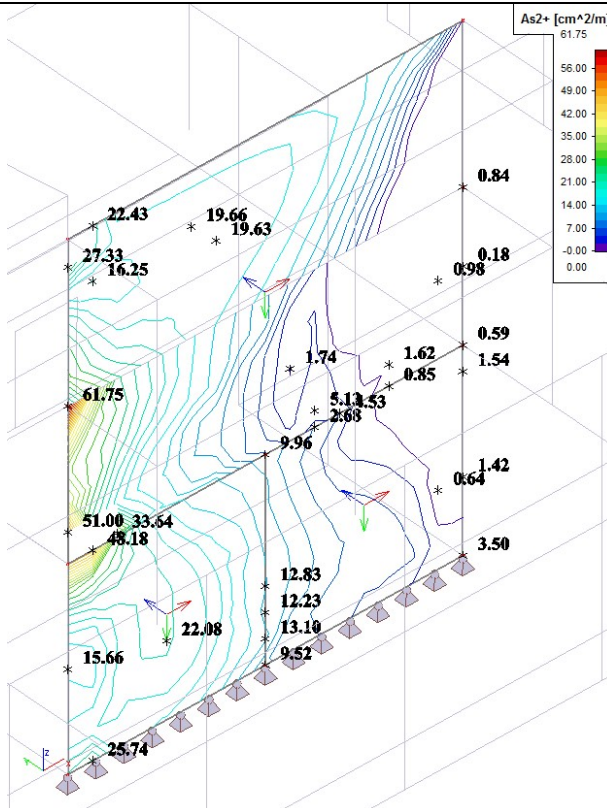


Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

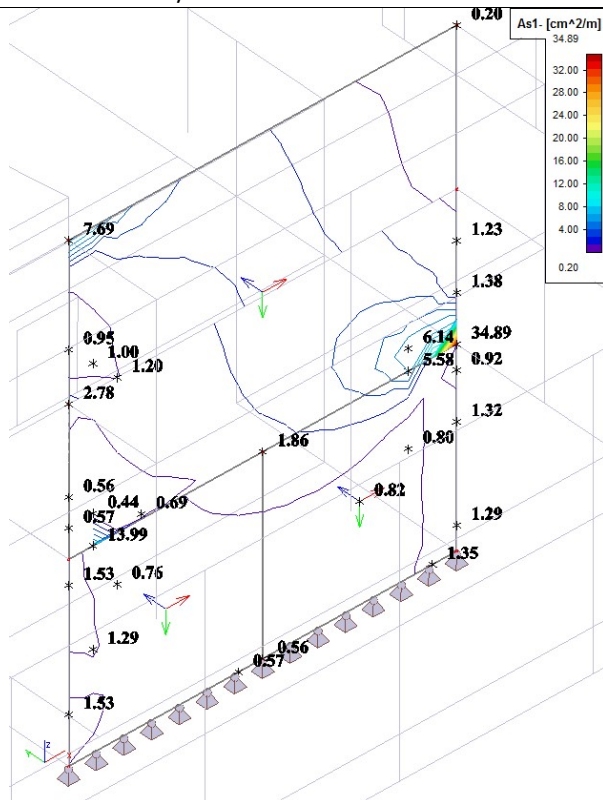


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

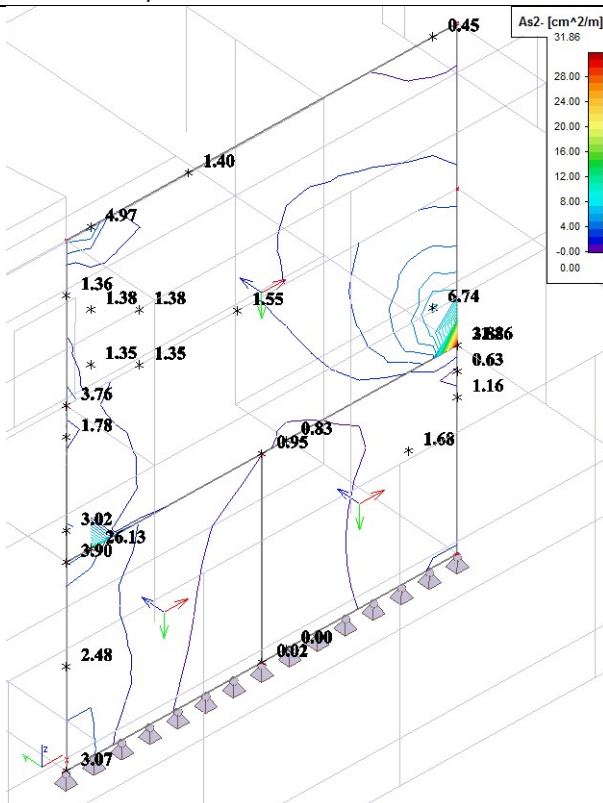


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

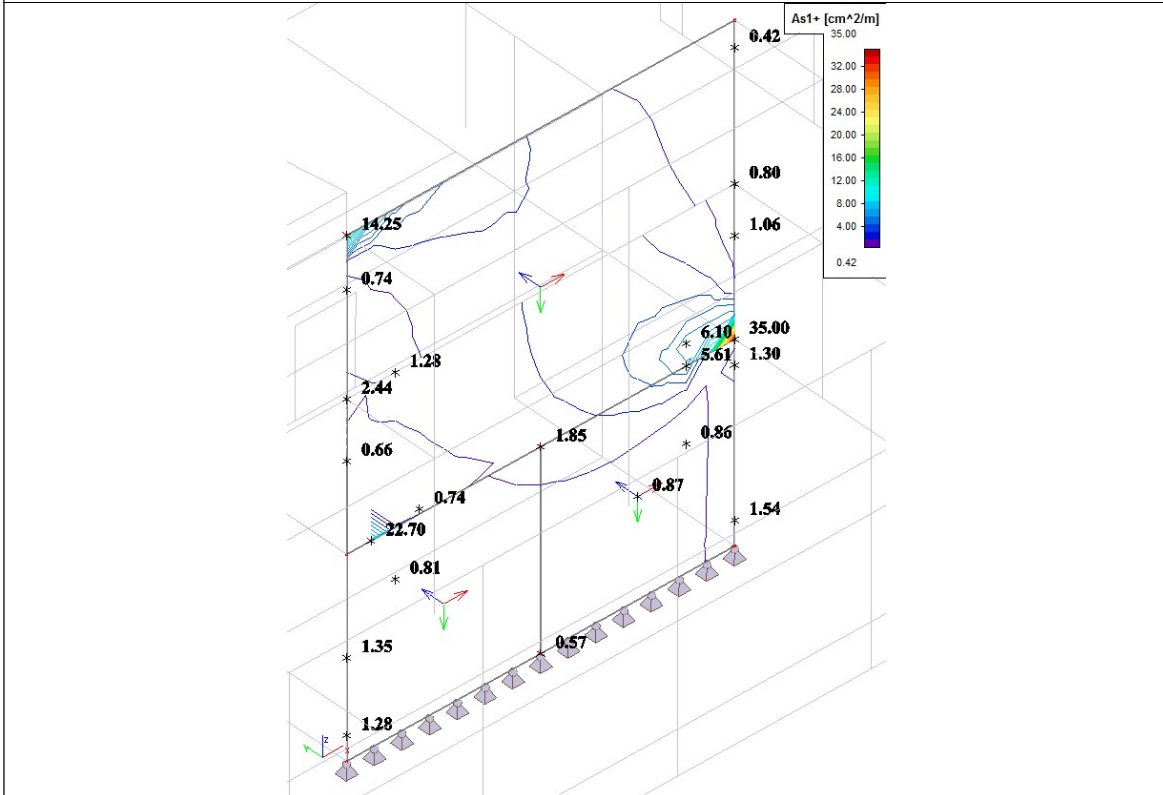


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

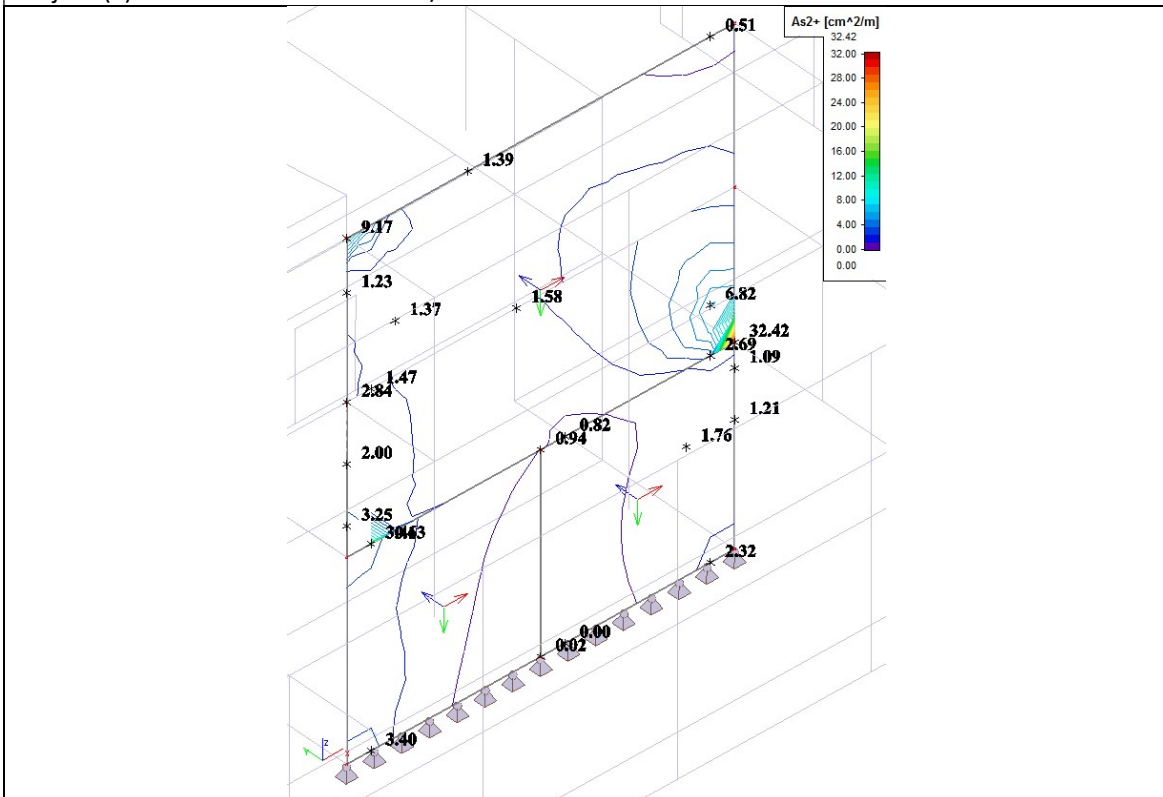


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

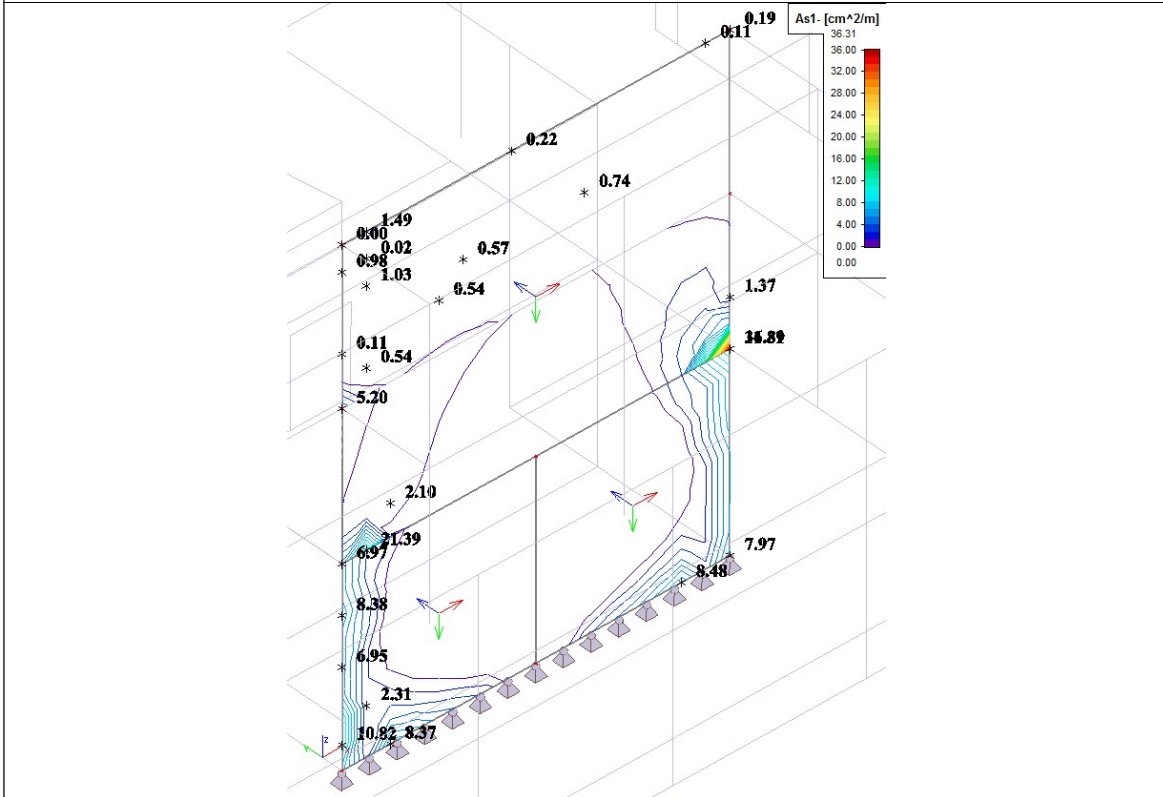


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

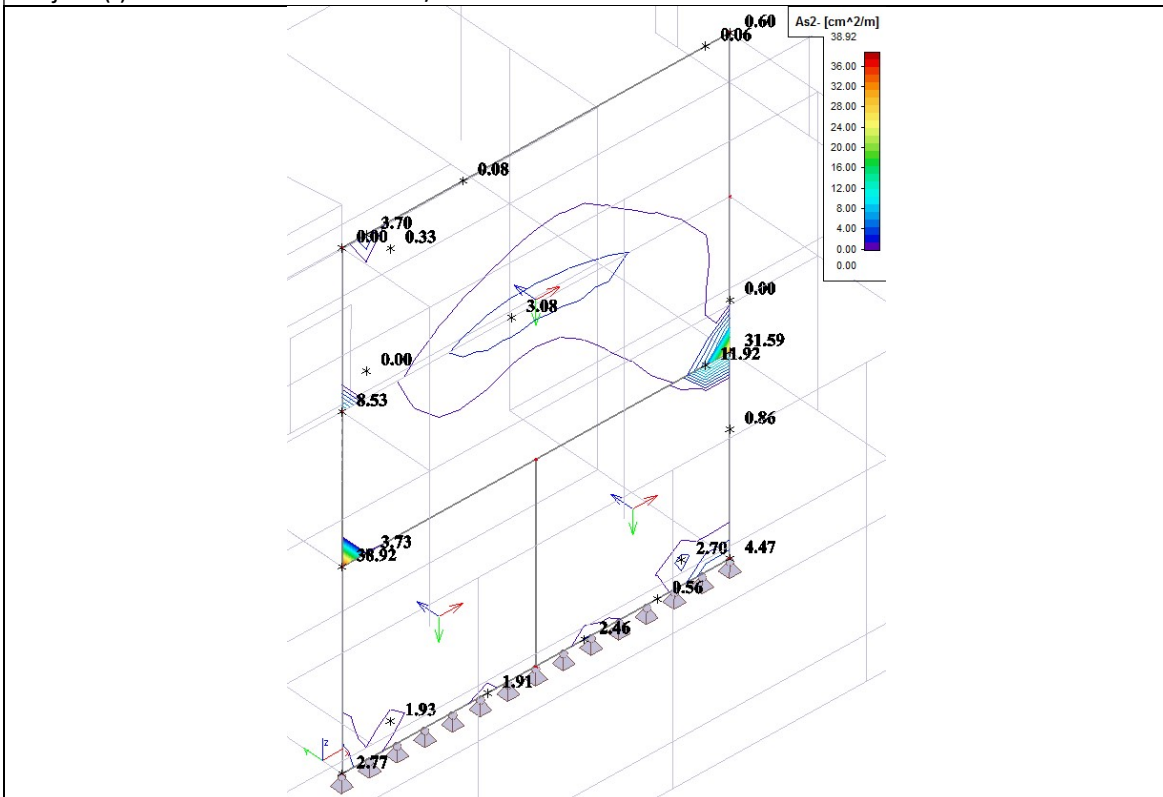


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

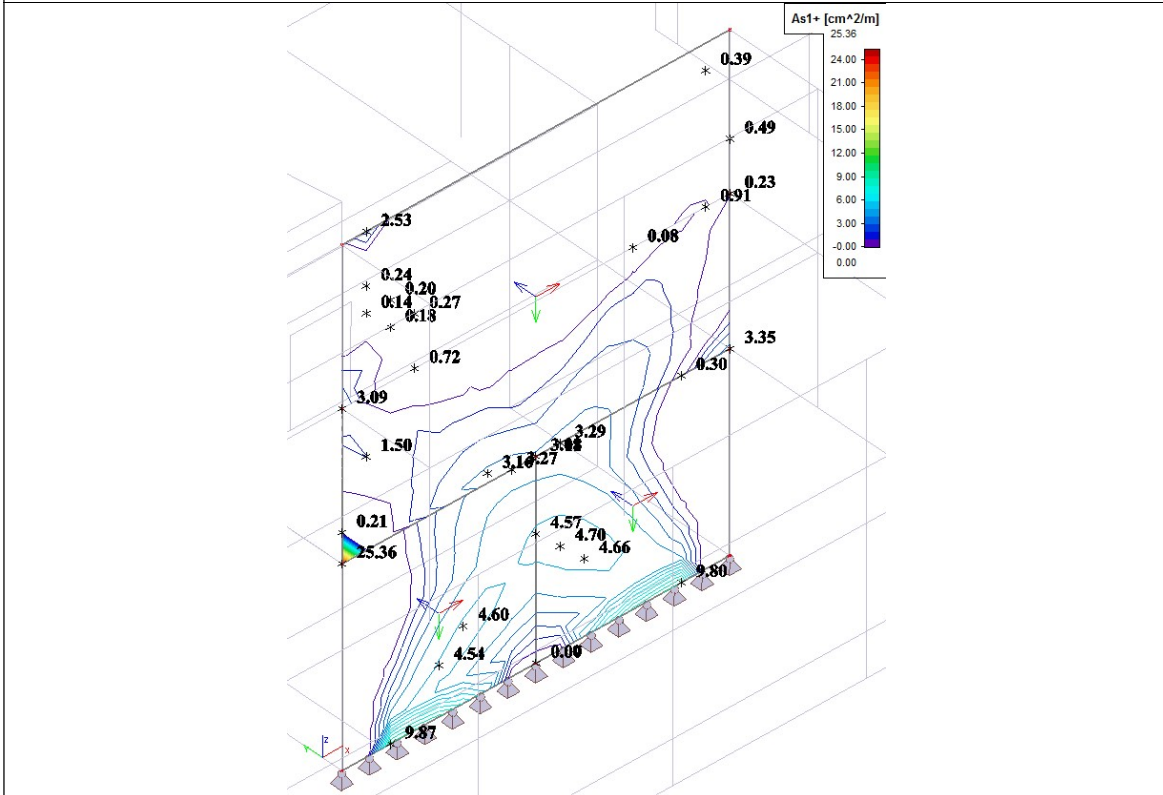


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

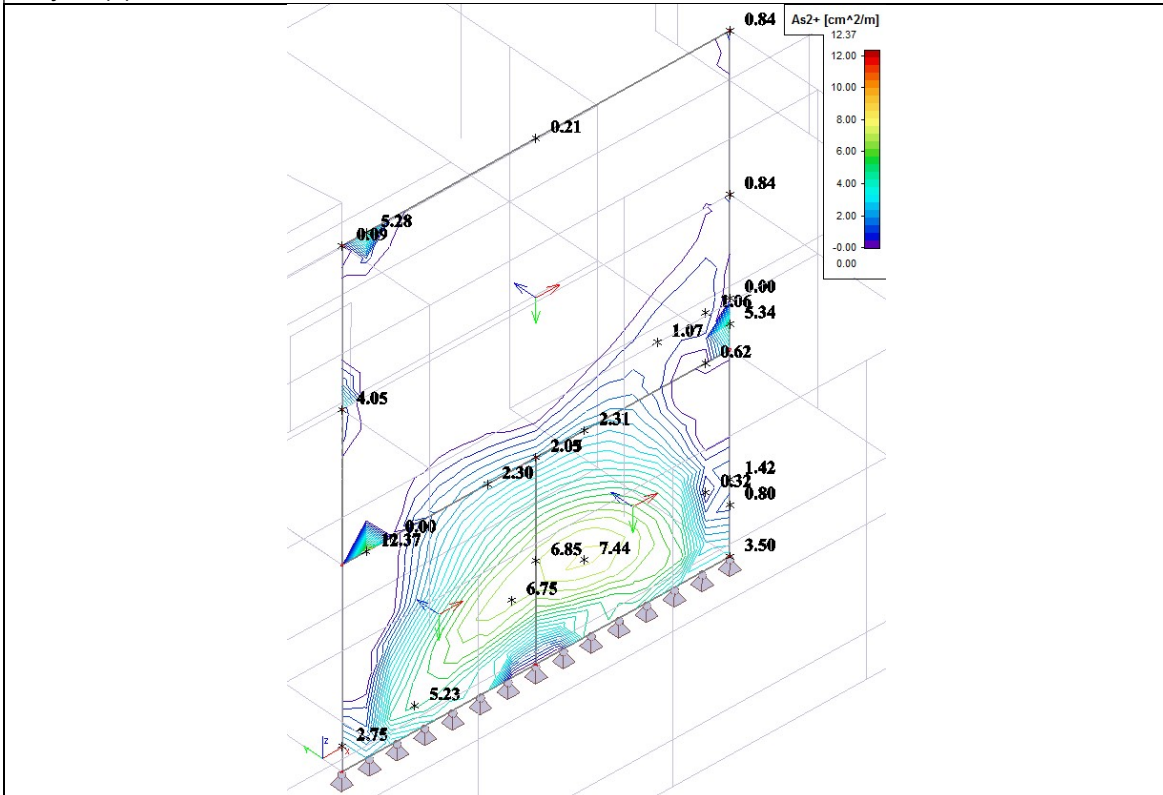


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'



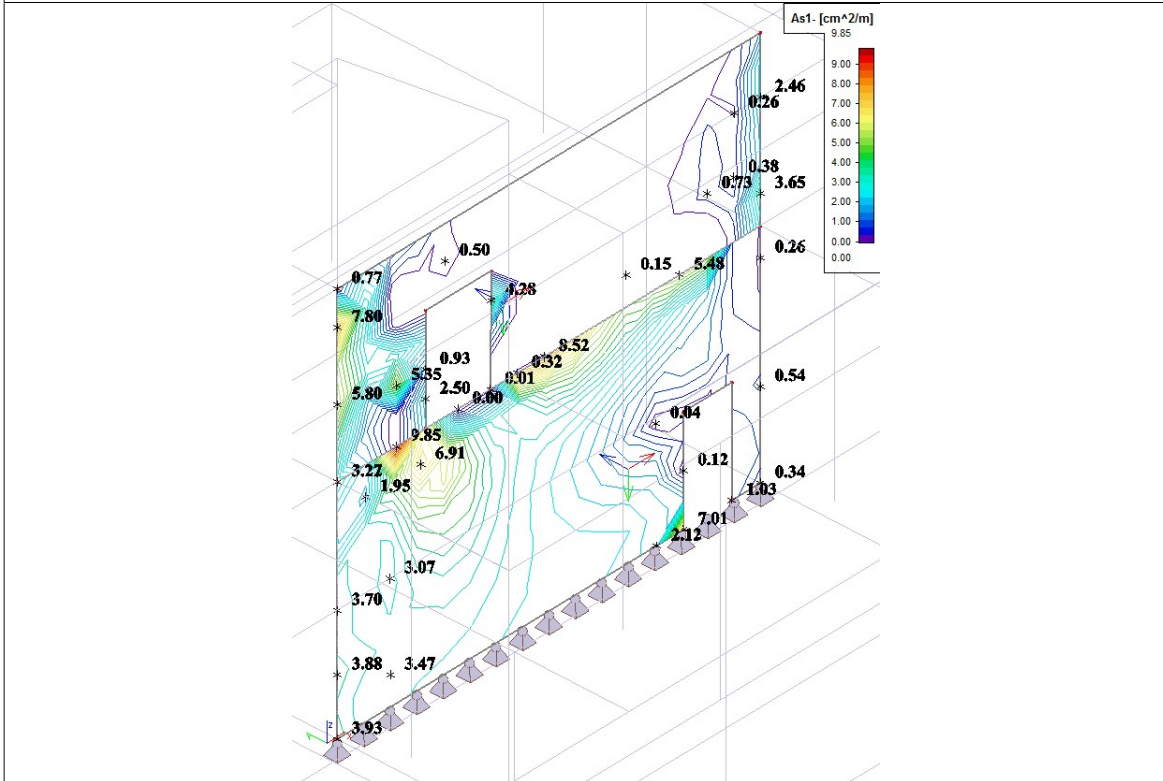
Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'



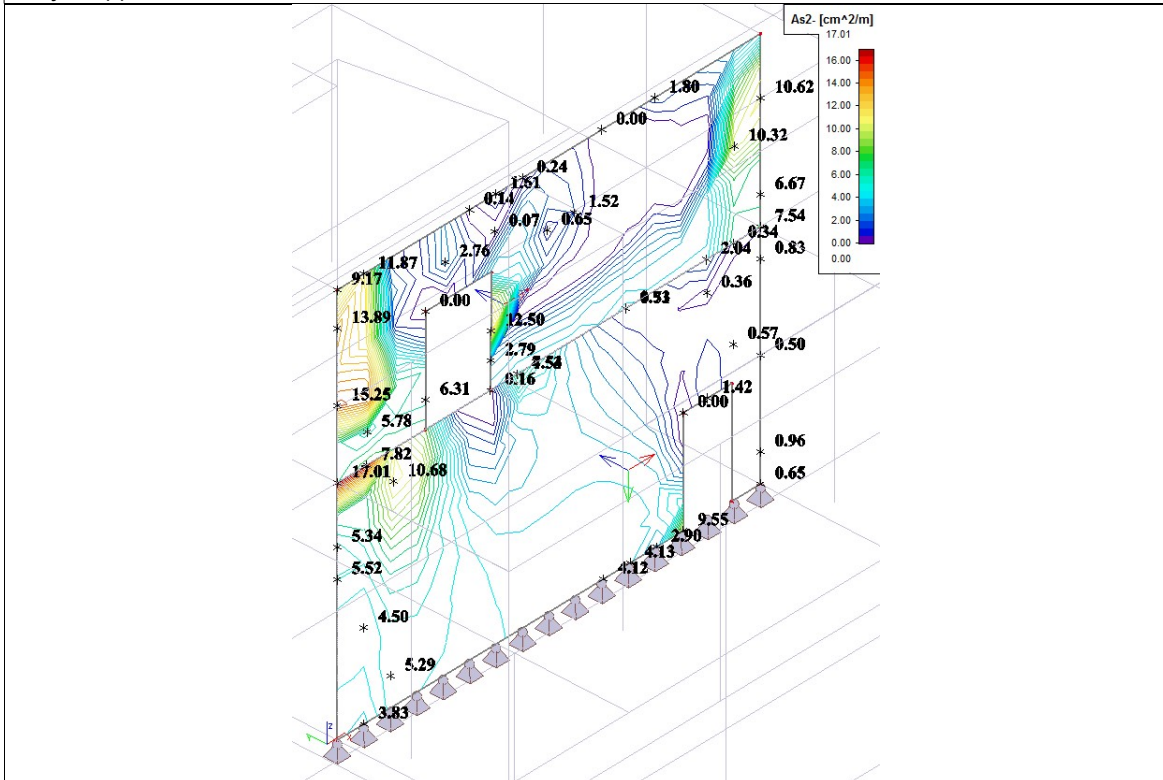
7.16 Zid između osi 25/27 kod osi b

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm^2/m'

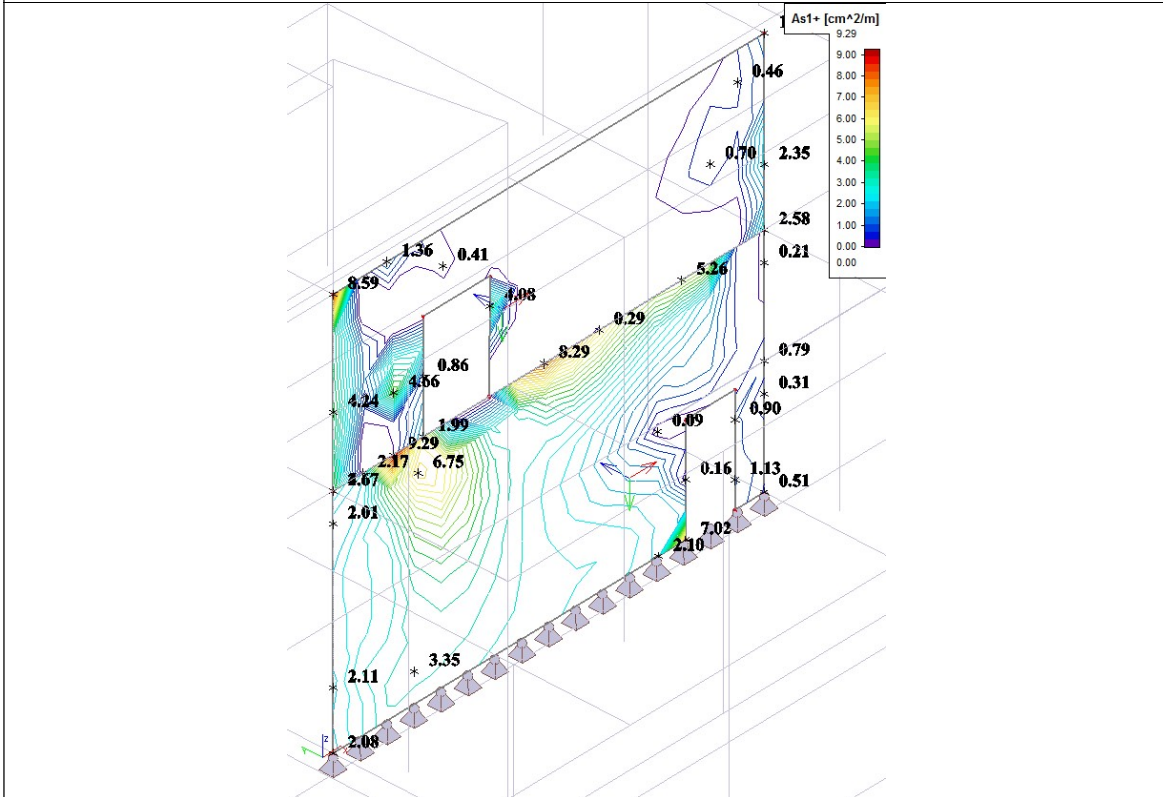


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm^2/m'

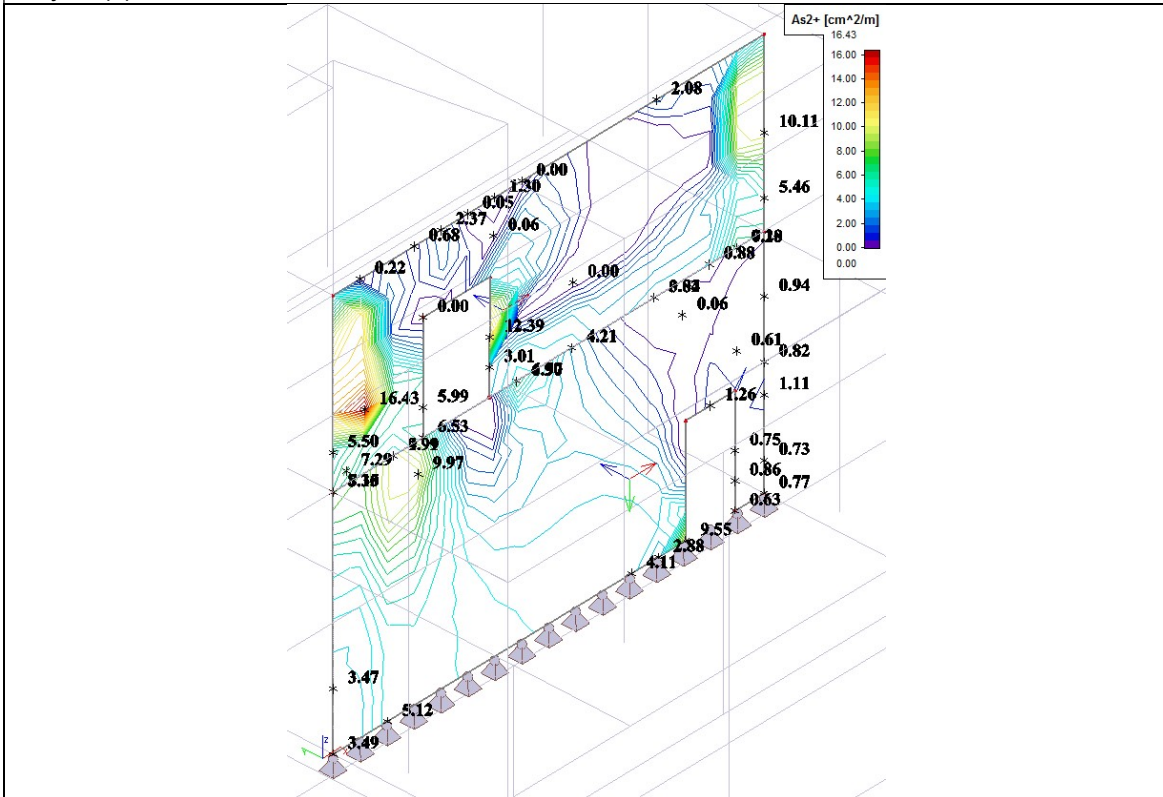


Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

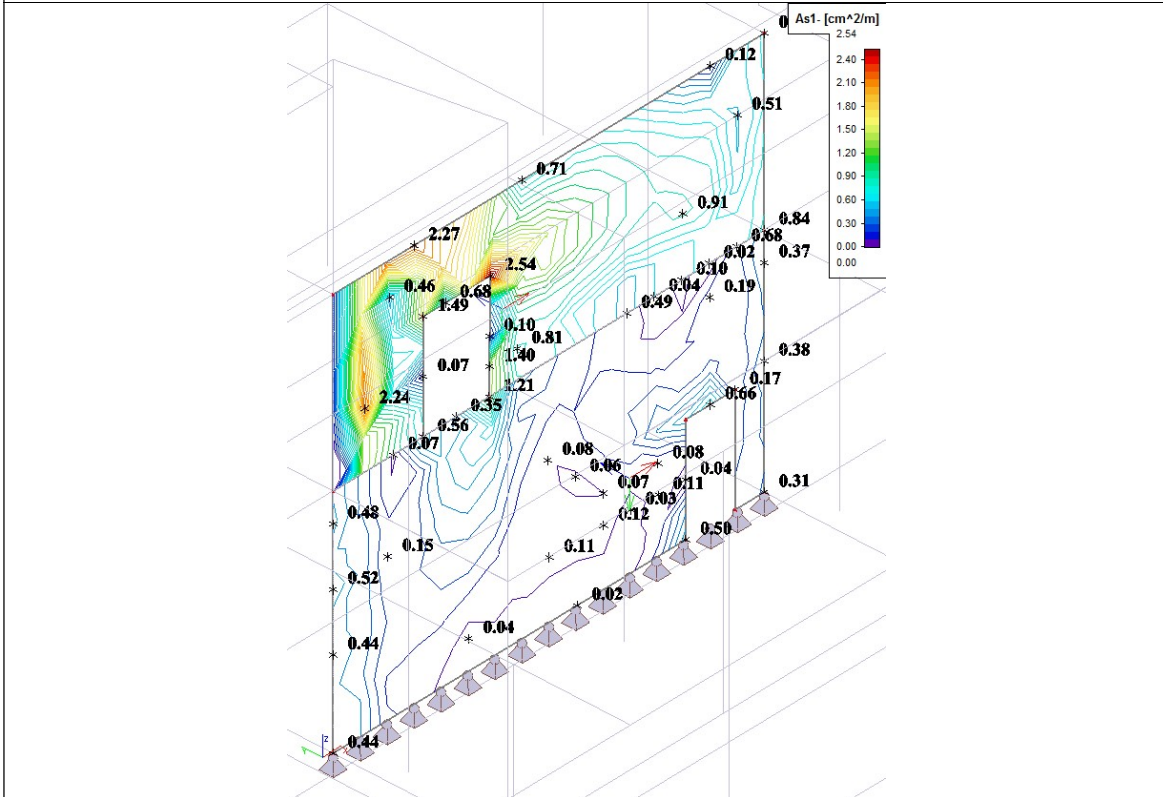


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

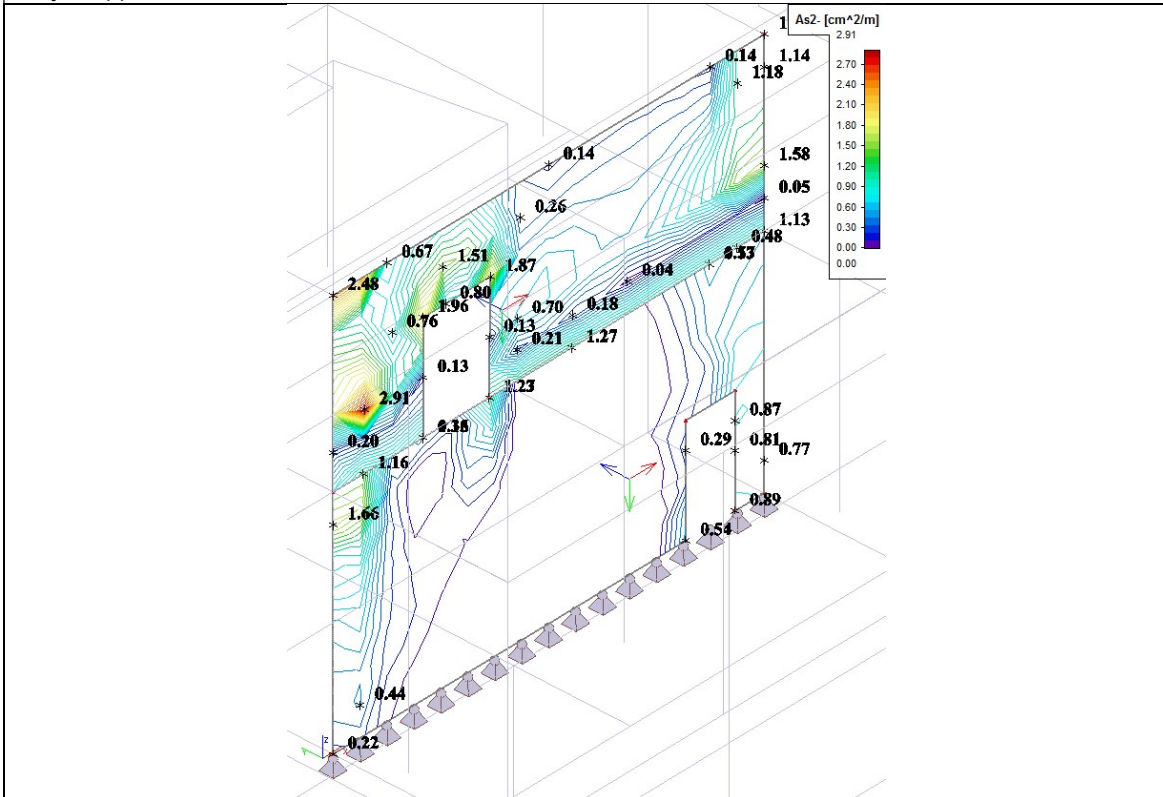


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

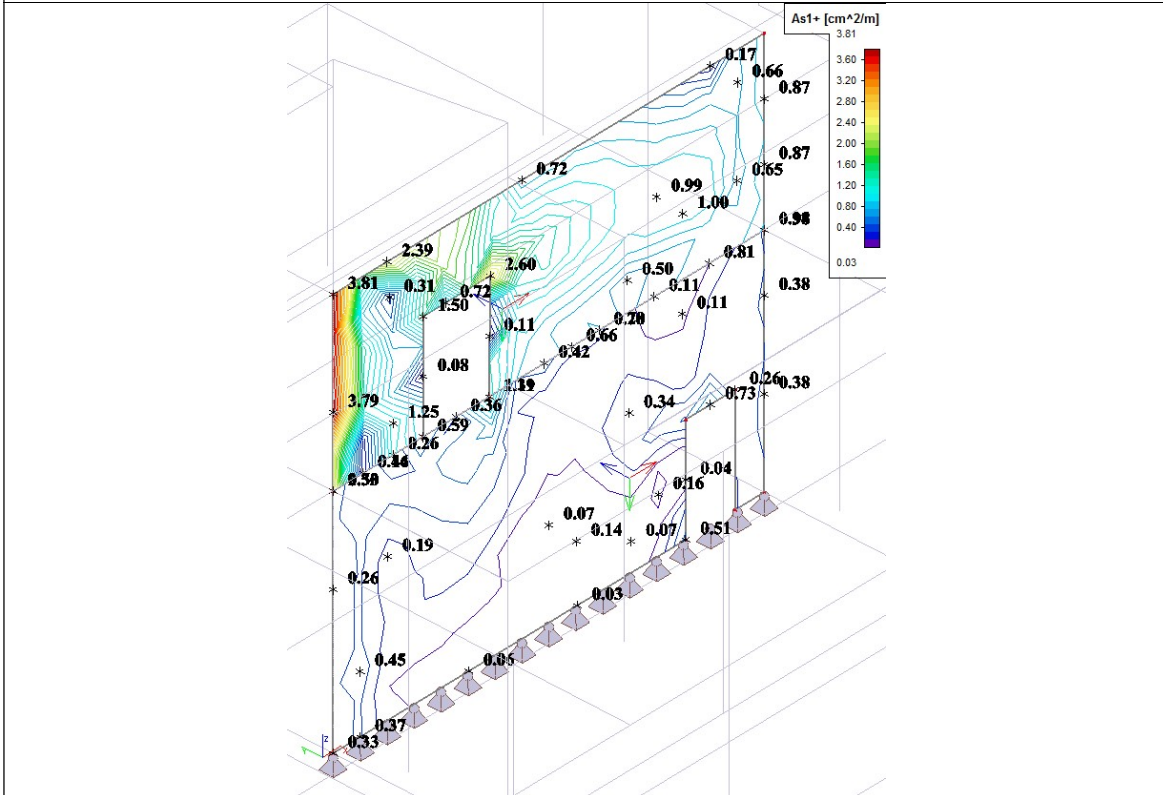


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

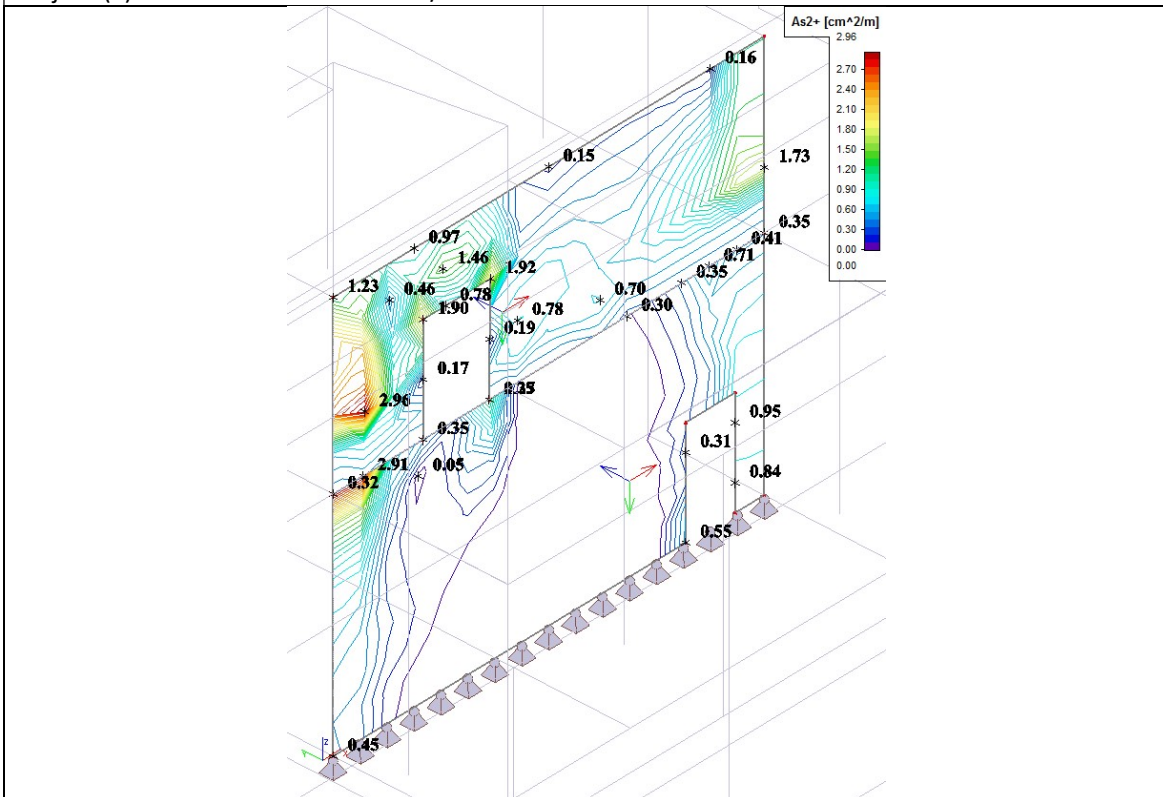


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

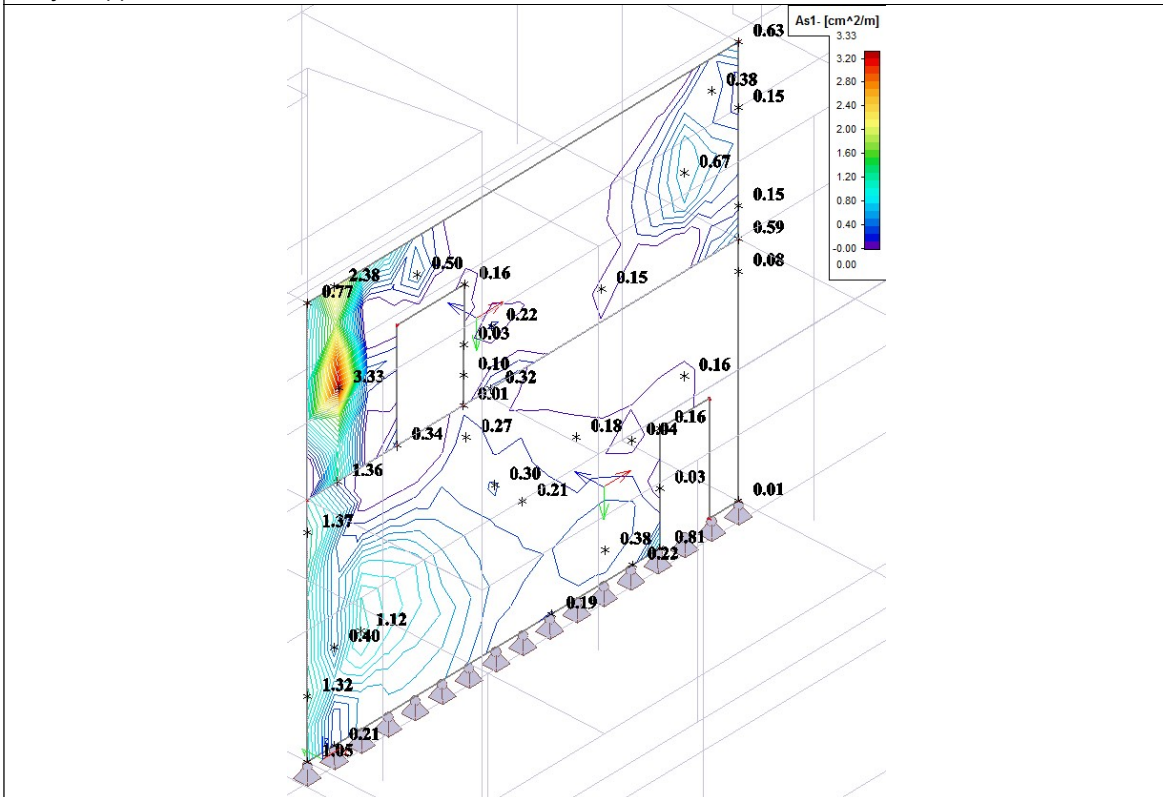


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

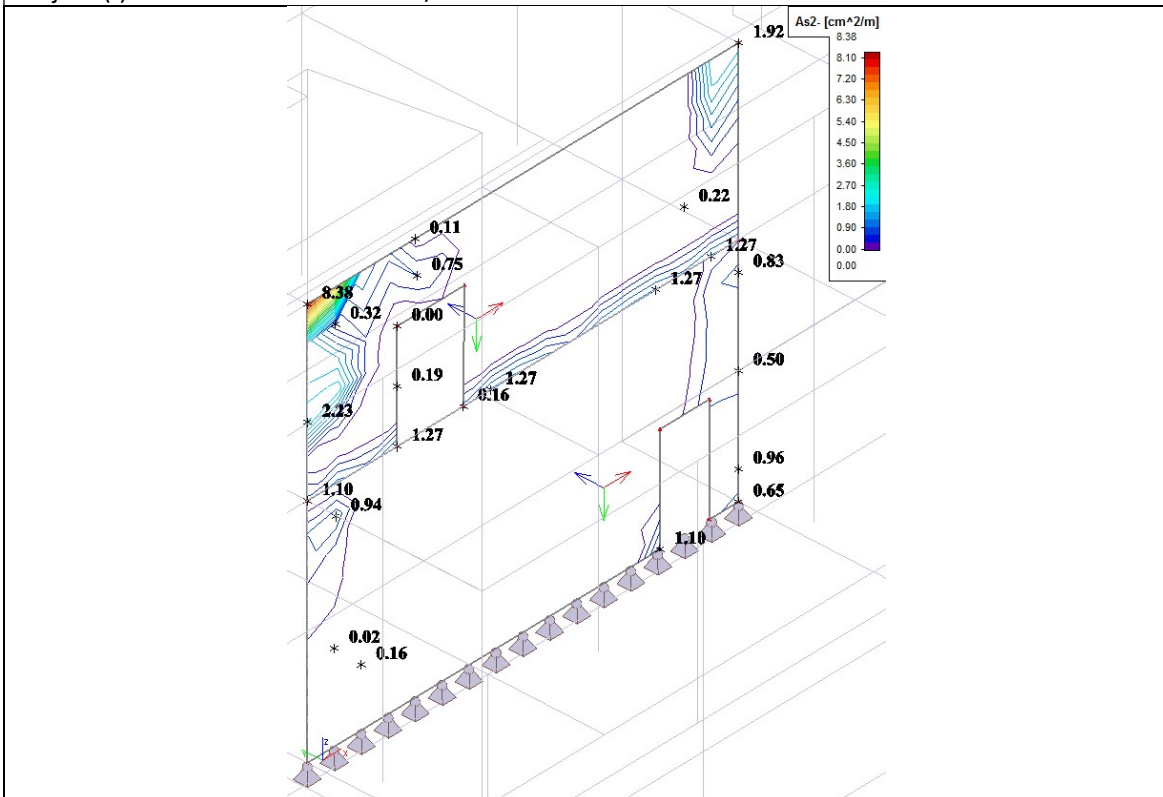


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

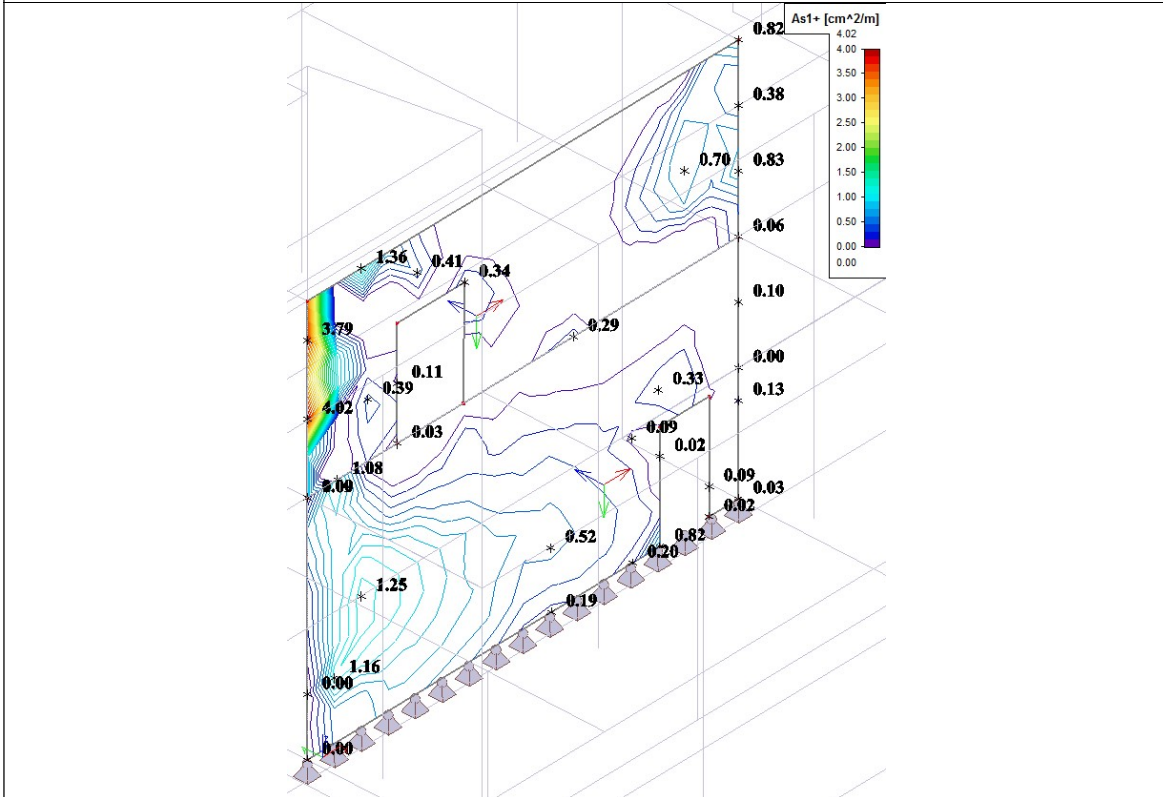


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

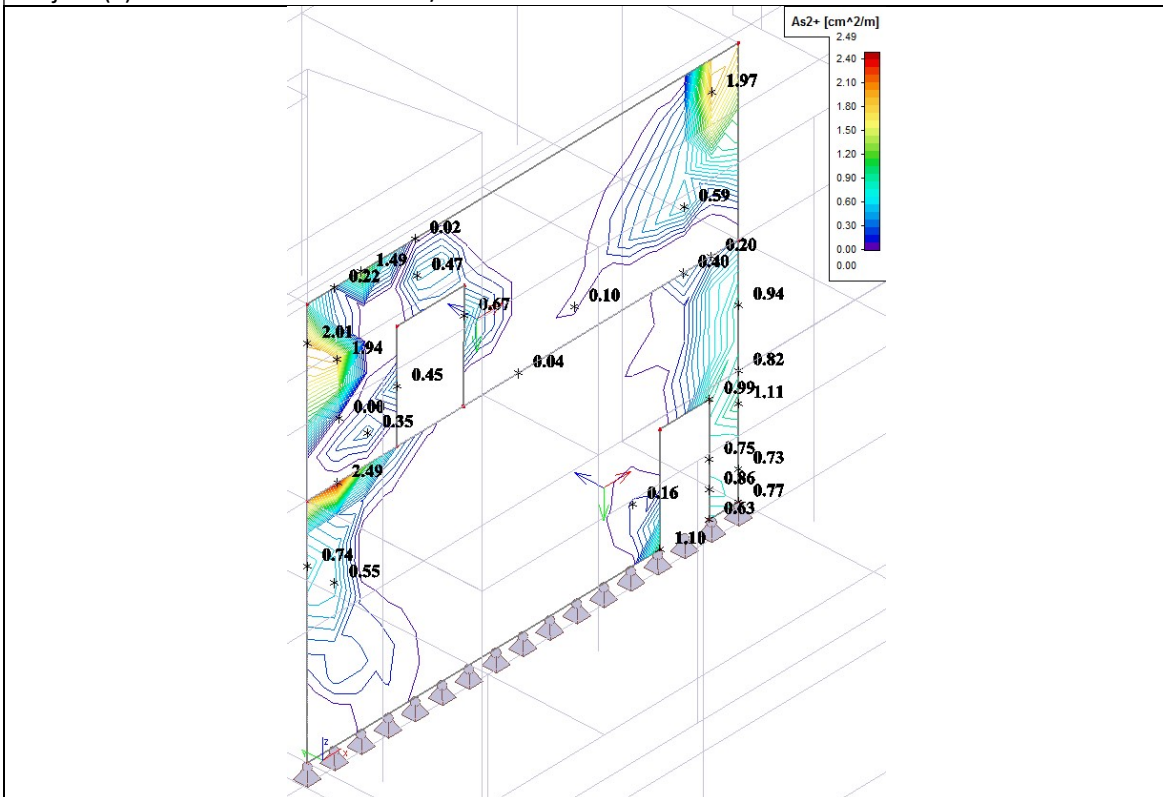


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'



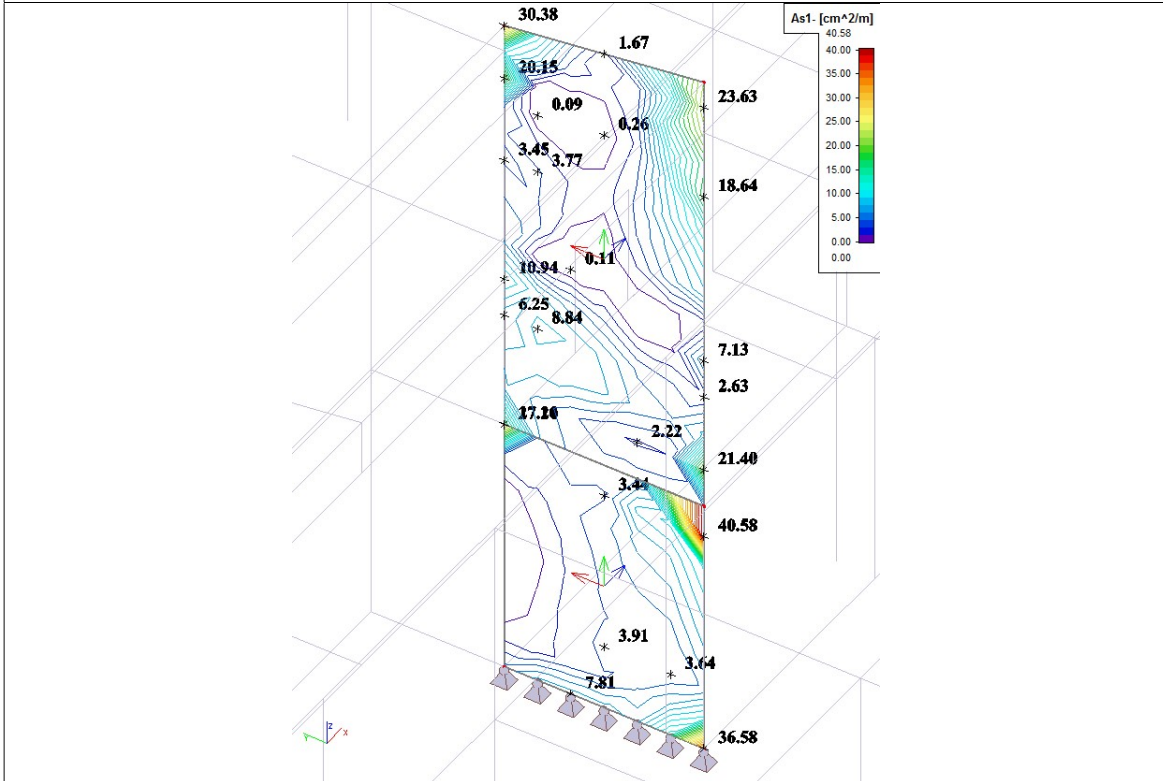
Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'



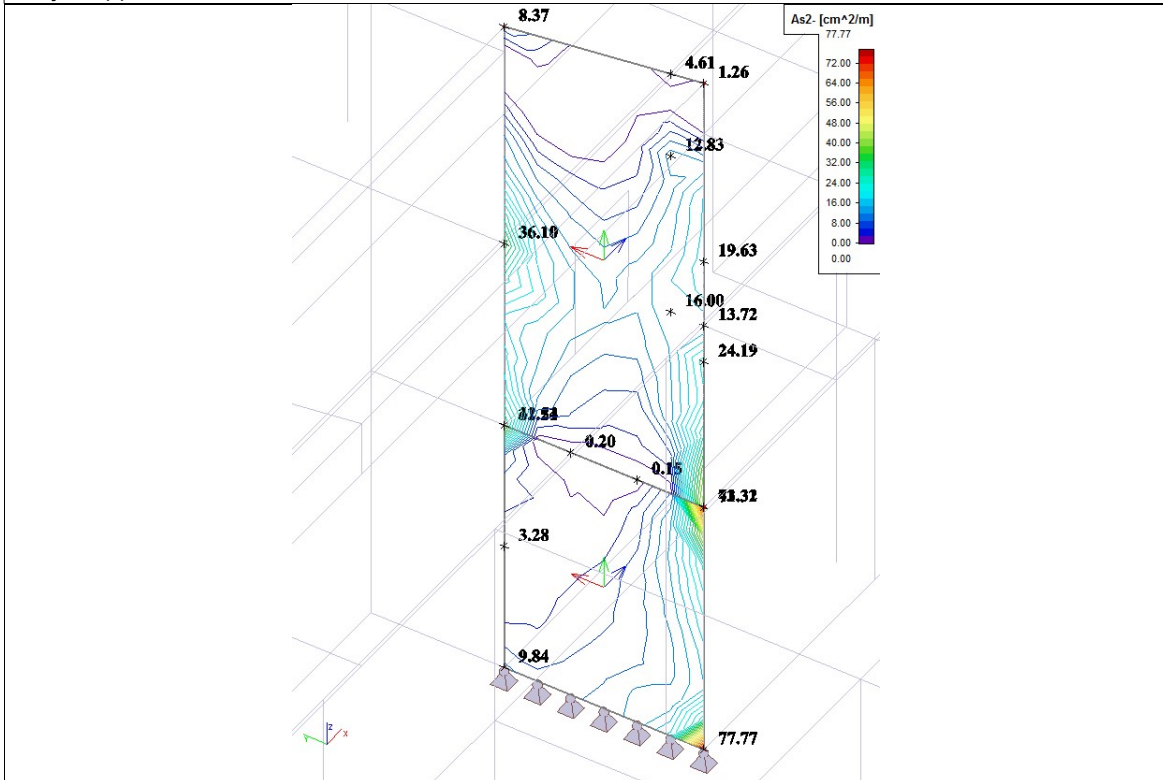
7.17 Zid u osi 25 između osi b/c

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

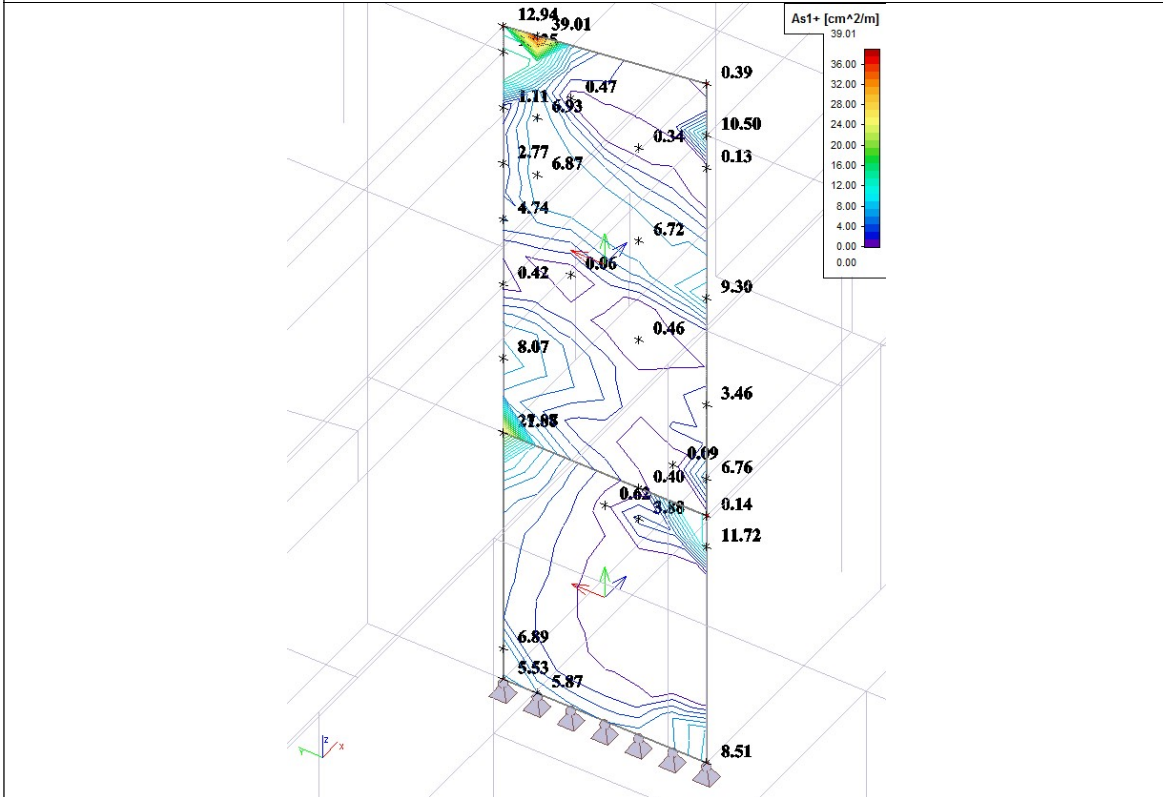


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

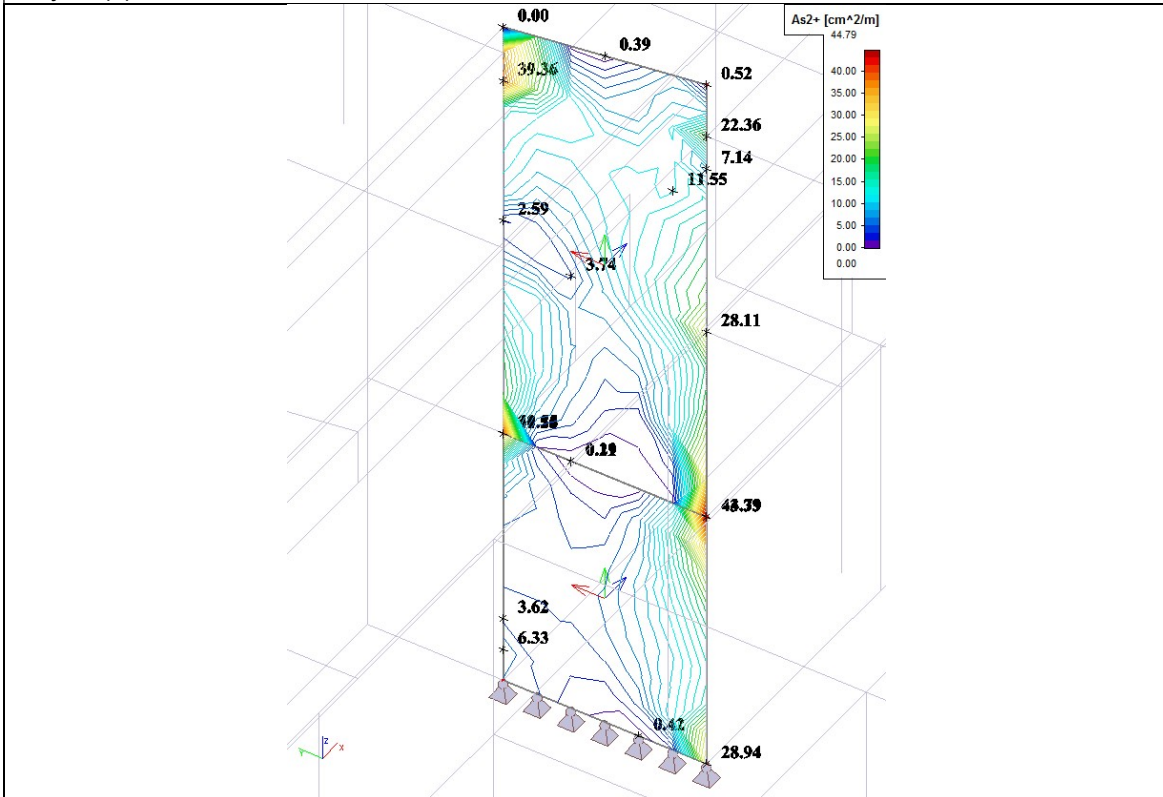


Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

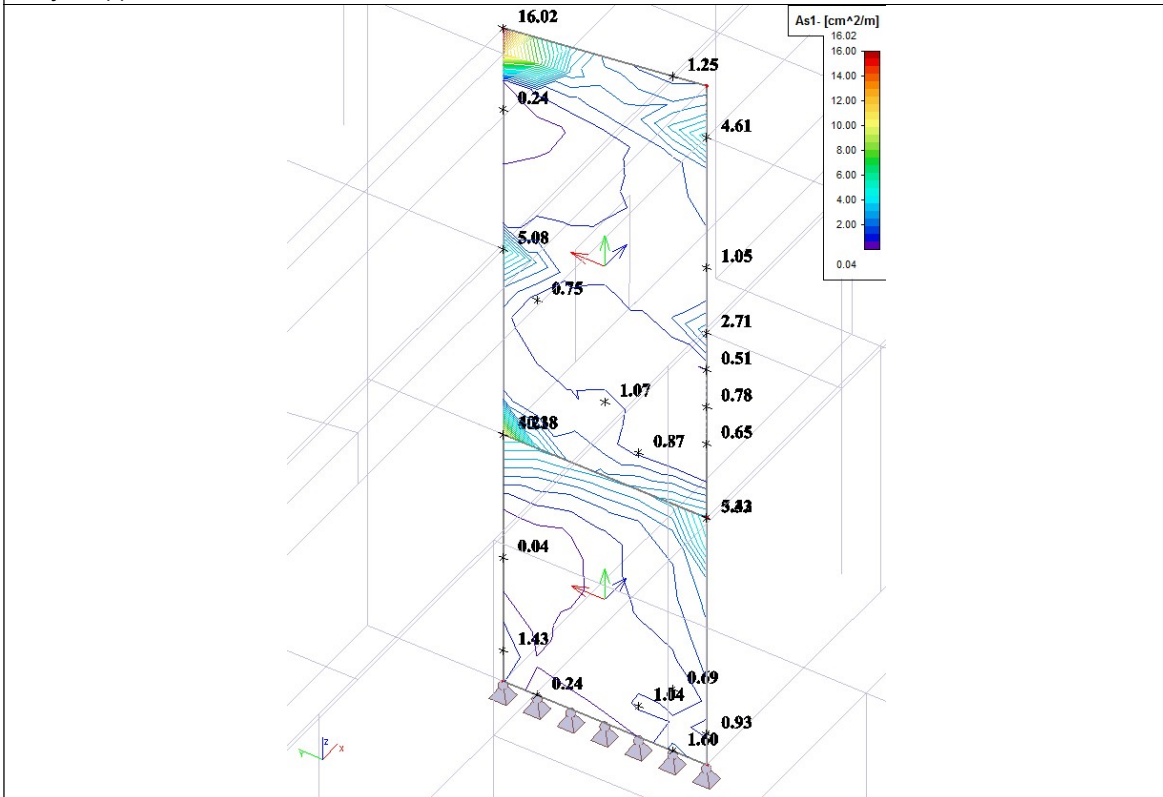


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

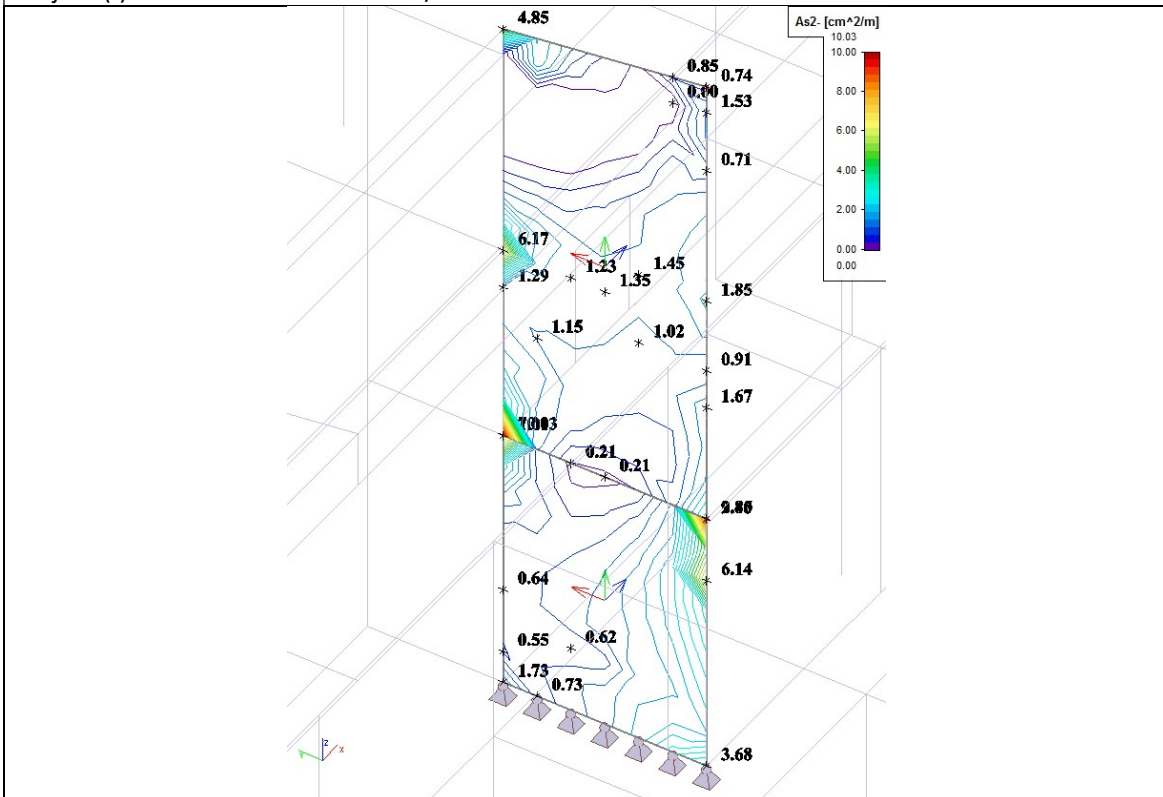


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

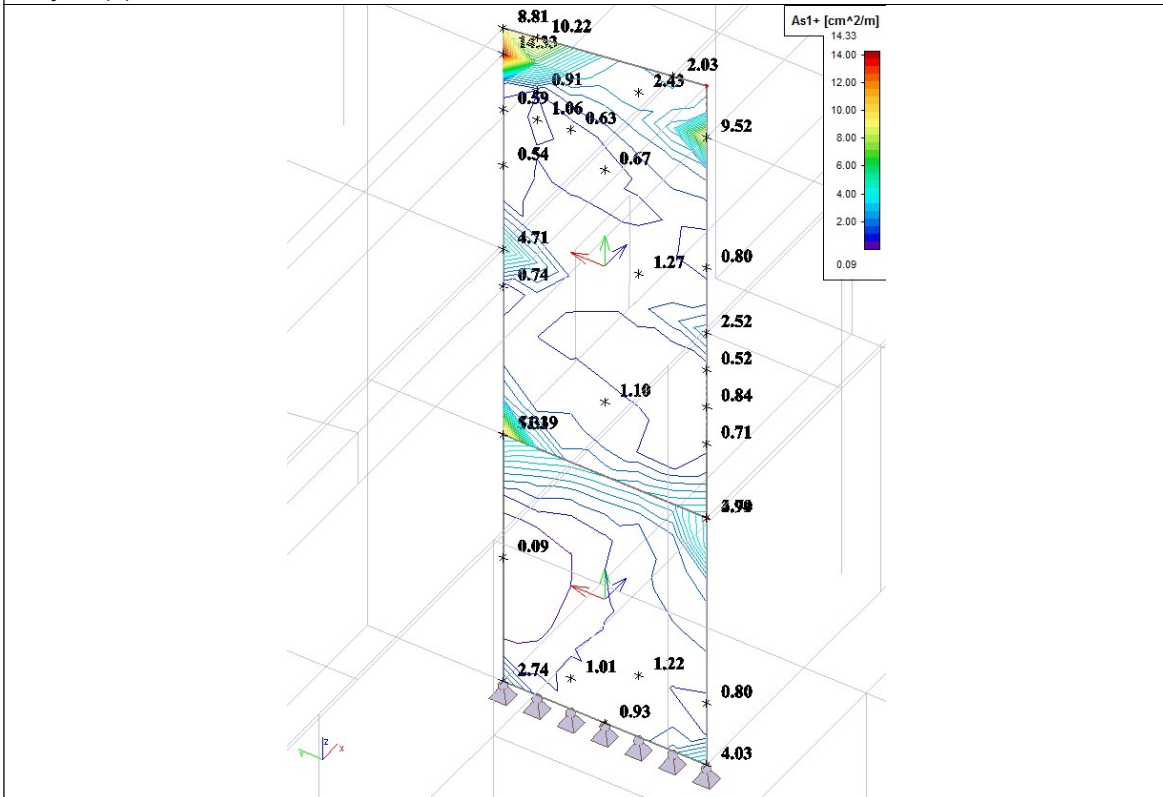


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

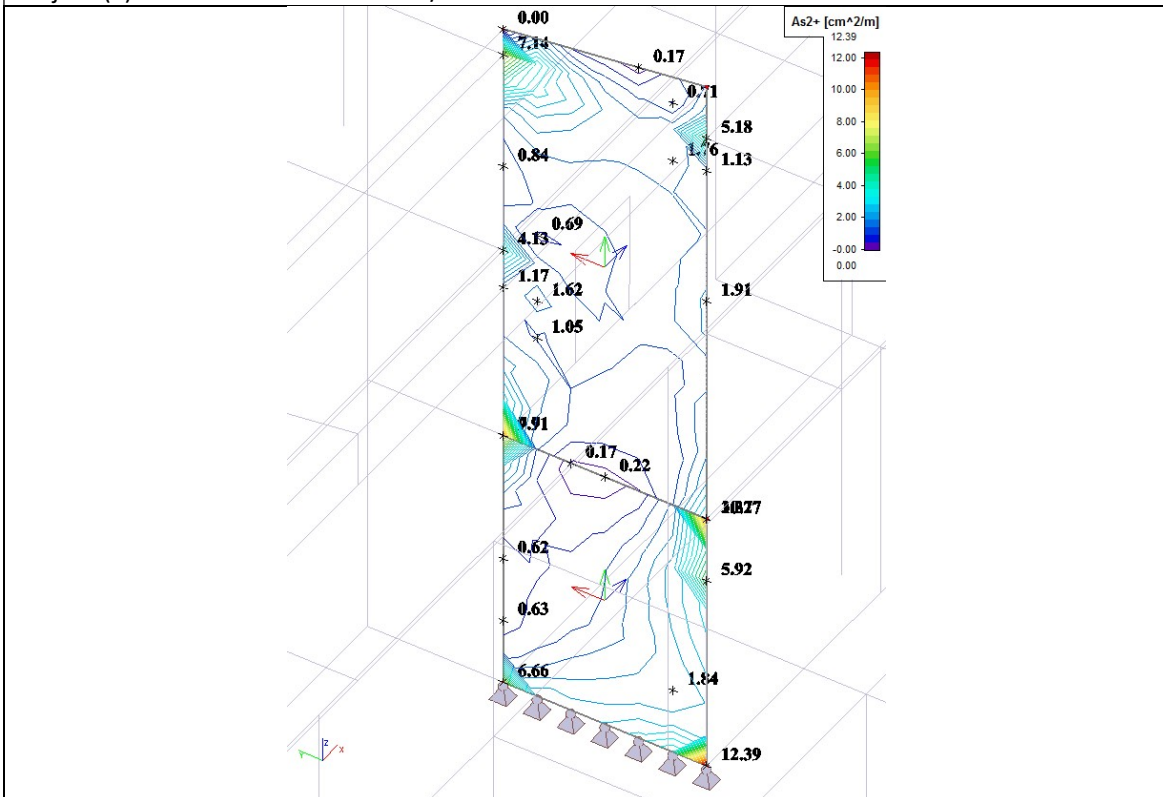


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'

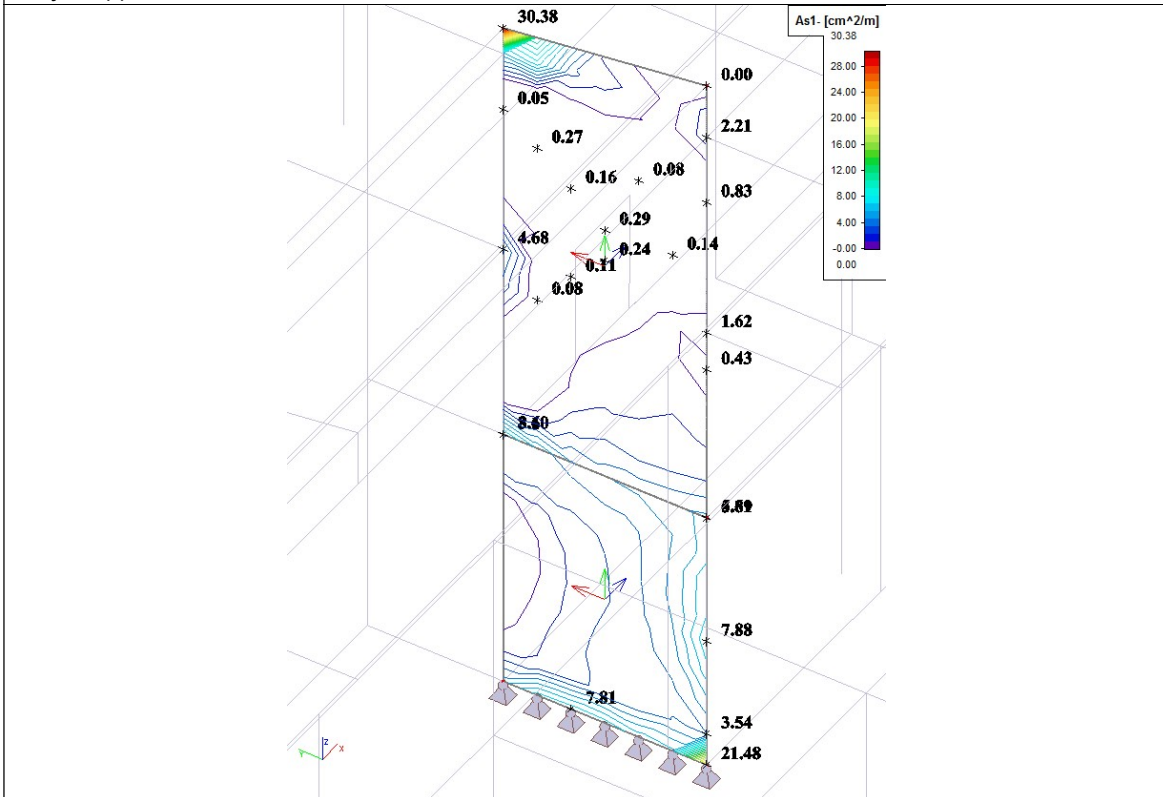


Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

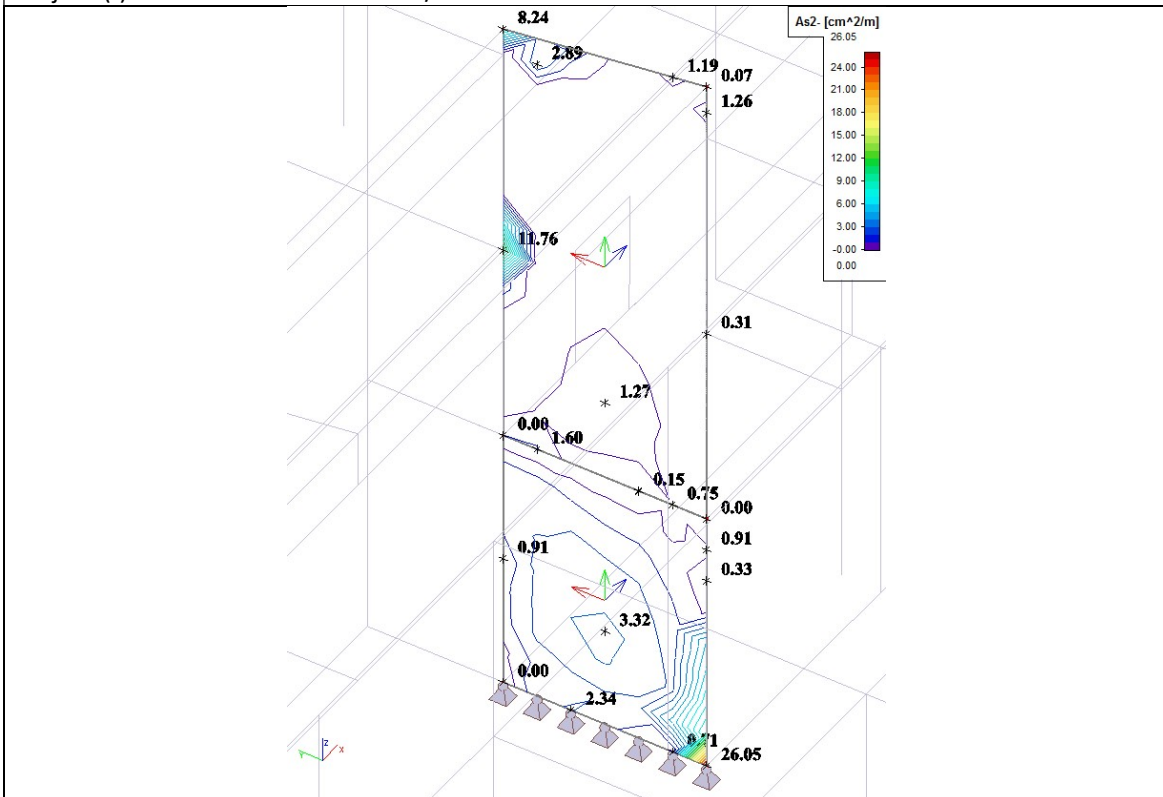


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(-) horizontalna armatura u cm²/m'

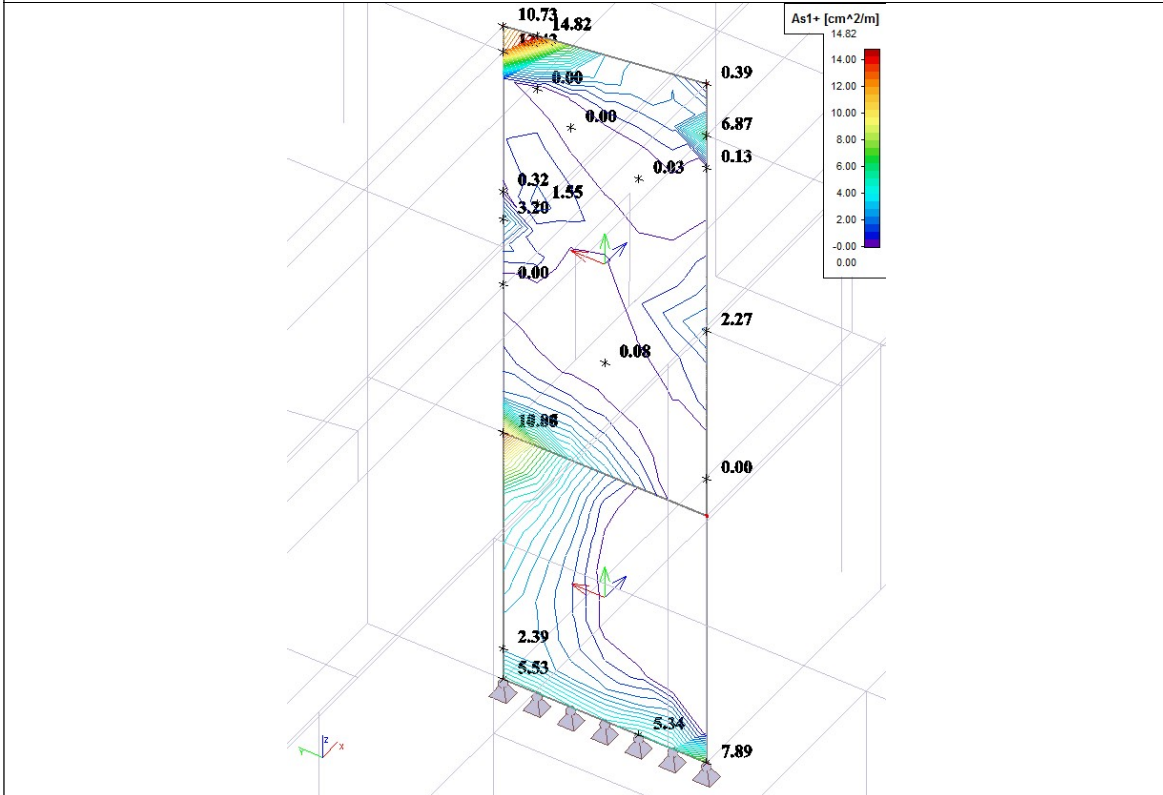


Smjer 2(-) vertikalna armatura u cm²/m'

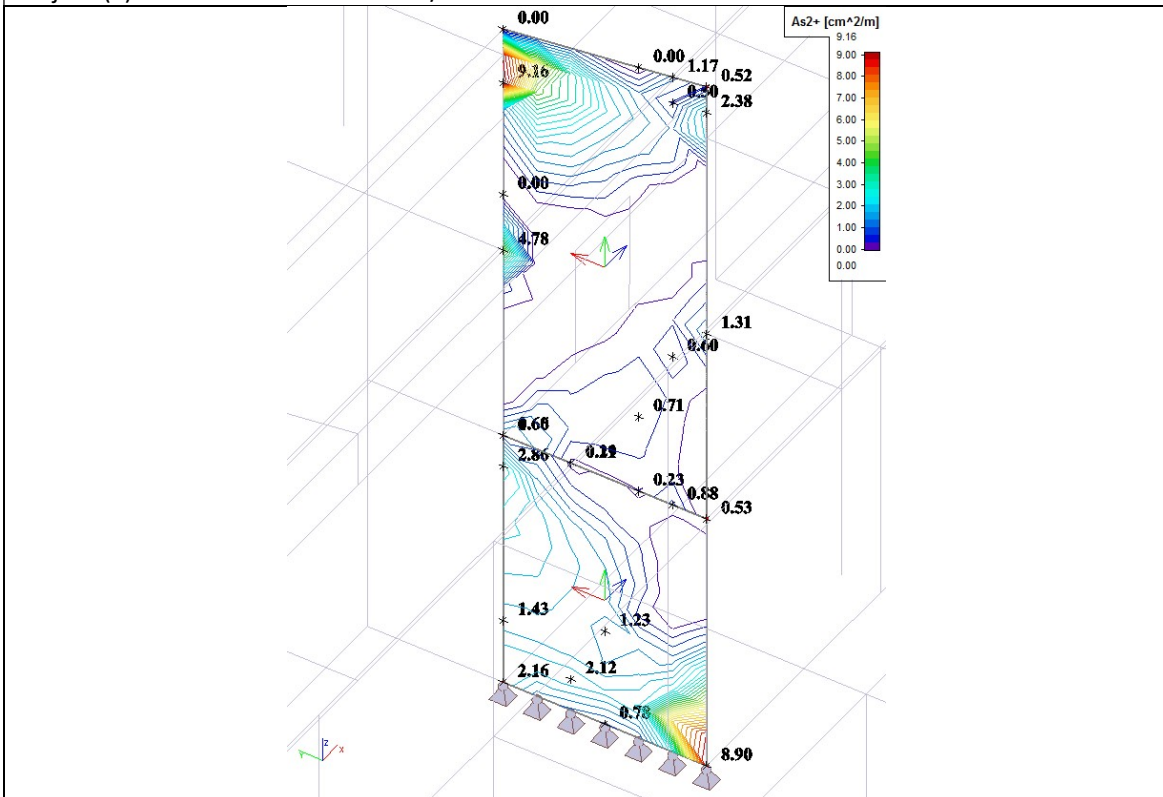


Rezultati proračuna za kombinaciju CO5

Smjer 1(+) horizontalna armatura u cm²/m'



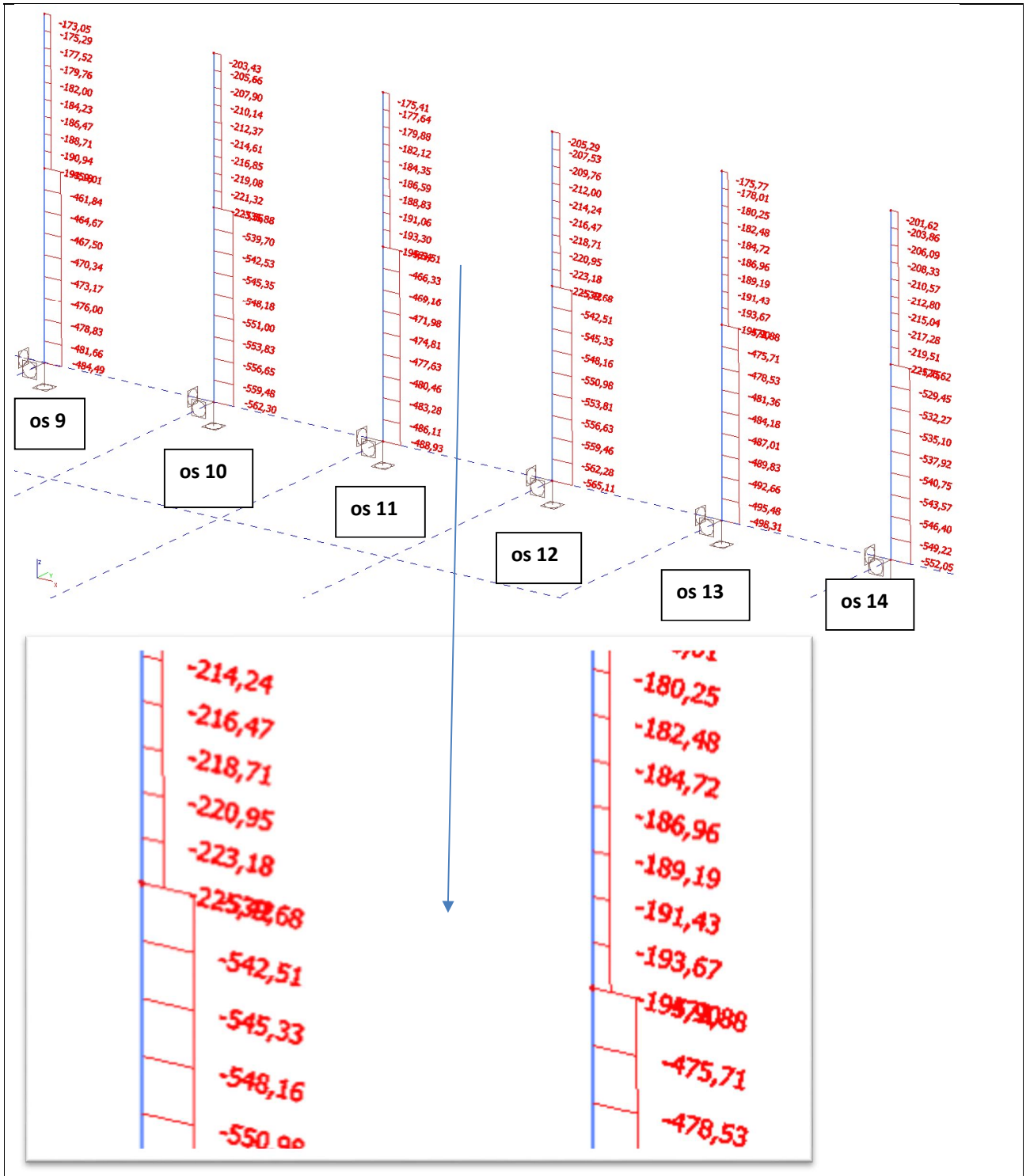
Smjer 2(+) vertikalna armatura u cm²/m'

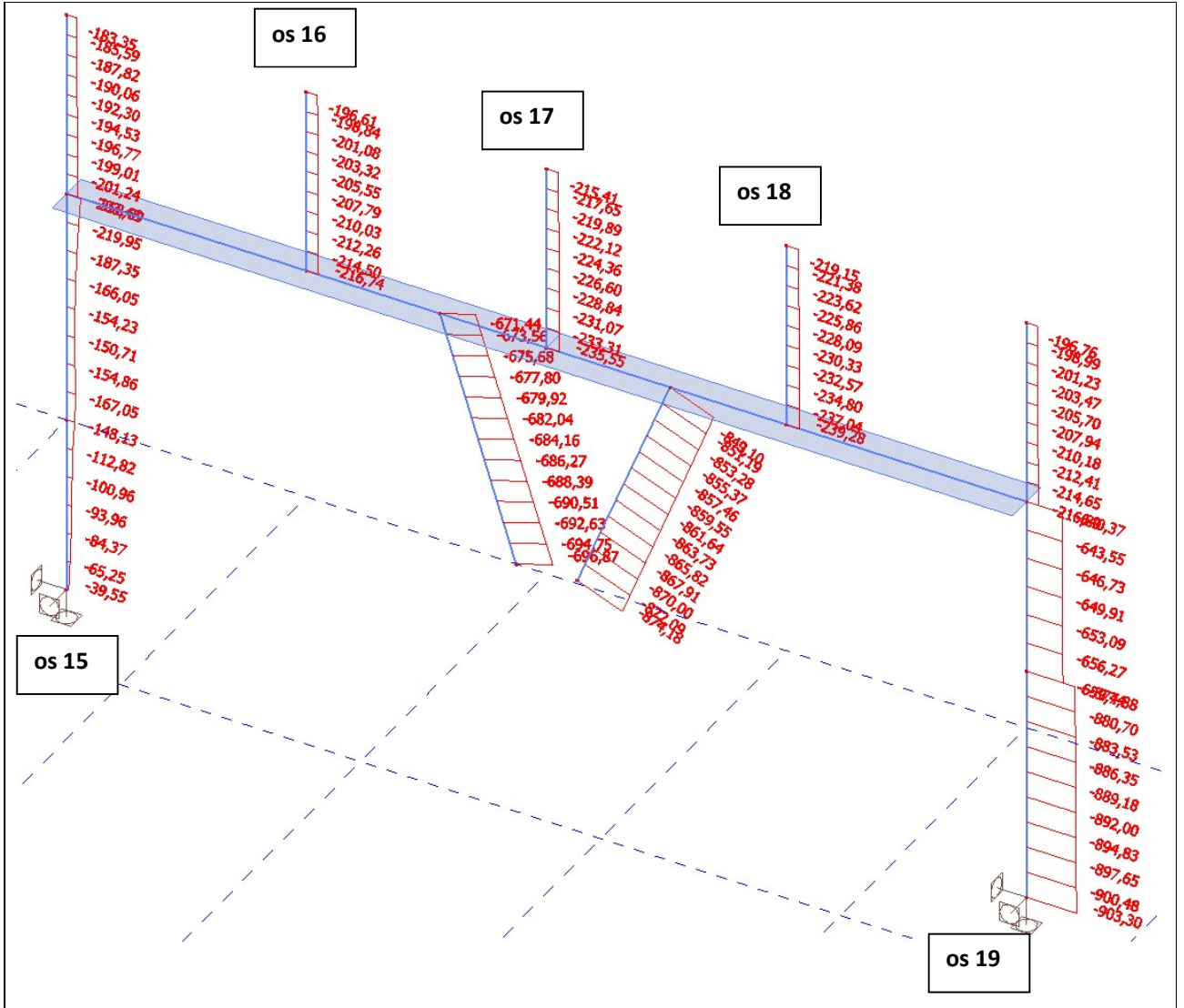


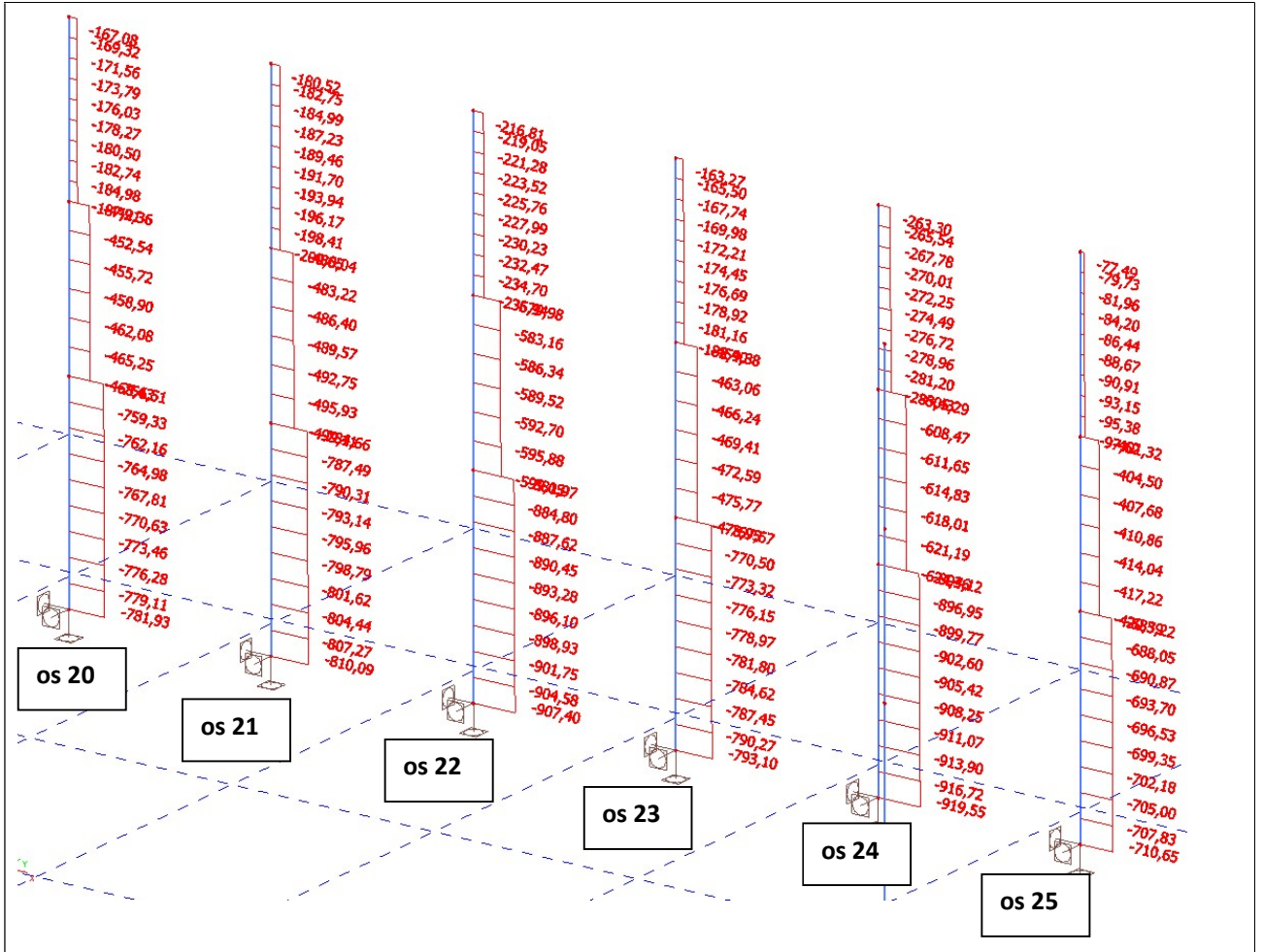
ZAKLJUČNO:

- U poglavlju zidovi dati su konačni rezultati dimenzioniranja zidova i to za sljedeće slučajeve:
 - CO1- Granično stanje nosivosti sa djelovanjima temperature
 - CO3- Granično stanje nosivosti za potresno djelovanje
 - CO5- Granično stanje nosivosti bez djelovanja temperature te je dan
 - Izračun minimalne i maksimalno potrebne količine armature za pojedini zid.

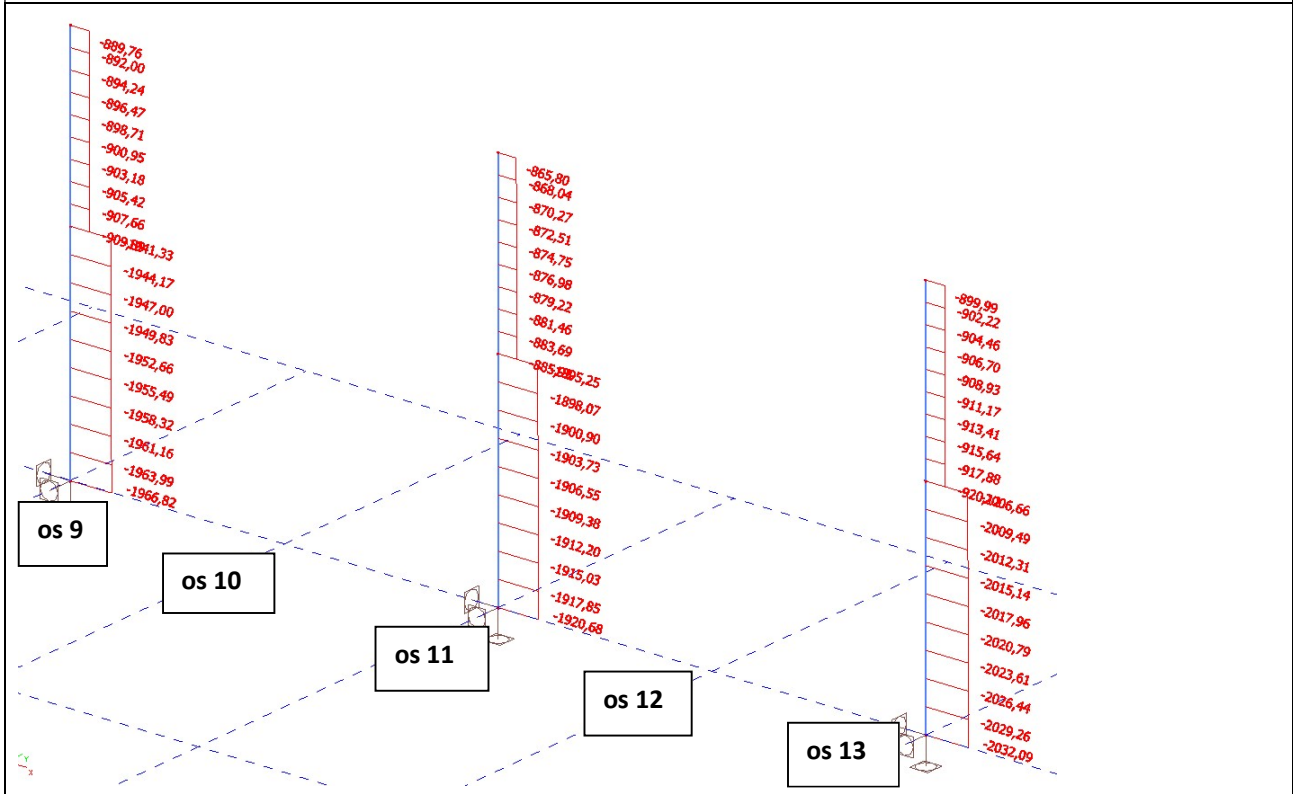
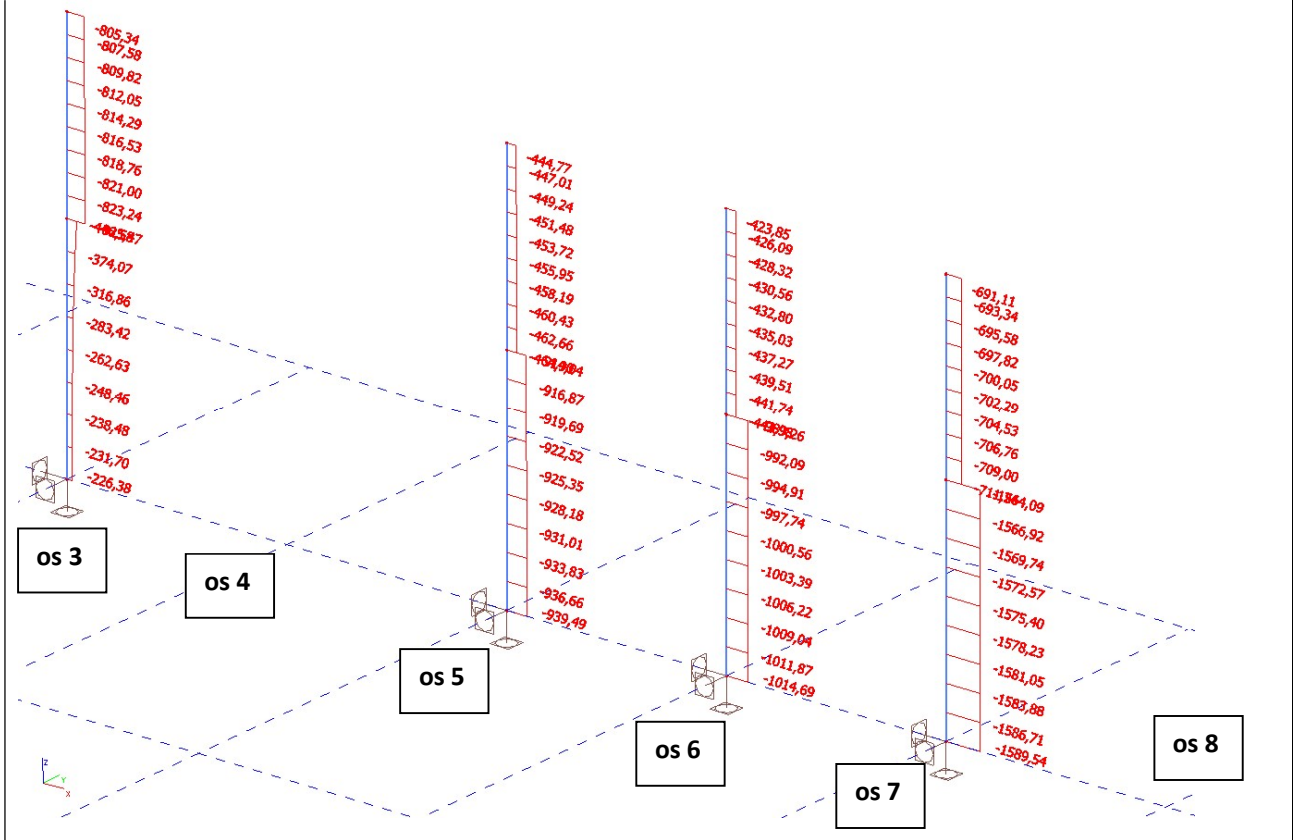
- Zidove armirati sukladno pravilima struke, poštujući sve gore navedene potrebne količine iz pojedinačnih slučajeva na način da se u formi anvelope promatra maksimalna vrijednost.

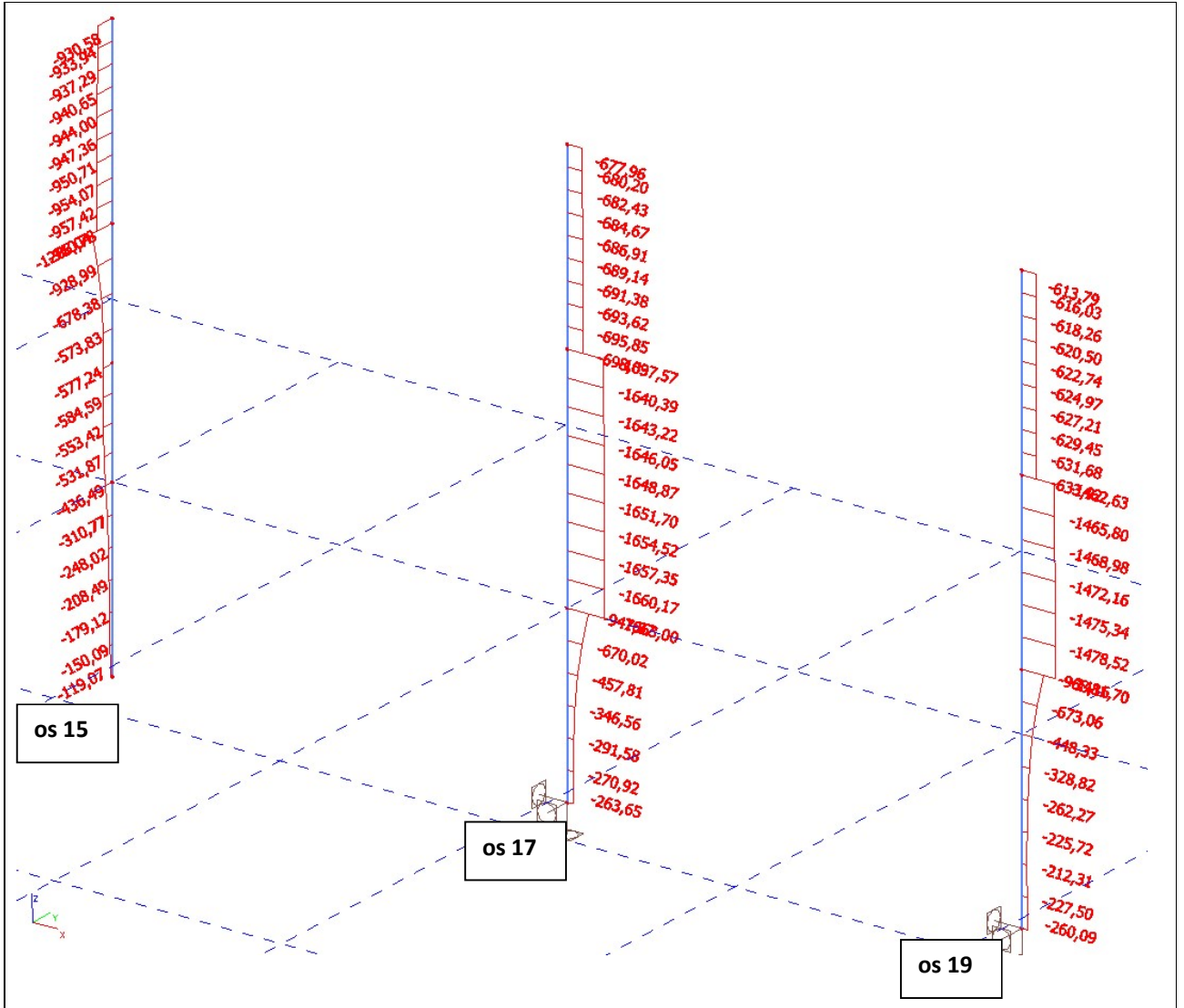


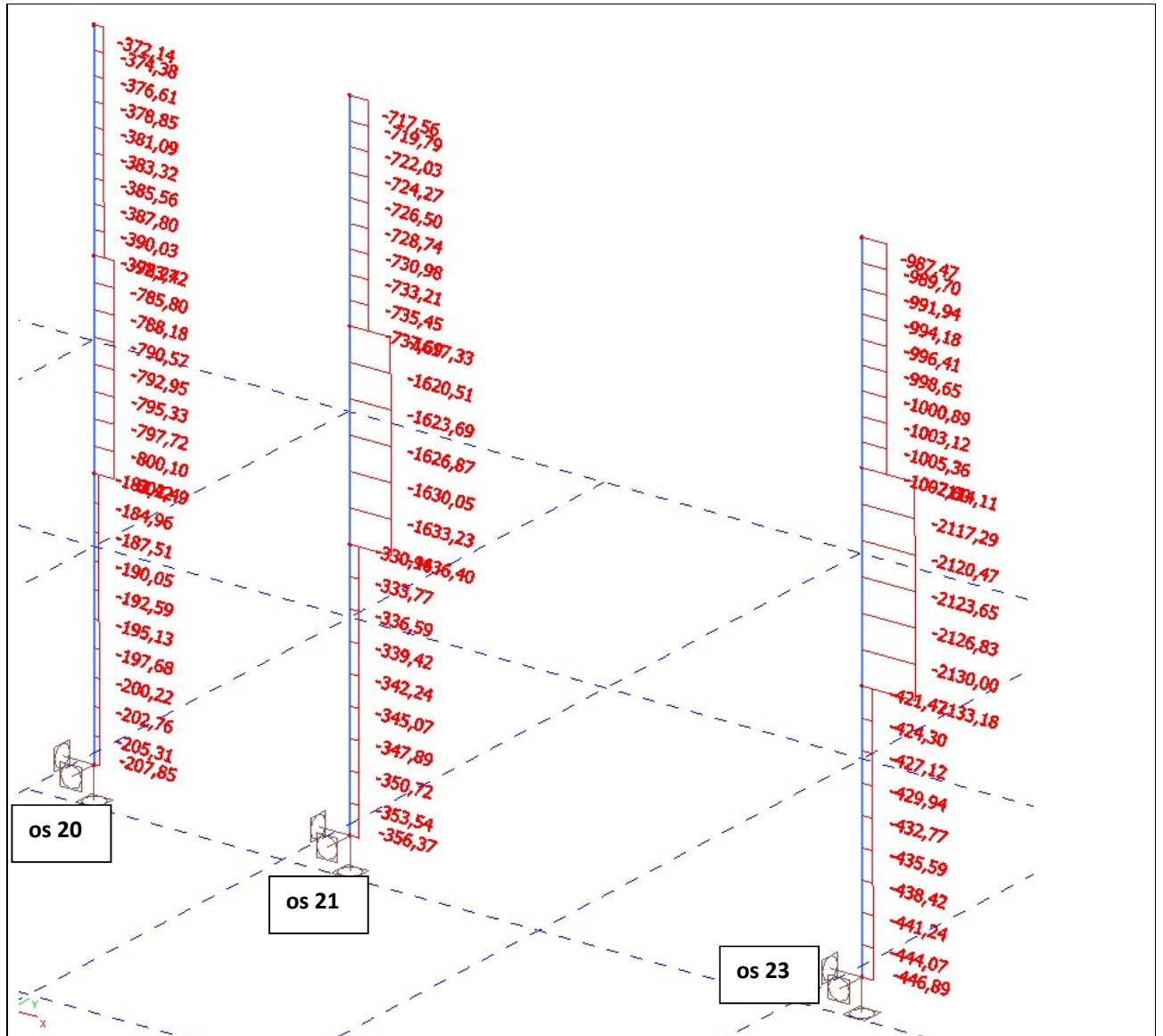


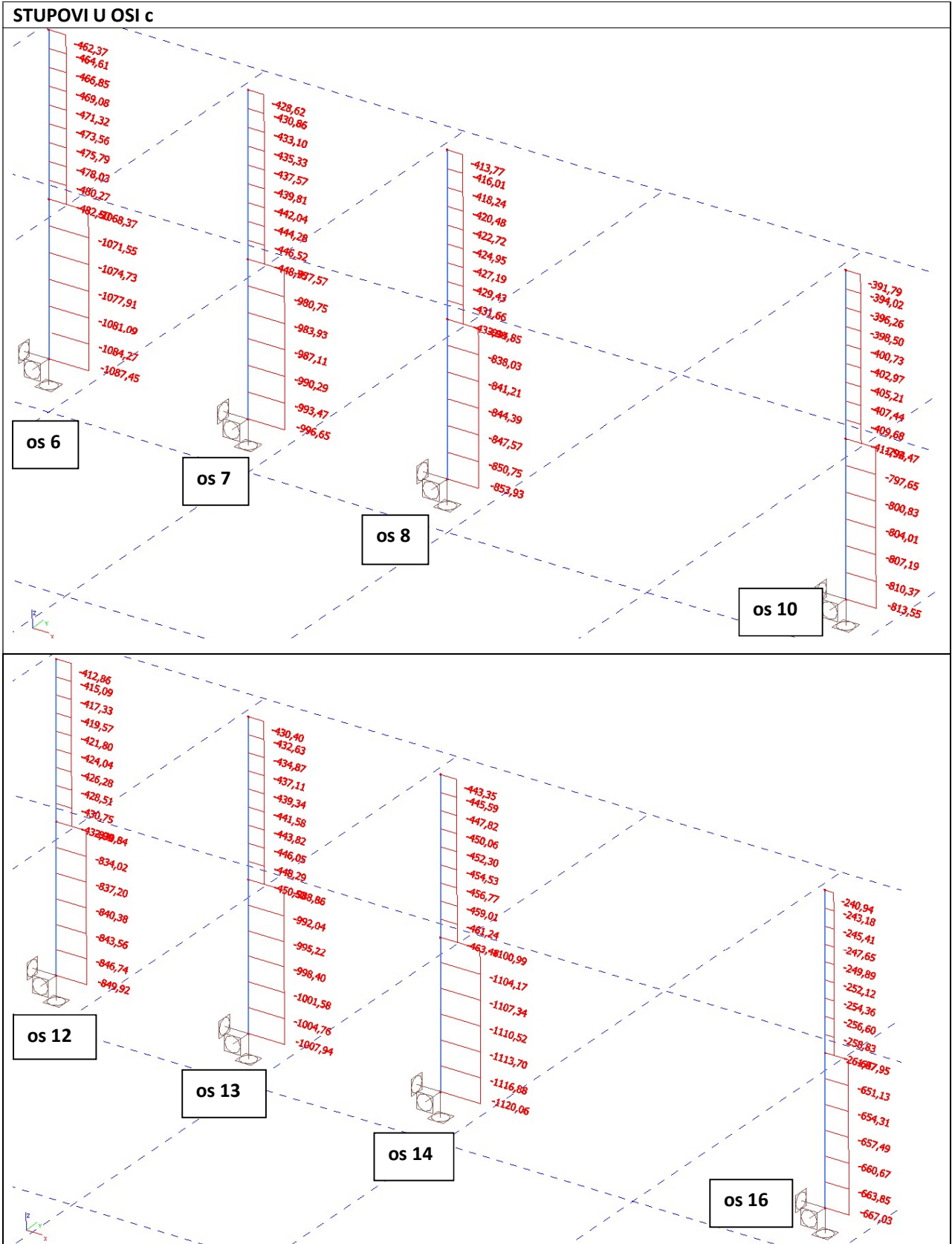


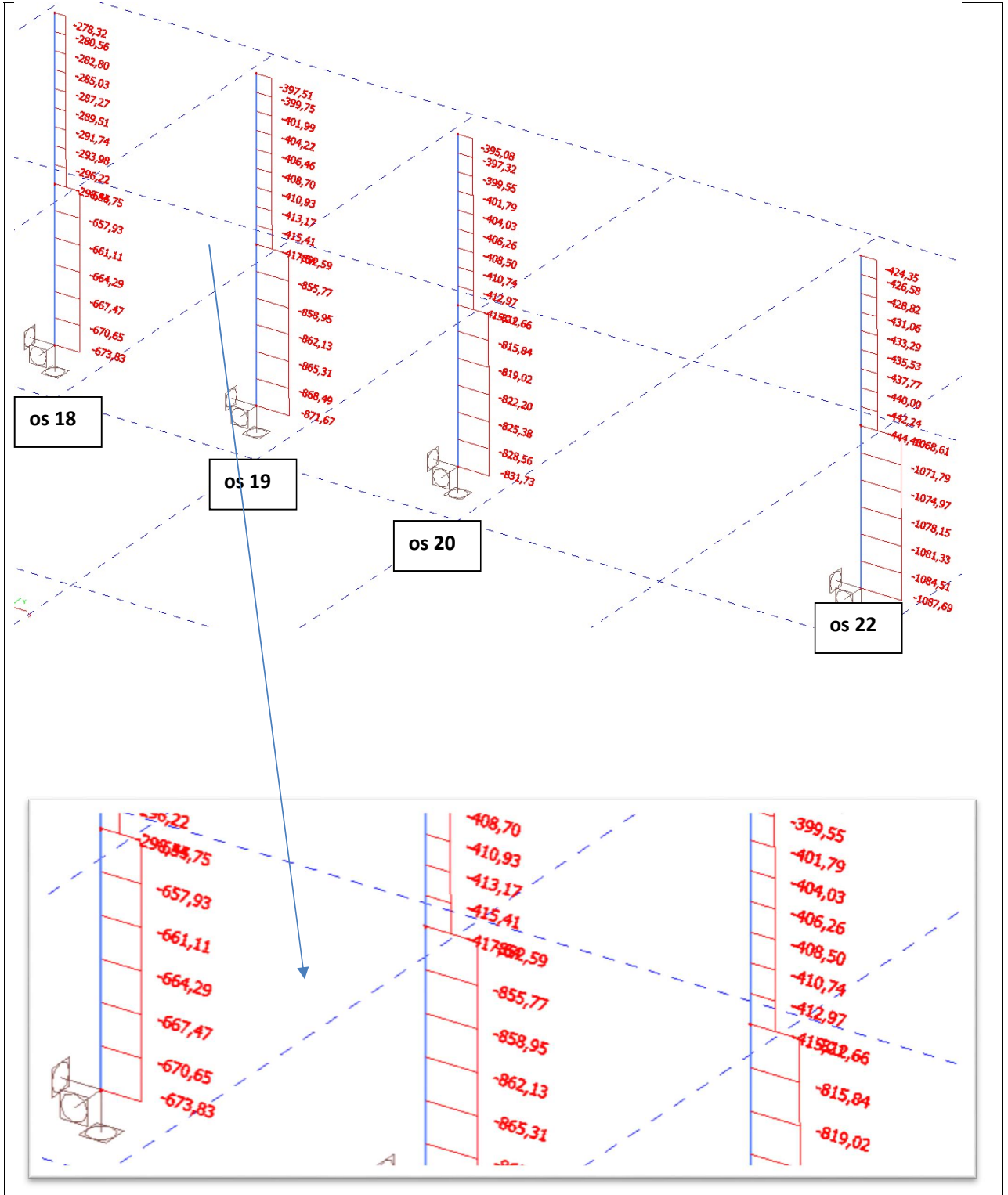
STUPOVI U OSI b

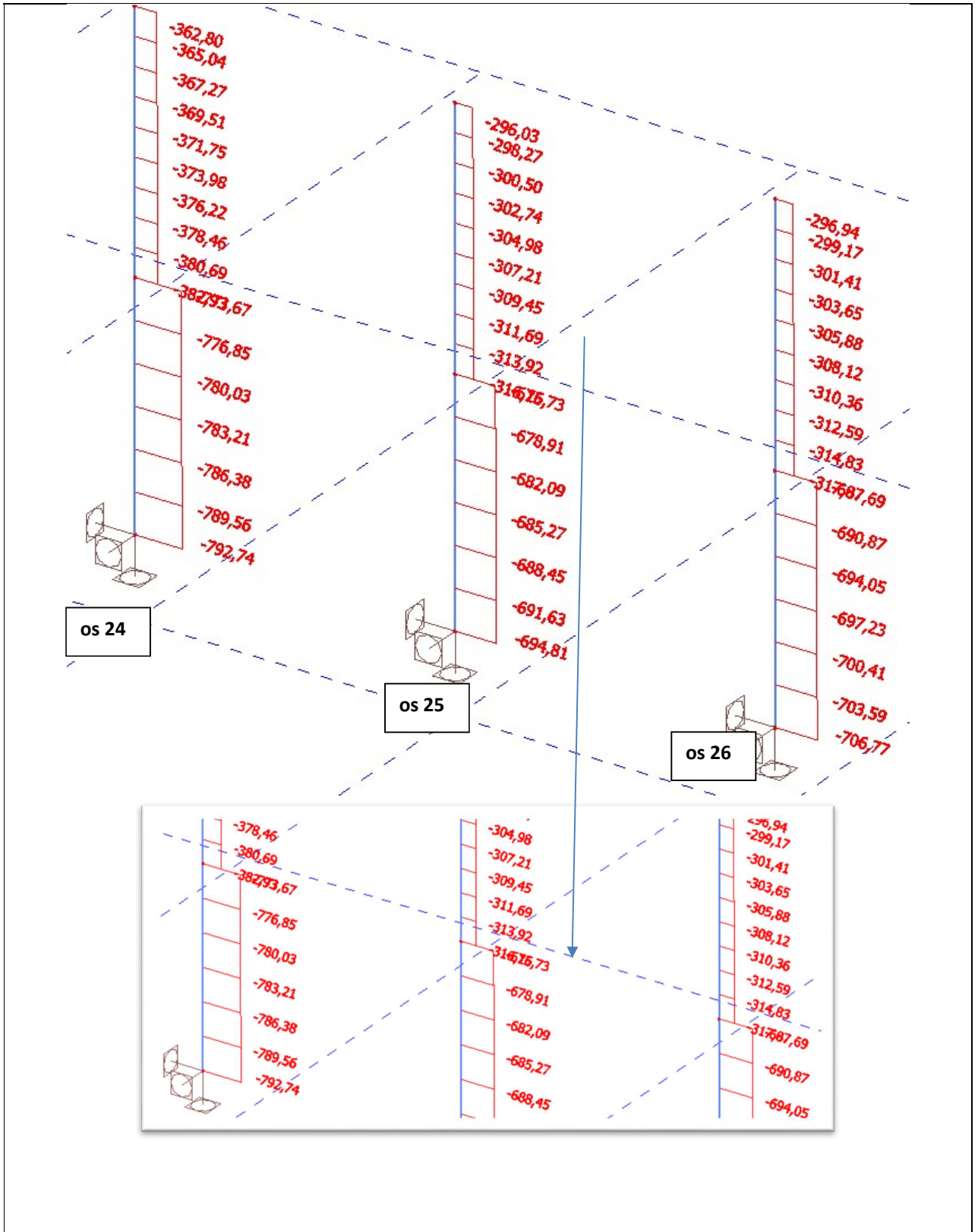


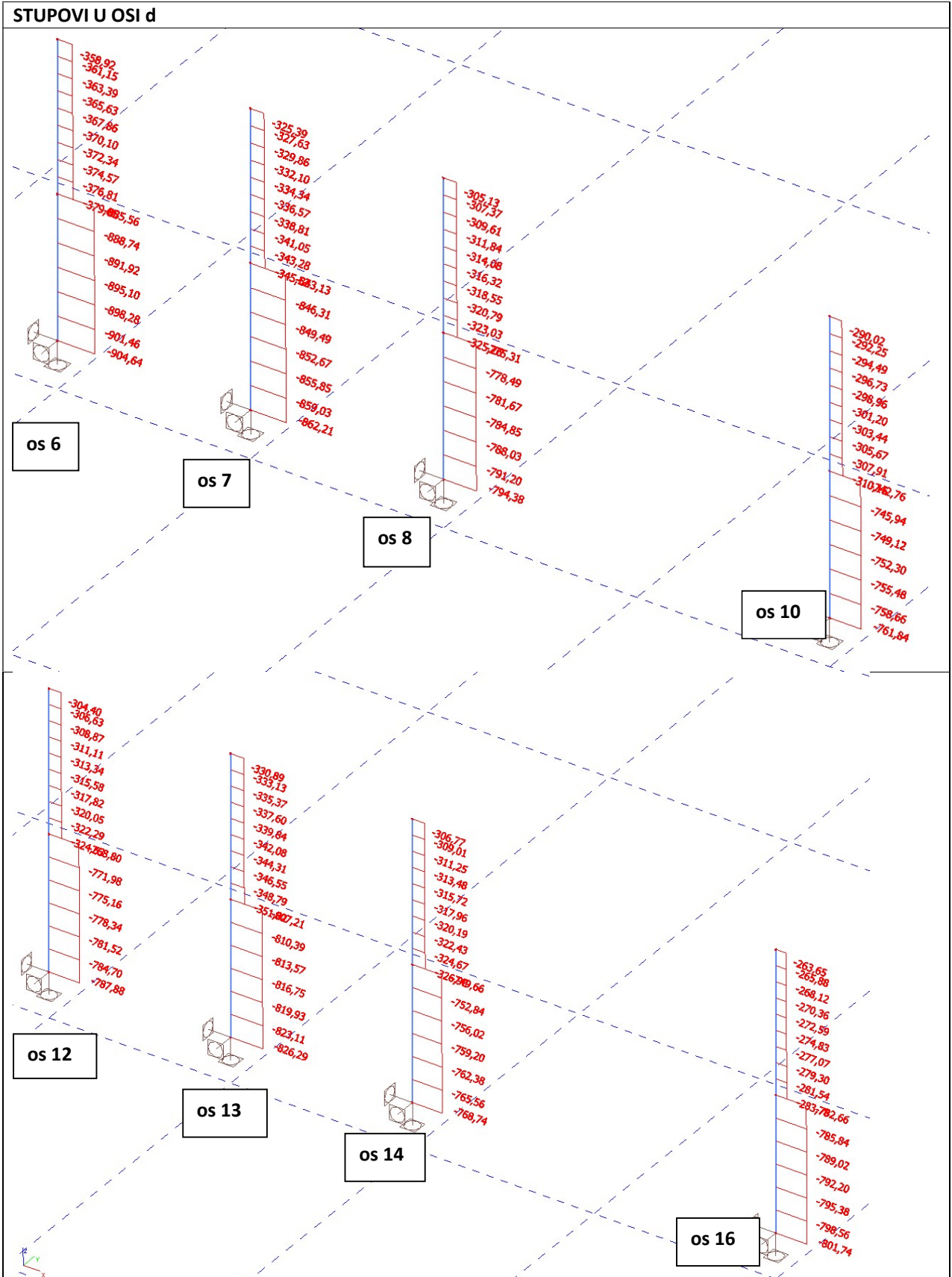


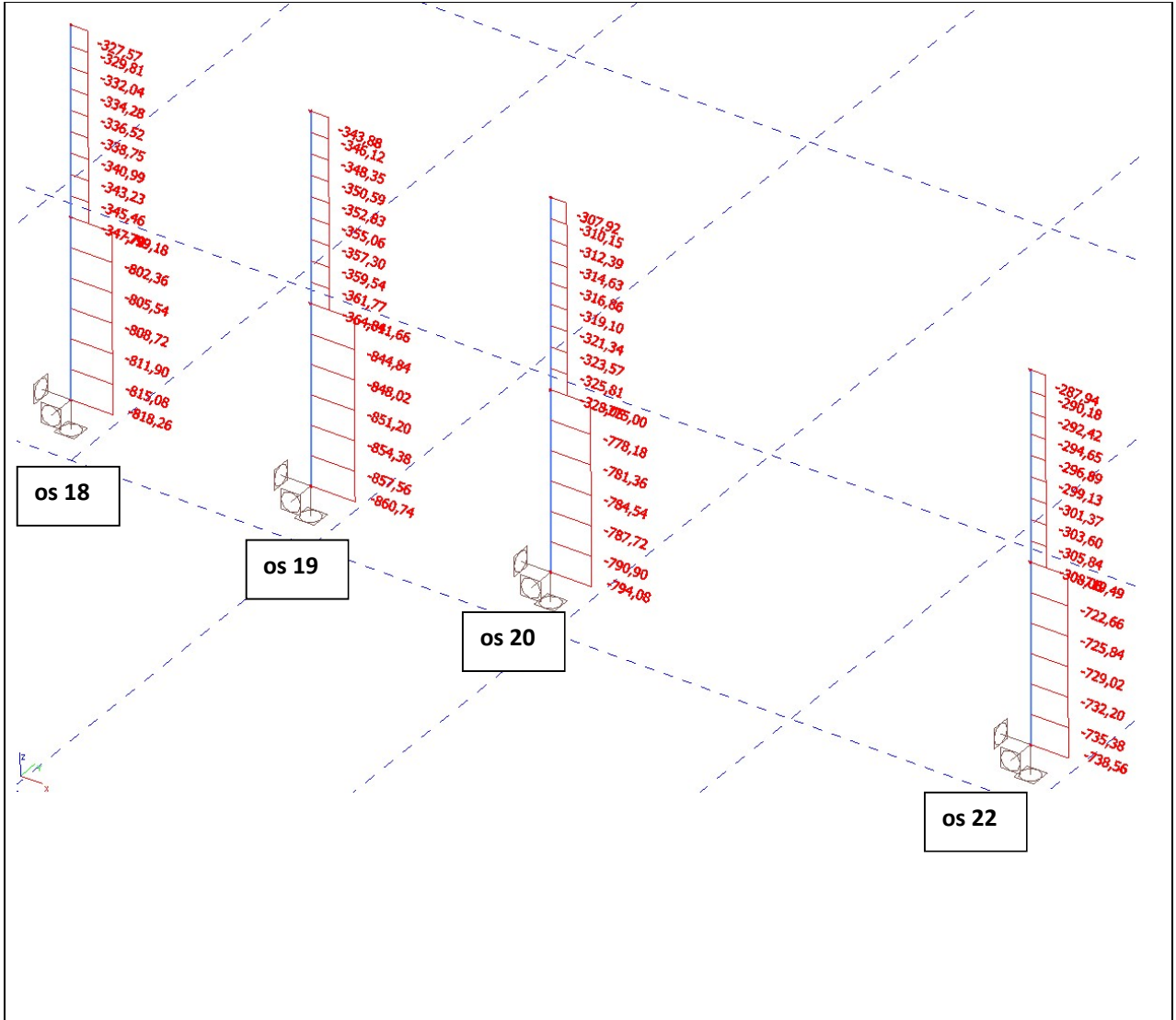


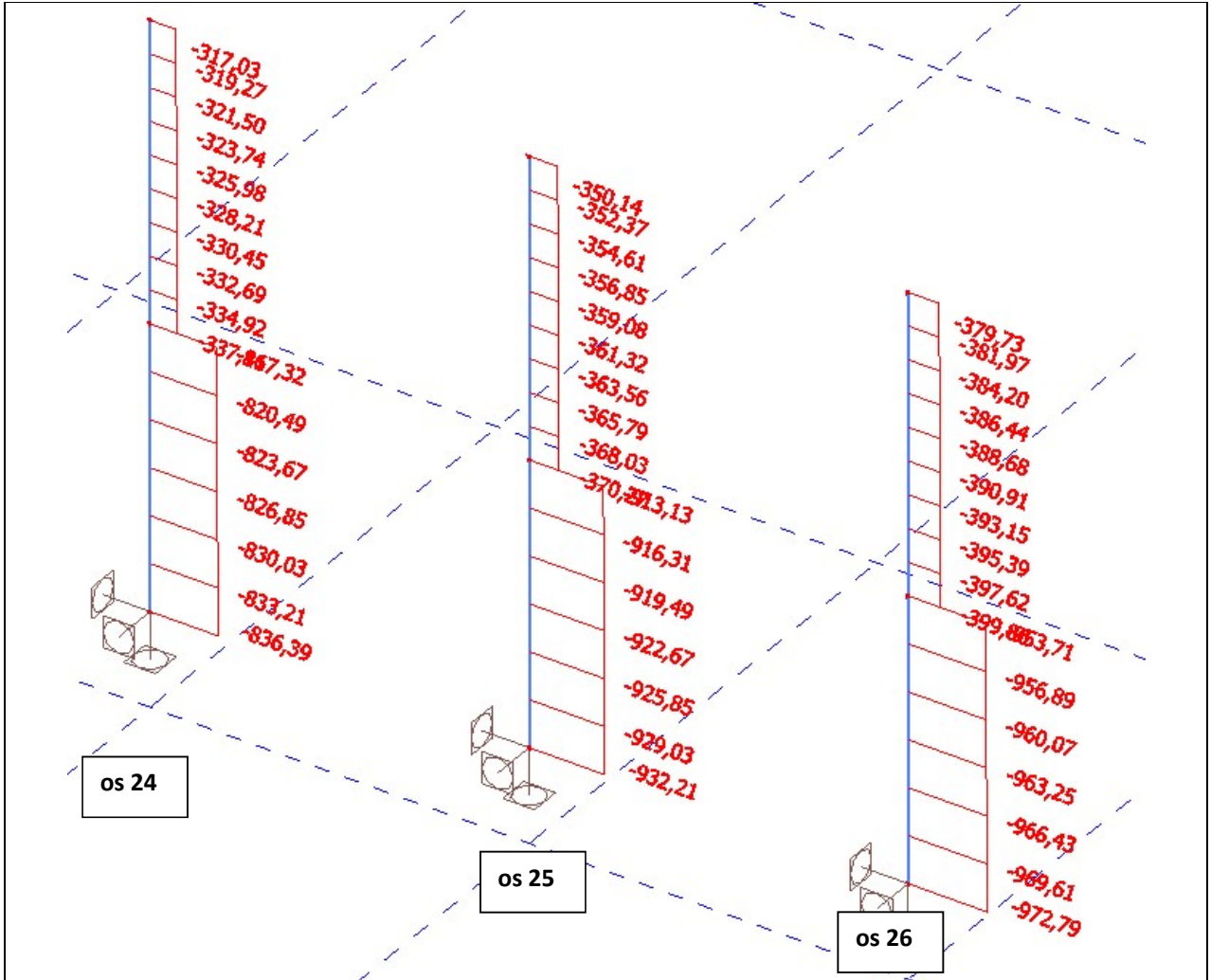






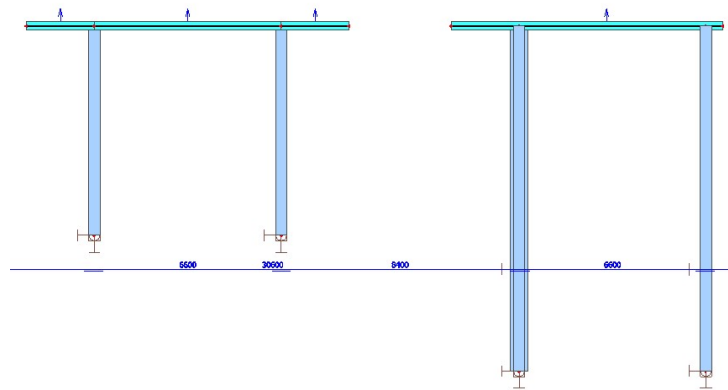
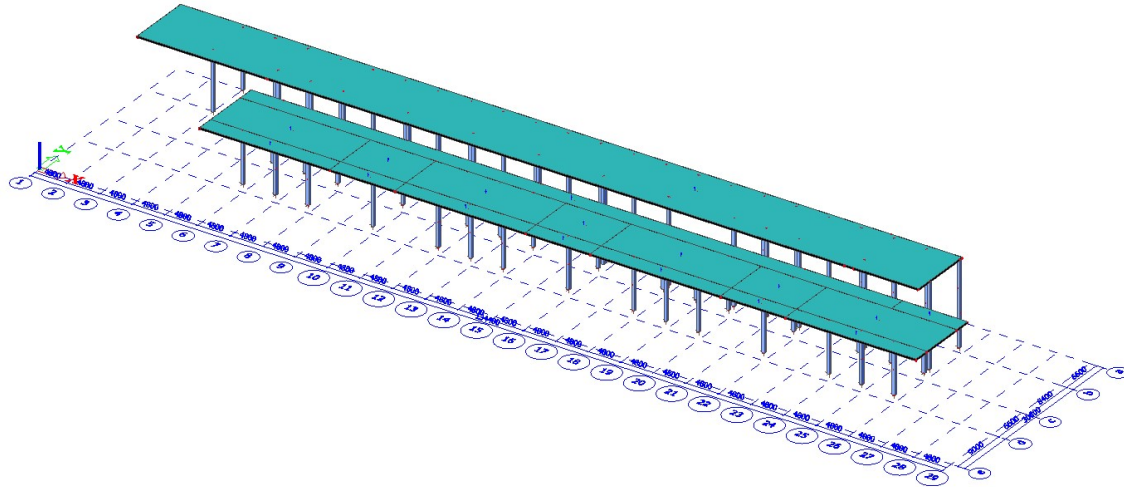






8.2 Provjera proboja stupova kroz krovnu ploču

Stropnu ploču kata je potrebno provjeriti na proboj za dva slučaja, rubnog i središnjeg stupa. Svi stupovi u osi a, te stup u križanju osi b/25 se nalaze na rubu ploče. Svi ostali stupovi se nalaze u sredini ploče, te se tako dimenzioniraju na proboj.



Prikaz modela (samo krovna ploča i stupovi)

8.2.1 Provjera proboja rubnih stupova

Maksimalna vrijednost sile koja se pojavljuje u rubnim stupovima je u stupu u križanju osi $a/3$. Iznos sile je 410 kN. Ostali stupovi se mogu svrstati u istu grupu rezultata, tj. uzdužna sila u stupovima je maksimalno 260 kN.

Provjera rubnih stupova na proboj krovne ploče (sila 260 kN)

Ulazni parametri:

$$h = 28 \text{ cm}$$

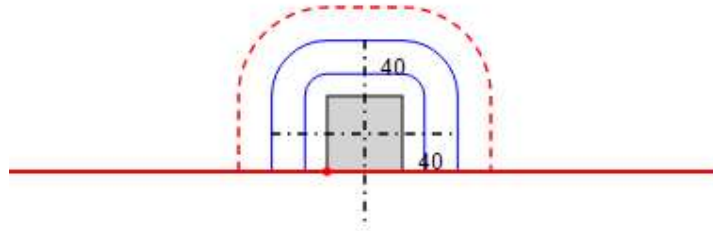
$$d = 23.5 \text{ cm}$$

$$b_x = 40 \text{ cm}$$

$$b_y = 40 \text{ cm}$$

$$\beta = 1.4$$

$$\rho_l = 0.94 \%$$



$$V_{Ed} = 260 \text{ kN}$$

B500B - razred armature

C30/37 - razred betona

$\gamma_C = 1.5$ - parcijalni faktor sigurnosti za beton

$\gamma_S = 1.15$ - parcijalni faktor sigurnosti za čeličnu armaturu

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 1 \cdot 30 / 1.5 = 20 \text{ N/mm}^2$$

$$v = 0.6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 0.6 \cdot (1 - 30 / 250) = 0.6 \cdot (1 - 0.12) = 0.6 \cdot 0.88 = 0.53$$

Najveća posmična probojna otpornost je ograničena na :

$$v_{Rd,max} = 0.4 \cdot v \cdot f_{cd} = 0.4 \cdot 0.53 \cdot 20 = 4.22 \text{ N/mm}^2$$

$$u_0 = b_x + 2 \cdot b_y = 40 + 2 \cdot 40 = 120 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot u_0) = 1.4 \cdot 260 / (23.5 \cdot 120) = 364 / 2820 = 0.129 \text{ kN/cm}^2$$

$$v_{Ed,0} = 0.129 \text{ kN/cm}^2 < v_{Rd,max} = 0.422 \text{ kN/cm}^2$$

$$r = 2 \cdot d = 2 \cdot 23.5 = 47 \text{ cm}$$

$$u_1 = b_x + 2 \cdot b_y + r \cdot \pi = 40 + 2 \cdot 40 + 47 \cdot \pi = 267.65 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,1} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot u_1) = 1.4 \cdot 260 / (23.5 \cdot 267.7) = 364 / 6289.9 = 0.058 \text{ kN/cm}^2$$

$$k = 1 + (200 / d)^{0.5} = 1 + (200 / 235)^{0.5} = 1 + 0.85^{0.5} = 1.92$$

$$k = 1.92$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_C = 0.18 / 1.5 = 0.12$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1.92^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0.035 \cdot 2.67 \cdot 5.5 = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} = 0.51 + 0.1 \cdot 0 = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp})$$

$$V_{Rd,c} = 0.12 \cdot 1.92 \cdot (100 \cdot 0.0094 \cdot 30)^{1/3} + 0.1 \cdot 0 = 0.12 \cdot 1.92 \cdot 3.04 + 0 = 0.7 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Rd,c} = 0.7 \text{ N/mm}^2 > (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Rd,c} = 0.7 \text{ N/mm}^2 > v_{Ed,1} = 0.58 \text{ N/mm}^2$$

Nije potrebna probojna armatura!

Provjera rubnog stupa na proboj krovne ploče (sila 410 kN)

Ulazni parametri:

$$h = 28 \text{ cm}$$

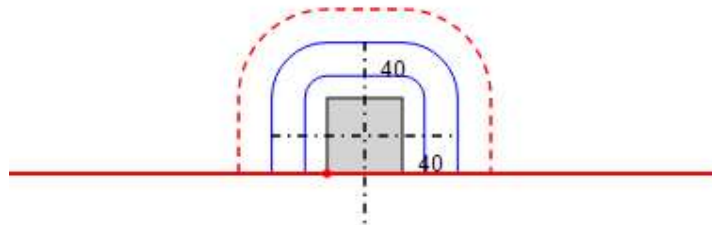
$$d = 23.5 \text{ cm}$$

$$b_x = 40 \text{ cm}$$

$$b_y = 40 \text{ cm}$$

$$\beta = 1.4$$

$$\rho_l = 0.94 \%$$



$$V_{Ed} = 410 \text{ kN}$$

B500B

- razred armature

C30/37

- razred betona

$$\gamma_c = 1.5$$

- parcijalni faktor sigurnosti za beton

$$\gamma_s = 1.15$$

- parcijalni faktor sigurnosti za čeličnu armaturu

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1 \cdot 30 / 1.5 = 20 \text{ N/mm}^2$$

$$v = 0.6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 0.6 \cdot (1 - 30 / 250) = 0.6 \cdot (1 - 0.12) = 0.6 \cdot 0.88 = 0.53$$

Najveća posmična probojna otpornost je ograničena na :

$$v_{Rd,max} = 0.4 \cdot v \cdot f_{cd} = 0.4 \cdot 0.53 \cdot 20 = 4.22 \text{ N/mm}^2$$

$$u_0 = b_x + 2 \cdot b_y = 40 + 2 \cdot 40 = 120 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot u_0) = 1.4 \cdot 410 / (23.5 \cdot 120) = 574 / 2820 = 0.204 \text{ kN/cm}^2$$

$$v_{Ed,0} = 0.204 \text{ kN/cm}^2 < v_{Rd,max} = 0.422 \text{ kN/cm}^2$$

$$r = 2 \cdot d = 2 \cdot 23.5 = 47 \text{ cm}$$

$$u_1 = b_x + 2 \cdot b_y + r \cdot \pi = 40 + 2 \cdot 40 + 47 \cdot \pi = 267.65 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,1} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot u_1) = 1.4 \cdot 410 / (23.5 \cdot 267.7) = 574 / 6289.9 = 0.091 \text{ kN/cm}^2$$

$$k = 1 + (200 / d)^{0.5} = 1 + (200 / 235)^{0.5} = 1 + 0.85^{0.5} = 1.92$$

$$k = 1.92$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.5 = 0.12$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1.92^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0.035 \cdot 2.67 \cdot 5.5 = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} = 0.51 + 0.1 \cdot 0 = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \geq (v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp})$$

$$v_{Rd,c} = 0.12 \cdot 1.92 \cdot (100 \cdot 0.0094 \cdot 30)^{1/3} + 0.1 \cdot 0 = 0.12 \cdot 1.92 \cdot 3.04 + 0 = 0.7 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = 0.7 \text{ N/mm}^2 > (v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = 0.7 \text{ N/mm}^2 < v_{Ed,1} = 0.91 \text{ N/mm}^2$$

Potrebna je probojna armatura!

PRORAČUN PROBOJNE ARMATURE

Proračunska čvrstoća probojne posmične armature :

$$f_{ywd} = f_{ywk} / \gamma_s = 50 / 1.15 = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

Efektivna proračunska čvrstoća probojne posmične armature :

$$f_{ywd,ef} = 25 + 0.25 \cdot d \leq f_{ywd}$$

$$f_{ywd,ef} = 25 + 0.25 \cdot 23.5 = 30.88 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{ywd,ef} = 30.88 \text{ kN/cm}^2$$

Kontrolni opseg za koji se više ne zahtijeva probojna armatura :

$$u_{out} = \beta \cdot v_{Ed} \cdot (d \cdot v_{Rd,c})$$

$$u_{out} = 1.4 \cdot 410 / (23.5 \cdot 0.07) = 347.8 \text{ cm}$$

Radius do u_{out} :

$$l_{out} = (u_{out} - u_0) / n \cdot \pi = (347.8 - 120) / 3.14 = 227.8 / 3.14 = 72.5 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,ki} = \beta \cdot v_{Ed} / (u_{ki} \cdot d)$$

Kontrolni opseg br. 1

$$l_{k1} = 0.5 \cdot 23.5 = 11.75 \text{ cm}$$

$$u_{k1} = b_x + 2 \cdot b_y + l_{k1} \cdot \pi = 40 + 2 \cdot 40 + 11.75 \cdot \pi = 156.91 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k1} = 1.4 \cdot 410 / (156.91 \cdot 23.5) = 574 / 3687.5 = 0.156 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k1} = (v_{Ed,k1} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k1} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k1} = (0.156 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (156.91 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$A_{sw,k1} = 6.15 \text{ cm}^2$$

Kontrolni opseg br. 2

$$l_{k2} = 0.5 \cdot 23.5 + 0.75 \cdot 23.5 \cdot 1 = 29.38 \text{ cm}$$

$$u_{k2} = b_x + 2 \cdot b_y + l_{k2} \cdot \pi = 40 + 2 \cdot 40 + 29.38 \cdot \pi = 212.28 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k2} = 1.4 \cdot 410 / (212.28 \cdot 23.5) = 574 / 4988.7 = 0.115 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k2} = (v_{Ed,k2} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k2} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k2} = (0.115 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (212.28 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$A_{sw,k2} = 5.04 \text{ cm}^2$$

Kontrolni opseg br. 3

$$l_{k3} = 0.5 \cdot 23.5 + 0.75 \cdot 23.5 \cdot 2 = 47 \text{ cm}$$

$$u_{k3} = b_x + 2 \cdot b_y + l_{k3} \cdot \pi = 40 + 2 \cdot 40 + 47 \cdot \pi = 267.65 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k3} = 1.4 \cdot 410 / (267.65 \cdot 23.5) = 574 / 6289.9 = 0.091 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k3} = (v_{Ed,k3} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k3} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k3} = (0.091 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (267.65 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$A_{sw,k3} = 3.93 \text{ cm}^2$$

DETALJI POSMIČNE PROBOJNE ARMATURE

Razmak posmičnih vilica u tangencijalnom smjeru :

$$s_{t,max} = 1.5 \cdot d = 1.5 \cdot 23.5 = 35.3 \text{ cm}$$

Razmak posmičnih vilica u radijalnom smjeru :

$$s_r = 0.75 \cdot d = 0.75 \cdot 23.5 = 17.6 \text{ cm}$$

Minimalna potrebna površina jedne posmične šipke :

$$A_{sw,min} = 0.08 \cdot (f_{ck})^{0.5} / f_{yk} \cdot (s_r \cdot s_t) / (1.5 \cdot \sin \alpha + \cos \alpha)$$

$$A_{sw,min} = 0.08 \cdot (30)^{0.5} / 500 \cdot (17.625 \cdot 35.25) / (1.5 \cdot \sin 90^\circ + \cos 90^\circ) = 0.36 \text{ cm}^2$$

8.2.2 Provjera proboja središnjih stupova

Analizom središnjih stupova zaključeno je da probojna armatura nije potrebna ukoliko je vrijednost sile manja od 650 kN. Dokaz slijedi u nastavku.

Ulazni parametri:

$$h = 28 \text{ cm}$$

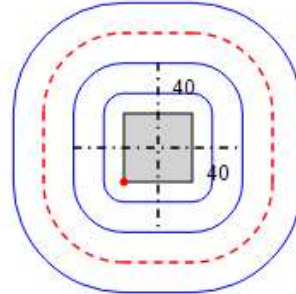
$$d = 23.5 \text{ cm}$$

$$b_x = 40 \text{ cm}$$

$$b_y = 40 \text{ cm}$$

$$\beta = 1.15$$

$$\rho_l = 0.94 \%$$



$$V_{Ed} = 650 \text{ kN}$$

$$B500B \quad - \text{ razred armature}$$

$$C30/37 \quad - \text{ razred betona}$$

$$\gamma_C = 1.5 \quad - \text{ parcijalni faktor sigurnosti za beton}$$

$$\gamma_S = 1.15 \quad - \text{ parcijalni faktor sigurnosti za čeličnu armaturu}$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 1 \cdot 30 / 1.5 = 20 \text{ N/mm}^2$$

$$v = 0.6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 0.6 \cdot (1 - 30 / 250) = 0.6 \cdot (1 - 0.12) = 0.6 \cdot 0.88 = 0.53$$

Najveća posmična probojna otpornost je ograničena na :

$$v_{Rd,max} = 0.4 \cdot v \cdot f_{cd} = 0.4 \cdot 0.53 \cdot 20 = 4.22 \text{ N/mm}^2$$

$$u_0 = 2 \cdot (b_x + b_y) = 2 \cdot (40 + 40) = 160 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot u_0) = 1.15 \cdot 650 / (23.5 \cdot 160) = 747.5 / 3760 = 0.199 \text{ kN/cm}^2$$

$$v_{Ed,0} = 0.199 \text{ kN/cm}^2 < v_{Rd,max} = 4.22 \text{ kN/cm}^2$$

$$r = 2 \cdot d = 2 \cdot 23.5 = 47 \text{ cm}$$

$$u_1 = 2 \cdot (b_x + b_y) + 2 \cdot r \cdot \pi = 2 \cdot (40 + 40) + 2 \cdot 47 \cdot \pi = 455.31 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,1} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot u_1) = 1.15 \cdot 650 / (23.5 \cdot 455.3) = 747.5 / 10699.8 = 0.07 \text{ kN/cm}^2$$

$$k = 1 + (200 / d)^{0.5} = 1 + (200 / 235)^{0.5} = 1 + 0.85^{0.5} = 1.92$$

$$k = 1.92$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_C = 0.18 / 1.5 = 0.12$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1.92^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0.035 \cdot 2.67 \cdot 5.5 = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} = 0.51 + 0.1 \cdot 0 = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp})$$

$$v_{Rd,c} = 0.12 \cdot 1.92 \cdot (100 \cdot 0.0094 \cdot 30)^{1/3} + 0.1 \cdot 0 = 0.12 \cdot 1.92 \cdot 3.04 + 0 = 0.7 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = 0.7 \text{ N/mm}^2 > (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = 0.7 \text{ N/mm}^2 > v_{Ed,1} = 0.7 \text{ N/mm}^2$$

Nije potrebna probojna armatura!

Probojnu armaturu u krovnoj ploči je potrebno ugraditi u stupove kod kojih je vrijednost uzdužne sile veća od 650 kN. U nastavku je dan proračun proboja za tri vrijednosti sile, 700 kN, 800 kN i 900 kN.

Vrijednosti veće od 650 kN se pojavljuju samo na stupovima u osi b, te je u krovnoj ploči u području tih stupova potrebno ugraditi probojnu armaturu, ovisno o vrijednosti uzdužne sile.

8.2.2.1 Provjera središnjeg stupa na proboj krovne ploče (sila od 650-700 kN)

Ulazni parametri:

$$h = 28 \text{ cm}$$

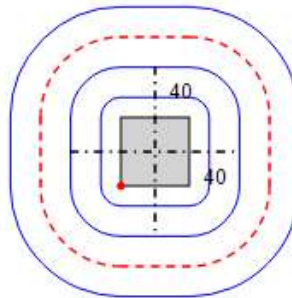
$$d = 23.5 \text{ cm}$$

$$b_x = 40 \text{ cm}$$

$$b_y = 40 \text{ cm}$$

$$\beta = 1.15$$

$$\rho_l = 0.94 \%$$



$V_{Ed} = 700 \text{ kN}$

B500B - razred armature

C30/37 - razred betona

$\gamma_c = 1.5$ - parcijalni faktor sigurnosti za beton

$\gamma_s = 1.15$ - parcijalni faktor sigurnosti za čeličnu armaturu

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1 \cdot 30 / 1.5 = 20 \text{ N/mm}^2$$

$$v = 0.6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 0.6 \cdot (1 - 30 / 250) = 0.6 \cdot (1 - 0.12) = 0.6 \cdot 0.88 = 0.53$$

Najveća posmična probojna otpornost je ograničena na :

$$v_{Rd,max} = 0.4 \cdot v \cdot f_{cd} = 0.4 \cdot 0.53 \cdot 20 = 4.22 \text{ N/mm}^2$$

$$u_0 = 2 \cdot (b_x + b_y) = 2 \cdot (40 + 40) = 160 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot u_0) = 1.15 \cdot 700 / (23.5 \cdot 160) = 805 / 3760 = 0.214 \text{ kN/cm}^2$$

$$v_{Ed,0} = 0.214 \text{ kN/cm}^2 < v_{Rd,max} = 0.422 \text{ kN/cm}^2$$

$$r = 2 \cdot d = 2 \cdot 23.5 = 47 \text{ cm}$$

$$u_1 = 2 \cdot (b_x + b_y) + 2 \cdot r \cdot \pi = 2 \cdot (40 + 40) + 2 \cdot 47 \cdot \pi = 455.31 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,1} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot u_1) = 1.15 \cdot 700 / (23.5 \cdot 455.3) = 805 / 10699.8 = 0.075 \text{ kN/cm}^2$$

$$k = 1 + (200 / d)^{0.5} = 1 + (200 / 235)^{0.5} = 1 + 0.85^{0.5} = 1.92$$

$$k = 1.92$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_C = 0.18 / 1.5 = 0.12$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1.92^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0.035 \cdot 2.67 \cdot 5.5 = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} = 0.51 + 0.1 \cdot 0 = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp})$$

$$v_{Rd,c} = 0.12 \cdot 1.92 \cdot (100 \cdot 0.0094 \cdot 30)^{1/3} + 0.1 \cdot 0 = 0.12 \cdot 1.92 \cdot 3.04 + 0 = 0.7 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = 0.7 \text{ N/mm}^2 > (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = 0.7 \text{ N/mm}^2 < v_{Ed,1} = 0.75 \text{ N/mm}^2$$

Potrebna je probojna armatura!

PRORAČUN PROBOJNE ARMATURE

Proračunska čvrstoća probojne posmične armature :

$$f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_S = 50 / 1.15 = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

Efektivna proračunska čvrstoća probojne posmične armature :

$$f_{ywd,ef} = 25 + 0.25 \cdot d \leq f_{yk}$$

$$f_{ywd,ef} = 25 + 0.25 \cdot 23.5 = 30.88 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{ywd,ef} = 30.88 \text{ kN/cm}^2$$

Kontrolni opseg za koji se više ne zahtijeva probojna armatura :

$$u_{out} = \beta \cdot V_{Ed} \cdot / (d \cdot v_{Rd,c})$$

$$u_{out} = 1.15 \cdot 700 / (23.5 \cdot 0.07) = 487.8 \text{ cm}$$

Radijus do u_{out} :

$$l_{out} = (u_{out} - u_0) / \pi = (487.8 - 160) / 6.28 = 327.8 / 6.28 = 52.2 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,ki} = \beta \cdot V_{Ed} / (u_{ki} \cdot d)$$

Kontrolni opseg br. 1

$$l_{k1} = 0.5 \cdot 23.5 = 11.75 \text{ cm}$$

$$u_{k1} = 2 \cdot (b_x + b_y) + 2 \cdot l_{k1} \cdot \pi = 2 \cdot (40 + 40) + 2 \cdot 11.75 \cdot \pi = 233.83 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k1} = 1.15 \cdot 700 / (233.83 \cdot 23.5) = 805 / 5494.9 = 0.146 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k1} = (v_{Ed,k1} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k1} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k1} = (0.146 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (233.83 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$A_{sw,k1} = 8.35 \text{ cm}^2$$

Kontrolni opseg br. 2

$$l_{k2} = 0.5 \cdot 23.5 + 0.75 \cdot 23.5 \cdot 1 = 29.38 \text{ cm}$$

$$u_{k2} = 2 \cdot (b_x + b_y) + 2 \cdot l_{k2} \cdot \pi = 2 \cdot (40 + 40) + 2 \cdot 29.38 \cdot \pi = 344.57 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k2} = 1.15 \cdot 700 / (344.57 \cdot 23.5) = 805 / 8097.4 = 0.099 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k2} = (v_{Ed,k2} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k2} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k2} = (0.099 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (344.57 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$A_{sw,k2} = \mathbf{6.13 \text{ cm}^2}$$

DETALJI POSMIČNE PROBOJNE ARMATURE

Razmak posmičnih vilica u tangencijalnom smjeru :

$$s_{t,max} = 1.5 \cdot d = 1.5 \cdot 23.5 = 35.3 \text{ cm}$$

Razmak posmičnih vilica u radijalnom smjeru :

$$s_r = 0.75 \cdot d = 0.75 \cdot 23.5 = 17.6 \text{ cm}$$

Minimalna potrebna površina jedne posmične šipke :

$$A_{sw,min} = 0.08 \cdot (f_{ck})^{0.5} / f_{yk} \cdot (s_r \cdot s_t) / (1.5 \cdot \sin \alpha + \cos \alpha)$$

$$A_{sw,min} = 0.08 \cdot (30)^{0.5} / 500 \cdot (17.625 \cdot 35.25) / (1.5 \cdot \sin 90^\circ + \cos 90^\circ) = 0.36 \text{ cm}^2$$

8.2.2.2 Provjera središnjeg stupa na proboj krovne ploče (sila 700-800 kN)

Ulazni parametri:

$$h = 28 \text{ cm}$$

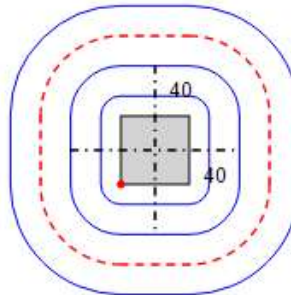
$$d = 23.5 \text{ cm}$$

$$b_x = 40 \text{ cm}$$

$$b_y = 40 \text{ cm}$$

$$\beta = 1.15$$

$$\rho_l = 0.94 \%$$



$$V_{Ed} = \mathbf{800 \text{ kN}}$$

B500B - razred armature

C30/37 - razred betona

$\gamma_c = 1.5$ - parcijalni faktor sigurnosti za beton

$\gamma_s = 1.15$ - parcijalni faktor sigurnosti za čeličnu armaturu

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1 \cdot 30 / 1.5 = 20 \text{ N/mm}^2$$

$$v = 0.6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 0.6 \cdot (1 - 30 / 250) = 0.6 \cdot (1 - 0.12) = 0.6 \cdot 0.88 = 0.53$$

Najveća posmična probojna otpornost je ograničena na :

$$v_{Rd,max} = 0.4 \cdot v \cdot f_{cd} = 0.4 \cdot 0.53 \cdot 20 = 4.22 \text{ N/mm}^2$$

$$u_0 = 2 \cdot (b_x + b_y) = 2 \cdot (40 + 40) = 160 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot u_0) = 1.15 \cdot 800 / (23.5 \cdot 160) = 920 / 3760 = 0.245 \text{ kN/cm}^2$$

$$v_{Ed,0} = 0.245 \text{ kN/cm}^2 < v_{Rd,max} = 0.422 \text{ kN/cm}^2$$

$$r = 2 \cdot d = 2 \cdot 23.5 = 47 \text{ cm}$$

$$u_1 = 2 \cdot (b_x + b_y) + 2 \cdot r \cdot \pi = 2 \cdot (40 + 40) + 2 \cdot 47 \cdot \pi = 455.31 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,1} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot u_1) = 1.15 \cdot 800 / (23.5 \cdot 455.3) = 920 / 10699.8 = 0.086 \text{ kN/cm}^2$$

$$k = 1 + (200 / d)^{0.5} = 1 + (200 / 235)^{0.5} = 1 + 0.85^{0.5} = 1.92$$

$$k = 1.92$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.5 = 0.12$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1.92^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0.035 \cdot 2.67 \cdot 5.5 = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} = 0.51 + 0.1 \cdot 0 = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp})$$

$$v_{Rd,c} = 0.12 \cdot 1.92 \cdot (100 \cdot 0.0094 \cdot 30)^{1/3} + 0.1 \cdot 0 = 0.12 \cdot 1.92 \cdot 3.04 + 0 = 0.7 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = 0.7 \text{ N/mm}^2 > (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = 0.7 \text{ N/mm}^2 < v_{Ed,1} = 0.86 \text{ N/mm}^2$$

Potrebna je probojna armatura!

PRORAČUN PROBOJNE ARMATURE

Proračunska čvrstoća probojne posmične armature :

$$f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_s = 50 / 1.15 = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

Efektivna proračunska čvrstoća probojne posmične armature :

$$f_{ywd,ef} = 25 + 0.25 \cdot d \leq f_{ywd}$$

$$f_{ywd,ef} = 25 + 0.25 \cdot 23.5 = 30.88 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{ywd,ef} = 30.88 \text{ kN/cm}^2$$

Kontrolni opseg za koji se više ne zahtijeva probojna armatura :

$$u_{out} = \beta \cdot V_{Ed} \cdot / (d \cdot v_{Rd,c})$$

$$u_{out} = 1.15 \cdot 800 / (23.5 \cdot 0.07) = 557.5 \text{ cm}$$

Radijus do u_{out} :

$$l_{out} = (u_{out} - u_0) / n \cdot \pi = (557.5 - 160) / 6.28 = 397.5 / 6.28 = 63.3 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,ki} = \beta \cdot V_{Ed} / (u_{ki} \cdot d)$$

Kontrolni opseg br. 1

$$l_{k1} = 0.5 \cdot 23.5 = 11.75 \text{ cm}$$

$$u_{k1} = 2 \cdot (b_x + b_y) + 2 \cdot l_{k1} \cdot \pi = 2 \cdot (40 + 40) + 2 \cdot 11.75 \cdot \pi = 233.83 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k1} = 1.15 \cdot 800 / (233.83 \cdot 23.5) = 920 / 5494.9 = 0.167 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k1} = (v_{Ed,k1} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k1} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k1} = (0.167 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (233.83 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$A_{sw,k1} = 10.21 \text{ cm}^2$$

Kontrolni opseg br. 2

$$l_{k2} = 0.5 \cdot 23.5 + 0.75 \cdot 23.5 \cdot 1 = 29.38 \text{ cm}$$

$$u_{k2} = 2 \cdot (b_x + b_y) + 2 \cdot l_{k2} \cdot \pi = 2 \cdot (40 + 40) + 2 \cdot 29.38 \cdot \pi = 344.57 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k2} = 1.15 \cdot 800 / (344.57 \cdot 23.5) = 920 / 8097.4 = 0.114 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k2} = (v_{Ed,k2} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k2} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k2} = (0.114 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (344.57 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$A_{sw,k2} = 7.99 \text{ cm}^2$$

DETALJI POSMIČNE PROBOJNE ARMATURE

Razmak posmičnih vilica u tangencijalnom smjeru :

$$s_{t,max} = 1.5 \cdot d = 1.5 \cdot 23.5 = 35.3 \text{ cm}$$

Razmak posmičnih vilica u radijalnom smjeru :

$$s_r = 0.75 \cdot d = 0.75 \cdot 23.5 = 17.6 \text{ cm}$$

Minimalna potrebna površina jedne posmične šipke :

$$A_{sw,min} = 0.08 \cdot (f_{ck})^{0.5} / f_{yk} \cdot (s_r \cdot s_t) / (1.5 \cdot \sin \alpha + \cos \alpha)$$

$$A_{sw,min} = 0.08 \cdot (30)^{0.5} / 500 \cdot (17.625 \cdot 35.25) / (1.5 \cdot \sin 90^\circ + \cos 90^\circ) = 0.36 \text{ cm}^2$$

8.2.2.3 Provjera središnjeg stupa na proboj krovne ploče (sila 800-900 kN)

Ulazni parametri:

$$h = 28 \text{ cm}$$

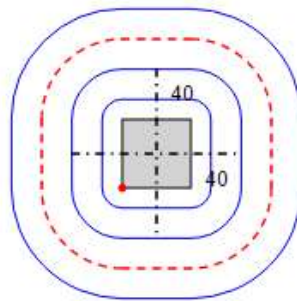
$$d = 23.5 \text{ cm}$$

$$b_x = 40 \text{ cm}$$

$$b_y = 40 \text{ cm}$$

$$\beta = 1.15$$

$$\rho_l = 0.94 \%$$



$$V_{Ed} = 900 \text{ kN}$$

B500B - razred armature

C30/37 - razred betona

$\gamma_c = 1.5$ - parcijalni faktor sigurnosti za beton

$\gamma_s = 1.15$ - parcijalni faktor sigurnosti za čeličnu armaturu

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1 \cdot 30 / 1.5 = 20 \text{ N/mm}^2$$

$$v = 0.6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 0.6 \cdot (1 - 30 / 250) = 0.6 \cdot (1 - 0.12) = 0.6 \cdot 0.88 = 0.53$$

Najveća posmična probojna otpornost je ograničena na :

$$v_{Rd,max} = 0.4 \cdot v \cdot f_{cd} = 0.4 \cdot 0.53 \cdot 20 = 4.22 \text{ N/mm}^2$$

$$u_0 = 2 \cdot (b_x + b_y) = 2 \cdot (40 + 40) = 160 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot u_0) = 1.15 \cdot 900 / (23.5 \cdot 160) = 1035 / 3760 = 0.275 \text{ kN/cm}^2$$

$$v_{Ed,0} = 0.275 \text{ kN/cm}^2 < v_{Rd,max} = 0.422 \text{ kN/cm}^2$$

$$r = 2 \cdot d = 2 \cdot 23.5 = 47 \text{ cm}$$

$$u_1 = 2 \cdot (b_x + b_y) + 2 \cdot r \cdot \pi = 2 \cdot (40 + 40) + 2 \cdot 47 \cdot \pi = 455.31 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,1} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot u_1) = 1.15 \cdot 900 / (23.5 \cdot 455.3) = 1035 / 10699.8 = 0.097 \text{ kN/cm}^2$$

$$k = 1 + (200 / d)^{0.5} = 1 + (200 / 235)^{0.5} = 1 + 0.85^{0.5} = 1.92$$

$$k = 1.92$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.5 = 0.12$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1.92^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0.035 \cdot 2.67 \cdot 5.5 = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} = 0.51 + 0.1 \cdot 0 = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp})$$

$$v_{Rd,c} = 0.12 \cdot 1.92 \cdot (100 \cdot 0.0094 \cdot 30)^{1/3} + 0.1 \cdot 0 = 0.12 \cdot 1.92 \cdot 3.04 + 0 = 0.7 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = 0.7 \text{ N/mm}^2 > (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = 0.7 \text{ N/mm}^2 < v_{Ed,1} = 0.97 \text{ N/mm}^2$$

Potrebna je probojna armatura!

PRORAČUN PROBOJNE ARMATURE

Proračunska čvrstoća probojne posmične armature :

$$f_{ywd} = f_{yw} / \gamma_s = 50 / 1.15 = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

Efektivna proračunska čvrstoća probojne posmične armature :

$$f_{ywd,ef} = 25 + 0.25 \cdot d \leq f_{ywd}$$

$$f_{ywd,ef} = 25 + 0.25 \cdot 23.5 = 30.88 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{ywd,ef} = 30.88 \text{ kN/cm}^2$$

Kontrolni opseg za koji se više ne zahtijeva probojna armatura :

$$u_{out} = \beta \cdot V_{Ed} \cdot / (d \cdot v_{Rd,c})$$

$$u_{out} = 1.15 \cdot 900 / (23.5 \cdot 0.07) = 627.2 \text{ cm}$$

Radius do u_{out} :

$$l_{out} = (u_{out} - u_0) / \pi \cdot r = (627.2 - 160) / 6.28 = 467.2 / 6.28 = 74.4 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,ki} = \beta \cdot V_{Ed} / (u_{ki} \cdot d)$$

Kontrolni opseg br. 1

$$l_{k1} = 0.5 \cdot 23.5 = 11.75 \text{ cm}$$

$$u_{k1} = 2 \cdot (b_x + b_y) + 2 \cdot l_{k1} \cdot \pi = 2 \cdot (40 + 40) + 2 \cdot 11.75 \cdot \pi = 233.83 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k1} = 1.15 \cdot 900 / (233.83 \cdot 23.5) = 1035 / 5494.9 = 0.188 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k1} = (v_{Ed,k1} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k1} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k1} = (0.188 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (233.83 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$\mathbf{A_{sw,k1} = 12.07 \text{ cm}^2}$$

Kontrolni opseg br. 2

$$l_{k2} = 0.5 \cdot 23.5 + 0.75 \cdot 23.5 \cdot 1 = 29.38 \text{ cm}$$

$$u_{k2} = 2 \cdot (b_x + b_y) + 2 \cdot l_{k2} \cdot \pi = 2 \cdot (40 + 40) + 2 \cdot 29.38 \cdot \pi = 344.57 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k2} = 1.15 \cdot 900 / (344.57 \cdot 23.5) = 1035 / 8097.4 = 0.128 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k2} = (v_{Ed,k2} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k2} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k2} = (0.128 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (344.57 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$\mathbf{A_{sw,k2} = 9.85 \text{ cm}^2}$$

Kontrolni opseg br. 3

$$l_{k3} = 0.5 \cdot 23.5 + 0.75 \cdot 23.5 \cdot 2 = 47 \text{ cm}$$

$$u_{k3} = 2 \cdot (b_x + b_y) + 2 \cdot l_{k3} \cdot \pi = 2 \cdot (40 + 40) + 2 \cdot 47 \cdot \pi = 455.31 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k3} = 1.15 \cdot 900 / (455.31 \cdot 23.5) = 1035 / 10699.8 = 0.097 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k3} = (v_{Ed,k3} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k3} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k3} = (0.097 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (455.31 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$\mathbf{A_{sw,k3} = 7.64 \text{ cm}^2}$$

DETALJI POSMIČNE PROBOJNE ARMATURE

Razmak posmičnih vilica u tangencijalnom smjeru :

$$s_{t,max} = 1.5 \cdot d = 1.5 \cdot 23.5 = 35.3 \text{ cm}$$

Razmak posmičnih vilica u radijalnom smjeru :

$$s_r = 0.75 \cdot d = 0.75 \cdot 23.5 = 17.6 \text{ cm}$$

Minimalna potrebna površina jedne posmične šipke :

$$A_{sw,min} = 0.08 \cdot (f_{ck})^{0.5} / f_{yk} \cdot (s_r \cdot s_t) / (1.5 \cdot \sin \alpha + \cos \alpha)$$

8.2.2.4 Provjera središnjih stupova na proboj stropne ploče prizemlja (sila 900-1000 kN)

Ulazni parametri:

$$h = 28 \text{ cm}$$

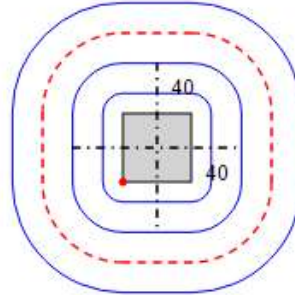
$$d = 23.5 \text{ cm}$$

$$b_x = 40 \text{ cm}$$

$$b_y = 40 \text{ cm}$$

$$\beta = 1.15$$

$$\rho_l = 0.94 \%$$



$$V_{Ed} = 1000 \text{ kN}$$

$$B500B \quad - \text{ razred armature}$$

$$C30/37 \quad - \text{ razred betona}$$

$$\gamma_c = 1.5 \quad - \text{ parcijalni faktor sigurnosti za beton}$$

$$\gamma_s = 1.15 \quad - \text{ parcijalni faktor sigurnosti za čeličnu armaturu}$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1 \cdot 30 / 1.5 = 20 \text{ N/mm}^2$$

$$v = 0.6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 0.6 \cdot (1 - 30 / 250) = 0.6 \cdot (1 - 0.12) = 0.6 \cdot 0.88 = 0.53$$

Najveća posmična probojna otpornost je ograničena na :

$$v_{Rd,max} = 0.4 \cdot v \cdot f_{cd} = 0.4 \cdot 0.53 \cdot 20 = 4.22 \text{ N/mm}^2$$

$$u_0 = 2 \cdot (b_x + b_y) = 2 \cdot (40 + 40) = 160 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot u_0) = 1.15 \cdot 1000 / (23.5 \cdot 160) = 1150 / 3760 = 0.306 \text{ kN/cm}^2$$

$$v_{Ed,0} = 0.306 \text{ kN/cm}^2 < v_{Rd,max} = 4.22 \text{ kN/cm}^2$$

$$r = 2 \cdot d = 2 \cdot 23.5 = 47 \text{ cm}$$

$$u_1 = 2 \cdot (b_x + b_y) + 2 \cdot r \cdot \pi = 2 \cdot (40 + 40) + 2 \cdot 47 \cdot \pi = 455.31 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,1} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot u_1) = 1.15 \cdot 1000 / (23.5 \cdot 455.3) = 1150 / 10699.8 = 0.107 \text{ kN/cm}^2$$

$$k = 1 + (200 / d)^{0.5} = 1 + (200 / 235)^{0.5} = 1 + 0.85^{0.5} = 1.92$$

$$k = 1.92$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.5 = 0.12$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1.92^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0.035 \cdot 2.67 \cdot 5.5 = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} = 0.51 + 0.1 \cdot 0 = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp})$$

$$v_{Rd,c} = 0.12 \cdot 1.92 \cdot (100 \cdot 0.0094 \cdot 30)^{1/3} + 0.1 \cdot 0 = 0.12 \cdot 1.92 \cdot 3.04 + 0 = 0.7 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = 0.7 \text{ N/mm}^2 > (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = 0.7 \text{ N/mm}^2 < v_{Ed,1} = 1.07 \text{ N/mm}^2$$

Potrebna je probojna armatura!

PRORAČUN PROBOJNE ARMATURE

Proračunska čvrstoća probojne posmične armature :

$$f_{ywd} = f_{ywk} / \gamma_s = 50 / 1.15 = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

Efektivna proračunska čvrstoća probojne posmične armature :

$$f_{ywd,ef} = 25 + 0.25 \cdot d \leq f_{ywd}$$

$$f_{ywd,ef} = 25 + 0.25 \cdot 23.5 = 30.88 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{ywd,ef} = \mathbf{30.88 \text{ kN/cm}^2}$$

Kontrolni opseg za koji se više ne zahtijeva probojna armatura :

$$u_{out} = \beta \cdot V_{Ed} \cdot / (d \cdot v_{Rd,c})$$

$$u_{out} = 1.15 \cdot 1000 / (23.5 \cdot 0.07) = 696.9 \text{ cm}$$

Radius do u_{out} :

$$l_{out} = (u_{out} - u_0) / n \cdot \pi = (696.9 - 160) / 6.28 = 536.9 / 6.28 = 85.4 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,ki} = \beta \cdot V_{Ed} / (u_{ki} \cdot d)$$

Kontrolni opseg br. 1

$$l_{k1} = 0.5 \cdot 23.5 = 11.75 \text{ cm}$$

$$u_{k1} = 2 \cdot (b_x + b_y) + 2 \cdot l_{k1} \cdot \pi = 2 \cdot (40 + 40) + 2 \cdot 11.75 \cdot \pi = 233.83 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k1} = 1.15 \cdot 1000 / (233.83 \cdot 23.5) = 1150 / 5494.9 = 0.209 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k1} = (v_{Ed,k1} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k1} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k1} = (0.209 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (233.83 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$A_{sw,k1} = \mathbf{13.94 \text{ cm}^2}$$

Kontrolni opseg br. 2

$$l_{k2} = 0.5 \cdot 23.5 + 0.75 \cdot 23.5 \cdot 1 = 29.38 \text{ cm}$$

$$u_{k2} = 2 \cdot (b_x + b_y) + 2 \cdot l_{k2} \cdot \pi = 2 \cdot (40 + 40) + 2 \cdot 29.38 \cdot \pi = 344.57 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k2} = 1.15 \cdot 1000 / (344.57 \cdot 23.5) = 1150 / 8097.4 = 0.142 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k2} = (v_{Ed,k2} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k2} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k2} = (0.142 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (344.57 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$A_{sw,k2} = \mathbf{11.72 \text{ cm}^2}$$

Kontrolni opseg br. 3

$$l_{k3} = 0.5 \cdot 23.5 + 0.75 \cdot 23.5 \cdot 2 = 47 \text{ cm}$$

$$u_{k3} = 2 \cdot (b_x + b_y) + 2 \cdot l_{k3} \cdot \pi = 2 \cdot (40 + 40) + 2 \cdot 47 \cdot \pi = 455.31 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k3} = 1.15 \cdot 1000 / (455.31 \cdot 23.5) = 1150 / 10699.8 = 0.107 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k3} = (v_{Ed,k3} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k3} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k3} = (0.107 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (455.31 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$A_{sw,k3} = 9.5 \text{ cm}^2$$

Kontrolni opseg br. 4

$$l_{k4} = 0.5 \cdot 23.5 + 0.75 \cdot 23.5 \cdot 3 = 64.63 \text{ cm}$$

$$u_{k4} = 2 \cdot (b_x + b_y) + 2 \cdot l_{k4} \cdot \pi = 2 \cdot (40 + 40) + 2 \cdot 64.63 \cdot \pi = 566.05 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k4} = 1.15 \cdot 1000 / (566.05 \cdot 23.5) = 1150 / 13302.2 = 0.086 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k4} = (v_{Ed,k4} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k4} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k4} = (0.086 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (566.05 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$A_{sw,k4} = 7.28 \text{ cm}^2$$

DETALJI POSMIČNE PROBOJNE ARMATURE

Razmak posmičnih vilica u tangencijalnom smjeru :

$$s_{t,max} = 1.5 \cdot d = 1.5 \cdot 23.5 = 35.3 \text{ cm}$$

Razmak posmičnih vilica u radijalnom smjeru :

$$s_r = 0.75 \cdot d = 0.75 \cdot 23.5 = 17.6 \text{ cm}$$

Minimalna potrebna površina jedne posmične šipke :

$$A_{sw,min} = 0.08 \cdot (f_{ck})^{0.5} / f_{yk} \cdot (s_r \cdot s_t) / (1.5 \cdot \sin \alpha + \cos \alpha)$$

$$A_{sw,min} = 0.08 \cdot (30)^{0.5} / 500 \cdot (17.625 \cdot 35.25) / (1.5 \cdot \sin 90^\circ + \cos 90^\circ) = 0.36 \text{ cm}^2$$

ZAKLJUČAK:

Probojnu armaturu je potrebno ugraditi u krovnoj ploči prema proračunu i prikazanim rezultatima u području sljedećih osi:

- Rubni stupovi: sila u iznosu od 430 kN – STUP u osi a/3 – sila od 410 kN; ostali rubni stupovi zadovoljavaju na provjeru proboja ploče
- Središnji stupovi:
 - sila u rasponu od 650-700 kN: STUPOVI u osima b/7 i b/17
 - sila u rasponu od 700-800 kN: STUPOVI u osima b/3 i b/21
 - sila u rasponu od 800-900 kN: STUPOVI u osima b/9, b/11 i b/13
 - sila u rasponu od 900-1000 kN: STUPOVI u osima b/15 i b/23

8.3 Provjera proboja stupova kroz stropnu ploču prizemlja

8.3.1 Provjera proboja rubnih stupova

Za proračun proboja stropne ploče prizemlja, rubnim stupovima se smatraju svi stupovi u osi a te stup u križanju osi b/27. Analizom rubnih stupova zaključeno je da probojna armatura nije potrebna ukoliko je vrijednost sile manja od 300 kN. Dokaz slijedi u nastavku.

Ulazni parametri:

$$h = 28 \text{ cm}$$

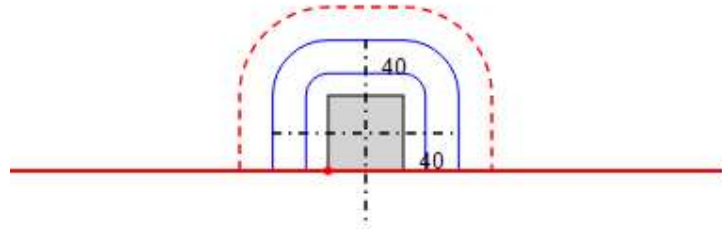
$$d = 23.5 \text{ cm}$$

$$b_x = 40 \text{ cm}$$

$$b_y = 40 \text{ cm}$$

$$\beta = 1.4$$

$$\rho_l = 0.94 \%$$



$$V_{Ed} = 300 \text{ kN}$$

B500B - razred armature

C30/37 - razred betona

$\gamma_c = 1.5$ - parcijalni faktor sigurnosti za beton

$\gamma_s = 1.15$ - parcijalni faktor sigurnosti za čeličnu armaturu

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1 \cdot 30 / 1.5 = 20 \text{ N/mm}^2$$

$$v = 0.6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 0.6 \cdot (1 - 30 / 250) = 0.6 \cdot (1 - 0.12) = 0.6 \cdot 0.88 = 0.53$$

Najveća posmična probojna otpornost je ograničena na :

$$v_{Rd,max} = 0.4 \cdot v \cdot f_{cd} = 0.4 \cdot 0.53 \cdot 20 = 4.22 \text{ N/mm}^2$$

$$u_0 = b_x + 2 \cdot b_y = 40 + 2 \cdot 40 = 120 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot u_0) = 1.4 \cdot 300 / (23.5 \cdot 120) = 420 / 2820 = 0.149 \text{ kN/cm}^2$$

$$v_{Ed,0} = 0.149 \text{ kN/cm}^2 < v_{Rd,max} = 0.422 \text{ kN/cm}^2$$

$$r = 2 \cdot d = 2 \cdot 23.5 = 47 \text{ cm}$$

$$u_1 = b_x + 2 \cdot b_y + r \cdot \pi = 40 + 2 \cdot 40 + 47 \cdot \pi = 267.65 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,1} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot u_1) = 1.4 \cdot 300 / (23.5 \cdot 267.7) = 420 / 6289.9 = 0.067 \text{ kN/cm}^2$$

$$k = 1 + (200 / d)^{0.5} = 1 + (200 / 235)^{0.5} = 1 + 0.85^{0.5} = 1.92$$

$$k = 1.92$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.5 = 0.12$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1.92^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0.035 \cdot 2.67 \cdot 5.5 = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} = 0.51 + 0.1 \cdot 0 = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp})$$

$$v_{Rd,c} = 0.12 \cdot 1.92 \cdot (100 \cdot 0.0094 \cdot 30)^{1/3} + 0.1 \cdot 0 = 0.12 \cdot 1.92 \cdot 3.04 + 0 = 0.7 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = 0.7 \text{ N/mm}^2 > (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = 0.7 \text{ N/mm}^2 > v_{Ed,1} = 0.67 \text{ N/mm}^2$$

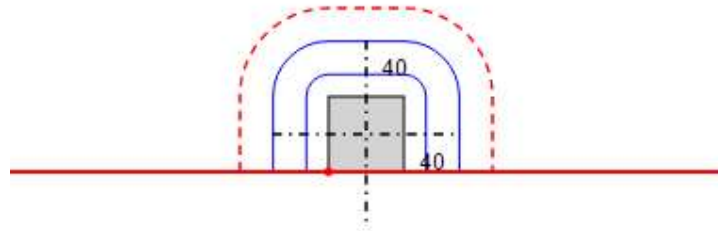
Nije potrebna probojna armatura!

Probojnu armaturu u stropnoj ploči prizemlja je potrebno ugraditi u rubne stupove kod kojih je vrijednost uzdužne sile veća od 300 kN. U nastavku je dan proračun proboja za dvije vrijednosti sile, 350 kN, 450 kN.

8.3.1.1 Provjera rubnih stupova na proboj stropne ploče prizemlja (sila od 300-350 kN)

Ulazni parametri:

- h = 28 cm
- d = 23.5 cm
- b_x = 40 cm
- b_y = 40 cm
- β = 1.4
- ρ_l = 0.94 %



V_{Ed} = 350 kN

- B500B - razred armature
- C30/37 - razred betona
- γ_c = 1.5 - parcijalni faktor sigurnosti za beton
- γ_s = 1.15 - parcijalni faktor sigurnosti za čeličnu armaturu

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1 \cdot 30 / 1.5 = 20 \text{ N/mm}^2$$

$$v = 0.6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 0.6 \cdot (1 - 30 / 250) = 0.6 \cdot (1 - 0.12) = 0.6 \cdot 0.88 = 0.53$$

Najveća posmična probojna otpornost je ograničena na :

$$v_{Rd,max} = 0.4 \cdot v \cdot f_{cd} = 0.4 \cdot 0.53 \cdot 20 = 4.22 \text{ N/mm}^2$$

$$u_0 = b_x + 2 \cdot b_y = 40 + 2 \cdot 40 = 120 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot u_0) = 1.4 \cdot 350 / (23.5 \cdot 120) = 490 / 2820 = 0.174 \text{ kN/cm}^2$$

$$v_{Ed,0} = 0.174 \text{ kN/cm}^2 < v_{Rd,max} = 0.422 \text{ kN/cm}^2$$

$$r = 2 \cdot d = 2 \cdot 23.5 = 47 \text{ cm}$$

$$u_1 = b_x + 2 \cdot b_y + r \cdot \pi = 40 + 2 \cdot 40 + 47 \cdot \pi = 267.65 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,1} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot u_1) = 1.4 \cdot 350 / (23.5 \cdot 267.7) = 490 / 6289.9 = 0.078 \text{ kN/cm}^2$$

$$k = 1 + (200 / d)^{0.5} = 1 + (200 / 235)^{0.5} = 1 + 0.85^{0.5} = 1.92$$

$$k = 1.92$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_C = 0.18 / 1.5 = 0.12$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1.92^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0.035 \cdot 2.67 \cdot 5.5 = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} = 0.51 + 0.1 \cdot 0 = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp})$$

$$V_{Rd,c} = 0.12 \cdot 1.92 \cdot (100 \cdot 0.0094 \cdot 30)^{1/3} + 0.1 \cdot 0 = 0.12 \cdot 1.92 \cdot 3.04 + 0 = 0.7 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Rd,c} = 0.7 \text{ N/mm}^2 > (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Rd,c} = 0.7 \text{ N/mm}^2 < v_{Ed,1} = 0.78 \text{ N/mm}^2$$

Potrebna je probojna armatura!

PRORAČUN PROBOJNE ARMATURE

Proračunska čvrstoća probojne posmične armature :

$$f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_S = 50 / 1.15 = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

Efektivna proračunska čvrstoća probojne posmične armature :

$$f_{ywd,ef} = 25 + 0.25 \cdot d \leq f_{ywd}$$

$$f_{ywd,ef} = 25 + 0.25 \cdot 23.5 = 30.88 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{ywd,ef} = 30.88 \text{ kN/cm}^2$$

Kontrolni opseg za koji se više ne zahtijeva probojna armatura :

$$u_{out} = \beta \cdot V_{Ed} \cdot / (d \cdot v_{Rd,c})$$

$$u_{out} = 1.4 \cdot 350 / (23.5 \cdot 0.07) = 296.9 \text{ cm}$$

Radius do u_{out} :

$$l_{out} = (u_{out} - u_0) / n \cdot \pi = (296.9 - 120) / 3.14 = 176.9 / 3.14 = 56.3 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,ki} = \beta \cdot V_{Ed} / (u_{ki} \cdot d)$$

Kontrolni opseg br. 1

$$l_{k1} = 0.5 \cdot 23.5 = 11.75 \text{ cm}$$

$$u_{k1} = b_x + 2 \cdot b_y + l_{k1} \cdot \pi = 40 + 2 \cdot 40 + 11.75 \cdot \pi = 156.91 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k1} = 1.4 \cdot 350 / (156.91 \cdot 23.5) = 490 / 3687.5 = 0.133 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k1} = (v_{Ed,k1} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k1} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k1} = (0.133 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (156.91 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$A_{sw,k1} = 4.79 \text{ cm}^2$$

Kontrolni opseg br. 2

$$l_{k2} = 0.5 \cdot 23.5 + 0.75 \cdot 23.5 \cdot 1 = 29.38 \text{ cm}$$

$$u_{k2} = b_x + 2 \cdot b_y + l_{k2} \cdot \pi = 40 + 2 \cdot 40 + 29.38 \cdot \pi = 212.28 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k2} = 1.4 \cdot 350 / (212.28 \cdot 23.5) = 490 / 4988.7 = 0.098 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k2} = (v_{Ed,k2} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k2} \cdot d) \cdot \sin\alpha)$$

$$A_{sw,k2} = (0.098 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (212.28 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$A_{sw,k2} = 3.68 \text{ cm}^2$$

DETALJI POSMIČNE PROBOJNE ARMATURE

Razmak posmičnih vilica u tangencijalnom smjeru :

$$s_{t,max} = 1.5 \cdot d = 1.5 \cdot 23.5 = 35.3 \text{ cm}$$

Razmak posmičnih vilica u radijalnom smjeru :

$$s_r = 0.75 \cdot d = 0.75 \cdot 23.5 = 17.6 \text{ cm}$$

Minimalna potrebna površina jedne posmične šipke :

$$A_{sw,min} = 0.08 \cdot (f_{ck})^{0.5} / f_{yk} \cdot (s_r \cdot s_t) / (1.5 \cdot \sin\alpha + \cos\alpha)$$

$$A_{sw,min} = 0.08 \cdot (30)^{0.5} / 500 \cdot (17.625 \cdot 35.25) / (1.5 \cdot \sin 90^\circ + \cos 90^\circ) = 0.36 \text{ cm}^2$$

8.3.1.2 Provjera rubnih stupova na proboj stropne ploče prizemlja (sila od 350-450 kN)

Ulazni parametri:

$$h = 28 \text{ cm}$$

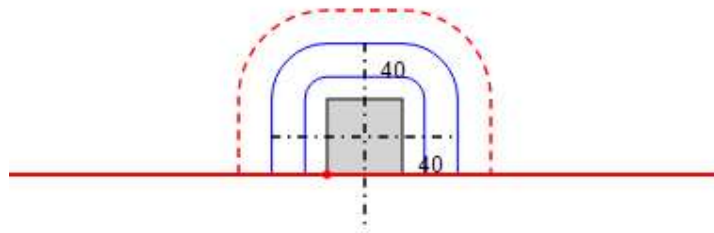
$$d = 23.5 \text{ cm}$$

$$b_x = 40 \text{ cm}$$

$$b_y = 40 \text{ cm}$$

$$\beta = 1.4$$

$$\rho_l = 0.94 \%$$



$$V_{Ed} = 450 \text{ kN}$$

B500B - razred armature

C30/37 - razred betona

$\gamma_c = 1.5$ - parcijalni faktor sigurnosti za beton

$\gamma_s = 1.15$ - parcijalni faktor sigurnosti za čeličnu armaturu

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1 \cdot 30 / 1.5 = 20 \text{ N/mm}^2$$

$$v = 0.6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 0.6 \cdot (1 - 30 / 250) = 0.6 \cdot (1 - 0.12) = 0.6 \cdot 0.88 = 0.53$$

Najveća posmična probojna otpornost je ograničena na :

$$v_{Rd,max} = 0.4 \cdot v \cdot f_{cd} = 0.4 \cdot 0.53 \cdot 20 = 4.22 \text{ N/mm}^2$$

$$u_0 = b_x + 2 \cdot b_y = 40 + 2 \cdot 40 = 120 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot u_0) = 1.4 \cdot 450 / (23.5 \cdot 120) = 630 / 2820 = 0.223 \text{ kN/cm}^2$$

$$v_{Ed,0} = 0.223 \text{ kN/cm}^2 < v_{Rd,max} = 4.22 \text{ kN/cm}^2$$

$$r = 2 \cdot d = 2 \cdot 23.5 = 47 \text{ cm}$$

$$u_1 = b_x + 2 \cdot b_y + r \cdot \pi = 40 + 2 \cdot 40 + 47 \cdot \pi = 267.65 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,1} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot u_1) = 1.4 \cdot 450 / (23.5 \cdot 267.7) = 630 / 6289.9 = 0.1 \text{ kN/cm}^2$$

$$k = 1 + (200 / d)^{0.5} = 1 + (200 / 235)^{0.5} = 1 + 0.85^{0.5} = 1.92$$

$$k = 1.92$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_C = 0.18 / 1.5 = 0.12$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1.92^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0.035 \cdot 2.67 \cdot 5.5 = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} = 0.51 + 0.1 \cdot 0 = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp})$$

$$v_{Rd,c} = 0.12 \cdot 1.92 \cdot (100 \cdot 0.0094 \cdot 30)^{1/3} + 0.1 \cdot 0 = 0.12 \cdot 1.92 \cdot 3.04 + 0 = 0.7 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = 0.7 \text{ N/mm}^2 > (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = 0.7 \text{ N/mm}^2 < v_{Ed,1} = 1 \text{ N/mm}^2$$

Potrebna je probojna armatura!

PRORAČUN PROBOJNE ARMATURE

Proračunska čvrstoća probojne posmične armature :

$$f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_s = 50 / 1.15 = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

Efektivna proračunska čvrstoća probojne posmične armature :

$$f_{ywd,ef} = 25 + 0.25 \cdot d \leq f_{ywd}$$

$$f_{ywd,ef} = 25 + 0.25 \cdot 23.5 = 30.88 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{ywd,ef} = 30.88 \text{ kN/cm}^2$$

Kontrolni opseg za koji se više ne zahtijeva probojna armatura :

$$u_{out} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot v_{Rd,c})$$

$$u_{out} = 1.4 \cdot 450 / (23.5 \cdot 0.07) = 381.8 \text{ cm}$$

Radius do u_{out} :

$$l_{out} = (u_{out} - u_0) / n \cdot \pi = (381.8 - 120) / 3.14 = 261.8 / 3.14 = 83.3 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,ki} = \beta \cdot V_{Ed} / (u_{k,i} \cdot d)$$

Kontrolni opseg br. 1

$$l_{k1} = 0.5 \cdot 23.5 = 11.75 \text{ cm}$$

$$u_{k1} = b_x + 2 \cdot b_y + l_{k1} \cdot \pi = 40 + 2 \cdot 40 + 11.75 \cdot \pi = 156.91 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k1} = 1.4 \cdot 450 / (156.91 \cdot 23.5) = 630 / 3687.5 = 0.171 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k1} = (v_{Ed,k1} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k1} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k1} = (0.171 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (156.91 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$A_{sw,k1} = 7.06 \text{ cm}^2$$

Kontrolni opseg br. 2

$$l_{k2} = 0.5 \cdot 23.5 + 0.75 \cdot 23.5 \cdot 1 = 29.38 \text{ cm}$$

$$u_{k2} = b_x + 2 \cdot b_y + l_{k2} \cdot \pi = 40 + 2 \cdot 40 + 29.38 \cdot \pi = 212.28 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k2} = 1.4 \cdot 450 / (212.28 \cdot 23.5) = 630 / 4988.7 = 0.126 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k2} = (v_{Ed,k2} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k2} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k2} = (0.126 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (212.28 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$A_{sw,k2} = 5.95 \text{ cm}^2$$

Kontrolni opseg br. 3

$$l_{k3} = 0.5 \cdot 23.5 + 0.75 \cdot 23.5 \cdot 2 = 47 \text{ cm}$$

$$u_{k3} = b_x + 2 \cdot b_y + l_{k3} \cdot \pi = 40 + 2 \cdot 40 + 47 \cdot \pi = 267.65 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k3} = 1.4 \cdot 450 / (267.65 \cdot 23.5) = 630 / 6289.9 = 0.100 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k3} = (v_{Ed,k3} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k3} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k3} = (0.100 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (267.65 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$A_{sw,k3} = 4.84 \text{ cm}^2$$

Kontrolni opseg br. 4

$$l_{k4} = 0.5 \cdot 23.5 + 0.75 \cdot 23.5 \cdot 3 = 64.63 \text{ cm}$$

$$u_{k4} = b_x + 2 \cdot b_y + l_{k4} \cdot \pi = 40 + 2 \cdot 40 + 64.63 \cdot \pi = 323.03 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k4} = 1.4 \cdot 450 / (323.03 \cdot 23.5) = 630 / 7591.1 = 0.083 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k4} = (v_{Ed,k4} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k4} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k4} = (0.083 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (323.03 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$A_{sw,k4} = 3.73 \text{ cm}^2$$

DETALJI POSMIČNE PROBOJNE ARMATURE

Razmak posmičnih vilica u tangencijalnom smjeru :

$$s_{t,max} = 1.5 \cdot d = 1.5 \cdot 23.5 = 35.3 \text{ cm}$$

Razmak posmičnih vilica u radijalnom smjeru :

$$s_r = 0.75 \cdot d = 0.75 \cdot 23.5 = 17.6 \text{ cm}$$

Minimalna potrebna površina jedne posmične šipke :

$$A_{sw,min} = 0.08 \cdot (f_{ck})^{0.5} / f_{yk} \cdot (s_r \cdot s_t) / (1.5 \cdot \sin \alpha + \cos \alpha)$$

$$A_{sw,min} = 0.08 \cdot (30)^{0.5} / 500 \cdot (17.625 \cdot 35.25) / (1.5 \cdot \sin 90^\circ + \cos 90^\circ) = 0.36 \text{ cm}^2$$

8.3.2 Provjera proboja središnjih stupova

Analizom središnjih stupova zaključeno je da probojna armatura nije potrebna ukoliko je vrijednost sile manja od 650 kN. U poglavlju proračuna proboja krovne ploče je dan proračun proboja za četiri vrijednosti sile, 700 kN, 800 kN, 900 kN i 1000 kN. Isti proračun vrijedi i za stropnu ploču prizemlja. U nastavku je dan proračuna proboja krovne ploče za još jednu vrijednost sile od 1100 kN, budući da su sile na stropnoj etaži prizemlja većeg intenziteta.

8.3.2.1 Provjera središnjih stupova na proboj stropne ploče prizemlja (sila od 1000-1100 kN)

Ulazni parametri:

$$h = 28 \text{ cm}$$

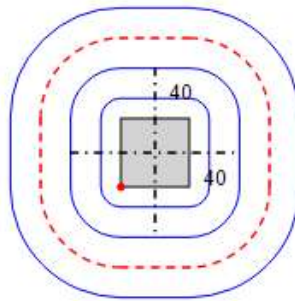
$$d = 23.5 \text{ cm}$$

$$b_x = 40 \text{ cm}$$

$$b_y = 40 \text{ cm}$$

$$\beta = 1.15$$

$$\rho_l = 0.94 \%$$



$$V_{Ed} = 1100 \text{ kN}$$

$$B500B \quad - \text{ razred armature}$$

$$C30/37 \quad - \text{ razred betona}$$

$$\gamma_c = 1.5 \quad - \text{ parcijalni faktor sigurnosti za beton}$$

$$\gamma_s = 1.15 \quad - \text{ parcijalni faktor sigurnosti za čeličnu armaturu}$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1 \cdot 30 / 1.5 = 20 \text{ N/mm}^2$$

$$v = 0.6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 0.6 \cdot (1 - 30 / 250) = 0.6 \cdot (1 - 0.12) = 0.6 \cdot 0.88 = 0.53$$

Najveća posmična probojna otpornost je ograničena na :

$$v_{Rd,max} = 0.4 \cdot v \cdot f_{cd} = 0.4 \cdot 0.53 \cdot 20 = 4.22 \text{ N/mm}^2$$

$$u_0 = 2 \cdot (b_x + b_y) = 2 \cdot (40 + 40) = 160 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot u_0) = 1.15 \cdot 1100 / (23.5 \cdot 160) = 1265 / 3760 = 0.336 \text{ kN/cm}^2$$

$$v_{Ed,0} = 0.336 \text{ kN/cm}^2 < v_{Rd,max} = 0.422 \text{ kN/cm}^2$$

$$r = 2 \cdot d = 2 \cdot 23.5 = 47 \text{ cm}$$

$$u_1 = 2 \cdot (b_x + b_y) + 2 \cdot r \cdot \pi = 2 \cdot (40 + 40) + 2 \cdot 47 \cdot \pi = 455.31 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,1} = \beta \cdot V_{Ed} / (d \cdot u_1) = 1.15 \cdot 1100 / (23.5 \cdot 455.3) = 1265 / 10699.8 = 0.118 \text{ kN/cm}^2$$

$$k = 1 + (200 / d)^{0.5} = 1 + (200 / 235)^{0.5} = 1 + 0.85^{0.5} = 1.92$$

$$k = 1.92$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.5 = 0.12$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1.92^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0.035 \cdot 2.67 \cdot 5.5 = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} = 0.51 + 0.1 \cdot 0 = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \geq (v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp})$$

$$v_{Rd,c} = 0.12 \cdot 1.92 \cdot (100 \cdot 0.0094 \cdot 30)^{1/3} + 0.1 \cdot 0 = 0.12 \cdot 1.92 \cdot 3.04 + 0 = 0.7 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = 0.7 \text{ N/mm}^2 > (v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) = 0.51 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = 0.7 \text{ N/mm}^2 < v_{Ed,1} = 1.18 \text{ N/mm}^2$$

Potrebna je probojna armatura!

PRORAČUN PROBOJNE ARMATURE

Proračunska čvrstoća probojne posmične armature :

$$f_{ywd} = f_{yw} / \gamma_s = 50 / 1.15 = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

Efektivna proračunska čvrstoća probojne posmične armature :

$$f_{ywd,ef} = 25 + 0.25 \cdot d \leq f_{ywd}$$

$$f_{ywd,ef} = 25 + 0.25 \cdot 23.5 = 30.88 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{ywd,ef} = 30.88 \text{ kN/cm}^2$$

Kontrolni opseg za koji se više ne zahtijeva probojna armatura :

$$u_{out} = \beta \cdot V_{Ed} \cdot (d \cdot v_{Rd,c})$$

$$u_{out} = 1.15 \cdot 1100 / (23.5 \cdot 0.07) = 766.6 \text{ cm}$$

Radius do u_{out} :

$$l_{out} = (u_{out} - u_0) / n \cdot \pi = (766.6 - 160) / 6.28 = 606.6 / 6.28 = 96.5 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,ki} = \beta \cdot V_{Ed} / (u_{ki} \cdot d)$$

Kontrolni opseg br. 1

$$l_{k1} = 0.5 \cdot 23.5 = 11.75 \text{ cm}$$

$$u_{k1} = 2 \cdot (b_x + b_y) + 2 \cdot l_{k1} \cdot \pi = 2 \cdot (40 + 40) + 2 \cdot 11.75 \cdot \pi = 233.83 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k1} = 1.15 \cdot 1100 / (233.83 \cdot 23.5) = 1265 / 5494.9 = 0.230 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k1} = (v_{Ed,k1} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k1} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k1} = (0.230 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (233.83 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$A_{sw,k1} = 15.8 \text{ cm}^2$$

Kontrolni opseg br. 2

$$l_{k2} = 0.5 \cdot 23.5 + 0.75 \cdot 23.5 \cdot 1 = 29.38 \text{ cm}$$

$$u_{k2} = 2 \cdot (b_x + b_y) + 2 \cdot l_{k2} \cdot \pi = 2 \cdot (40 + 40) + 2 \cdot 29.38 \cdot \pi = 344.57 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k2} = 1.15 \cdot 1100 / (344.57 \cdot 23.5) = 1265 / 8097.4 = 0.156 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k2} = (v_{Ed,k2} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k2} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k2} = (0.156 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (344.57 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$A_{sw,k2} = 13.58 \text{ cm}^2$$

Kontrolni opseg br. 3

$$l_{k3} = 0.5 \cdot 23.5 + 0.75 \cdot 23.5 \cdot 2 = 47 \text{ cm}$$

$$u_{k3} = 2 \cdot (b_x + b_y) + 2 \cdot l_{k3} \cdot \pi = 2 \cdot (40 + 40) + 2 \cdot 47 \cdot \pi = 455.31 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k3} = 1.15 \cdot 1100 / (455.31 \cdot 23.5) = 1265 / 10699.8 = 0.118 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k3} = (v_{Ed,k3} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k3} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k3} = (0.118 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (455.31 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$A_{sw,k3} = \mathbf{11.36 \text{ cm}^2}$$

Kontrolni opseg br. 4

$$l_{k4} = 0.5 \cdot 23.5 + 0.75 \cdot 23.5 \cdot 3 = 64.63 \text{ cm}$$

$$u_{k4} = 2 \cdot (b_x + b_y) + 2 \cdot l_{k4} \cdot \pi = 2 \cdot (40 + 40) + 2 \cdot 64.63 \cdot \pi = 566.05 \text{ cm}$$

$$v_{Ed,k4} = 1.15 \cdot 1100 / (566.05 \cdot 23.5) = 1265 / 13302.2 = 0.095 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{sw,k4} = (v_{Ed,k4} - 0.75 \cdot v_{Rd,c}) / (1.5 \cdot (d / s_r) \cdot f_{ywd,ef} / (u_{k4} \cdot d) \cdot \sin \alpha)$$

$$A_{sw,k4} = (0.095 - 0.75 \cdot 0.070) / (1.5 \cdot 1.33 \cdot 30.88 / (566.05 \cdot 23.5) \cdot 1.00)$$

$$A_{sw,k4} = \mathbf{9.14 \text{ cm}^2}$$

DETALJI POSMIČNE PROBOJNE ARMATURE

Razmak posmičnih vilica u tangencijalnom smjeru :

$$s_{t,max} = 1.5 \cdot d = 1.5 \cdot 23.5 = 35.3 \text{ cm}$$

Razmak posmičnih vilica u radijalnom smjeru :

$$s_r = 0.75 \cdot d = 0.75 \cdot 23.5 = 17.6 \text{ cm}$$

Minimalna potrebna površina jedne posmične šipke :

$$A_{sw,min} = 0.08 \cdot (f_{ck})^{0.5} / f_{yk} \cdot (s_r \cdot s_t) / (1.5 \cdot \sin \alpha + \cos \alpha)$$

$$A_{sw,min} = 0.08 \cdot (30)^{0.5} / 500 \cdot (17.625 \cdot 35.25) / (1.5 \cdot \sin 90^\circ + \cos 90^\circ) = 0.36 \text{ cm}^2$$

ZAKLJUČAK:

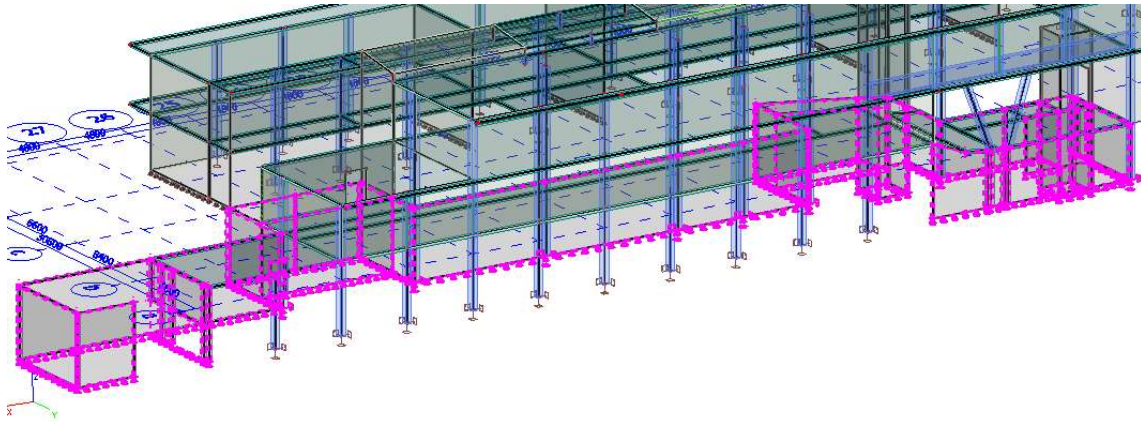
Probojnu armaturu je potrebno ugraditi u stropnoj ploči prizemlja prema proračunu i prikazanim rezultatima u području sljedećih osi:

- Rubni stupovi:
 - sila u rasponu od 300-350 kN: STUPOVI u osima a/5, a/8, a/10, a/12, a/14, a/22, a/24, a/25 i b/27
 - sila u rasponu od 350-450 kN: STUPOVI u osima a/19 i a/26
- Središnji stupovi:
 - sila u rasponu od 700-800 kN: STUP u osi b/25
 - sila u rasponu od 800-900 kN: STUPOVI u osima b/7, b/19 i b/21
 - sila u rasponu od 900-1000 kN: STUP u osi b/17
 - sila u rasponu od 1000-1100 kN: STUPOVI u osima b/9, b/11, b/13 i b/23

9 PODRUMSKI ZIDOVI

Na sjevernoj strani konstrukcije od osi a-b te 15-29 nalazi se etaža podruma. Svi podrumski zidovi su debljine 30cm. Na zidove djeluje opterećenje od tla i dodatno promjenjivo opterećenje (opisano u poglavlju „Analiza opterećenja“). Podrumski zid je na vrhu pridrжан stropnom pločom, te se na tom mjestu promatra kao slobodno oslonjen. Linijski ležajevi podrumskih zidova promatraju se kao upeti.

3D prikaz konstrukcije



9.1 Proračun potrebne armature AB podrumskih zidova

Beton - C 30/37

$$f_{CD} = \frac{f_{CK}}{\gamma_C} = \frac{30}{1.5} = 20 \text{ MPa} = 2,0 \text{ kN/cm}^2$$

Armatura - B 500 B

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

Minimalna armatura

- Debljina zida 30 cm

Vertikalna armatura zida

$$A_{sv,min} = 0,002 \cdot b_w \cdot d = 0,002 \cdot 30 \cdot 100 = 6,00 \text{ cm}^2 / m'$$

Horizontalna armatura zida

$$A_{sh,min} = 0,001 \cdot b_w \cdot d = 0,001 \cdot 30 \cdot 100 = 3,00 \text{ cm}^2 / m' \rightarrow \text{mjerodavno}$$

$$A_{sh,min} = 0,25 \cdot A_{sv,min} = 0,25 \cdot 6,00 = 1,5 \text{ cm}^2 / m'$$

Napomena:

Od ukupne površine vertikalne armature polovicu treba postaviti uz jedno, a polovicu uz drugo lice zida.

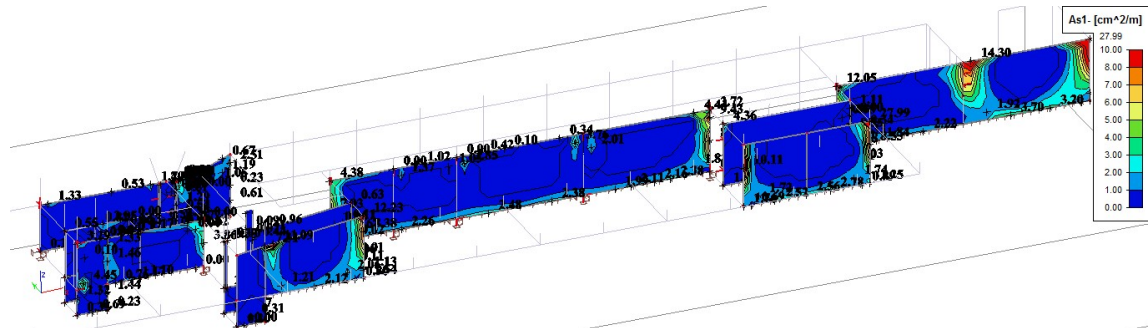
Maksimalna armatura

- Debljina zida 30 cm

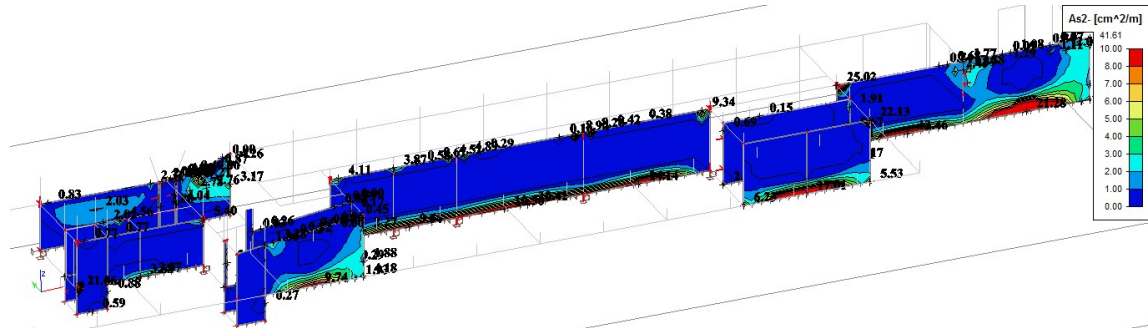
$$A_{sv,min} = 0,04 \cdot b_w \cdot d = 0,04 \cdot 30 \cdot 100 = 120 \text{ cm}^2 / m'$$

9.1.1 Zidovi u horizontalnim osima

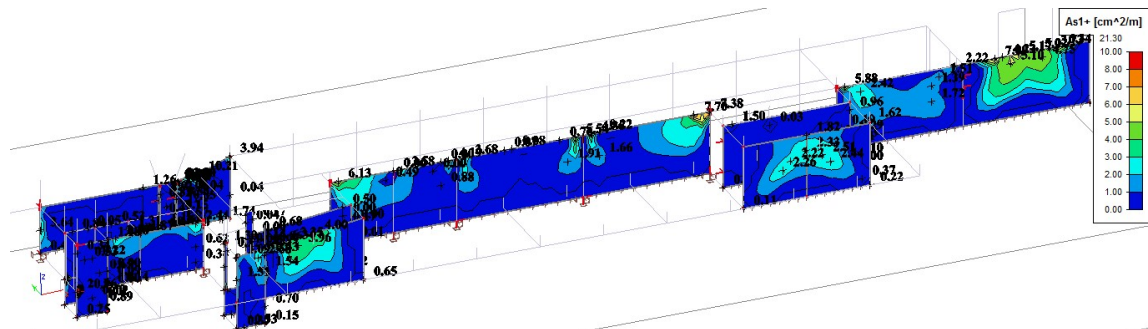
Smjer 1(-) – horizontalna armatura za CO1 u (cm²/m')



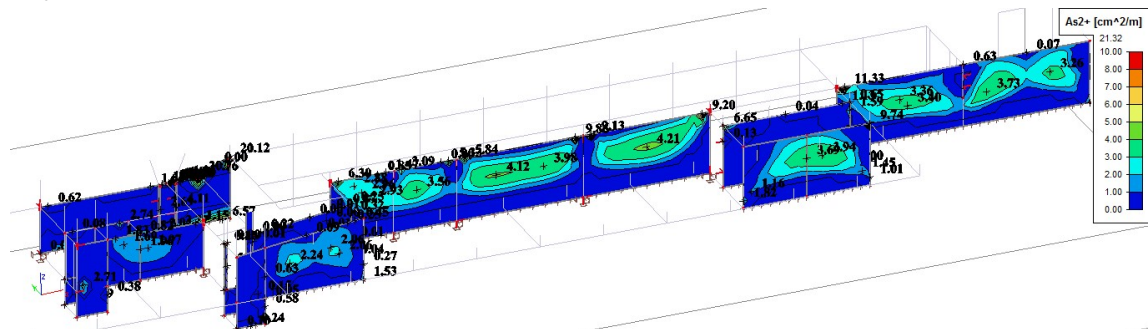
Smjer 2(-) – vertikalna armatura za CO1 u (cm²/m')



Smjer 1(+) – horizontalna armatura za CO1 u (cm²/m)

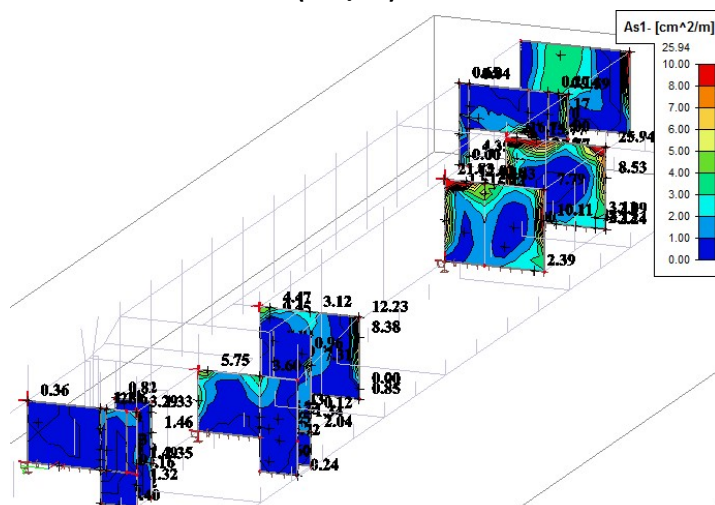


Smjer 2(+) – vertikalna armatura za CO1 u (cm²/m')

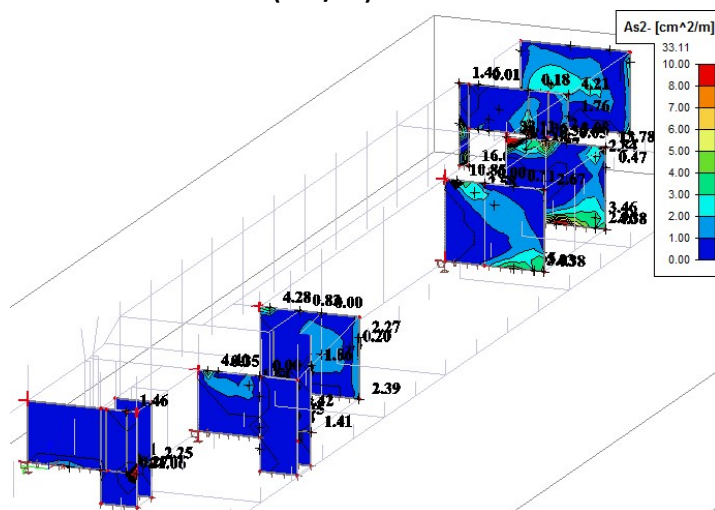


9.1.2 Zidovi u vertikalnim osima

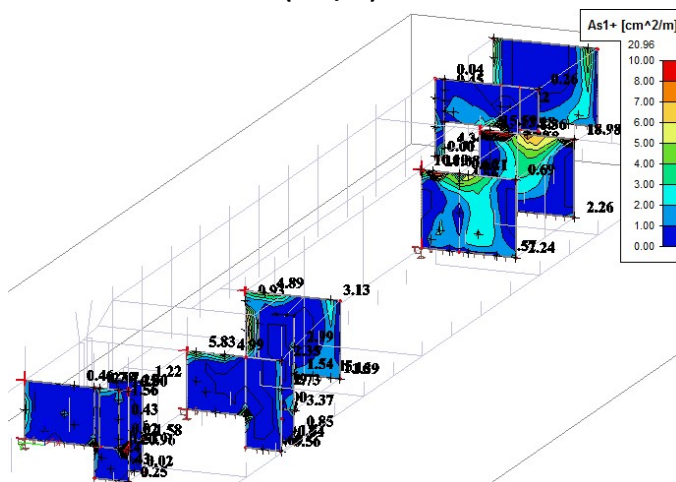
Smjer 1(-) – horizontalna armatura za CO1 u (cm²/m')



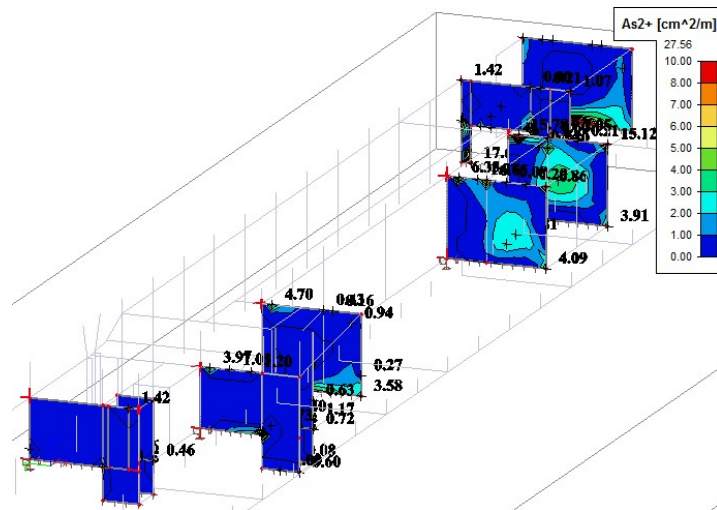
Smjer 2(-) – vertikalna armatura za CO1 u (cm²/m')



Smjer 1(+) – horizontalna armatura za CO1 u (cm²/m)



Smjer 2(+) – vertikalna armatura za CO1 u (cm²/m')



Odabrana armatura AB ukopanih zidova

Zidove armirati mrežom Q385 (obostrano) uz ojačanja vertikalne armature (šipkama) do količine prema prikazanim dijagramima armature

- Rubove zidova armirati „U“ vilicama
- Na mjestima križanja zidova postaviti U vilice i šipke 4φ16
- Spoj zida s temeljom osigurati ankerima iz temelja
- Osigurati potrebnu duljinu sidrenja.

10 TEMELJI

Ispod skupine AB zidova izvode se trakasti temelji Ispod AB stupova izvode se temeljne stope. Ispod jezgre lifta i stubišta ST1 izvodi se temeljna ploča. Beton je klase C30/37, armatura B500B. Razred okoliša XC1, minimalni zaštitni sloj 35 mm za sve strane temeljne konstrukcije.

Podna ploča podruma izvodi se u debljini 20 cm i klase betona C 25/30. Razred okoliša XC1, minimalni zaštitni sloj 35 mm za sve strane temeljne konstrukcije podne ploče.

Prema geomehničkom elaboratu:

Investitor:	TELE 2, Vukovarska 269D, 10 000 Zagreb
Građevina:	Antenski stup
Izvrješće broj:	05/2009-19.02.2009.
Rukovoditelj projekta:	Glišo Rašković, dipl.ing.geol.
Naziv izvješća:	IZVJEŠĆE O REZULTATIMA INŽENJERSKO - GEOLOŠKO - GEOTEHNIČKOG ISTRAŽIVANJA NA k.č. 2786 k.o. Grab (ZAD504.1 KONTIĆ)

dopušteno opterećenje tj. nosivost temeljnog tla za temeljne trake iznosi:

→ (izvadak iz geomehničkog elaborata):

Granična nosivost tla	426 kN/m ²
Dozvoljeno opterećenje tla za faktor sigurnosti za koheziju	426 kN/m ²
Proračun po formuli za slom tla	450 kN/m ²

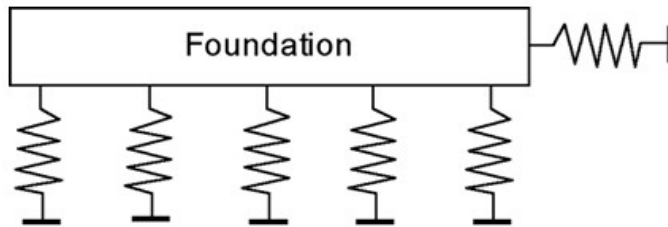
Za vapnence, kakvi su utvrđeni na ovom lokalitetu u zoni temeljenja, brojna su laboratorijska ispitivanja na sličnim terenima omogućila proračune dopuštenog opterećenja koja se mogu koristiti s odstupanjima najviše do 10%. Dopušteno specifično opterećenje, za glavno+dopunsko iznosi $q_{dop}=650 \text{ kN/m}^2$. S obzirom na relativno malu deformabilnost stijenske mase vapnenaca pri gomjnim kontaktnim naponima za očekivati je slijeganje manje od 1,0 cm i to kao posljedicu zatvaranja pukotina .

U nastavku su prikazana reakcije temeljnih traka i stupova za kombinaciju opterećenja CO1-GSN i kombinaciju opterećenja CO3-potres.

10.1 Modeliranje temeljnog tla

Temeljna konstrukcija se proračunava linearno – elastičnom analizom po teoriji 1. i 2. reda. Tlo je modelirano sa oprugama koje simuliraju tlo (winkerov koeficijent) sa krutošću $c_{1z}=20 \text{ MN/m}^3$.

Grafički prikaz koeficijenta reakcije podloge



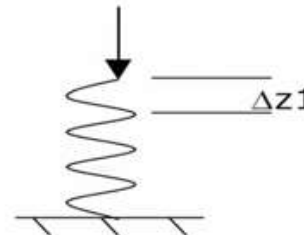
U program tlo je modelirano sa sljedećim parametrima

The parameters of subsoil for subsoil defined under a slab are:

C1z	resistance of environment against wP (mm) [C1z in MN/m ³]
C2x	resistance of environment against wP/xP (mm/m) [C2x in MN/m]
C2y	resistance of environment against wP/yP (mm/m) [C2y in MN/m]
C1x	resistance of environment against uP (mm) [C1x in MN/m ³]
C1y	resistance of environment against vP (mm) [C1y in MN/m ³]

Winkler-model (Heavy Liquid model)

- Widely used
- Assumption: uniform settlement of plate
- Formula from Terzaghi: $C_{1z} = \int_0^H \sigma_z \varepsilon_z dz / w_o^2(x, y)$
 - If load is known \rightarrow then displacement is known
 - Soil-constant C_{1z} is determined from:
 $F_{1z} \cong C_{1z} \cdot \Delta z_1$
 - C_{1x} , C_{1y} around 10% of C_{1z}



Decription	
C1x [MN/m ³]	2,0000e+00
C1y [MN/m ³]	2,0000e+00
C1z	Flexible
Stiffness [MN/m ³]	2,0000e+01
C2x [MN/m]	2,0000e+00
C2y [MN/m]	2,0000e+00

Za potrebe proračuna koeficijenti C_{1x} i C_{1y} se usvajaju kao 10% vrijednosti koeficijenta C_{1z} (za potrebe proračuna se mora upisati vrijednost veća od nula)

Koeficijenti C_1 i C_2 za smjerove X; Y i Z su parametri koji predstavljaju karakteristike temeljnog tla.

NAPOMENA: koeficijent C_{2x} se usvaja jednak koeficijentu C_{2y} , koeficijent C_{1x} se usvaja jednak koeficijentu C_{1y} .

10.2 Trakasti temelji

Ispod skupine AB zidova izvode se trakasti temelji. Izvode od betona klase C30/37, armatura B500B. Razred okoliša XC2, minimalni zaštitni sloj 35 mm za sve strane temeljne konstrukcije.

U nastavku su prikazana reakcije temeljnih traka za kombinaciju opterećenja CO1-GSN i kombinaciju opterećenja CO3-potres.

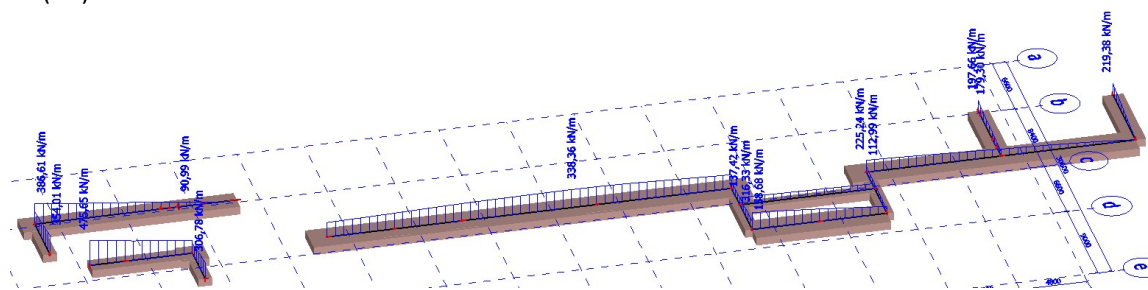
10.2.1 Intenzitet na temeljnoj površini

U nastavku su prikazane reakcije po metru duljine.

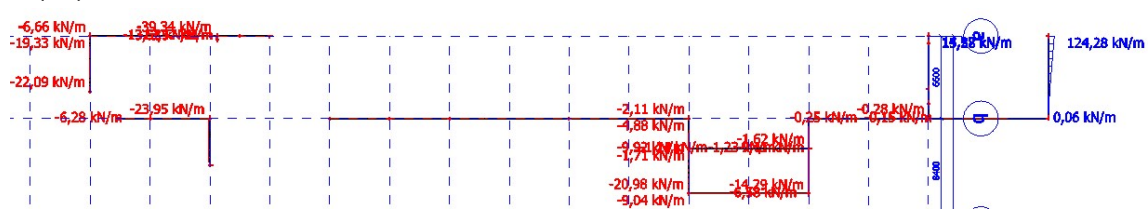
10.2.1.1 Temeljne trake zidova podruma

Kombinacija opterećenja CO1-GSN

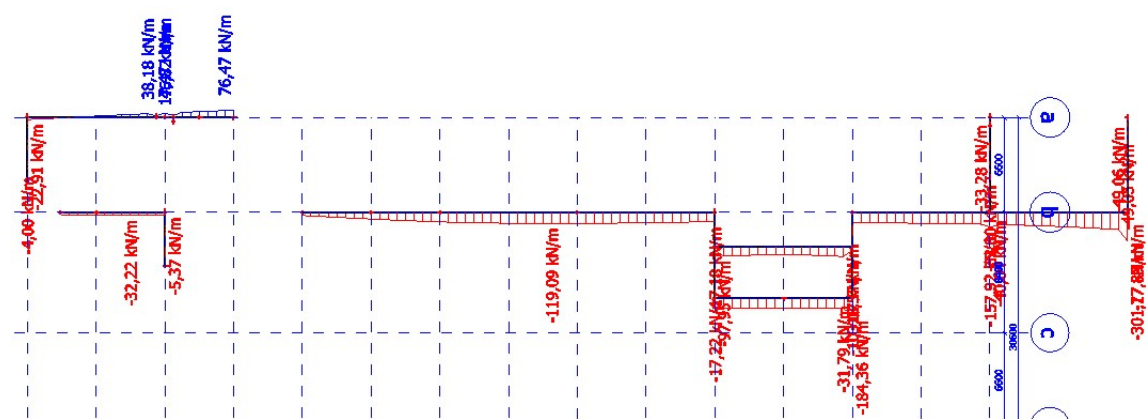
Rz (kN)



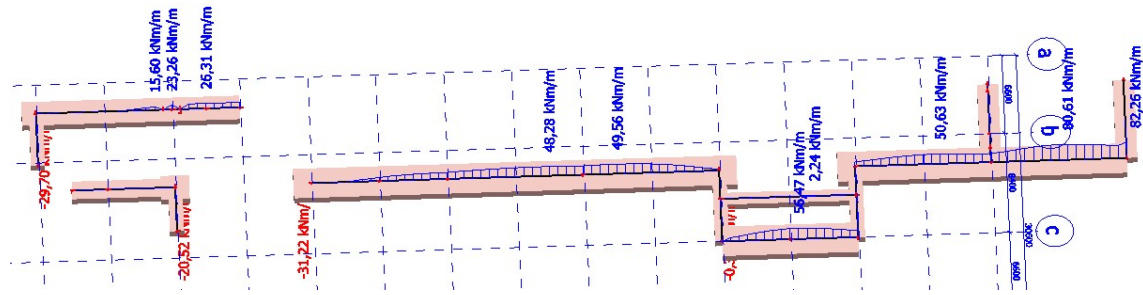
Rx(kN)



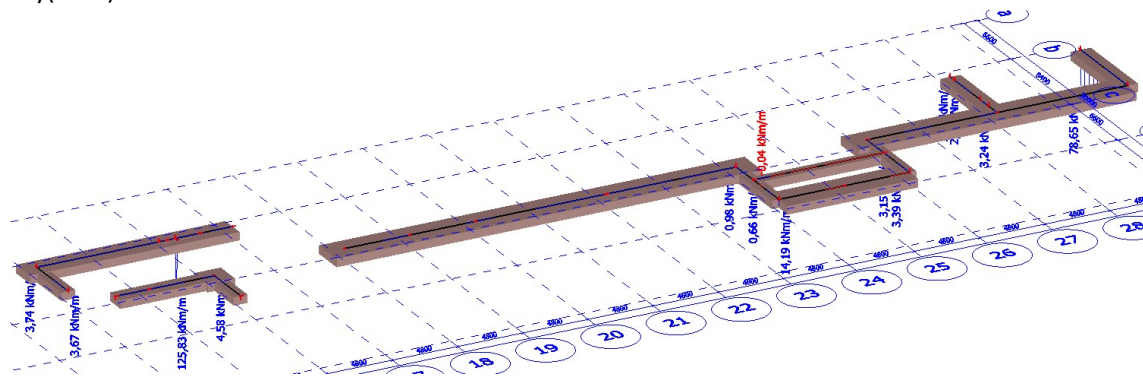
Ry(kN)



Mx(kNm)

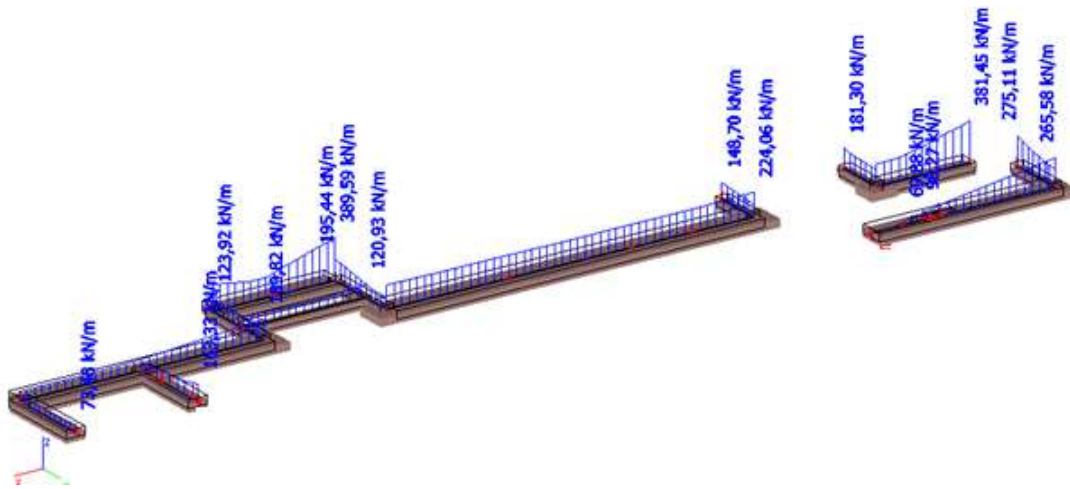


My(kNm)

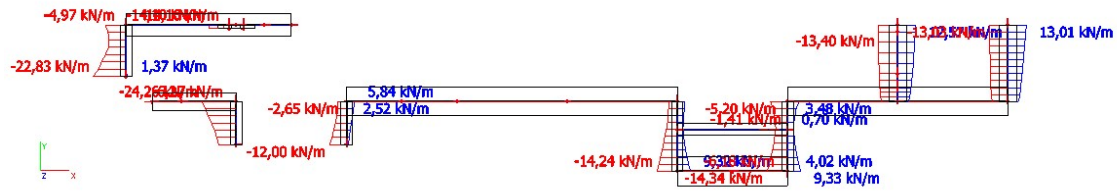


Kombinacija opterećenja CO3-potres

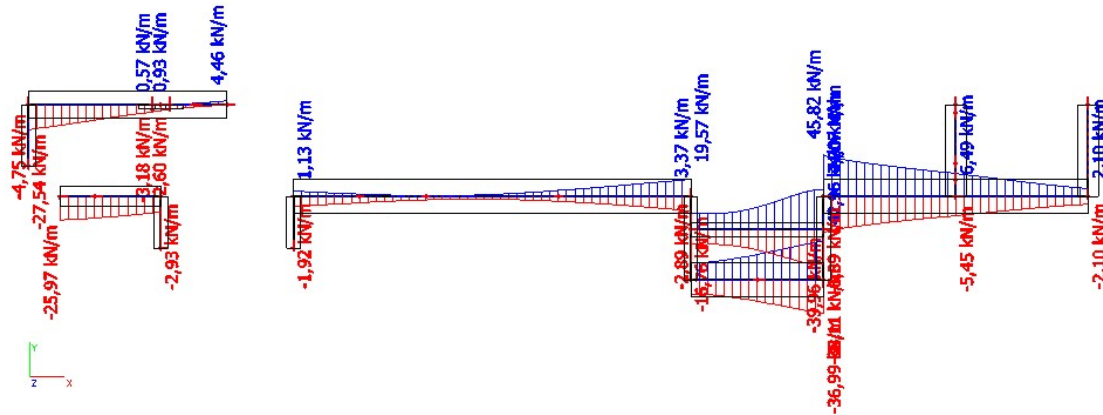
Rz (kN)



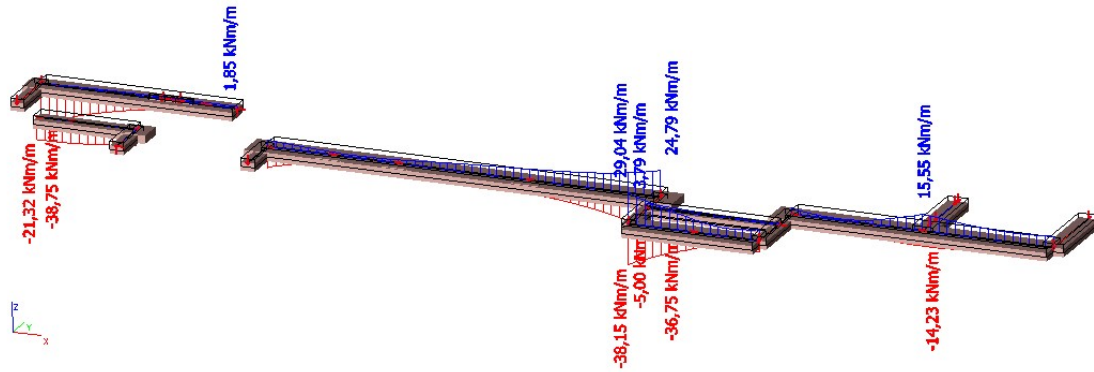
Rx(kN)



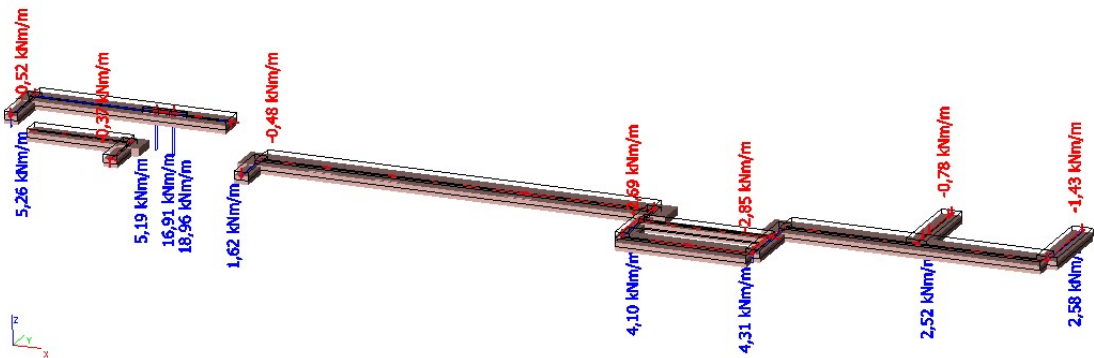
Ry(kN)



M_x (kNm)



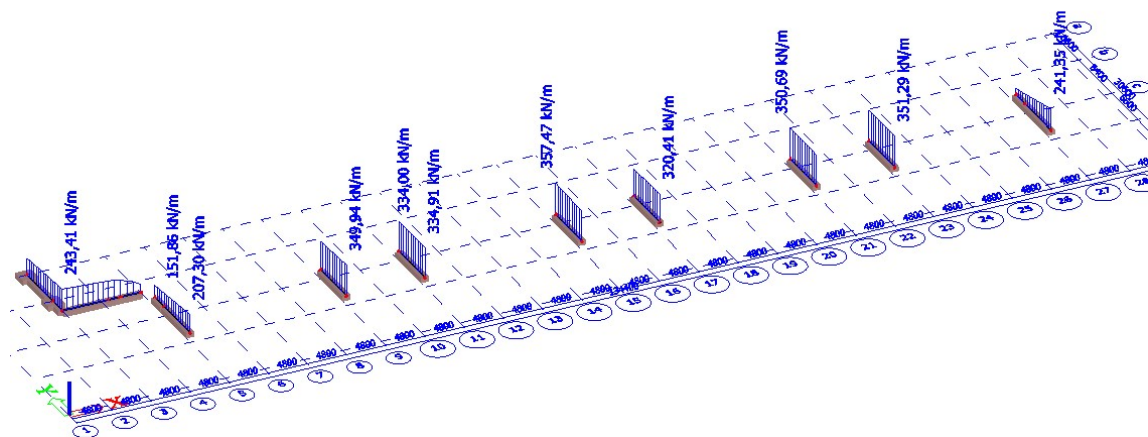
M_y (kNm)



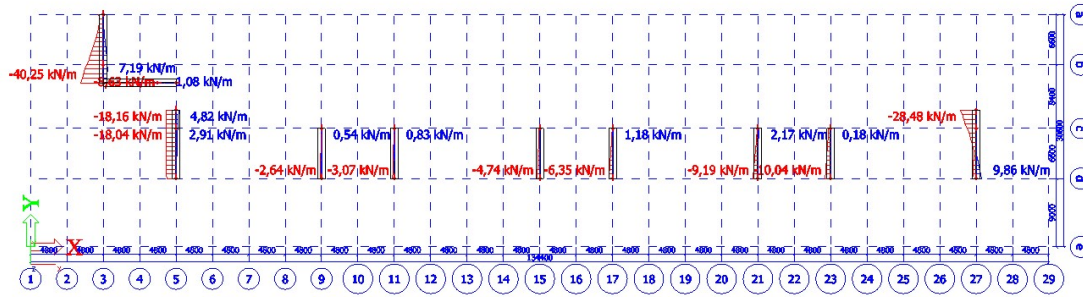
10.2.1.2 Temeljne trake zidova ostalih etaža

Kombinacija opterećenja CO1-GSN

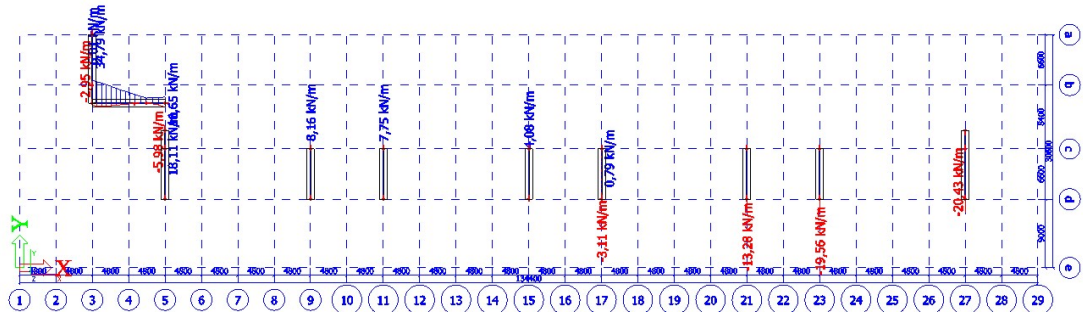
Rz (kN)



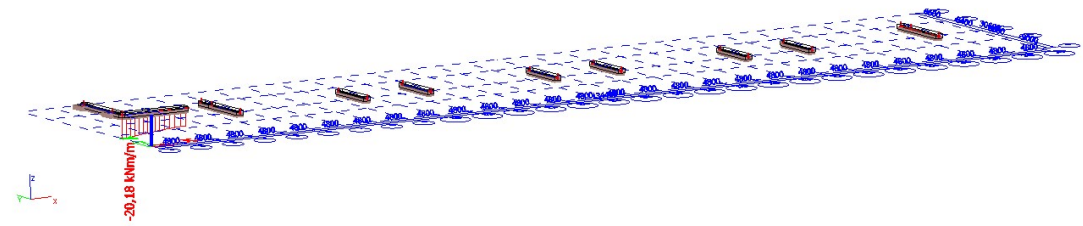
R_x(kN)



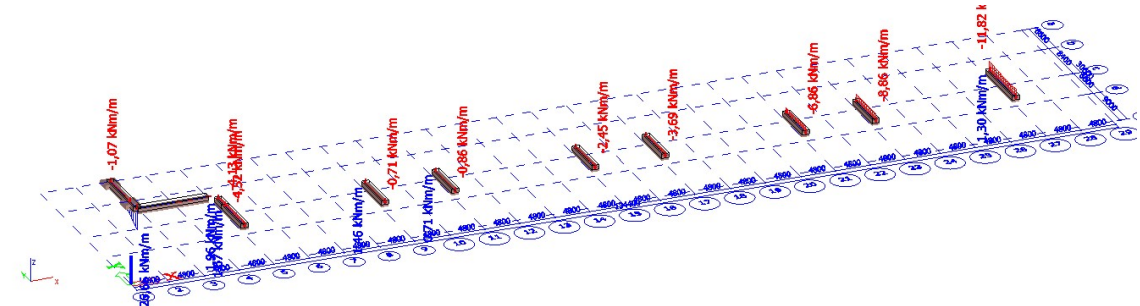
R_y(kN)



M_x(kNm)

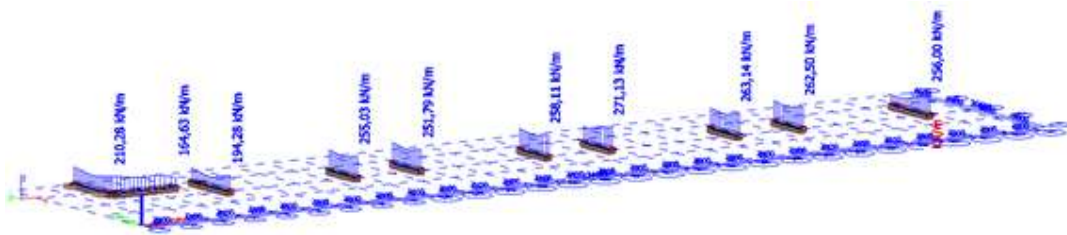


M_y(kNm)

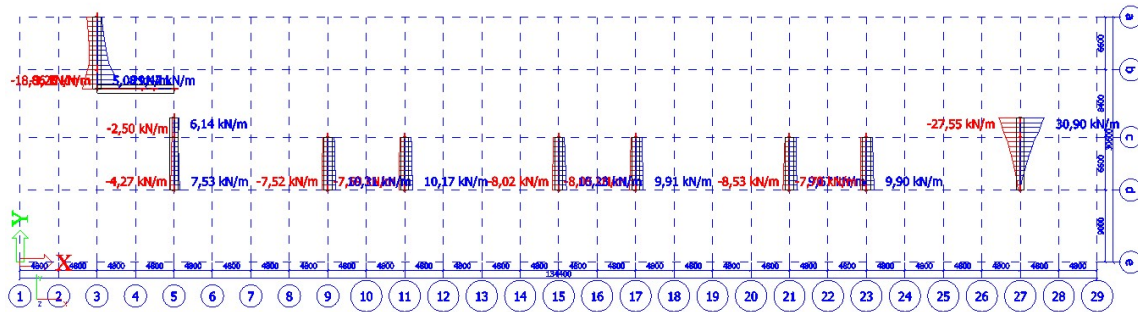


Kombinacija opterećenja CO3-potres

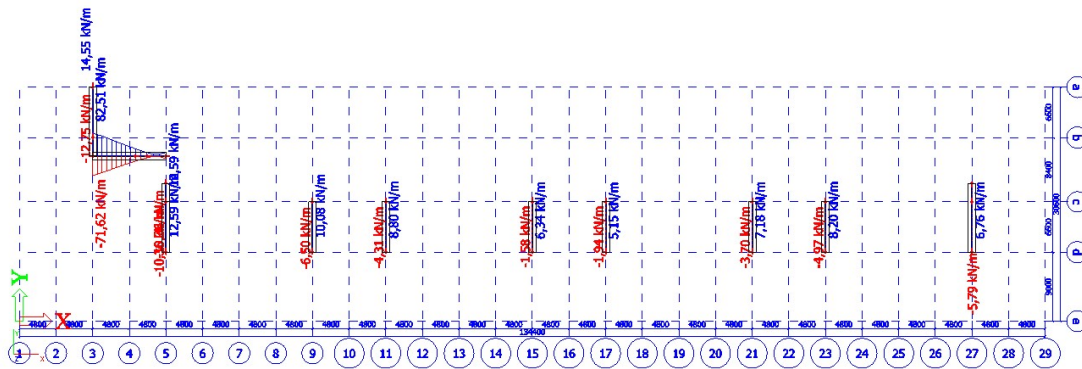
Rz (kN)



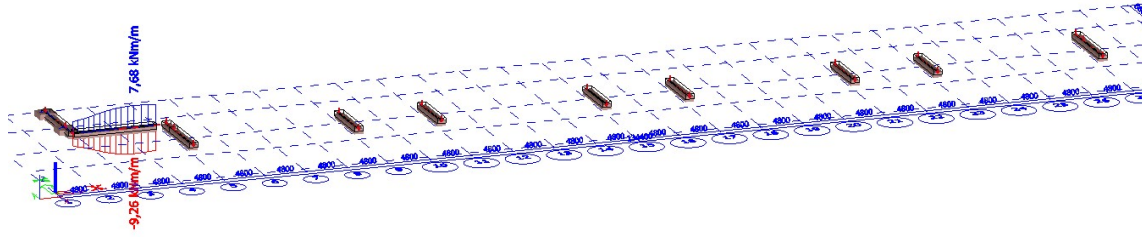
Rx(kN)



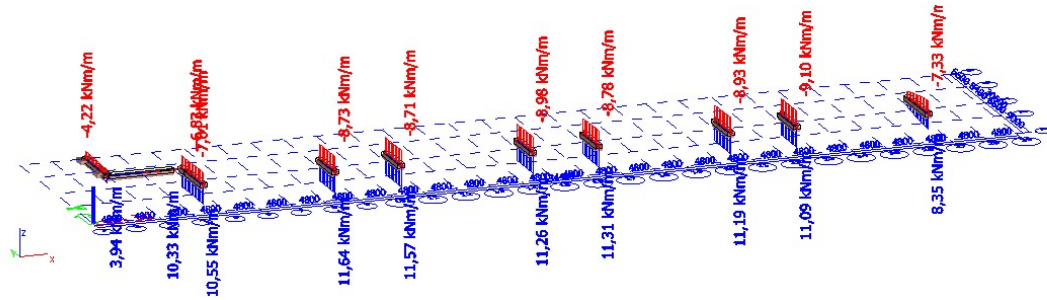
Ry(kN)



Mx(kNm)



My(kNm)



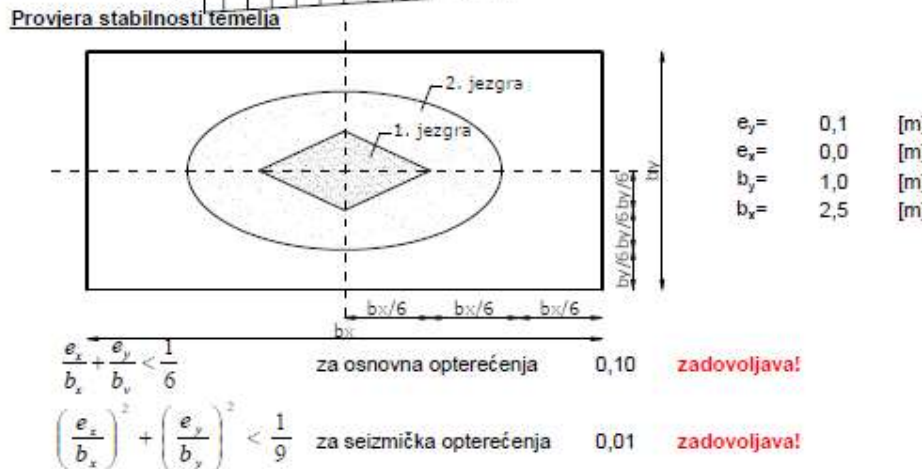
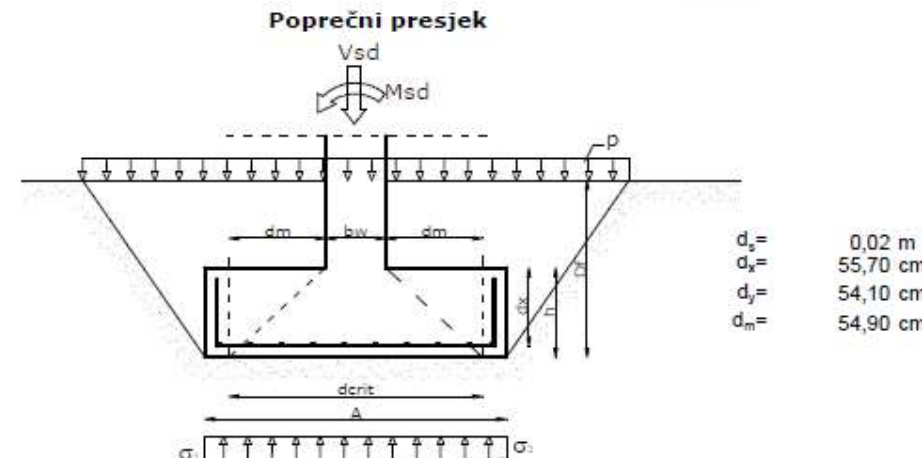
10.2.2 Potrebna armatura trakastih temelja

U nastavku je prikazana proračunska armatura trakastih temelja.

Prikazana je proračunska armatura. Ukoliko se pokaže da je minimalna armatura veća od proračunske usvaja se minimalna armatura.

10.2.2.1 Trakasti temelj TT1(2,5×0,6m)

TRAKASTI TEMELJ	TT1
1. Dimenzioniranje trakastih temelja	
Ulazni podaci:	Beton= C30/37
- Djelujuća sila	$N_{sd} = 280,00$ [kN/m]
- Djelujući moment	$M_{sd} = 25,00$ [kNm]
- širina temelja	$a = 2,50$ [m]
- širina zida	$b_w = 0,30$ [m]
- visina temelja	$h = 0,60$ [m]
- duljina temelja	$b = 1,00$ [m]
- ukupna težina poda i korisno opterećenje na podu	$p = 2,00$ [kN/m ²]
- dopušteni napon u tlu na dubini temeljenja	$\sigma_{z,dop} = 0,42$ [MPa]
- zapreminska masa tla	$\gamma = 22,00$ [kN/m ³]
- zaštitni sloj betona	$c = 0,035$ [m]
- dubina temeljenja	$D_f = 0,80$ [m]



Provjera naprezanja ispod temeljne trake (bez slojeva iznad temelja)

$$A_{\text{temelja}} = 2,5 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$W_y = 1,04 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$\sigma_1 = 136,00 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$\sigma_2 = 88,00 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Proračunska širina temelja	$a' = 2,32 \text{ [m]}$
Proračunska ploština	$A'_{\text{temelja}} = 2,32 \text{ [m}^2\text{]}$
Naprezanje	$\sigma_0 = 120,62 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
Proračunska otpornost tla	$\sigma_{z,\text{dop}} = 426,00 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Kontrola naprezanja ispod temeljne trake (sa slojevima i dodatnim opterećenjem)

Analiza opterećenja:

- vertikalna sila u stupu / zidu	280,00 [kN]
- vlastita težina trakastog temelja	37,50 [kN]
- težina tla iznad trakastog temelja	9,68 [kN]
- težina poda	4,40 [kN]

Ukupno opterećenje $\Sigma V = 331,58 \text{ [kN]}$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = \Sigma V \cdot 10^{-3} / A$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = 0,14 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = 0,14 < \sigma_{z,\text{dop}} = 0,42 \text{ [MPa]}$$

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Dimenzioniranje temeljne trake

Proračunski moment u traci:

$$M_{ed,y} = \frac{1}{48} (5\sigma_1 + \sigma_2) a^2$$

$$M_{ed,y} = 86,22 \quad [\text{kNm/m}]$$

$$f_{cd} = 20,00 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$f_{yd} = 434,78 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\mu_{ed} = \frac{M_{ed,y}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$

$$\mu_{ed} = 0,0143$$

$$\mu_{Rd,lm} = 0,252$$

OČITANO:

koeficijent kraka unutarnjih sila $\zeta = 0,993$

koeficijent položaja neutralne osi $\zeta_2 = 0,043$

deformacija betona $\varepsilon_{c2} = 0,900 \quad [\%]$

deformacija čelika $\varepsilon_{s1} = 20 \quad [\%]$

$$A_{s1} = \frac{M_{ed,y}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 3,625 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

Minimalna armatura: $A_{s,min} = 0,022 \frac{f_{ctk}}{f_{yk}} b d = 7,27 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

$$A_{s,min} = \frac{0,6 \cdot b \cdot d}{f_{yk}} = 6,61 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

Maksimalna armatura: $A_{s,max} = 0,4 \frac{f_{ctk}}{f_{yk}} b \cdot d = 134,16 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

$$A_{s,max} = 0,310 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} b \cdot d = 78,57 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

POTREBNO: $A_{s1,x} = 7,27 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

ODABRANO IZ TABLICA: 10,05 $[\text{cm}^2/\text{m}]$

16 / 20,00 [cm]

Razdjelna armatura (uzduž temeljne trake)

$$A_{s1,y} = \min 20\% A_{s1,x}$$

$$A_{s1,y} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

POTREBNO: $A_{s1,y} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

ODABRANO IZ TABLICA: 4,02 $[\text{cm}^2/\text{m}]$

8 / 25,00 [cm]

Proračun proboja temeljne trake

$$r_{crit} = 56,05 \quad [\text{cm}]$$

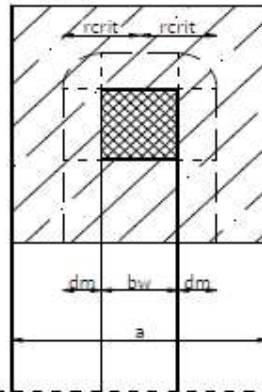
proračun se neprovodi ako je ispunjen uvjet:

$$r_{crit} \geq (a-b_w)/2$$

$$(a-b_w)/2 = 110,0 \quad [\text{cm}]$$

Uvjet nije zadovoljen, proračun se provodi

Proračunski model s kritičnim opsegom



Kritični opseg:

$$u_{crit} = 2(a_y + b_w) + b_w + d_m \cdot \pi = 4,86 \quad [\text{m}]$$

Kritična ploština:

$$A_{crit} = (b_w + 2d_m)(b_w + a_y) + d_m \cdot b_w + d_m^2 \cdot \pi / 2 = 2,64 \quad [\text{m}^2]$$

Proračunska uzdužna sila:

$$N_{sd} = \sigma' \cdot a(2a_y + b_w) = 700 \quad [\text{kN}]$$

Sila mjerodavna za proboj:

$$V_{sd} = N_{sd} - \sigma' A_{crit} = 403,90 \quad [\text{kN}]$$

Proračunska poprečna sila proboja po jedinici kritičnog opsega:

$$v_{sd} = V_{sd} / u_{crit} = 116,44 \quad [\text{kN/m}]$$

Korekcijski faktor:

$$\beta = 1,4$$

$$\tau_r = 0,34 \quad [\text{MPa}]$$

$$v_{rd1} = \tau_{rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) \cdot d_m = 242,84 \quad [\text{kN/m}]$$

$$k = (1,6 - d_m) \geq 1$$

$$k = 1,04$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}} \leq 0,015 \Rightarrow 0,0007$$

$$\rho_{lx} = \frac{A_{sx-y}}{b \cdot d_m}$$

$$\rho_{lx} = 0,0013$$

$$\rho_{ly} = 0,0004$$

$$116 \text{ kN/m} < 243 \text{ kN/m}$$

Nije potrebna dodatna poprečna armatura

10.2.2.2 Trakasti temelj TT2 (2,0×0,6m)

TRAKASTI TEMELJ

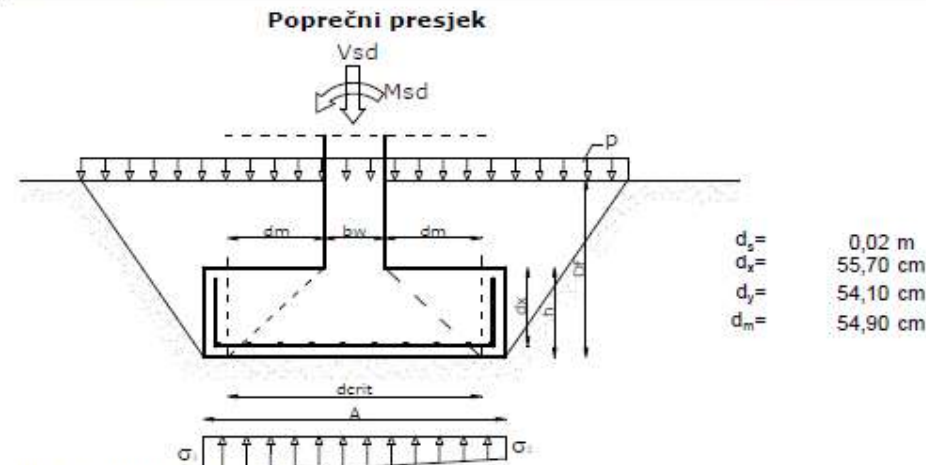
TT2

1. Dimenzioniranje trakastih temelja

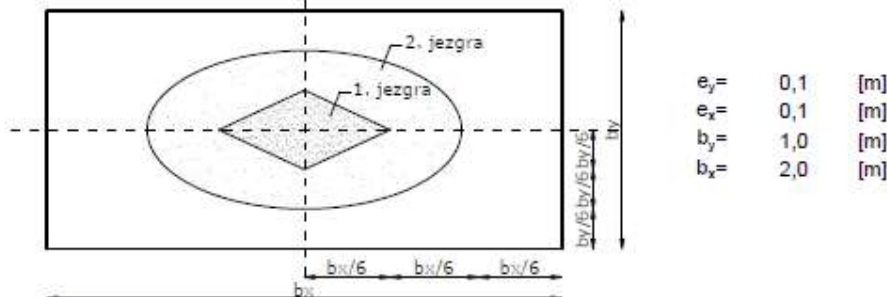
Ulazni podaci:

- Djelujuća sila
- Djelujući moment
- širina temelja
- širina zida
- visina temelja
- duljina temelja
- ukupna težina poda i korisno opterećenje na podu
- dopušteni napon u tlu na dubini temeljenja
- zapreminska masa tla
- zaštitni sloj betona
- dubina temeljenja

Beton=	C30/37
N_{sd} =	200,00 [kN/m]
M_{sd} =	20,00 [kNm]
a =	2,00 [m]
b_w =	0,30 [m]
h =	0,60 [m]
b =	1,00 [m]
p =	2,00 [kN/m ²]
$\sigma_{z,dop}$ =	0,43 [MPa]
γ =	22,00 [kN/m ³]
c =	0,035 [m]
D_f =	0,80 [m]



Provjera stabilnosti temelja



$\frac{e_x}{b_x} + \frac{e_y}{b_y} < \frac{1}{6}$	za osnovna opterećenja	0,13	zadovoljava!
$\left(\frac{e_x}{b_x}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y}\right)^2 < \frac{1}{9}$	za seizmička opterećenja	0,01	zadovoljava!

Provjera naprezanja ispod temeljne trake (bez slojeva iznad temelja)

$$A_{\text{temelja}} = 2,5 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$W_y = 1,04 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$\sigma_1 = 136,00 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$\sigma_2 = 88,00 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Proračunska širina temelja	$a' = 2,32 \text{ [m]}$
Proračunska ploština	$A'_{\text{temelja}} = 2,32 \text{ [m}^2\text{]}$
Naprezanje	$\sigma_0 = 120,62 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
Proračunska otpornost tla	$\sigma_{z,\text{dop}} = 426,00 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Kontrola naprezanja ispod temeljne trake (sa slojevima i dodatnim opterećenjem)

Analiza opterećenja:

- vertikalna sila u stupu / zidu	280,00 [kN]
- vlastita težina trakastog temelja	37,50 [kN]
- težina tla iznad trakastog temelja	9,68 [kN]
- težina poda	4,40 [kN]

Ukupno opterećenje $\Sigma V = 331,58 \text{ [kN]}$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = \Sigma V \cdot 10^{-3} / A$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = 0,14 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = 0,14 < \sigma_{z,\text{dop}} = 0,42 \text{ [MPa]}$$

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Dimenzioniranje temeljne trake

Proračunski moment u traci:

$$f_{cd} = 20,00 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$f_{yd} = 434,78 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$M_{ed,y} = \frac{1}{48} (5\sigma_1 + \sigma_2) a^2$$

$$M_{ed,y} = 48,60 \quad [\text{kNm/m}']$$

$$\mu_{ed} = \frac{M_{ed,y}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$

$$\mu_{ed} = 0,0084$$

$$\mu_{rel,lim} = 0,252$$

OČITANO:

koeficijent kraka unutarnjih sila	$\zeta =$	0,993
koeficijent položaja neutralne osi	$\xi =$	0,029
deformacija betona	$\varepsilon_{c2} =$	0,600 [%]
deformacija čelika	$\varepsilon_{s1} =$	20 [%]

$$A_{s1} = \frac{M_{ed,y}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 2,081 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

Minimalna armatura: $A_{s,min} = 0,022 \frac{f_{ctk}}{f_{yk}} bd = 7,14 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

$$A_{s,min} = \frac{0,6 \cdot b \cdot d}{f_{yk}} = 6,49 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

Maksimalna armatura: $A_{s,max} = 0,4 \frac{f_{ctk}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 131,76 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

$$A_{s,max} = 0,310 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} b \cdot d = 77,15 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

POTREBNO: $A_{s1,x} = 7,14 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

ODABRANO IZ TABLICA: $10,05 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$
 16 / 20,00 [cm]

Razdjelna armatura (uzduž temeljne trake)

$$A_{s1,y} = \min 20\% A_{s1,x}$$

$$A_{s1,y} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

POTREBNO: $A_{s1,y} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

ODABRANO IZ TABLICA: $4,02 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$
 8 / 25,00 [cm]

Proračun proboja temeljne trake

$$r_{crit} = 55,05 \quad [\text{cm}]$$

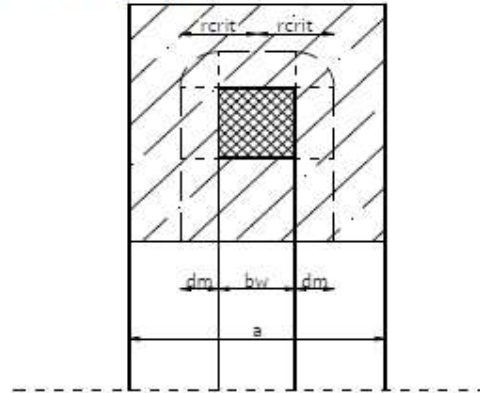
proračun se neproviđa ako je ispunjen uvjet:

$$r_{crit} \geq (a-b_w)/2$$

$$(a-b_w)/2 = 85,0 \quad [\text{cm}]$$

Uvjet nije zadovoljen, proračun se provodi

Proračunski model s kritičnim opsegom



Kritični opseg:

$$u_{crit} = 2(a_y + b_w) + b_w + d_m \cdot \pi = 4,32 \quad [\text{m}]$$

Kritična ploština:

$$A_{crit} = (b_w + 2d_m)(b_w + a_y) + d_m \cdot b_w + d_m^2 \cdot \pi / 2 = 2,25 \quad [\text{m}^2]$$

Proračunska uzdužna sila:

$$N_{sd} = \sigma^* a (2a_y + b_w) = 400 \quad [\text{kN}]$$

Sila mjerodavna za proboj:

$$V_{sd} = N_{sd} - \sigma^* A_{crit} = 175,42 \quad [\text{kN}]$$

Proračunska poprečna sila proboja po jedinici kritičnog opsega:

$$v_{sd} = V_{sd} / u_{crit} = 56,79 \quad [\text{kN/m}]$$

Korekcijski faktor:

$$\beta = 1,4$$

$$\tau_r = 0,34 \quad [\text{MPa}]$$

$$v_{rd1} = \tau_{rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_l) \cdot d_m = 240,83 \quad [\text{kN/m}]$$

$$k = (1,6 - d_m) \geq 1$$

$$k = 1,05$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}} \leq 0,015 \Rightarrow 0,0007$$

$$\rho_{lx} = \frac{A_{s,x}}{b \cdot d_m} \quad \rho_{lx} = 0,0013$$

$$\rho_{ly} = 0,0004$$

$$57 \text{ kN/m} < 241 \text{ kN/m}$$

Nije potrebna dodatna poprečna armatura

10.2.2.3 Trakasti temelj TT3

TRAKASTI TEMELJ

TT3

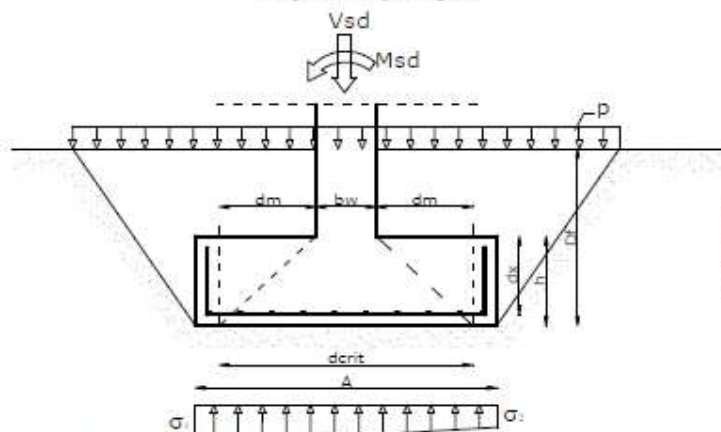
1. Dimenzioniranje trakastih temelja

Ulazni podaci:

- Djelujuća sila
- Djelujući moment
- širina temelja
- širina zida
- visina temelja
- duljina temelja
- ukupna težina poda i korisno opterećenje na podu
- dopušteni napon u tlu na dubini temeljenja
- zapreminska masa tla
- zaštitni sloj betona
- dubina temeljenja

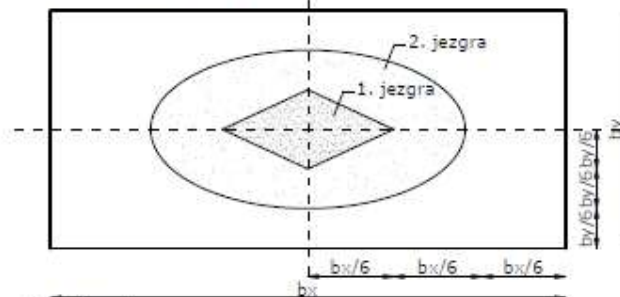
Beton=	C30/37
N_{sd} =	250,00 [kN/m]
M_{sd} =	25,00 [kNm]
a=	1,50 [m]
b_w =	0,30 [m]
h=	0,60 [m]
b=	1,00 [m]
p=	2,00 [kN/m ²]
$\sigma_{z,dop}$ =	0,43 [MPa]
γ =	22,00 [kN/m ³]
c=	0,035 [m]
D=	0,80 [m]

Poprečni presjek



d_s =	0,02 m
d_x =	55,70 cm
d_y =	54,10 cm
d_m =	54,90 cm

Provjera stabilnosti temelja



e_y =	0,1	[m]
e_x =	0,1	[m]
b_y =	1,0	[m]
b_x =	1,5	[m]

$$\frac{e_x}{b_x} + \frac{e_y}{b_y} < \frac{1}{6} \quad \text{za osnovna opterećenja} \quad 0,14 \quad \text{zadovoljava!}$$

$$\left(\frac{e_x}{b_x}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y}\right)^2 < \frac{1}{9} \quad \text{za seizmička opterećenja} \quad 0,01 \quad \text{zadovoljava!}$$

Provjera naprezanja ispod temeljne trake (bez slojeva iznad temelja)

$$\begin{aligned} A_{\text{temelja}} &= 1,5 \text{ [m}^2\text{]} \\ W_y &= 0,38 \text{ [m}^3\text{]} \\ \sigma_1 &= 233,33 \text{ [kN/m}^2\text{]} \\ \sigma_2 &= 100,00 \text{ [kN/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

Proračunska širina temelja	$a' = 1,30 \text{ [m]}$
Proračunska ploština	$A'_{\text{temelja}} = 1,30 \text{ [m}^2\text{]}$
Naprezanje	$\sigma_0 = 192,31 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
Proračunska otpornost tla	$\sigma_{z,\text{dop}} = 426,00 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Kontrola naprezanja ispod temeljne trake (sa slojevima i dodatnim opterećenjem)

Analiza opterećenja:

- vertikalna sila u stupu / zidu	250,00 [kN]
- vlastita težina trakastog temelja	22,50 [kN]
- težina tla iznad trakastog temelja	5,28 [kN]
- težina poda	2,40 [kN]

Ukupno opterećenje $\Sigma V = 280,18 \text{ [kN]}$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = \Sigma V \cdot 10^{-3} / A$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = 0,22 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = 0,22 < \sigma_{z,\text{dop}} = 0,43 \text{ [MPa]}$$

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Dimenzioniranje temeljne trake

Proračunski moment u traci:

$$M_{ed,y} = \frac{1}{48} (5\sigma_1 + \sigma_2) \alpha^2$$

$$M_{ed,y} = 44,60 \quad [\text{kNm/m}']$$

$$f_{cd} = 20,00 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$f_{yd} = 434,78 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\mu_{ed} = \frac{M_{ed,y}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$

$$\mu_{ed} = 0,0077$$

$$\mu_{Rd,lim} = 0,252$$

OČITANO:

koefficient kraka unutarnjih sila $\zeta = 0,993$

koefficient položaja neutralne osi $\xi = 0,029$

deformacija betona $\varepsilon_{cd} = 0,600 \quad [\%]$

deformacija čelika $\varepsilon_{s1} = 20 \quad [\%]$

$$A_{s1} = \frac{M_{ed,y}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,909 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

Minimalna armatura: $A_{s,min} = 0,022 \frac{f_{td}}{f_{yk}} b d = 7,14 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

$$A_{s,min} = \frac{0,6 \cdot b \cdot d}{f_{yk}} = 6,49 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

Maksimalna armatura: $A_{s,max} = 0,4 \frac{f_{td}}{f_{yk}} b \cdot d = 131,76 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

$$A_{s,max} = 0,310 \frac{f_{td}}{f_{yd}} b \cdot d = 77,15 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

POTREBNO: $A_{s1,x} = 7,14 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

ODABRANO IZ TABLICA: 10,05 $[\text{cm}^2/\text{m}']$

16 / 20,00 [cm]

Razdjelna armatura (uzduž temeljne trake)

$$A_{s1,y} = \min 20\% A_{s1,x}$$

$$A_{s1,y} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

POTREBNO: $A_{s1,y} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

ODABRANO IZ TABLICA: 4,02 $[\text{cm}^2/\text{m}']$

8 / 25,00 [cm]

Proračun proboja temeljne trake

$$r_{crit} = 55,05 \quad [\text{cm}]$$

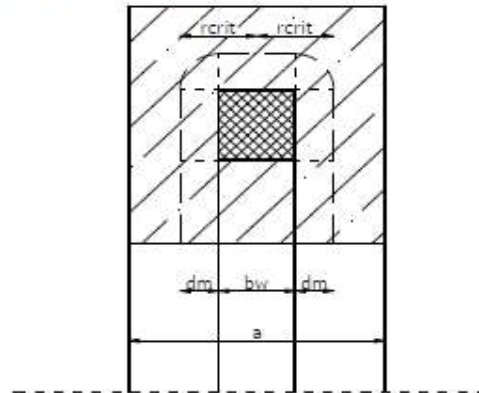
proračun se ne provodi ako je ispunjen uvjet:

$$r_{crit} \geq (a-b_w)/2$$

$$(a-b_w)/2 = 60,0 \quad [\text{cm}]$$

Uvjet nije zadovoljen, proračun se provodi

Proračunski model s kritičnim opsegom



Kritični opseg:

$$u_{crit} = 2(a_y + b_w) + b_w + d_m \cdot \pi = 3,82 \quad [\text{m}]$$

Kritična ploština:

$$A_{crit} = (b_w + 2d_m)(b_w + a_y) + d_m \cdot b_w + d_m^2 \cdot \pi / 2 = 1,90 \quad [\text{m}^2]$$

Proračunska uzdužna sila:

$$N_{sd} = \sigma^* a (2a_y + b_w) = 375 \quad [\text{kN}]$$

Sila mjerodavna za proboj:

$$V_{sd} = N_{sd} - \sigma^* A_{crit} = 58,94 \quad [\text{kN}]$$

Proračunska poprečna sila proboja po jedinici kritičnog opsega:

$$v_{sd} = V_{sd} / u_{crit} = 21,58 \quad [\text{kN/m}]$$

Korekcijski faktor:

$$\beta = 1,4$$

$$\tau_r = 0,34 \quad [\text{MPa}]$$

$$v_{rd1} = \tau_{rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) \cdot d_m = 240,83 \quad [\text{kN/m}]$$

$$k = (1,6 - d_m) \geq 1$$

$$k = 1,05$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}} \leq 0,015 \Rightarrow 0,0007$$

$$\rho_{lx} = \frac{A_{sx,y}}{b \cdot d_m} \quad \rho_x = 0,0013$$

$$\rho_y = 0,0004$$

$$22 \text{ kN/m} < 241 \text{ kN/m}$$

Nije potrebna dodatna poprečna armatura

10.2.2.4 Trakasti temelj TT4

TRAKASTI TEMELJ

TT4

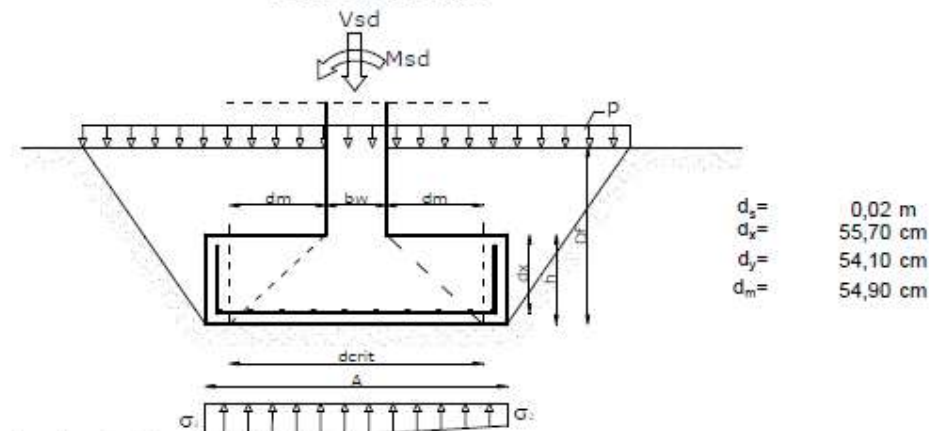
1. Dimenzioniranje trakastih temelja

Ulazni podaci:

- Djelujuća sila
- Djelujući moment
- širina temelja
- širina zida
- visina temelja
- duljina temelja
- ukupna težina poda i korisno opterećenje na podu
- dopušteni napon u tlu na dubini temeljenja
- zapreminska masa tla
- zaštitni sloj betona
- dubina temeljenja

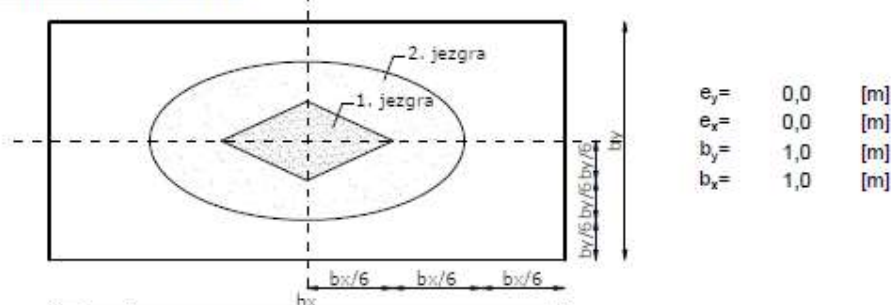
Beton=	C30/37
N_{sd} =	230,00 [kN/m]
M_{sd} =	3,00 [kNm]
a =	1,00 [m]
b_w =	0,30 [m]
h =	0,60 [m]
b =	1,00 [m]
p =	2,00 [kN/m ²]
$\sigma_{z,dop}$ =	0,43 [MPa]
γ =	22,00 [kN/m ³]
c =	0,035 [m]
D_f =	0,80 [m]

Poprečni presjek



d_s =	0,02 m
d_x =	55,70 cm
d_y =	54,10 cm
d_m =	54,90 cm

Provjera stabilnosti temelja



e_y =	0,0	[m]
e_x =	0,0	[m]
b_y =	1,0	[m]
b_x =	1,0	[m]

$$\frac{e_x}{b_x} + \frac{e_y}{b_y} < \frac{1}{6} \quad \text{za osnovna opterećenja} \quad 0,03 \quad \text{zadovoljava!}$$

$$\left(\frac{e_x}{b_x}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y}\right)^2 < \frac{1}{9} \quad \text{za seizmička opterećenja} \quad 0,00 \quad \text{zadovoljava!}$$

Provjera naprezanja ispod temeljne trake (bez slojeva iznad temelja)

$$\begin{aligned} A_{\text{temelja}} &= 1 \text{ [m}^2\text{]} \\ W_y &= 0,17 \text{ [m}^3\text{]} \\ \sigma_1 &= 248,00 \text{ [kN/m}^2\text{]} \\ \sigma_2 &= 212,00 \text{ [kN/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Proračunska širina temelja} & & a' &= 0,97 \text{ [m]} \\ \text{Proračunska ploština} & & A'_{\text{temelja}} &= 0,97 \text{ [m}^2\text{]} \\ \text{Naprezanje} & & \sigma_0 &= 236,16 \text{ [kN/m}^2\text{]} \\ \text{Proračunska otpornost tla} & & \sigma_{z,\text{dop}} &= 426,00 \text{ [kN/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Kontrola naprezanja ispod temeljne trake (sa slojevima i dodatnim opterećenjem)

Analiza opterećenja:

- vertikalna sila u stupu / zidu	230,00 [kN]
- vlastita težina trakastog temelja	15,00 [kN]
- težina tla iznad trakastog temelja	3,08 [kN]
- težina poda	1,40 [kN]

$$\text{Ukupno opterećenje } \Sigma V = 249,48 \text{ [kN]}$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = \Sigma V \cdot 10^{-3} / A$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = 0,26 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = 0,26 < \sigma_{z,\text{dop}} = 0,43 \text{ [MPa]}$$

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Dimenzioniranje temeljne trake

Proračunski moment u traci:

$$M_{sd,y} = \frac{1}{48} (5\sigma_1 + \sigma_2) a^2$$

$$M_{sd,y} = 28,69 \quad [\text{kNm/m}']$$

$$f_{cd} = 20,00 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$f_{yd} = 434,78 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd,y}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$

$$\mu_{sd} = 0,0050$$

$$\mu_{Rd,lm} = 0,252$$

OČITANO:

koeficijent kraka unutarnjih sila $\zeta = 0,993$

koeficijent položaja neutralne osi $\xi = 0,020$

deformacija betona $\varepsilon_{c2} = 0,400 \quad [\%]$

deformacija čelika $\varepsilon_{s1} = 20 \quad [\%]$

$$A_{s1} = \frac{M_{sd,y}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,228 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

Minimalna armatura: $A_{s,min} = 0,022 \frac{f_{ctk}}{f_{yk}} b d = 7,14 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

$$A_{s,min} = \frac{0,6 \cdot b \cdot d}{f_{yk}} = 6,49 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

Maksimalna armatura: $A_{s,max} = 0,4 \frac{f_{ctk}}{f_{yk}} b \cdot d = 131,76 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

$$A_{s,max} = 0,310 \frac{f_{cd}}{f_{yk}} b \cdot d = 77,15 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

POTREBNO: $A_{s1,x} = 7,14 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

ODABRANO IZ TABLICA: 10,05 $[\text{cm}^2/\text{m}']$

16 / 20,00 [cm]

Razdjelna armatura (uzduž temeljne trake)

$$A_{s1,y} = \min 20\% A_{s1,x}$$

$$A_{s1,y} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

POTREBNO: $A_{s1,y} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

ODABRANO IZ TABLICA: 4,02 $[\text{cm}^2/\text{m}']$

8 / 25,00 [cm]

Proračun proboja temeljne trake

$$r_{crit} = 55,05 \quad [\text{cm}]$$

proračun se ne provodi ako je ispunjen uvjet:

$$r_{crit} \geq (a-b_w)/2$$

$$(a-b_w)/2 = 35,0 \quad [\text{cm}]$$

Proračun se ne provodi

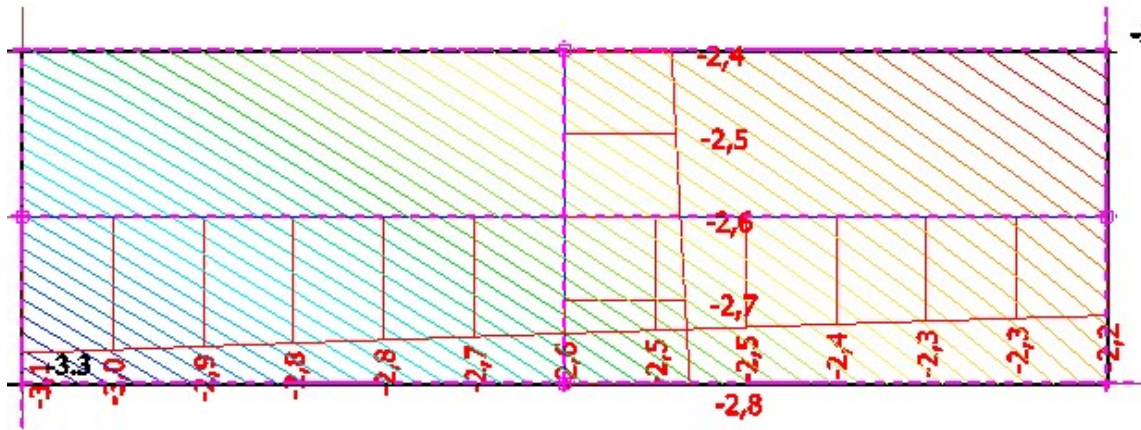
10.3 Temeljna ploča stubišta i lifta

Ispod skupine AB zidova jezgre lifta i stubišta izvodi se temeljna ploča na debljini 60 cm. Beton je klase C30/37, armatura B500B. Razred okoliša XC2, minimalni zaštitni sloj 35 mm za sve strane temeljne konstrukcije. Oznaka pozicije stubišta TP1 a nalaze se između osi 1-2 i B-C.

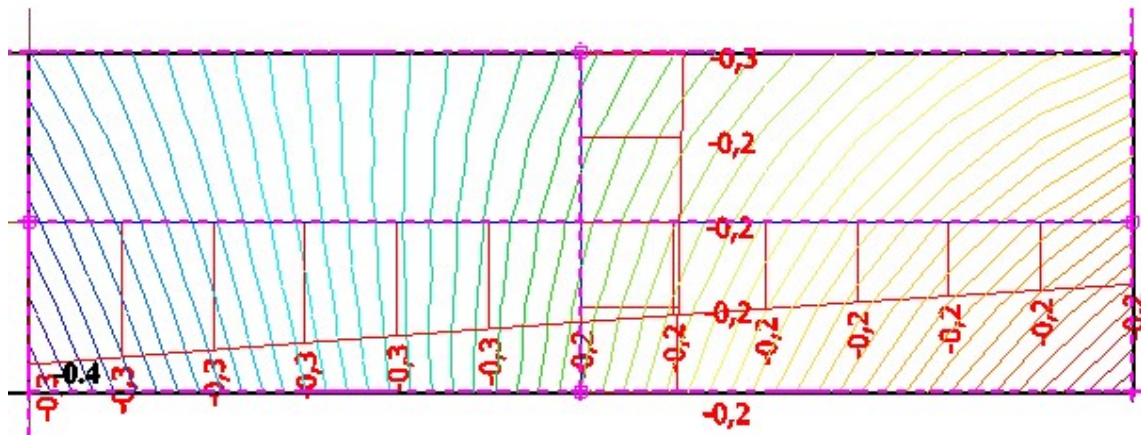
10.3.1 Deformacije temeljne ploče stubišta ST1

Temeljna ploča stubišta ST1

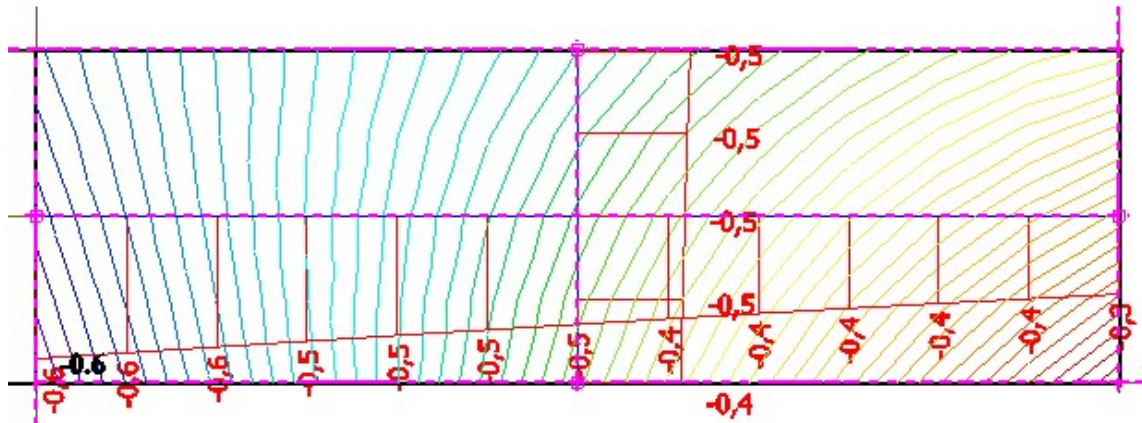
Pomak ploče za vlastitu težinu LC1 u (mm)



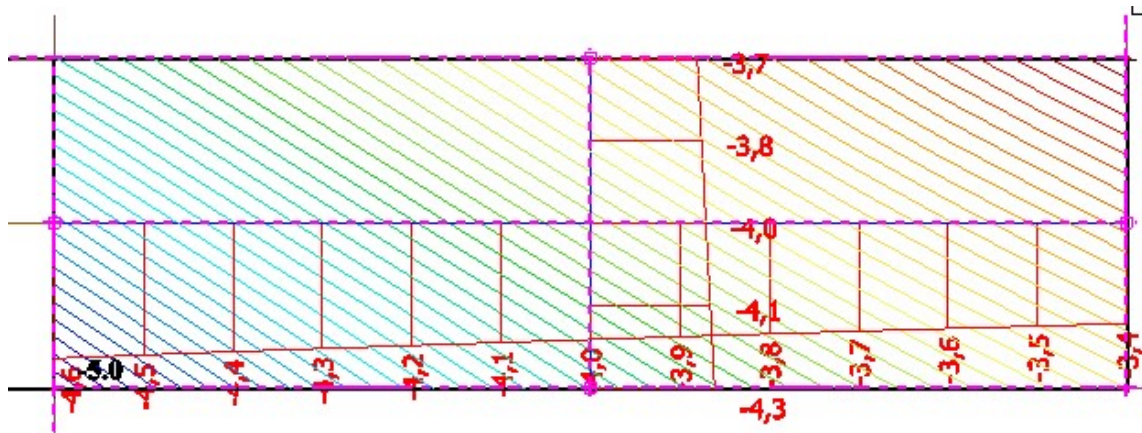
Pomak ploče za dodatno stalno djelovanje LC2 u (mm)



Pomak ploče za korisno djelovanje LC3 u (mm)



Kombinacija opterećenja CO2-GSU

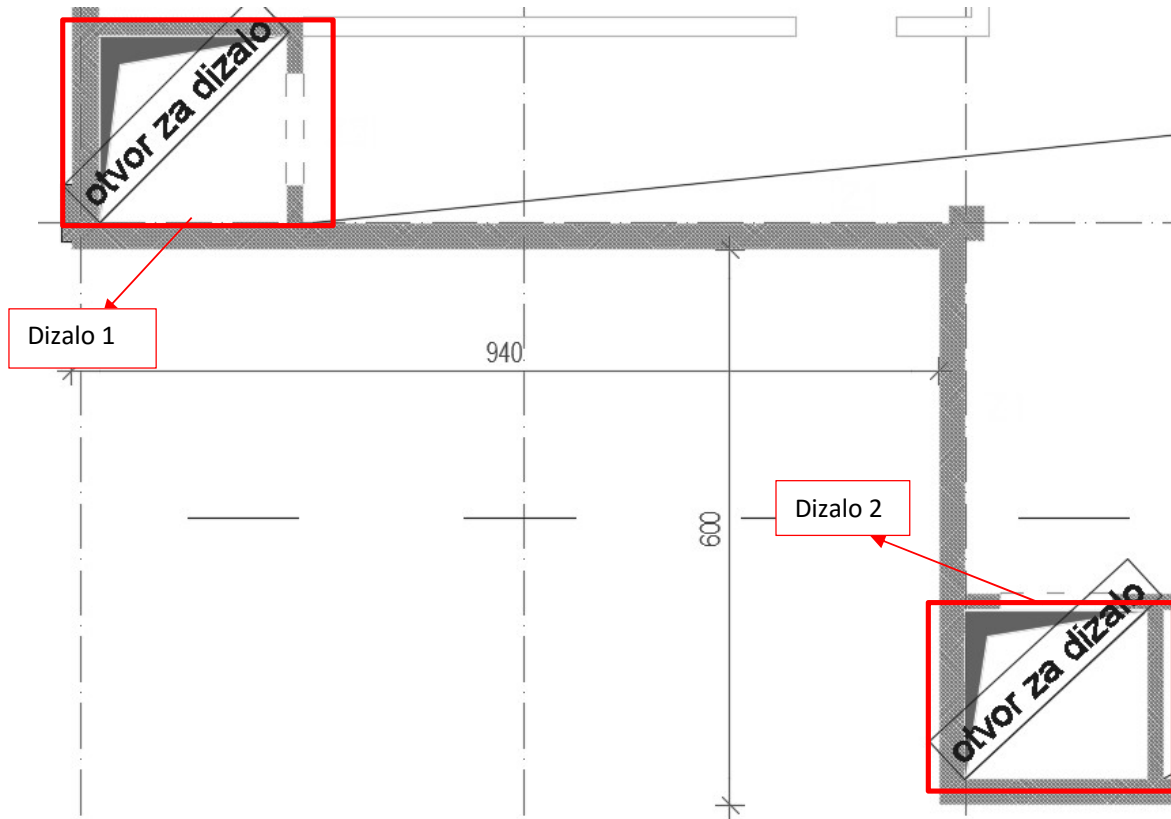


Linearni elastični (kratkotrajni progib) progib za kombinaciju opterećenja CO2–GSU iznosi 0,60 mm

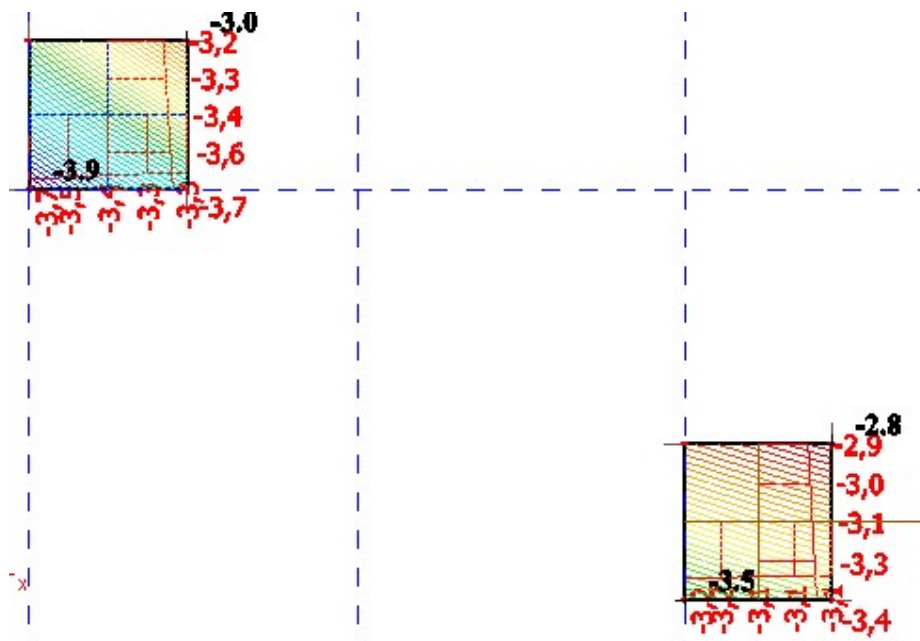
Linearni neelastični (dugotrajni progib) progib za slučajeve opterećenja dobija se množenjem progiba pojedinačnih djelovanja slučaja opterećenja s faktorom 2,5 te iznosi : 1,35mm

Dopušteni progib: $L/300=2280/300=7,6$ mm

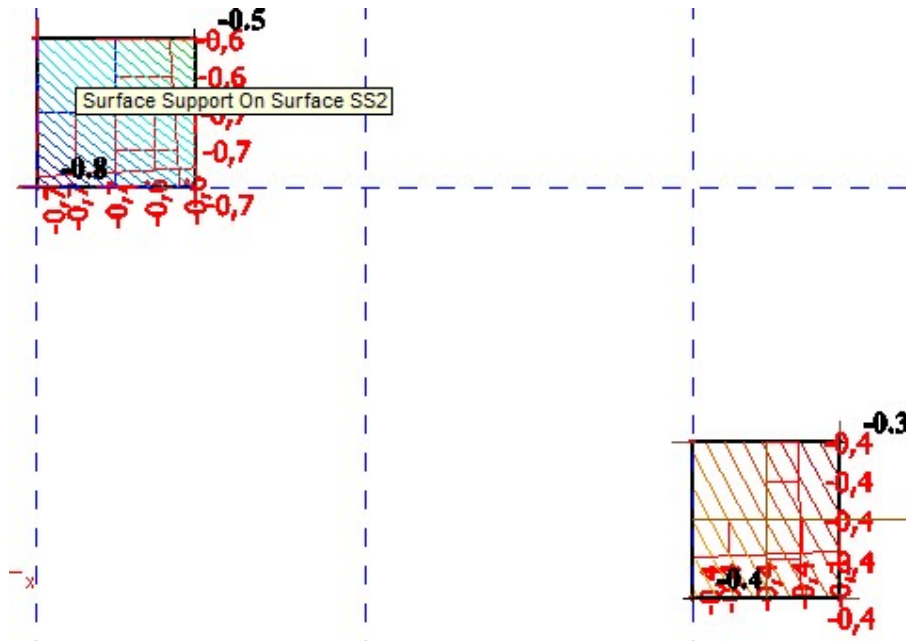
Temeljna ploča dizala 1 i 2



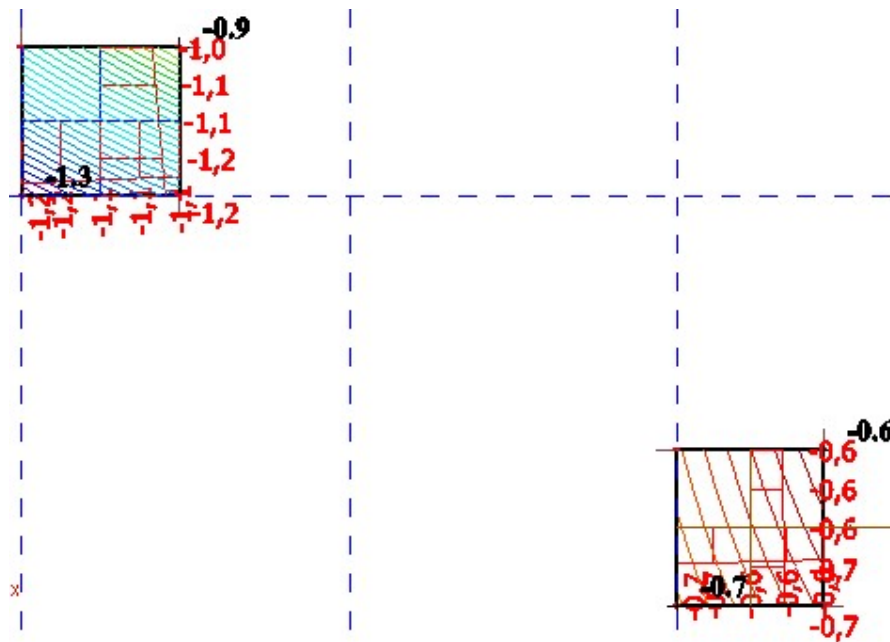
Pomak ploče za vlastitu težinu LC1 u (mm)



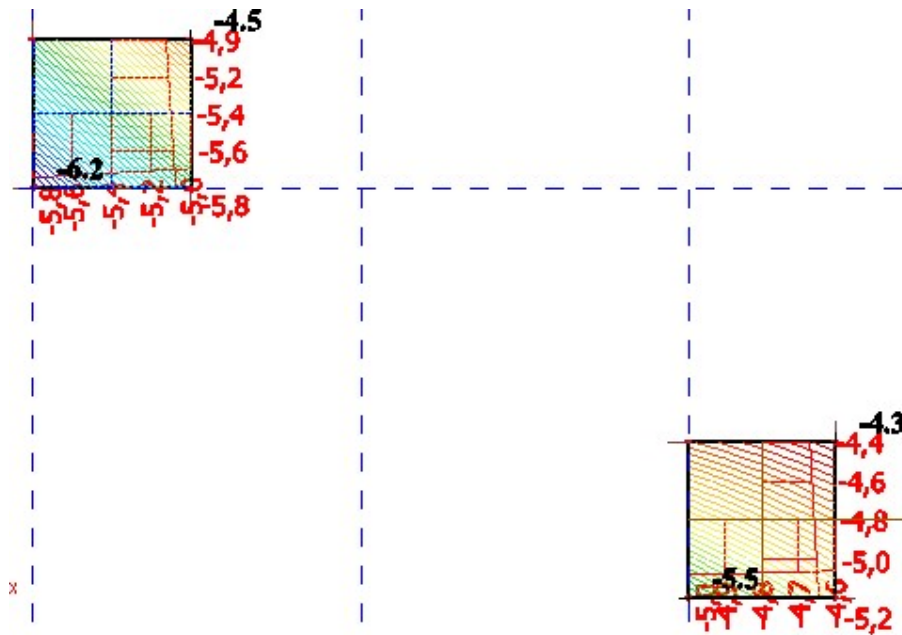
Pomak ploče za dodatno stalno djelovanje LC2 u (mm)



Pomak ploče za korisno djelovanje LC3 u (mm)



Kombinacija opterećenja CO2-GSU



Linearni elastični (kratkotrajni progib) progib za kombinaciju opterećenja CO2–GSU iznosi 0,8 mm

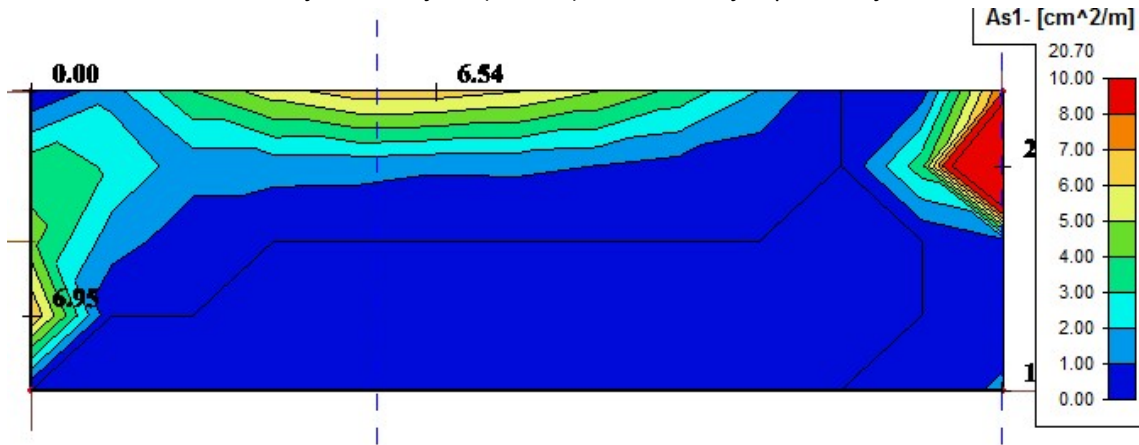
Linearni neelastični (dugotrajni progib) progib za slučajeve opterećenja dobija se množenjem progiba pojedinačnih djelovanja slučaja opterećenja s faktorom 2,5 te iznosi : 1,6mm.

Dopušteni progib: $L/250=2310/250=9,24$ mm

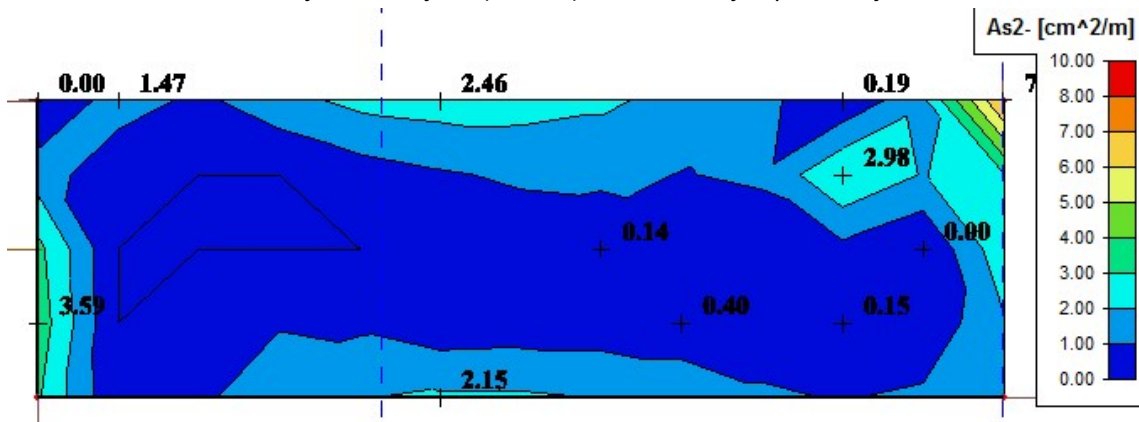
10.3.2 Potrebna armatura

Temeljna ploča stubišta ST1

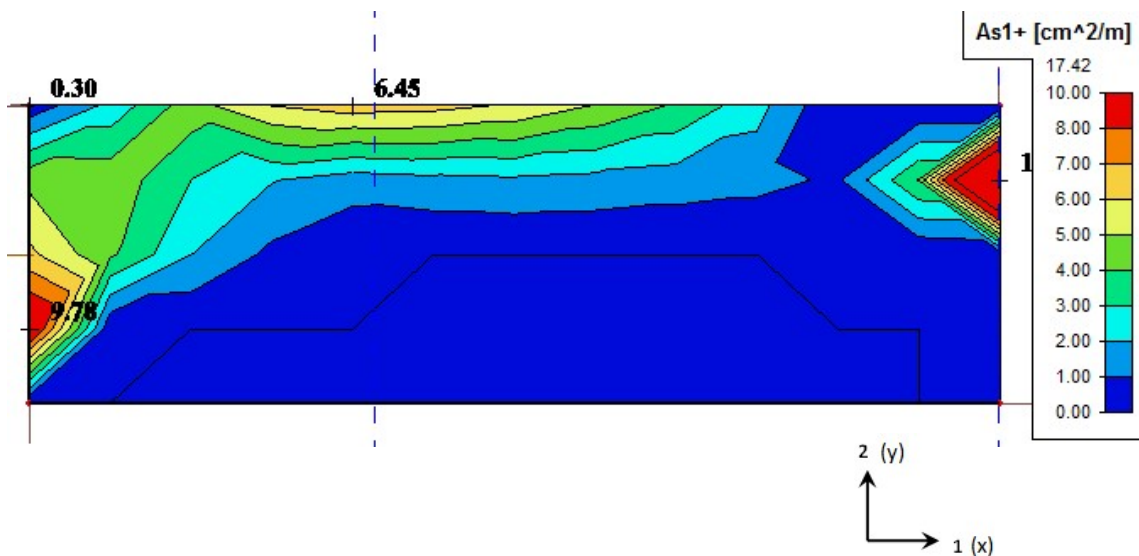
Potrebna armatura donje zone smjer 1 (cm^2/m') za kombinaciju opterećenja CO1



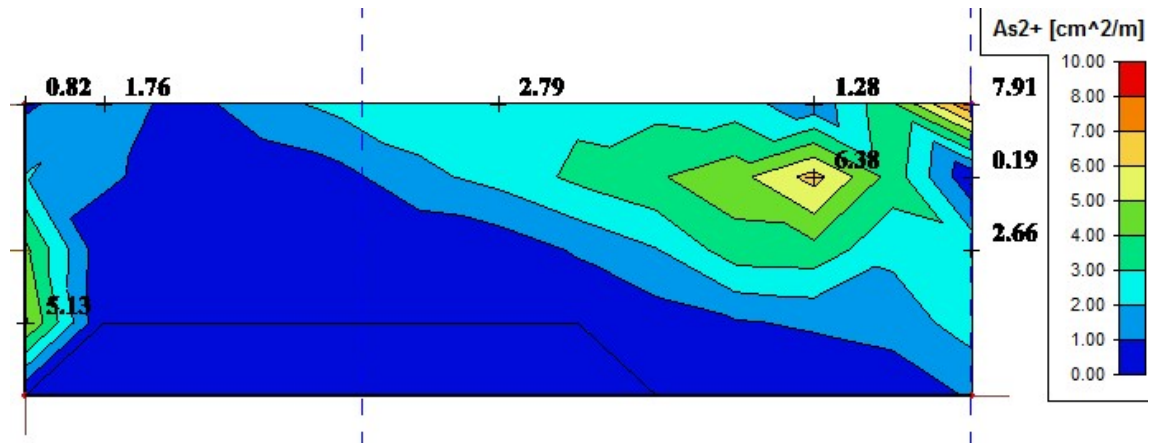
Potrebna armatura donje zone smjer 2 (cm^2/m') za kombinaciju opterećenja CO1



Potrebna armatura gornje zone smjer 1 (cm^2/m') za kombinaciju opterećenja CO1

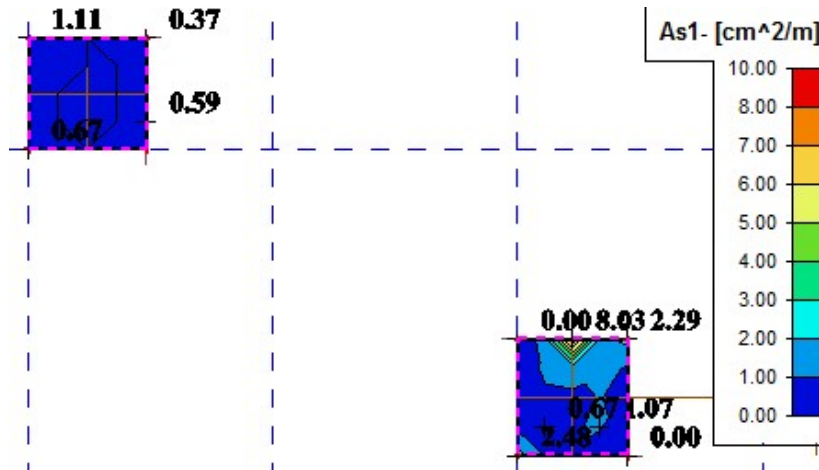


Potrebna armatura gornje zone smjer 2 (cm^2/m^2) za kombinaciju opterećenja CO1

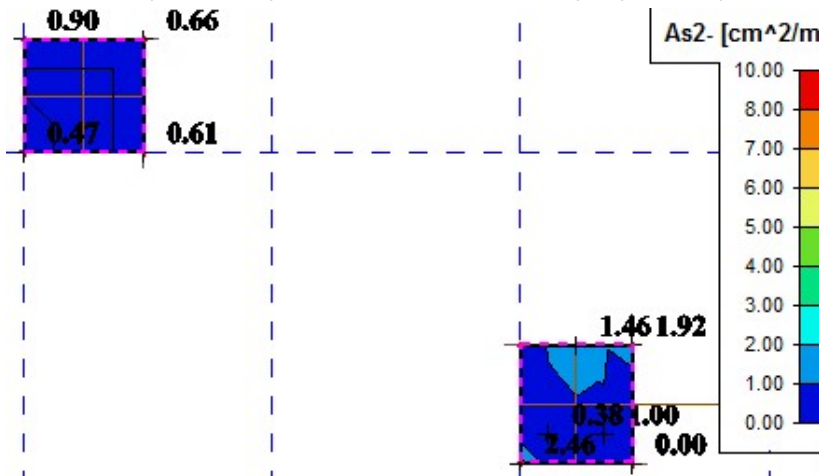


Temeljna ploča dizala 1 i 2

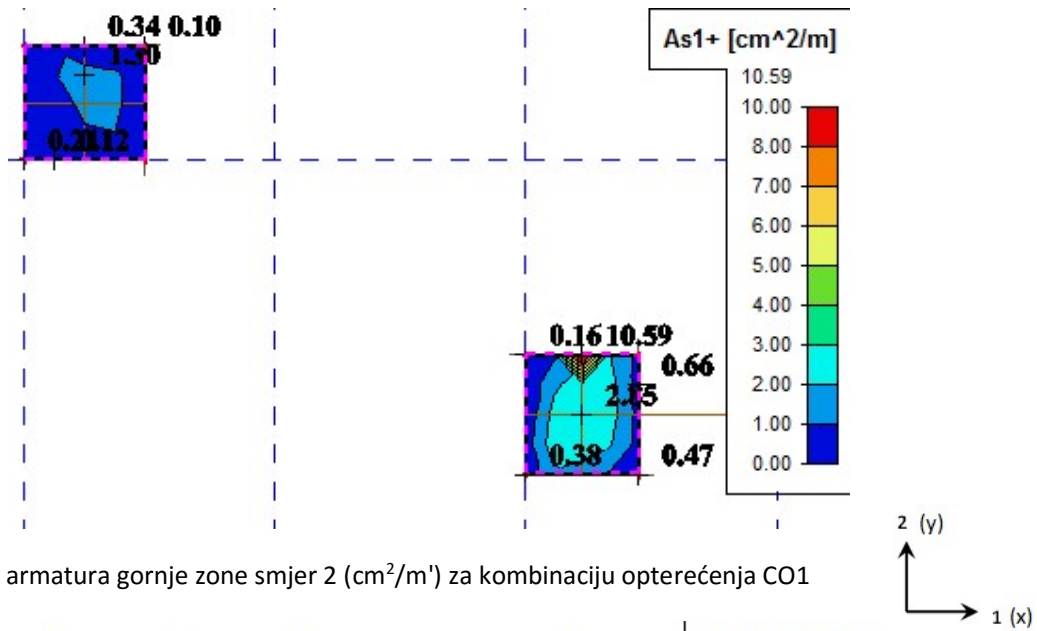
Potrebna armatura donje zone smjer 1 (cm^2/m^2) za kombinaciju opterećenja CO1



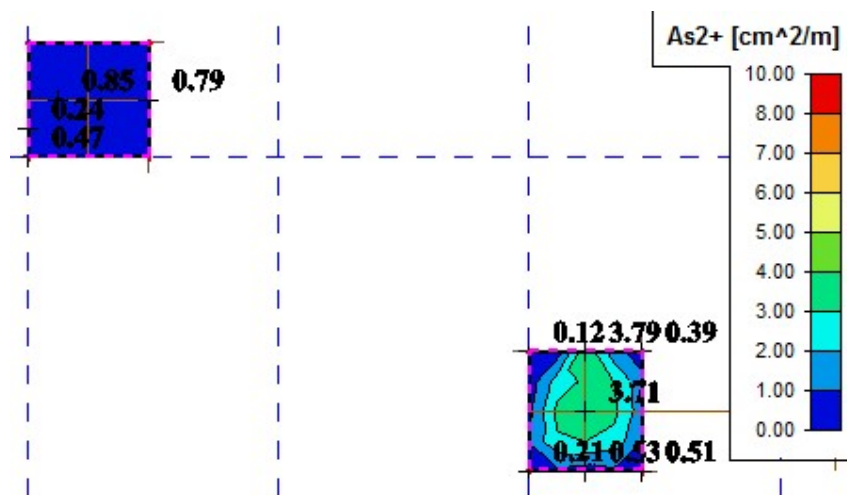
Potrebna armatura donje zone smjer 2 (cm^2/m^2) za kombinaciju opterećenja CO1



Potrebna armatura gornje zone smjer 1 (cm^2/m^1) za kombinaciju opterećenja CO1



Potrebna armatura gornje zone smjer 2 (cm^2/m^1) za kombinaciju opterećenja CO1



ODABRANA ARMATURA

Beton - C 30/37

$$f_{CD} = \frac{f_{CK}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20 \text{ MPa} = 2,0 \text{ kN/cm}^2$$

Armatura - B 500 B

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

Minimalna armatura ploče:

$$A_{s_{\min}} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_i \cdot d = 0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 100 \cdot 55 = 8,29 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{s_{\min}} = 0,0013 \cdot b_i \cdot d = 0,0013 \cdot 100 \cdot 55 = 7,15 \text{ cm}^2/m$$

$$MJERODAVNO : A_{s_{\min}} = 8,29 \text{ cm}^2/m$$

Maksimalna armatura za ploču:

$$A_{s_{\max}} = 0,022 \cdot A_c = 0,022 \cdot (100 \cdot 60) = 132,0 \text{ cm}^2/m$$

Donja zona ploče

- AB ploču u donjoj zoni armirati s mrežama Q 503, uz dodatak prema prikazanim dijagramima armature.

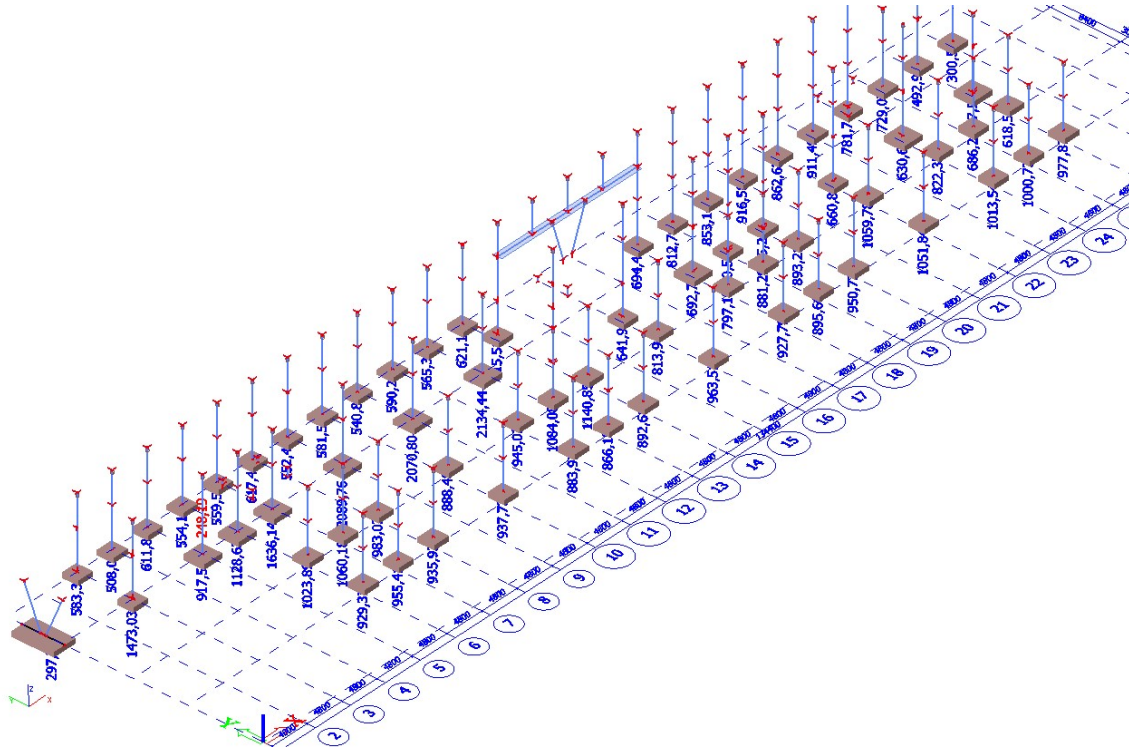
Gornja zona ploče

- AB ploču u gornjoj zoni armirati s mrežama Q503, uz dodatak prema prikazanim dijagramima armature.

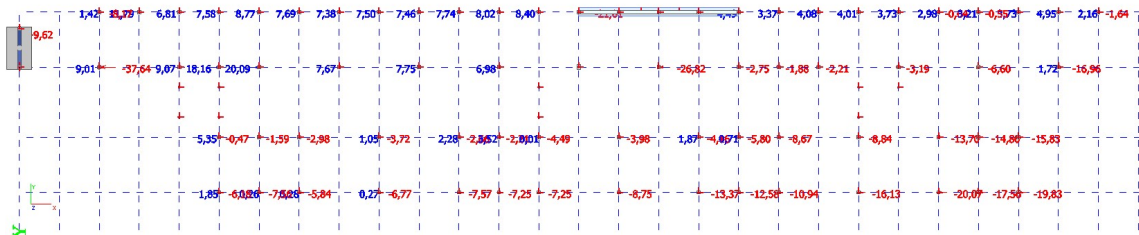
10.4 Temeljne stope

Kombinacija opterećenja CO1-GSN

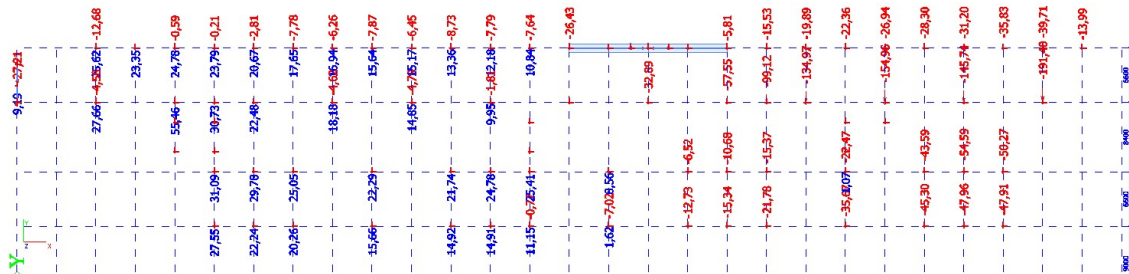
Rz (kN)



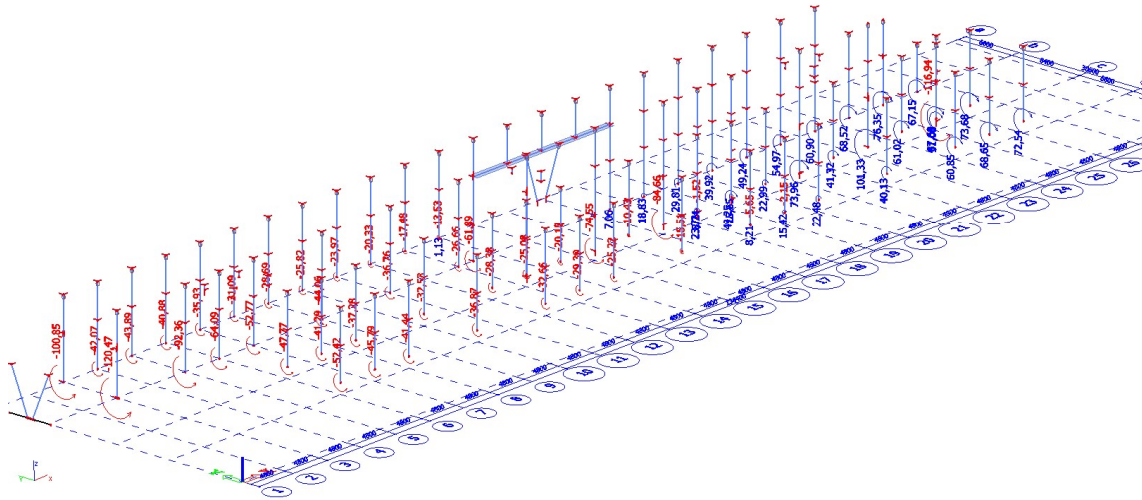
Rx(kN)



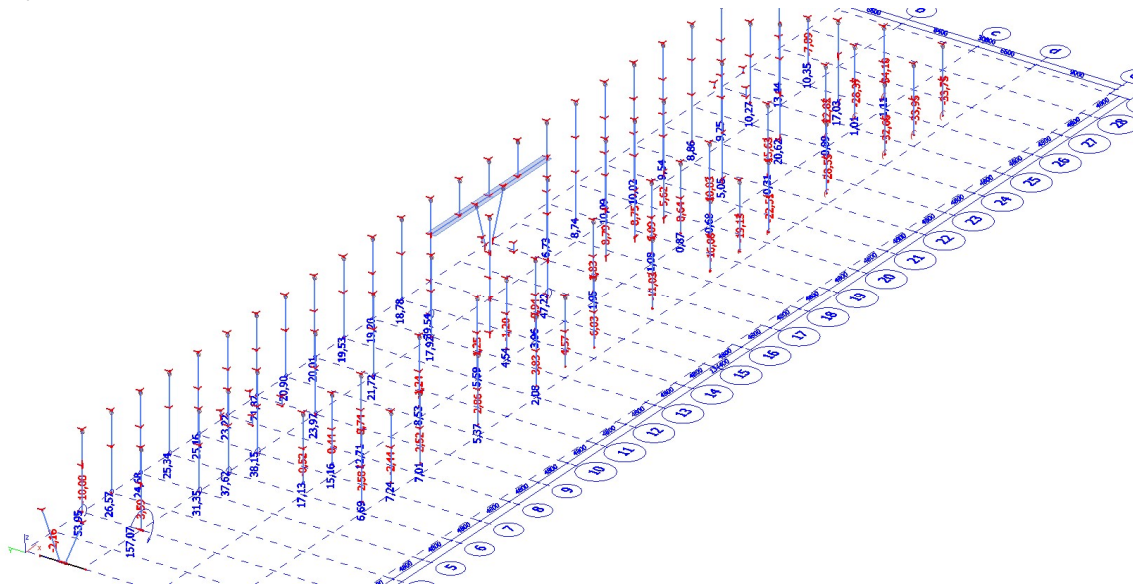
Ry(kN)



Mx(kNm)

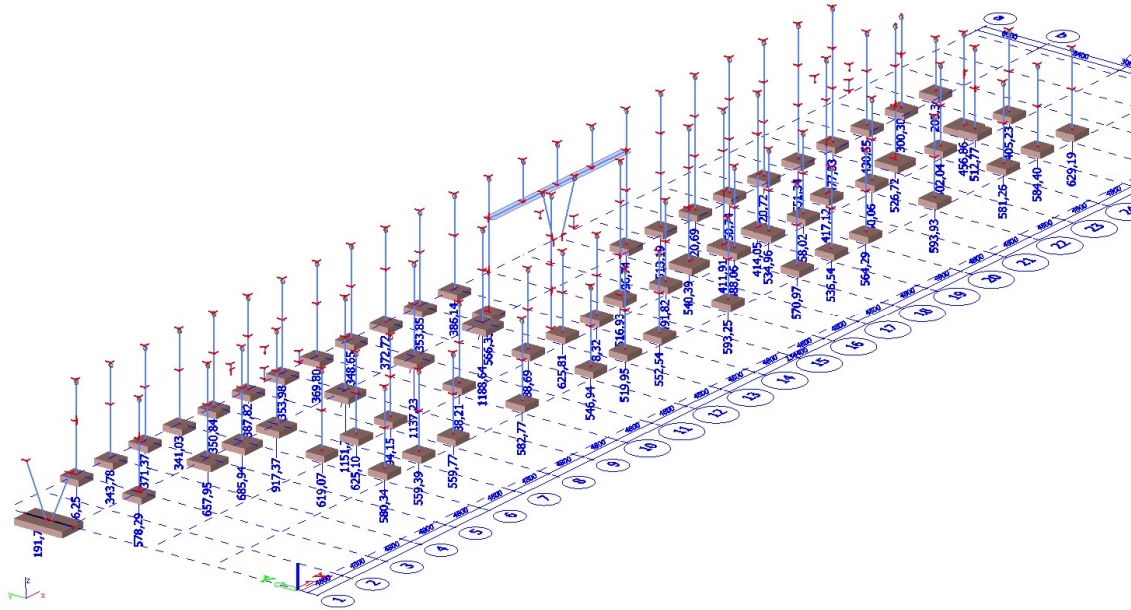


My(kNm)

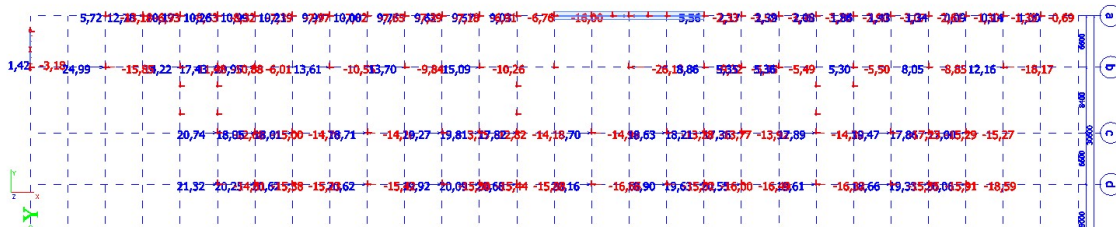


Kombinacija opterećenja CO3-potres

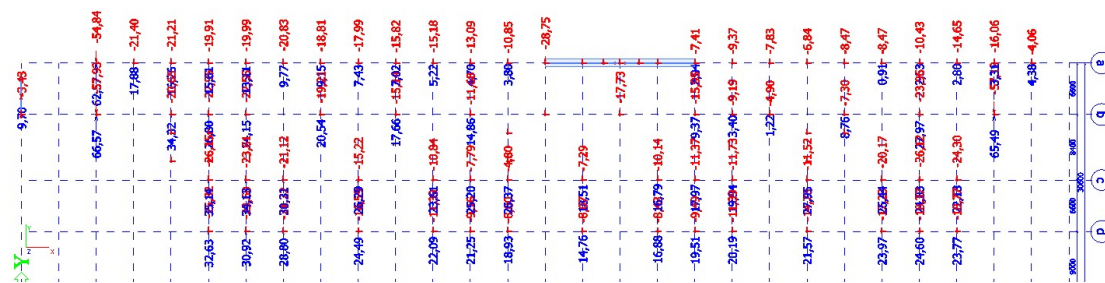
Rz (kN)



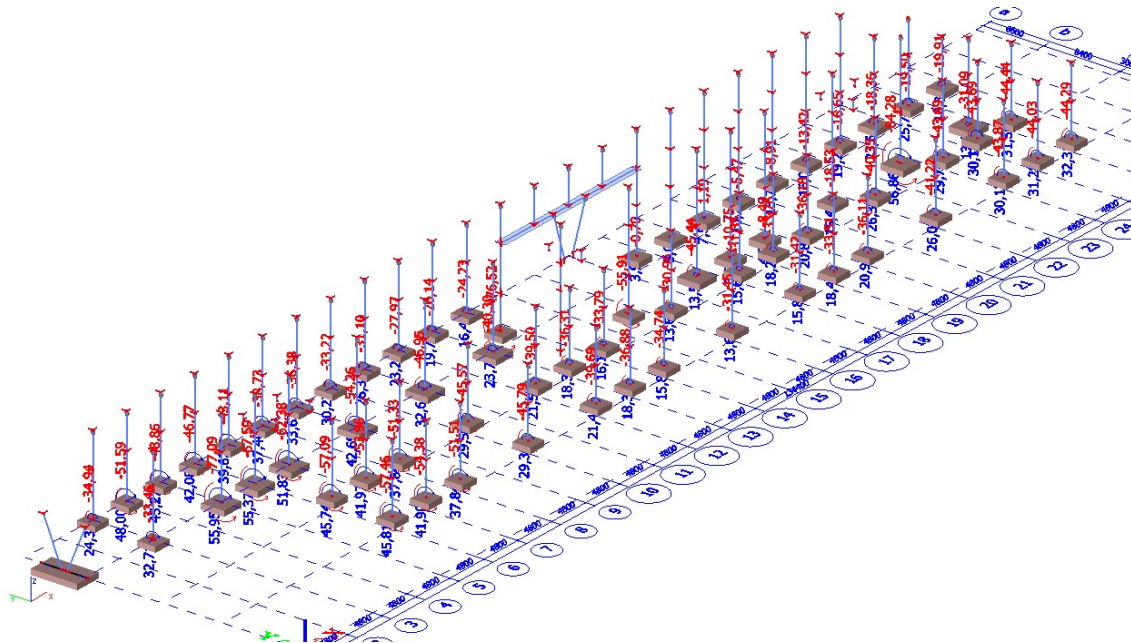
Rx(kN)



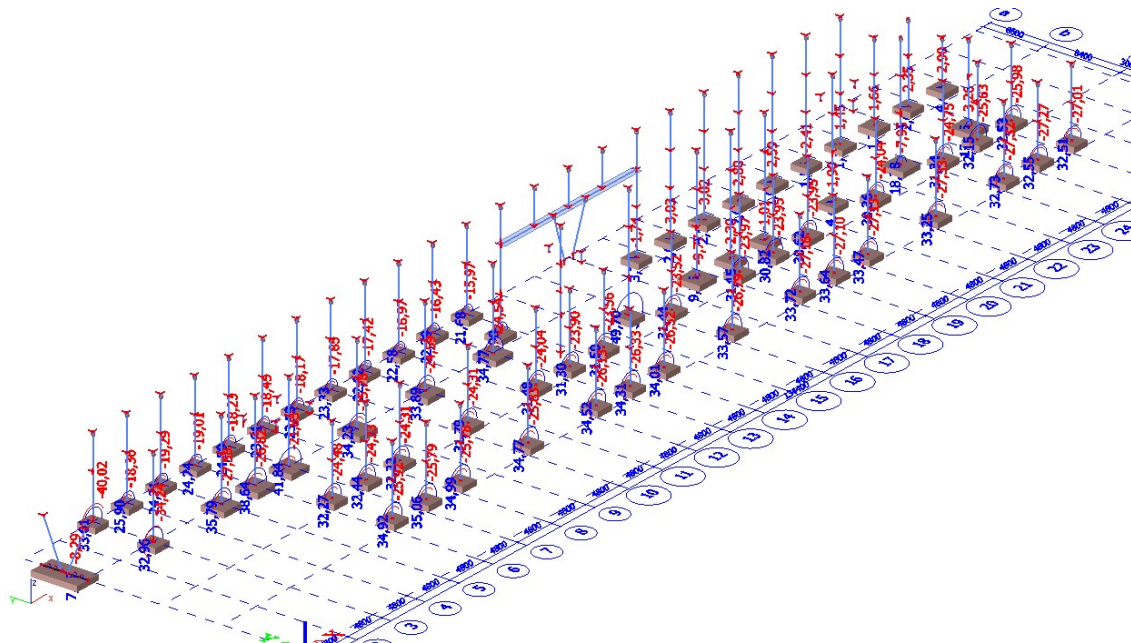
Ry(kN)



Mx(kNm)



My(kNm)



10.4.1 Naprezanje temeljnih stopa

10.4.1.1 Temeljna stopa TS1 (2,0×2,0×0,6m)

STOPA TIP 1 KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO1 - GSN

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	2,00
b (m)	2,00
h (m)	0,60
t (m)	0,00
df (m)	0,60
bx (m)	0,40
by (m)	0,40
dk (m)	0,00
cx (m)	0,55
cy (m)	0,55

Grafična nosivost temeljnog tla
qf (kPa) 426,00

Djelovanja na stopu

N _{sd} (kN)	973,07
M _{sd,x} (kNm)	38,26
M _{sd,y} (kNm)	4,14
V _{sd,x} (kN)	1,95
V _{sd,y} (kN)	21,79

Težina temeljne stope

γ _{beton} (kN/m ³)	25,00
g1 (kN)	60,00

Težina tla iznad stope

γ _{tlo} (kN/m ³)	20
g2 (kN)	0

Težina podne ploče iznad stope

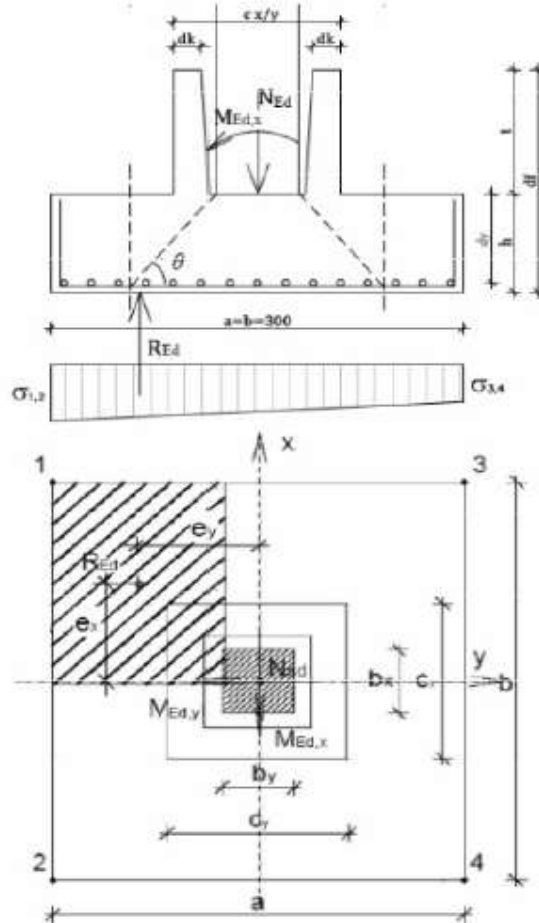
γ _{beton} (kN/m ³)	24,00
h ploče (m)	0,15
g3 (kN)	14,40

Dodatno opterećenja na temeljno tlo

g=g1+g2+g3 74,40 kN

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

G=γ_G*g= 100,44 kN



NAPOMENA:

Za projektni pristup PP3 (DA3) stalna djelovanja (težina temelja, nadsloj tla i sl.) se množe sa parcijalnim faktorom djelovanja za stalna nepovoljna djelovanja γ_G=1,35

Projektni pristup	PP3 (DA3)	=A1d+M2+R3
trajna nepovoljna	γ _{G,sup}	1,35
trajna povoljna	γ _{G,inf}	1,00
promjenjiva povoljna	γ _{Q,sup}	0,00
promjenjiva nepovoljna	γ _{Q,inf}	1,50

2. KONTROLA SLOMA TLA ISPOD TEMELJNE STOPE

Uzdužna sila za proračun temeljne stope

$$N = N_{sd} + G \quad (kN) \quad 1073,51$$

Horizontale sile za proračun temeljne stope

$$V_x \quad (kN) \quad 1,95$$

$$V_y \quad (kN) \quad 21,79$$

Momenti za proračun temeljne stope

$$M_x \quad (kNm) \quad 51,334 \quad M_x = M_{sdx} + V_{sdy} \cdot df$$

$$M_y \quad (kNm) \quad 5,31 \quad M_y = M_{sdy} + V_{sdx} \cdot df;$$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$$e_x = \frac{M_y}{N} \leq \frac{a}{6}; \quad e_y = \frac{M_x}{N} \leq \frac{b}{6}$$

$$e_x \quad (m) = 0,005 < a/6 \quad (m) = 0,333 \quad \rightarrow \quad \text{ZADOVOLJAVA}$$

$$e_y \quad (m) = 0,048 < b/6 \quad (m) = 0,333 \quad \rightarrow \quad \text{ZADOVOLJAVA}$$

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$$\frac{e_x}{b} + \frac{e_y}{a} \leq \frac{1}{6} = 0,026 \leq 1/6 \quad \rightarrow \quad \text{ZADOVOLJAVA}$$

Efektivna površina temeljne stope

$$A' = a - 2 \cdot e_x = 1,990 \quad m$$

$$B' = b - 2 \cdot e_y = 1,904 \quad m$$

$$P' = A' \cdot B' = 3,790 \quad m^2$$

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

$$q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 426,00 \quad kPa \quad \text{za PP3 (DA3) parcijalni faktor otpora za nosivost tla iznosi } \gamma_R = 1$$

PP3 (DA3) = A1d+M2+R3 $\rightarrow \gamma_R = 1,0$

efektivna naprezanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$$q_E = \frac{N}{P'} = 283,26 \quad kPa < q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 426,00 \quad kPa$$

ZADOVOLJAVA

Naprezanja ispod temeljne stope

$$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_1 = 310,861 \quad kPa$$

$$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_2 = 302,896 \quad kPa$$

$$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_3 = 233,860 \quad kPa$$

$$\sigma_4 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_4 = 225,895 \quad kPa$$

Za osnovna opterećenja rezultanta sila se mora nalaziti u 1. jezgri poprečnog presjeka.
 Cijela površina temelja je u tlaku, nema odizanja temelja od tla.

STOPA TIP 1 KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA POTRESNU KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO3 - potres

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	2,00
b (m)	2,00
h (m)	0,60
t (m)	0,00
df (m)	0,60
bx (m)	0,40
by (m)	0,40
dk (m)	0,00
cx (m)	0,55
cy (m)	0,55

Granična nosivost temeljnog tla

qf (kPa)	426,00
----------	--------

Djelovanja na stopu

N _{sd} (kN)	596,32
M _{sd,x} (kNm)	16,75
M _{sd,y} (kNm)	1,40
V _{sd,x} (kN)	1,21
V _{sd,y} (kN)	10,27

Težina temeljne stope

γ _{beton} (kN/m ³)	25,00
g1 (kN)	60,00

Težina tla iznad stope

γ _{tlo} (kN/m ³)	20
g2 (kN)	0

Težina podne ploče iznad stope

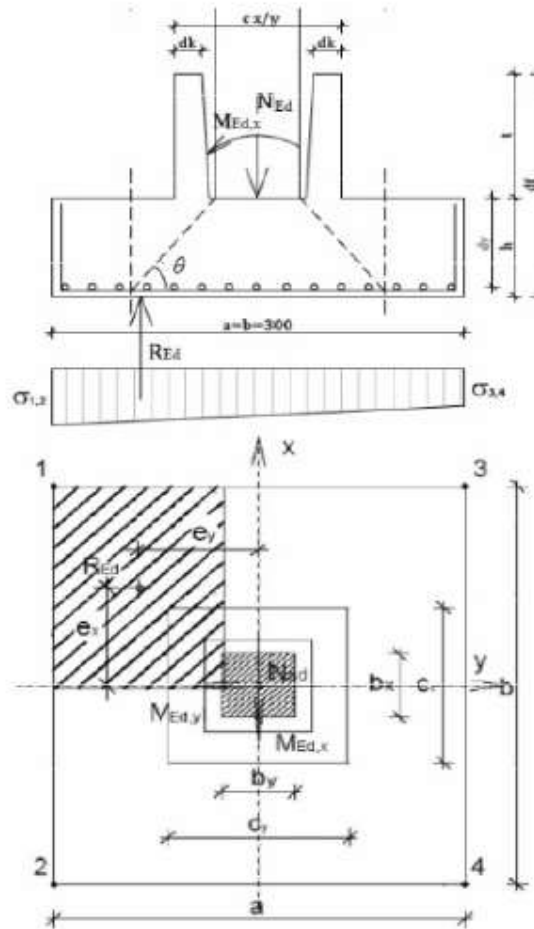
γ _{beton} (kN/m ³)	25,00
h ploče (m)	0,15
g3 (kN)	15,00

Dodatno opterećenja na temeljno tlo

g=g1+g2+g3	75,00 kN
------------	----------

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

G=γ _G *g=	75,00 kN
----------------------	----------



NAPOMENA:

Za seizmičko kombinaciju opterećenja stalna djelovanja se množe sa koeficijentom γ_G=1,0

2. KONTROLA SLOMA TLA ISPOD TEMELJNE STOPE

Uzdužna sila za proračun temeljne stope

$$N = N_{sd} + G = 671,32$$

Horizontale sile za proračun temeljne stope

$$V_x \text{ (kN)} = 1,21$$

$$V_y \text{ (kN)} = 10,27$$

Momenti za proračun temeljne stope

$$M_x \text{ (kNm)} = 22,912 \quad M_x = M_{sd,x} + V_{sd,y} \cdot d_f$$

$$M_y \text{ (kNm)} = 2,126 \quad M_y = M_{sd,y} - V_{sd,x} \cdot d_f$$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$$e_x = \frac{M_y}{N} \leq \frac{b}{8}; \quad e_y = \frac{M_x}{N} \leq \frac{a}{8}$$

$$e_x \text{ (m)} = 0,003 < a/3 \text{ (m)} = 0,667 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

$$e_y \text{ (m)} = 0,034 < b/3 \text{ (m)} = 0,667 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$$\left(\frac{e_x}{b}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{a}\right)^2 \leq \frac{1}{9} = 0,000 \leq 1/9 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Efektivna površina temeljne stope

$$A' = a - 2 \cdot e_x = 1,994 \text{ m}$$

$$B' = b - 2 \cdot e_y = 1,932 \text{ m}$$

$$P' = A' \cdot B' = 3,851 \text{ m}^2$$

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

$$q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 426,00 \text{ kPa} \quad (\text{projektna vrijednost } q_{Rd} \text{ iz geomehantičkog elaborata})$$

efektivna naprezanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$$q_E = \frac{N}{P'} = 174,31 \text{ kPa} < q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 426,00 \text{ kPa}$$

ZADOVOLJAVA

Naprezanja ispod temeljne stope

$$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_1 = 186,609 \text{ kPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_2 = 183,420 \text{ kPa}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_3 = 152,241 \text{ kPa}$$

$$\sigma_4 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_4 = 149,052 \text{ kPa}$$

Za ostala opterećenja rezultanta sila se mora nalaziti u 2. jezgri poprečnog presjeka.

Dopušta se odizanje temelja od tla, ali rezultanta se mora nalaziti unutar 2. jezgre presjeka.

10.4.1.2 Temeljna stopa TS2 (2,5×2,5×0,6m)

STOPA TIP 2 KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO1 - GSN

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	2,50
b (m)	2,50
h (m)	0,60
t (m)	0,00
df (m)	0,60
bx (m)	0,40
by (m)	0,40
dk (m)	0,00
cx (m)	0,55
cy (m)	0,55

Granična nosivost temeljnog tla

qf (kPa)	426,00
----------	--------

Djelovanja na stopu

N _{sd} (kN)	2273,63
M _{sdx} (kNm)	14,87
M _{sdy} (kNm)	22,70
V _{sdx} (kN)	10,02
V _{sdy} (kN)	9,64

Težina temeljne stope

γ _{beton} (kN/m ³)	25,00
g1 (kN)	93,75

Težina tla iznad stope

γ _{tlo} (kN/m ³)	20
g2 (kN)	0

Težina podne ploče iznad stope

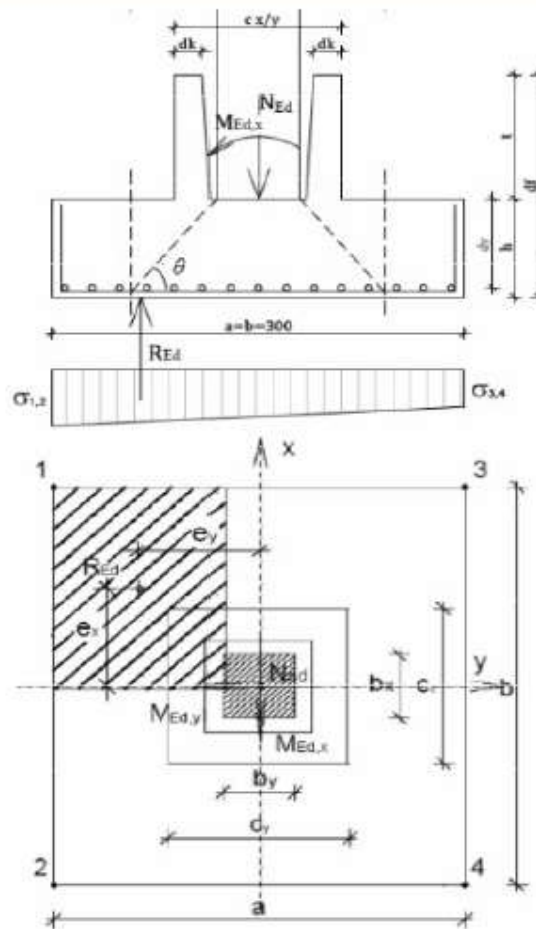
γ _{beton} (kN/m ³)	24,00
h ploče (m)	0,15
g3 (kN)	22,50

Dodatno opterećenja na temeljno tlo

g=g1+g2+g3	116,25 kN
------------	-----------

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

G=γ _G *g=	156,94 kN
----------------------	-----------



NAPOMENA:

Za projektni pristup PP3 (DA3) stalna djelovanja (težina temelja, nadstoj tla i sl.) se množe sa parcijalnim faktorom djelovanja za stalna nepovoljna djelovanja γG=1,35

Projektni pristup	PP3 (DA3)	=A1d+M2+R3
trajna nepovoljna	V _{G,sup} =	1,35
trajna povoljna	V _{G,inf} =	1,00
promjenjiva povoljna	V _{Q,sup} =	0,00
promjenjiva nepovoljna	V _{Q,inf} =	1,50

2. KONTROLA SLOMA TLA ISPOD TEMELJNE STOPE

Uzdužna sila za proračun temeljne stope

$$N = N_{sd} + G \quad (kN) \quad 2430,57$$

Horizontale sile za proračun temeljne stope

$$V_x \quad (kN) \quad 10,02$$

$$V_y \quad (kN) \quad 9,64$$

Momenti za proračun temeljne stope

$$M_x \quad (kNm) \quad 20,654$$

$$M_x = M_{sdx} + V_{sdy} \cdot df$$

$$M_y \quad (kNm) \quad 28,712$$

$$M_y = M_{sdy} + V_{sdx} \cdot df;$$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$$e_x = \frac{M_y}{N} \leq \frac{a}{6}; \quad e_y = \frac{M_x}{N} \leq \frac{b}{6}$$

$$e_x \quad (m) = 0,012 < a/6 \quad (m) = 0,417 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

$$e_y \quad (m) = 0,008 < b/6 \quad (m) = 0,417 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$$\frac{e_x}{b} + \frac{e_y}{a} \leq \frac{1}{6} = 0,008 \leq 1/6 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Efektivna površina temeljne stope

$$A' = a - 2 \cdot e_x = 2,476 \quad m$$

$$B' = b - 2 \cdot e_y = 2,483 \quad m$$

$$P' = A' \cdot B' = 6,149 \quad m^2$$

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

$$q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 426,00 \quad kPa$$

za PP3 (DA3) parcijalni faktor otpora za nosivost tla iznosi $\gamma_R = 1$
 PP3 (DA3) = A1d+M2+R3 $\rightarrow \gamma_R = 1,0$

efektivna naprezanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$$q_E = \frac{N}{P'} = 395,29 \quad kPa < q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 426,00 \quad kPa$$

ZADOVOLJAVA

Naprezanja ispod temeljne stope

$$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_1 = 407,847 \quad kPa$$

$$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_2 = 385,797 \quad kPa$$

$$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_3 = 391,985 \quad kPa$$

$$\sigma_4 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_4 = 369,934 \quad kPa$$

Za osnovna opterećenja rezultanta sila se mora nalaziti u 1. jezgri poprečnog presjeka.

Cijela površina temelja je u tlaku, nema odizanja temelja od tla.

STOPA TIP 2 KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA POTRESNU KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO3 - potres

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	2,50
b (m)	2,50
h (m)	0,60
t (m)	0,00
df (m)	0,60
bx (m)	0,40
by (m)	0,40
dk (m)	0,00
cx (m)	0,55
cy (m)	0,55

Granična nosivost temeljnog tla

qf (kPa)	650,00
----------	--------

Djelovanja na stopu

N _{sd} (kN)	1223,28
M _{sd,x} (kNm)	6,86
M _{sd,y} (kNm)	11,00
V _{sd,x} (kN)	4,80
V _{sd,y} (kN)	4,50

Težina temeljne stope

γ _{beton} (kN/m ³)	25,00
g1 (kN)	93,75

Težina tla iznad stope

γ _{tlo} (kN/m ³)	20
g2 (kN)	0

Težina podne ploče iznad stope

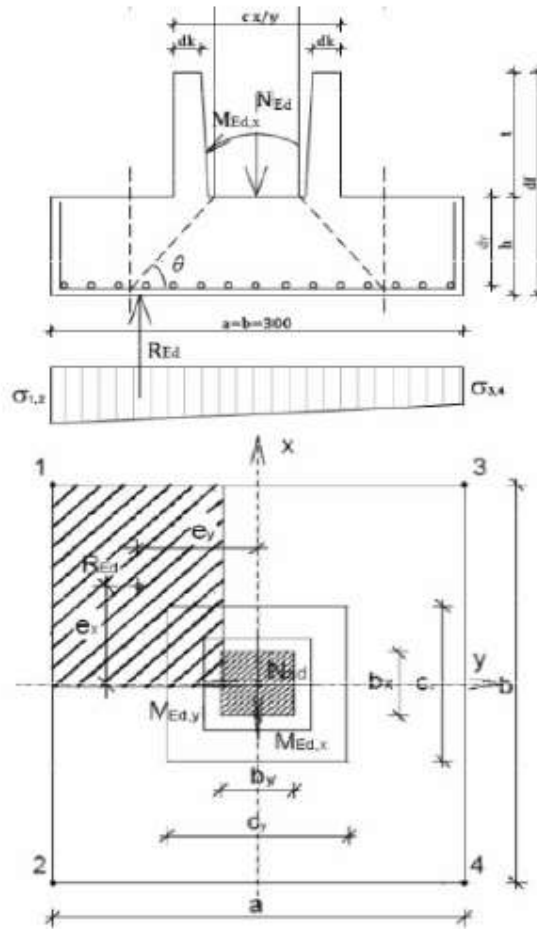
γ _{beton} (kN/m ³)	25,00
h ploče (m)	0,15
g3 (kN)	23,44

Dodatno opterećenja na temeljno tlo

$$g = g1 + g2 + g3 = 117,19 \text{ kN}$$

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

$$G = \gamma_G \cdot g = 117,19 \text{ kN}$$



NAPOMENA:

Za seizmičko kombinaciju opterećenja stalna djelovanja se množe sa koeficijentom $\gamma_G=1,0$

2. KONTROLA SLOMA TLA ISPOD TEMELJNE STOPE

Uzdužna sila za proračun temeljne stope

$$N = N_{sd} + G \quad 1340,47$$

Horizontale sile za proračun temeljne stope

$$V_x \text{ (kN)} \quad 4,8$$

$$V_y \text{ (kN)} \quad 4,5$$

Momenti za proračun temeljne stope

$$M_x \text{ (kNm)} \quad 9,56 \quad M_x = M_{sdx} + V_{sdy} \cdot d_f$$

$$M_y \text{ (kNm)} \quad 13,88 \quad M_y = M_{sdy} + V_{sdx} \cdot d_f$$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$$e_x = \frac{M_y}{N} \leq \frac{a}{3}; \quad e_y = \frac{M_x}{N} \leq \frac{b}{3}$$

$$e_x \text{ (m)} = 0,010 < a/3 \text{ (m)} = 0,833 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

$$e_y \text{ (m)} = 0,007 < b/3 \text{ (m)} = 0,833 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$$\left(\frac{e_x}{b}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{a}\right)^2 \leq \frac{1}{9} = 0,000 \leq 1/9 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Efektivna površina temeljne stope

$$A' = a - 2 \cdot e_x = 2,479 \text{ m}$$

$$B' = b - 2 \cdot e_y = 2,486 \text{ m}$$

$$P' = A' \cdot B' = 6,163 \text{ m}^2$$

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

$$q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 650,00 \text{ kPa} \quad (\text{projektna vrijednost } q_{Rd} \text{ iz geomehantičkog elaborata})$$

efektivna naprezanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$$q_E = \frac{N}{P'} = 217,51 \text{ kPa} < q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 650,00 \text{ kPa}$$

ZADOVOLJAVA

Naprezanja ispod temeljne stope

$$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_1 = 223,476 \text{ kPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_2 = 212,816 \text{ kPa}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_3 = 216,134 \text{ kPa}$$

$$\sigma_4 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_4 = 205,474 \text{ kPa}$$

Za ostala opterećenja rezultanta sila se mora nalaziti u 2. jezgri poprečnog presjeka.

Dopušta se odizanje temelja od tla, ali rezultanta se mora nalaziti unutar 2. jezgre presjeka.

10.4.1.3 Temeljna stopa V stupa TS3 (3,0×5,1×0,6m)

STOPA TIP 3 KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO1 - GSN

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	3,00
b (m)	5,10
h (m)	0,60
t (m)	0,00
df (m)	0,60
bx (m)	0,40
by (m)	0,40
dk (m)	0,00
cx (m)	0,55
cy (m)	0,55

Granična nosivost temeljnog tla qf (kPa)	426,00
---	--------

Djelovanja na stopu

N _{Sd} (kN)	1506,00
M _{Sdx} (kNm)	51,84
M _{Sdy} (kNm)	40,91
V _{Sdx} (kN)	53,00
V _{Sdy} (kN)	505,00

Težina temeljne stope

γ _{beton} (kN/m ³)	25,00
g1 (kN)	229,50

Težina tla iznad stope

γ _{tlo} (kN/m ³)	20
g2 (kN)	0

Težina podne ploče iznad stope

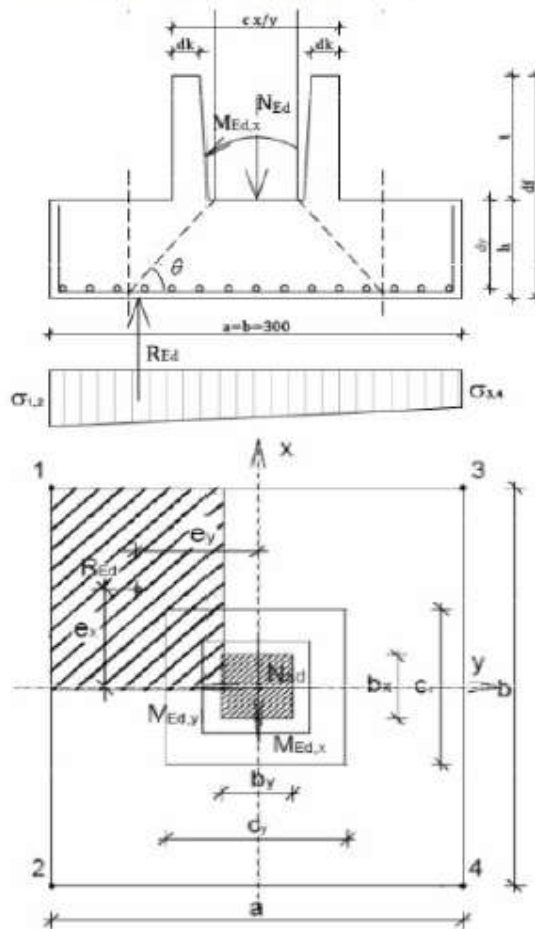
γ _{beton} (kN/m ³)	24,00
h ploče (m)	0,15
g3 (kN)	55,08

Dodatno opterećenja na temeljno tlo

g=g1+g2+g3	284,58 kN
------------	-----------

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

G=γ _G *g=	384,18 kN
----------------------	-----------



NAPOMENA:

Za projektni pristup PP3 (DA3) stalna djelovanja (težina temelja, nadsloj tla i sl.) se množe sa parcijalnim faktorom djelovanja za stalna nepovoljna djelovanja γ_G=1,35

Projektni pristup	PP3 (DA3)	=A1d+M2+R3
trajna nepovoljna	Y _{G,sup}	1,35
trajna povoljna	Y _{G,inf}	1,00
projmjenjiva povoljna	Y _{Q,sup}	0,00
projmjenjiva nepovoljna	Y _{Q,inf}	1,50

2. KONTROLA SLOMA TLA ISPOD TEMELJNE STOPE

Uzdužna sila za proračun temeljne stope

$$N = N_{sd} + G \quad (kN) \quad 1890,18$$

Horizontale sile za proračun temeljne stope

$$V_x \quad (kN) \quad 53$$

$$V_y \quad (kN) \quad 505$$

Momenti za proračun temeljne stope

$$M_x \quad (kNm) \quad 354,84$$

$$M_x = M_{sd,x} + V_{sdy} \cdot df$$

$$M_y \quad (kNm) \quad 72,71$$

$$M_y = M_{sd,y} + V_{sdx} \cdot df;$$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$$e_x \quad \frac{M_y}{N} \leq \frac{a}{6} ; e_y = \frac{M_x}{N} \leq \frac{b}{6}$$

$$e_x \quad (m) = 0,038 < a/6 \quad (m) = 0,500 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

$$e_y \quad (m) = 0,188 < b/6 \quad (m) = 0,850 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$$\frac{e_x}{b} + \frac{e_y}{a} \leq \frac{1}{6} = 0,070 \leq 1/6 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Efektivna površina temeljne stope

$$A' = a - 2 \cdot e_x = 2,923 \quad m$$

$$B' = b - 2 \cdot e_y = 4,725 \quad m$$

$$P' = A' \cdot B' = 13,810 \quad m^2$$

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

$$q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 426,00 \quad kPa \quad \text{za PP3 (DA3) parcijalni faktor otpora za nosivost tla iznosi } \gamma_R = 1$$

$$\text{PP3 (DA3)} = A1d + M2 + R3 \rightarrow \gamma_R = 1,0$$

efektivna naprezanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$$q_E = \frac{N}{P'} = 136,87 \quad kPa < q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 426,00 \quad kPa$$

ZADOVOLJAVA

Naprezanja ispod temeljne stope

$$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_1 = 160,331 \quad kPa$$

$$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_2 = 141,322 \quad kPa$$

$$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_3 = 105,761 \quad kPa$$

$$\sigma_4 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_4 = 86,752 \quad kPa$$

Za osnovna opterećenja rezultanta sila se mora nalaziti u 1. jezgri poprečnog presjeka.

Cijela površina temelja je u tlaku, nema odizanja temelja od tla.

STOPA TIP 3 KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA POTRESNU KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO3 - potres

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	3,00
b (m)	5,10
h (m)	0,60
t (m)	0,00
df (m)	0,60
bx (m)	0,40
by (m)	0,40
dk (m)	0,00
cx (m)	0,55
cy (m)	0,55

Granična nosivost temeljnog tla

qf (kPa)	650,00
----------	--------

Djelovanja na stopu

N _{sd} (kN)	1515,00
M _{sax} (kNm)	70,00
M _{say} (kNm)	23,02
V _{sax} (kN)	12,81
V _{say} (kN)	290,00

Težina temeljne stope

γ _{beton} (kN/m ³)	25,00
g1 (kN)	229,50

Težina tla iznad stope

γ _{tlo} (kN/m ³)	20
g2 (kN)	0

Težina podne ploče iznad stope

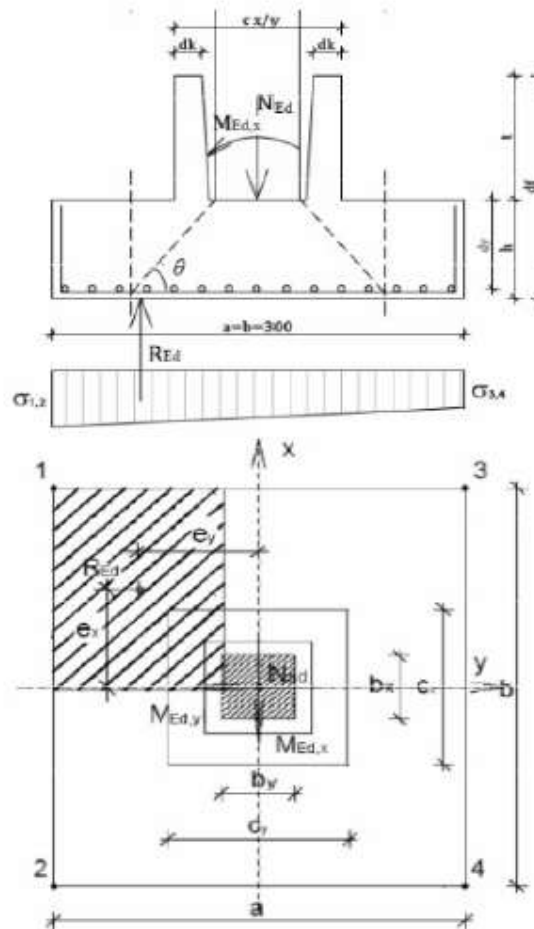
γ _{beton} (kN/m ³)	25,00
h ploče (m)	0,15
g3 (kN)	57,38

Dodatno opterećenja na temeljno tlo

g=g1+g2+g3	286,88 kN
------------	-----------

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

G=γ _G *g=	286,88 kN
----------------------	-----------



NAPOMENA:

Za seizmičko kombinaciju opterećenja stalna djelovanja se množe sa koeficijentom γ_G=1,0

2. KONTROLA SLOMA TLA ISPOD TEMELJNE STOPE

Uzdužna sila za proračun temeljne stope

$$N = N_{sd} + G \quad 1801,88$$

Horizontale sile za proračun temeljne stope

$$V_x \text{ (kN)} \quad 12,81$$

$$V_y \text{ (kN)} \quad 290$$

Momenti za proračun temeljne stope

$$M_x \text{ (kNm)} \quad 244 \quad M_x = M_{sdx} + V_{sdy} \cdot df$$

$$M_y \text{ (kNm)} \quad 30,706 \quad M_y = M_{sdy} + V_{sdx} \cdot df;$$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$$e_x \quad \frac{M_y}{N} \leq \frac{a}{6} ; \quad e_y \quad \frac{M_x}{N} \leq \frac{b}{6}$$

$$e_x \text{ (m)} = 0,017 < a/3 \text{ (m)} = 1,000 \quad \rightarrow \quad \text{ZADOVOLJAVA}$$

$$e_y \text{ (m)} = 0,135 < b/3 \text{ (m)} = 1,700 \quad \rightarrow \quad \text{ZADOVOLJAVA}$$

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$$\left(\frac{e_x}{b}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{a}\right)^2 \leq \frac{1}{9} = 0,002 \leq 1/9 \quad \rightarrow \quad \text{ZADOVOLJAVA}$$

Efektivna površina temeljne stope

$$A' = a - 2 \cdot e_x = 2,966 \text{ m}$$

$$B' = b - 2 \cdot e_y = 4,829 \text{ m}$$

$$P' = A' \cdot B' = 14,323 \text{ m}^2$$

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

$$q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 650,00 \text{ kPa} \quad (\text{projektna vrijednost } q_{Rd} \text{ iz geomehantičkog elaborata})$$

efektivna naprezanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$$q_E = \frac{N}{P'} = 125,80 \text{ kPa} < q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 650,00 \text{ kPa}$$

ZADOVOLJAVA

Naprezanja ispod temeljne stope

$$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_1 = 140,545 \text{ kPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_2 = 132,518 \text{ kPa}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_3 = 103,021 \text{ kPa}$$

$$\sigma_4 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_4 = 94,994 \text{ kPa}$$

Za ostala opterećenja rezultanta sila se mora nalaziti u 2. jezgri poprečnog presjeka.

Dopušta se odizanje temelja od tla, ali rezultanta se mora nalaziti unutar 2. jezgre presjeka.

10.4.2 Potrebna armatura temeljnih stopa

10.4.2.1 Temeljna stopa TS1

TEMELJNE ČAŠICE TIP 1

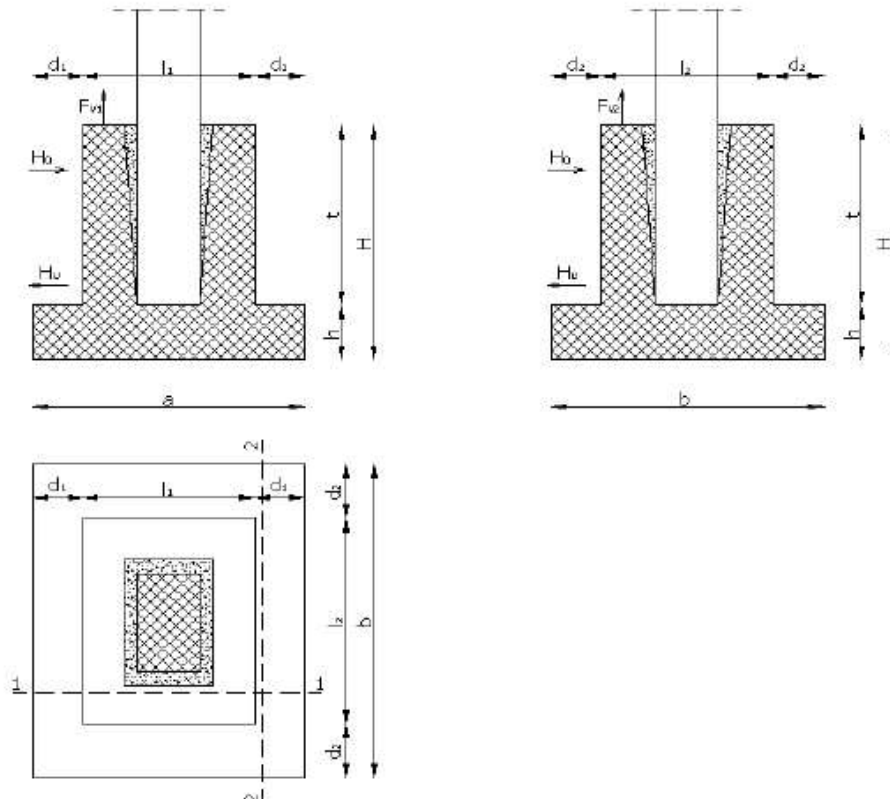
Određivanje potrebne armature

A) Ulazni podaci

- moment savijanja na stupu	(oko presjeka 1-1)	$M_1 = 45,00$ [kNm]
	(oko presjeka 2-2)	$M_2 = 3,20$ [kNm]
- uzdužna sila u stupu		$N = 966,00$ [kN]
- poprečna sila na stupu	(okomito na presjek 1-1)	$V_1 = 1,80$ [kN]
	(okomito na presjek 2-2)	$V_2 = 26,00$ [kN]
- dimenzije temeljne čašice		$a = 2,00$ [m]
		$b = 2,00$ [m]
		$d_1 = 0,80$ [m]
		$d_2 = 0,80$ [m]
		$h = 0,60$ [m]
		$t = 0,00$ [m]
		$H = 0,60$ [m]
		$l_1 = 0,40$ [m]
		$l_2 = 0,40$ [m]
- računska granica popuštanja čelika		$f_{yd} = 434,80$ [N/mm ²]
- zaštitni sloj betona		$c = 0,03$ [m]
- armirati simetrično (DA / NE)		DA

Presjek 1-1

Presjek 2-2



B) Određivanje geometrijskih karakteristika i naprezanja

momenti tromosti	$W_1 = a \cdot b^2 / 6 \text{ [m}^3\text{]}$	\Rightarrow	$W_1 = 1,33 \text{ [m}^3\text{]}$
	$W_2 = b \cdot a^2 / 6 \text{ [m}^3\text{]}$	\Rightarrow	$W_2 = 1,33 \text{ [m}^3\text{]}$
naponi od uzdužne sile	$\sigma_n = N / a / b \text{ [kN/m}^2\text{]}$	\Rightarrow	$\sigma_n = 241,50 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
naponi od momenta	$\sigma_{m1} = M_1 / W_1 \text{ [kN/m}^2\text{]}$	\Rightarrow	$\sigma_{m1} = 33,75 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
	$\sigma_{m2} = M_2 / W_2 \text{ [kN/m}^2\text{]}$	\Rightarrow	$\sigma_{m2} = 2,40 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

presjek 1-1

$\sigma_{\max 1} = \sigma_n + \sigma_{m1} \text{ [kN/m}^2\text{]}$	\Rightarrow	$\sigma_{\max 1} = 275,25 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
$\sigma_{\min 1} = \sigma_n - \sigma_{m1} \text{ [kN/m}^2\text{]}$	\Rightarrow	$\sigma_{\min 1} = 207,75 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

presjek 2-2

$\sigma_{\max 2} = \sigma_n + \sigma_{m2} \text{ [kN/m}^2\text{]}$	\Rightarrow	$\sigma_{\max 2} = 243,90 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
$\sigma_{\min 2} = \sigma_n - \sigma_{m2} \text{ [kN/m}^2\text{]}$	\Rightarrow	$\sigma_{\min 2} = 239,10 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

C) Potrebna armatura s obzirom na moment

presjek 1-1

iz uvjeta geometrije	$(\sigma_{\max 1} - \sigma_{\min 1}) / a = x_1 / (a - d_1)$	\Rightarrow	$x_1 = 40,50 \text{ [kN/m}^2\text{]}$	
	$y_1 = x_1 + \sigma_{\min 1}$	\Rightarrow	$y_1 = 248,25 \text{ [kN/m}^2\text{]}$	
	\Rightarrow	$\sigma_{d1} = (\sigma_{\max 1} + y_1) / 2$	\Rightarrow	$\sigma_{d1} = 261,75 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
(za 1m')	\Rightarrow	$R_1 = d_1 \cdot 1m \cdot \sigma_{d1}$	\Rightarrow	$R_1 = 209,40 \text{ [kN]}$
	\Rightarrow	$M_1 = R \cdot d_1 / 2$	\Rightarrow	$M_1 = 83,76 \text{ [kNm]}$

$A_{s1} = M_1 / (0,9 \cdot d_1 / 2 \cdot f_{yd} \cdot 10^{-1}) \text{ [cm}^2/m\text{]}$	\Rightarrow	$A_{s1} = 5,35 \text{ [cm}^2/m\text{]}$
---	---------------	---

presjek 2-2

iz uvjeta geometrije	$(\sigma_{\max 2} - \sigma_{\min 2}) / b = x_2 / (b - d_2)$	\Rightarrow	$x_2 = 2,88 \text{ [kN/m}^2\text{]}$	
	$y_2 = x_2 + \sigma_{\min 2}$	\Rightarrow	$y_2 = 241,98 \text{ [kN/m}^2\text{]}$	
	\Rightarrow	$\sigma_{d2} = (\sigma_{\max 2} + y_2) / 2$	\Rightarrow	$\sigma_{d2} = 242,94 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
(za 1m')	\Rightarrow	$R_2 = d_2 \cdot 1m \cdot \sigma_{d2}$	\Rightarrow	$R_2 = 194,35 \text{ [kN]}$
	\Rightarrow	$M_2 = R \cdot d_2 / 2$	\Rightarrow	$M_2 = 77,74 \text{ [kNm]}$

$A_{s2} = M_2 / (0,9 \cdot d_2 / 2 \cdot f_{yd} \cdot 10^{-1}) \text{ [cm}^2/m\text{]}$	\Rightarrow	$A_{s2} = 4,97 \text{ [cm}^2/m\text{]}$
---	---------------	---

ODABRANA ARMATURA STOPE $A_s = 5,35 \text{ [cm}^2\text{]}$

10.4.2.2 *Temeljna stopa TS2*

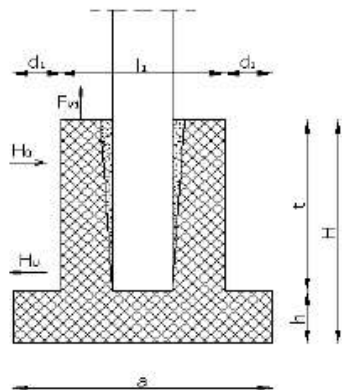
TEMELJNE ČAŠICE TIP 2

Određivanje potrebne armature

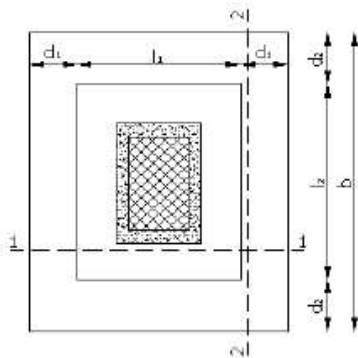
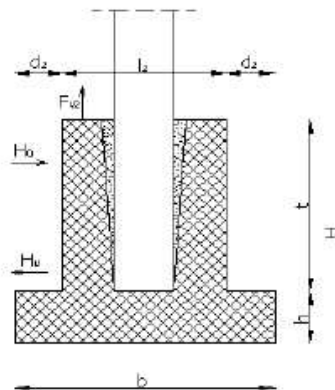
A) Ulazni podaci

- moment savijanja na stupu	(oko presjeka 1-1)	$M_1 = 15,00$ [kNm]
	(oko presjeka 2-2)	$M_2 = 22,70$ [kNm]
- uzdužna sila u stupu		$N = 2.274,00$ [kN]
- poprečna sila na stupu	(okomito na presjek 1-1)	$V_1 = 10,02$ [kN]
	(okomito na presjek 2-2)	$V_2 = 10,00$ [kN]
- dimenzije temeljne čašice		$a = 2,50$ [m]
		$b = 2,50$ [m]
		$d_1 = 1,05$ [m]
		$d_2 = 1,05$ [m]
		$h = 0,60$ [m]
		$t = 0,00$ [m]
		$H = 0,60$ [m]
		$l_1 = 0,40$ [m]
		$l_2 = 0,40$ [m]
- računska granica popuštanja čelika		$f_{yd} = 434,80$ [N/mm ²]
- zaštitni sloj betona		$c = 0,03$ [m]
- armirati simetrično (DA / NE)		DA

Presjek 1-1



Presjek 2-2



B) Određivanje geometrijskih karakteristika i naprezanja

momenti tromosti	$W_1 = a^3 b^2 / 6 \text{ [m}^3\text{]}$	\Rightarrow	$W_1 =$	2,60 [m ³]
	$W_2 = b^3 a^2 / 6 \text{ [m}^3\text{]}$	\Rightarrow	$W_2 =$	2,60 [m ³]
naponi od uzdužne sile	$\sigma_n = N/a/b \text{ [kN/m}^2\text{]}$	\Rightarrow	$\sigma_n =$	363,84 [kN/m ²]
naponi od momenta	$\sigma_{m1} = M_1/W_1 \text{ [kN/m}^2\text{]}$	\Rightarrow	$\sigma_{m1} =$	5,76 [kN/m ²]
	$\sigma_{m2} = M_2/W_2 \text{ [kN/m}^2\text{]}$	\Rightarrow	$\sigma_{m2} =$	8,72 [kN/m ²]

presjek 1-1

$\sigma_{\max 1} = \sigma_n + \sigma_{m1} \text{ [kN/m}^2\text{]}$	\Rightarrow	$\sigma_{\max 1} =$	369,60 [kN/m ²]
$\sigma_{\min 1} = \sigma_n - \sigma_{m1} \text{ [kN/m}^2\text{]}$	\Rightarrow	$\sigma_{\min 1} =$	358,08 [kN/m ²]

presjek 2-2

$\sigma_{\max 2} = \sigma_n + \sigma_{m2} \text{ [kN/m}^2\text{]}$	\Rightarrow	$\sigma_{\max 2} =$	372,56 [kN/m ²]
$\sigma_{\min 2} = \sigma_n - \sigma_{m2} \text{ [kN/m}^2\text{]}$	\Rightarrow	$\sigma_{\min 2} =$	355,12 [kN/m ²]

C) Potrebna armatura s obzirom na moment

presjek 1-1

iz uvjeta geometrije	$(\sigma_{\max 1} - \sigma_{\min 1})/a = x_1/(a - d_1)$	\Rightarrow	$x_1 =$	6,68 [kN/m ²]	
	$y_1 = x_1 + \sigma_{\min 1}$	\Rightarrow	$y_1 =$	364,76 [kN/m ²]	
	\Rightarrow	$\sigma_{d1} = (\sigma_{\max 1} + y_1)/2$	\Rightarrow	$\sigma_{d1} =$	367,18 [kN/m ²]
(za 1m')	\Rightarrow	$R_1 = d_1 * 1m * \sigma_{d1}$	\Rightarrow	$R_1 =$	385,54 [kN]
	\Rightarrow	$M_1 = R_1 * d_1 / 2$	\Rightarrow	$M_1 =$	202,41 [kNm]

$A_{s1} = M_1 / (0,9 * d_1 / 2 * f_{yd} * 10^{-1})$	[cm ² /m ¹]	\Rightarrow	$A_{s1} =$	9,85 [cm ² /m ¹]
---	------------------------------------	---------------	------------	---

presjek 2-2

iz uvjeta geometrije	$(\sigma_{\max 2} - \sigma_{\min 2})/b = x_2/(b - d_2)$	\Rightarrow	$x_2 =$	10,11 [kN/m ²]	
	$y_2 = x_2 + \sigma_{\min 2}$	\Rightarrow	$y_2 =$	365,23 [kN/m ²]	
	\Rightarrow	$\sigma_{d2} = (\sigma_{\max 2} + y_2)/2$	\Rightarrow	$\sigma_{d2} =$	368,90 [kN/m ²]
(za 1m')	\Rightarrow	$R_2 = d_2 * 1m * \sigma_{d2}$	\Rightarrow	$R_2 =$	387,34 [kN]
	\Rightarrow	$M_2 = R_2 * d_2 / 2$	\Rightarrow	$M_2 =$	203,35 [kNm]

$A_{s2} = M_2 / (0,9 * d_2 / 2 * f_{yd} * 10^{-1})$	[cm ² /m ¹]	\Rightarrow	$A_{s2} =$	9,90 [cm ² /m ¹]
---	------------------------------------	---------------	------------	---

ODABRANA ARMATURA STOPE $A_s = 9,90 \text{ [cm}^2\text{]}$

10.4.2.3 *Temeljna stopa TIP 3*

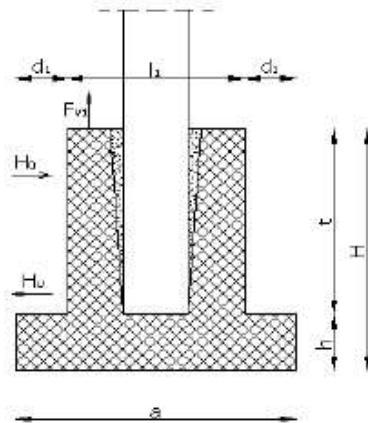
TEMELJNE ČAŠICE TIP 3

Određivanje potrebne armature

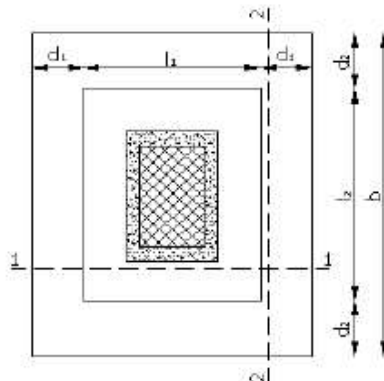
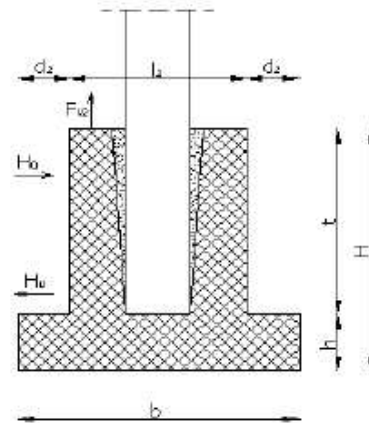
A) Ulazni podaci

- moment savijanja na stupu	(oko presjeka 1-1)	$M_1 = 384,51$ [kNm]
	(oko presjeka 2-2)	$M_2 = 40,91$ [kNm]
- uzdužna sila u stupu		$N = 1.506,00$ [kN]
- poprečna sila na stupu	(okomito na presjek 1-1)	$V_1 = 52,60$ [kN]
	(okomito na presjek 2-2)	$V_2 = 505,00$ [kN]
- dimenzije temeljne čašice		$a = 3,00$ [m]
		$b = 5,10$ [m]
		$d_1 = 1,30$ [m]
		$d_2 = 2,35$ [m]
		$h = 0,60$ [m]
		$t = 0,00$ [m]
		$H = 0,60$ [m]
		$l_1 = 0,40$ [m]
		$l_2 = 0,40$ [m]
- računski granica popuštanja čelika		$f_{yd} = 434,80$ [N/mm ²]
- zaštitni sloj betona		$c = 0,03$ [m]
- armirati simetrično (DA / NE)		DA

Presjek 1-1



Presjek 2-2



B) Određivanje geometrijskih karakteristika i naprezanja

momenti tromosti	$W_1 = a \cdot b^2 / 6 \text{ [m}^3\text{]}$	\Rightarrow	$W_1 = 13,01 \text{ [m}^3\text{]}$
	$W_2 = b \cdot a^2 / 6 \text{ [m}^3\text{]}$	\Rightarrow	$W_2 = 7,65 \text{ [m}^3\text{]}$
naponi od uzdužne sile	$\sigma_n = N / a / b \text{ [kN/m}^2\text{]}$	\Rightarrow	$\sigma_n = 98,43 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
naponi od momenta	$\sigma_{m1} = M_1 / W_1 \text{ [kN/m}^2\text{]}$	\Rightarrow	$\sigma_{m1} = 29,57 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
	$\sigma_{m2} = M_2 / W_2 \text{ [kN/m}^2\text{]}$	\Rightarrow	$\sigma_{m2} = 5,35 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

presjek 1-1

$\sigma_{\max 1} = \sigma_n + \sigma_{m1} \text{ [kN/m}^2\text{]}$	\Rightarrow	$\sigma_{\max 1} = 128,00 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
$\sigma_{\min 1} = \sigma_n - \sigma_{m1} \text{ [kN/m}^2\text{]}$	\Rightarrow	$\sigma_{\min 1} = 68,87 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

presjek 2-2

$\sigma_{\max 2} = \sigma_n + \sigma_{m2} \text{ [kN/m}^2\text{]}$	\Rightarrow	$\sigma_{\max 2} = 103,78 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
$\sigma_{\min 2} = \sigma_n - \sigma_{m2} \text{ [kN/m}^2\text{]}$	\Rightarrow	$\sigma_{\min 2} = 93,08 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

C) Potrebna armatura s obzirom na moment

presjek 1-1

iz uvjeta geometrije	$(\sigma_{\max 1} - \sigma_{\min 1}) / a = x_1 / (a - d_1)$	\Rightarrow	$x_1 = 33,51 \text{ [kN/m}^2\text{]}$	
	$y_1 = x_1 + \sigma_{\min 1}$	\Rightarrow	$y_1 = 102,37 \text{ [kN/m}^2\text{]}$	
	\Rightarrow	$\sigma_{d1} = (\sigma_{\max 1} + y_1) / 2$	\Rightarrow	$\sigma_{d1} = 115,19 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
(za 1m')	\Rightarrow	$R_1 = d_1 \cdot 1m \cdot \sigma_{d1}$	\Rightarrow	$R_1 = 149,74 \text{ [kN]}$
	\Rightarrow	$M_1 = R \cdot d_1 / 2$	\Rightarrow	$M_1 = 97,33 \text{ [kNm]}$
$A_{s1} = M_1 / (0,9 \cdot d_1 / 2 \cdot f_{yd} \cdot 10^{-1})$	$\text{[cm}^2\text{/m}^1\text{]}$	\Rightarrow	$A_{s1} = 3,83 \text{ [cm}^2\text{/m}^1\text{]}$	

presjek 2-2

iz uvjeta geometrije	$(\sigma_{\max 2} - \sigma_{\min 2}) / b = x_2 / (b - d_2)$	\Rightarrow	$x_2 = 5,77 \text{ [kN/m}^2\text{]}$	
	$y_2 = x_2 + \sigma_{\min 2}$	\Rightarrow	$y_2 = 98,85 \text{ [kN/m}^2\text{]}$	
	\Rightarrow	$\sigma_{d2} = (\sigma_{\max 2} + y_2) / 2$	\Rightarrow	$\sigma_{d2} = 101,31 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
(za 1m')	\Rightarrow	$R_2 = d_2 \cdot 1m \cdot \sigma_{d2}$	\Rightarrow	$R_2 = 238,09 \text{ [kN]}$
	\Rightarrow	$M_2 = R \cdot d_2 / 2$	\Rightarrow	$M_2 = 279,76 \text{ [kNm]}$
$A_{s2} = M_2 / (0,9 \cdot d_2 / 2 \cdot f_{yd} \cdot 10^{-1})$	$\text{[cm}^2\text{/m}^1\text{]}$	\Rightarrow	$A_{s2} = 6,08 \text{ [cm}^2\text{/m}^1\text{]}$	

ODABRANA ARMATURA STOPE $A_s = 6,08 \text{ [cm}^2\text{]}$

10.4.3 Proboj

10.4.3.1 Temeljna stopa TIP 1

Provjera na proboj temeljne stope TIP 1

A) Ulazni podaci

- uzdužna sila u stupu

- dimenzije temeljne čašice u temeljnoj ploči
ojačanja u ploči oko stupa

N= 966,00 [kN]

a= 2,00 [m]

b= 2,00 [m]

d₁= 0,80 [m]

d₂= 0,80 [m]

H= 0,60 [m]

l₁= 0,40 [m]

l₂= 0,40 [m]

t_{Tgore}= 0,00 [cm]

t_{Tdolje}= 0,00 [cm]

d= 55,00 [cm]

- statička visina

- čelik B500B

- računsa granica popuštanja čelika

- klasa betona C30/37

- računsa tlačna čvrstoća betona

- zaštitni sloj betona za temelj

- površina armature u x smjer unutar kritičnog opsega 1,5 d

- površina armature u y smjer unutar kritičnog opsega 1,5 d

$$f_{cd} = \frac{f_{ck} \cdot \alpha}{\gamma_c}; \alpha = 0,85$$

f_{yk}= 500,00 [N/mm²]

f_{yd}= 434,78 [N/mm²]

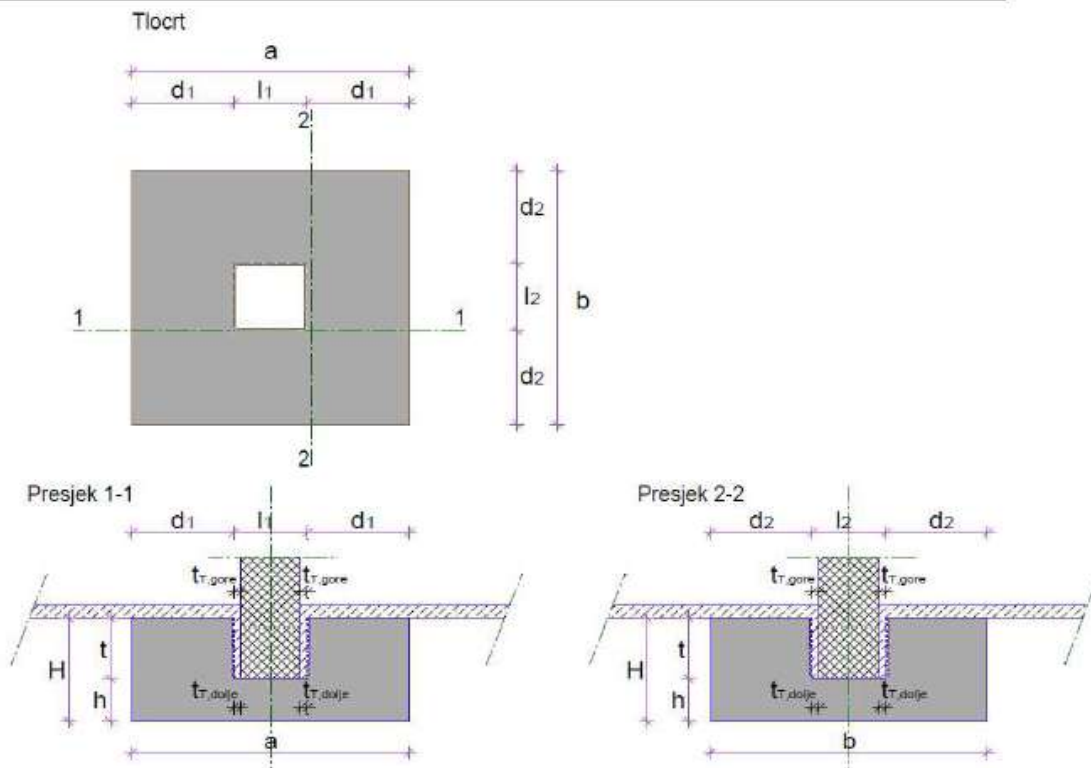
f_{ck}= 30,00 [N/mm²]

f_{cd}= 17,00 [N/mm²]

c= 3,50 [cm]

A_{S1}= 6,36 [cm²]

A_{S2}= 6,36 [cm²]



H) Dimenzioniranje na poprečnu silu

Udaljenost slobodnog ruba ploče do pravokutne ploštine nanošenja opterećenja (a_R)

ako je $a_R < 2,0 \cdot d \Rightarrow$ uzima se da je kritični opseg $a_{crit} = 1,0 \cdot d$; inače $a_{crit} = 1,5 \cdot d$

	$\Rightarrow a_R =$	0,80	[m]
	$\Rightarrow 2 \cdot d =$	1,10	[m]
udaljenost slobodnog ruba ($1,0 \cdot d$)	$\Rightarrow a_{crit,1,0d} =$	0,55	[m]
udaljenost slobodnog ruba ($1,5 \cdot d$)	$\Rightarrow a_{crit,1,5d} =$	0,83	[m]
kritični opseg ($1,0 \cdot d$)	$U_{cr,1,0d} = 2 \cdot (l_1 + l_2) + 2 \cdot a_{crit,1,0d} \cdot \pi$	$\Rightarrow U_{cr,1,0d} =$	5,06 [m]
kritična površina ($1,0 \cdot d$)	$A_{cr,1,0d} = (l_1 \cdot l_2) + (2 \cdot l_1 \cdot a_{crit,1,0d}) + (2 \cdot l_2 \cdot a_{crit,1,0d}) + a_{crit,1,0d}^2 \cdot \pi$	$\Rightarrow A_{cr,1,0d} =$	1,99 [m ²]
kritični opseg ($1,5 \cdot d$)	$U_{cr,1,5d} = 2 \cdot (l_1 + l_2) + 2 \cdot a_{crit,1,5d} \cdot \pi$	$\Rightarrow U_{cr,1,5d} =$	6,78 [m]
Proračunsko djelovanje	$V_{Ed,temelj} = N_{ed;stup}$	$\Rightarrow V_{Ed,temelj} =$	966,00 [kN]
Povoljno djelovanje tlaka - reakcija tla na kritičnu površinu	$V_{Ed,red} = 80\% V_{Ed}$	$\Rightarrow V_{Ed,red} =$	772,80 [kN]
Poprečna sila po jedinici duljine kritičnog opsega	$V_{Ed} = V_{Ed,red} \cdot \beta / U_{crit,1,0d}$	$\Rightarrow V_{Ed} =$	175,78 [kN/m]
	$\beta = 1,15$ Za unutrašnje stupove nesimetrično naprezane		
	β - korekcijski faktor koji uzima u obzir ekscentrično djelovanje sile proboja u odnosu na kritični presjek		
Nosivost na proboj bez probojne armature	$V_{Rd1;1,5d} = \tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) \cdot d$		
	$k = 1,6 - d > 1,0$	$\Rightarrow k =$	1,05
	usvojeno	$\Rightarrow k =$	1,05
Koeficijent armiranja ploče u međusobno dva okomita smjera	$\rho_x = A_{Sx} / b_x \cdot d_x$	$\Rightarrow \rho_x =$	0,0006
	$\rho_y = A_{Sy} / b_y \cdot d_y$	$\Rightarrow \rho_y =$	0,0006
Koeficijent armiranja presjeka u dva međusobno okomita smjera	$\rho = \sqrt{\rho_x \cdot \rho_y} \leq 0,015$	$\Rightarrow \rho =$	0,0006
	usvojeno	$\Rightarrow \rho =$	0,0006
τ_{Rd} = posmično naprezanje koje može preuzeti beton		$\Rightarrow \tau_{Rd} =$	0,34 [N/mm ²]
	$V_{Rd1;1,5d} = \tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) \cdot d$	$\Rightarrow V_{Rd1;1,5d} =$	2,40 [kN/cm]
		$\Rightarrow V_{Rd1;1,5d} =$	240,16 [kN/m]
Nosivost na posmik temelja bez armature po jedinici kritičnog opsega	$V_{Rd1;1,0d} = (U_{crit,1,5d} / U_{crit,1,0d}) \cdot V_{Rd1;1,5d}$	$\Rightarrow V_{Rd1;1,0d} =$	322,24 [kN/m]
	$V_{Rd1;1,0d} = 322,24 > V_{Ed} = 175,78$		

NIJE POTREBNA ARMATURA ZA OSIGURANJE PROBOJA

10.4.3.2 Temeljna stopa TIP 2

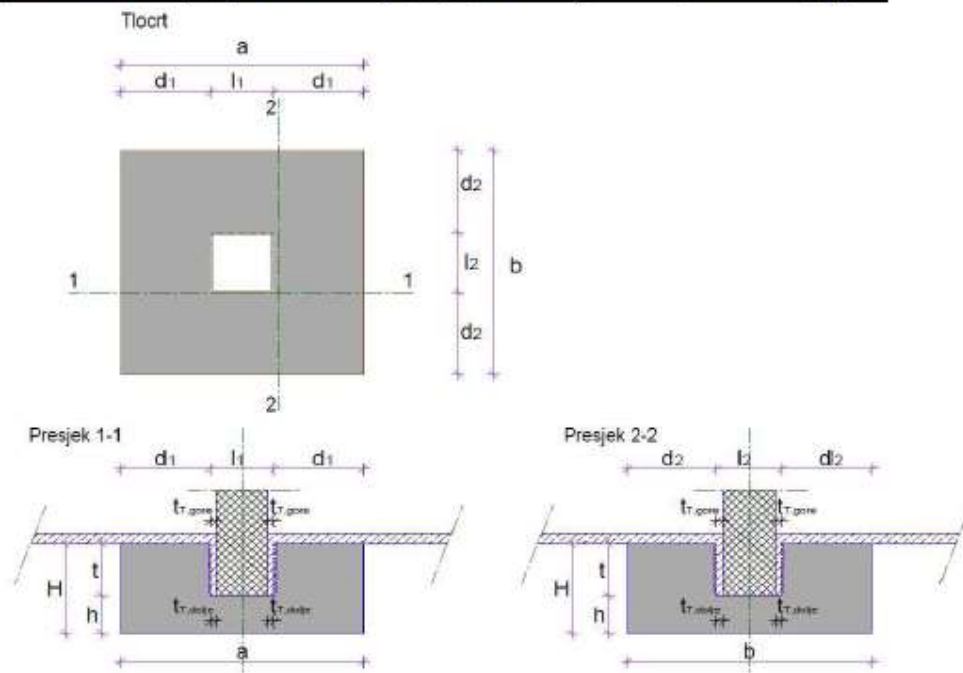
Provjera na proboj temeljne stope TIP 2

A) Ulazni podaci

- uzdužna sila u stupu
- dimenzije temeljne čašice u temeljnoj ploči ojačanja u ploči oko stupa

- statička visina
- čelik B500B
- računska granica popuštanja čelika
- klasa betona C30/37 $f_{cd} = \frac{f_{ck} \cdot \alpha}{\gamma_c}; \alpha = 0,85$
- računska tlačna čvrstoća betona
- zaštitni sloj betona za temelj
- površina armature u x smjer unutar kritičnog opsega 1,5 d
- površina armature u y smjer unutar kritičnog opsega 1,5 d

N=	2.274,00	[kN]
a=	2,50	[m]
b=	2,50	[m]
d ₁ =	1,05	[m]
d ₂ =	1,05	[m]
H=	0,60	[m]
l ₁ =	0,40	[m]
l ₂ =	0,40	[m]
t _{rgore}	0,00	[cm]
t _{roloje}	0,00	[cm]
d=	55,00	[cm]
f _{yk} =	500,00	[N/mm ²]
f _{yd} =	434,78	[N/mm ²]
f _{ck} =	30,00	[N/mm ²]
f _{cd} =	17,00	[N/mm ²]
c=	3,50	[cm]
A _{s1} =	7,85	[cm ²]
A _{s2} =	7,85	[cm ²]



H) Dimenzioniranje na poprečnu silu

Udaljenost slobodnog ruba ploče do pravokutne ploštine nanošenja opterećenja (a_R)
ako je $a_R < 2,0 \cdot d \Rightarrow$ uzima se da je kritični opseg $a_{crit} = 1,0 \cdot d$; inače $a_{crit} = 1,5 \cdot d$

	$\Rightarrow a_R =$	1,05	[m]
	$\Rightarrow 2 \cdot d =$	1,10	[m]
udaljenost slobodnog ruba ($1,0 \cdot d$)	$\Rightarrow a_{crit,1,0d} =$	0,55	[m]
udaljenost slobodnog ruba ($1,5 \cdot d$)	$\Rightarrow a_{crit,1,5d} =$	0,83	[m]
kritični opseg ($1,0 \cdot d$)	$u_{cr,1,0d} = 2 \cdot (l_1 + l_2) + 2 \cdot a_{crit,1,0d} \cdot \pi$	$\Rightarrow u_{cr,1,0d} =$	5,06 [m]
kritična površina ($1,0 \cdot d$)	$A_{cr,1,0d} = (l_1 \cdot l_2) + (2 \cdot l_1 \cdot a_{crit,1,0d}) + (2 \cdot l_2 \cdot a_{crit,1,0d}) + a_{crit,1,0d}^2 \cdot \pi$	$\Rightarrow A_{cr,1,0d} =$	1,99 [m ²]
kritični opseg ($1,5 \cdot d$)	$u_{cr,1,5d} = 2 \cdot (l_1 + l_2) + 2 \cdot a_{crit,1,5d} \cdot \pi$	$\Rightarrow u_{cr,1,5d} =$	6,78 [m]
Proračunsko djelovanje			
$V_{Ed,temelj} = N_{Ed,stup}$	$\Rightarrow V_{Ed,temelj} =$	2274,00	[kN]
Povoljno djelovanje tlaka - reakcija tla na kritičnu površinu			
$V_{Ed,red} = 80\% V_{Ed}$	$\Rightarrow V_{Ed,red} =$	1819,20	[kN]
Poprečna sila po jedinici duljine kritičnog opsega			
$V_{Ed} = V_{Ed,red} \cdot \beta \cdot u_{crit,1,0d}$	$\Rightarrow V_{Ed} =$	413,80	[kN/m]
$\beta = 1,15$	Za unutrašnje stupove nesimetrično naprezane		
β - korekcijski faktor koji uzima u obzir ekscentrično djelovanje sile proboja u odnosu na kritični presjek			
Nosivost na proboj bez probojne armature			
$V_{Rd1,1,5d} = \tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot p_1) \cdot d$			
$k = 1,8 - d > 1,0$			
usvojeno	$\Rightarrow k =$	1,05	
	$\Rightarrow k =$	1,05	
Koeficijent armiranja ploče u međusobno dva okomita smjera			
$\rho_x = A_{sx} / b_x \cdot d_x$	$\Rightarrow \rho_x =$	0,0006	
$\rho_y = A_{sy} / b_y \cdot d_y$	$\Rightarrow \rho_y =$	0,0006	
Koeficijent armiranja presjeka u dva međusobno okomita smjera			
$\rho = \sqrt{(\rho_x \cdot \rho_y)} \leq 0,015$	$\Rightarrow \rho =$	0,0006	
usvojeno	$\Rightarrow \rho =$	0,0006	
τ_{Rd} = posmično naprezanje koje može preuzeti beton	$\Rightarrow \tau_{Rd} =$	0,34	[N/mm ²]
$V_{Rd1,1,5d} = \tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot p_1) \cdot d$	$\Rightarrow V_{Rd1,1,5d} =$	2,40	[kN/cm]
	$\Rightarrow V_{Rd1,1,5d} =$	240,10	[kN/m]
Nosivost na posmik temelja bez armature po jedinici kritičnog opsega			
$V_{Rd1,1,0d} = (u_{crit,1,5d} / u_{crit,1,0d}) \cdot V_{Rd1,1,5d}$	$\Rightarrow V_{Rd1,1,0d} =$	322,16	[kN/m]
$V_{Rd1,1,0d} = 322,16$	<	$V_{Ed} = 413,80$	

POTREBNA JE ARMATURA ZA OSIGURANJE PROBOJA

Temelj s armaturom protiv proboja

$$\text{uvjet } \left\{ \begin{array}{l} V_{Ed} \leq V_{Rd2} \quad \text{Nosivost tlačnih štapova} \\ V_{Ed} \leq V_{Rd3} \quad \text{Nosivost tlačnih štapova i armature na posmik} \\ V_{Rd2} = 1,8 \cdot V_{Rd1} \end{array} \right. \Rightarrow V_{Rd2} = 515,46 \quad [\text{kN/m}]$$

$$V_{Rd2} = 515,46 > V_{Ed} = 413,80$$

POPREČNA SILA SE MOŽE PREUZETI ARMATUROM PROTIV PROBOJA, ZADOVOLJEN UVJET NOSIVOSTI TLAČNIH ŠTAPOVA

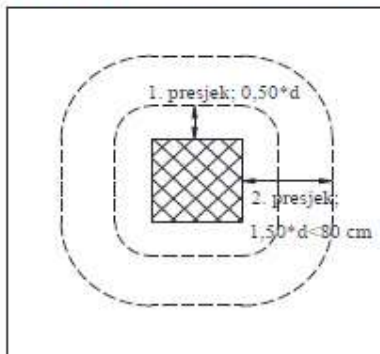
Proračunska nosivost na poprečne sile po jedinici duljine kritičnog opsega temelja

$$V_{Rd3} = V_{Rd1} + \Sigma A_{sw} \cdot f_{yD} \cdot \sin \alpha / u_{crit}$$

$$\alpha\text{-kut nagiba armature protiv proboja} \Rightarrow \alpha = 90,00 \quad [^\circ]$$

vertikalne vilice

Proračunski presjeci u koje se ugrađuje armatura



Probojna armatura se ugrađuje u 2 pojasa

$$\begin{array}{ll} \text{unutarnji proračunski presjek} & \\ 0,5 \cdot d = & 0,28 \quad [\text{m}] \\ \text{vanjski proračunski presjek} & \\ 1,5 \cdot d \leq 0,80 \text{ m} = & 0,83 \quad [\text{m}] \\ \text{usvojeno} \Rightarrow & 0,80 \quad [\text{m}] \end{array}$$

$$\text{kritični opseg } (0,5 \cdot d) \quad u_{cr,0,5d} = 2 \cdot (l_1 + l_2) + 2 \cdot a_{crit,0,5d} \cdot \pi \Rightarrow u_{cr,0,5d} = 3,33 \quad [\text{m}]$$

$$\text{udaljenost slobodnog ruba } (0,5 \cdot d) \Rightarrow a_{crit,0,5d} = 0,28 \quad [\text{m}]$$

Povoljno djelovanje tlaka - reakcija tla na kritičnu površinu

$$V_{Ed,red} = 80\% V_{Ed} \Rightarrow V_{Ed,red} = 1819,20 \quad [\text{kN}]$$

Poprečna sila po jedinici duljine kritičnog opsega

$$V_{Ed} = V_{Ed,red} \cdot \beta / u_{crit,0,5d} \Rightarrow V_{Ed,1} = 628,65 \quad [\text{kN/m}]$$

$$\beta = 1,15 \quad \text{Za unutrašnje stupove nesimetrično naprezane}$$

β - korekcijski faktor koji uzima u obzir ekscentrično djelovanje sile proboja u odnosu na kritični presjek

Potrebna armatura

$$\Sigma A_{sw} = (V_{Ed,1} - V_{Rd1}) \cdot u_{cr,0,5d} / (f_{yD} \cdot \sin \alpha) \Rightarrow \Sigma A_{sw} = 23,46 \quad [\text{cm}^2]$$

Najmanji broj vertikala spona po opsegu $u_{cr,0,5d}$

$$\Rightarrow \min n = 4 \quad \text{vertikale}$$

Najmanja armatura protiv proboja po proračunskom presjeku 1

$$\Sigma A_{sw,1,min} = \rho'_{w,min} \cdot (A_{c1} - A_{load}) / \sin \alpha$$

Koeficijent minimalne armature	$\rho'_{w,min} = 0,6 \cdot \rho_{min}$	\Rightarrow	$\rho'_{w,min} =$	0,00066	
Površina djelovanja opterećenja	$A_{load} = l_1 \cdot l_2$	\Rightarrow	$A_{load} =$	0,16	[m ²]
			$\Sigma A_{sw,1,min} =$	12,08	[cm ²]

$\Sigma A_{sw} =$	23,46	[cm ²]	>	$\Sigma A_{sw,min} =$	12,08	[cm ²]
USVAJA SE PRORAČUNSKA ARMATURA			\Rightarrow	$\Sigma A_{sw} =$	23,46	[cm ²]

ODABRANA PROBOJNA ARMATURA	$\Sigma A_{sw} =$	34	\varnothing	16	$=$	68,36	[cm ²]
odabrano 17 vilica (34 vertikale) ravnomjerno raspoređenih po presjeku 1							

Između vanjskog i unutarnjeg proračunskog presjeka predviđa se konstrukcijska armatura na udaljenosti 0,75*d. Drugi proračunski presjek se odabire između prvog presjeka i ruba ploče temelja na udaljenosti a₂

$$a_2 = 0,5 \cdot d + (d_1 - 0,5 \cdot d) / 2 \quad \Rightarrow \quad a_2 = 0,66 \quad [m]$$

$$a_2 = 1,20 \quad *d$$

Djelotvorna širina drugog proračunskog presjeka	\Rightarrow	s ₂ =	0,53	[m]
---	---------------	------------------	------	-----

Opseg drugog proračunskog presjeka	\Rightarrow	u ₂ =	5,76	[m]
------------------------------------	---------------	------------------	------	-----

Najmanja armatura protiv proboja po proračunskom presjeku 2

$$\Sigma A_{sw,2,min} = \rho'_{w,min} \cdot s_2 \cdot u_2$$

Koeficijent minimalne armature za beton klase C30/37	\Rightarrow	$\rho'_{w,min} =$	0,00066	
		$\Sigma A_{sw,2,min} =$	19,97	[cm ²]

Najmanji broj vertikala spona po opsegu u ₂	\Rightarrow	min n =	7	vertikala
--	---------------	---------	---	-----------

ODABRANA PROBOJNA ARMATURA	$\Sigma A_{sw2} =$	20	\varnothing	14	$=$	30,79	[cm ²]
odabrano 10 vilica (20 vertikala) ravnomjerno raspoređenih po presjeku 1							

10.4.3.3 Temeljna stopa TIP 3

Provjera na proboj temeljne stope TIP 3

A) Ulazni podaci

- uzdužna sila u stupu
- dimenzije temeljne čašice u temeljnoj ploči ojačanja u ploči oko stupa

N=	1.506,00	[kN]
a=	3,00	[m]
b=	5,10	[m]
d ₁ =	1,30	[m]
d ₂ =	2,35	[m]
H=	0,60	[m]
l ₁ =	0,40	[m]
l ₂ =	0,40	[m]
t _{Tgore}	0,00	[cm]
t _{Tdole}	0,00	[cm]
d=	55,00	[cm]
f _{yk} =	500,00	[N/mm ²]
f _{yd} =	434,78	[N/mm ²]
f _{ok} =	30,00	[N/mm ²]
f _{cd} =	17,00	[N/mm ²]
c=	3,50	[cm]
A _{S1} =	7,85	[cm ²]
A _{S2} =	7,85	[cm ²]

- statička visina

- čelik B500B

- računaska granica popuštanja čelika

- klasa betona C30/37

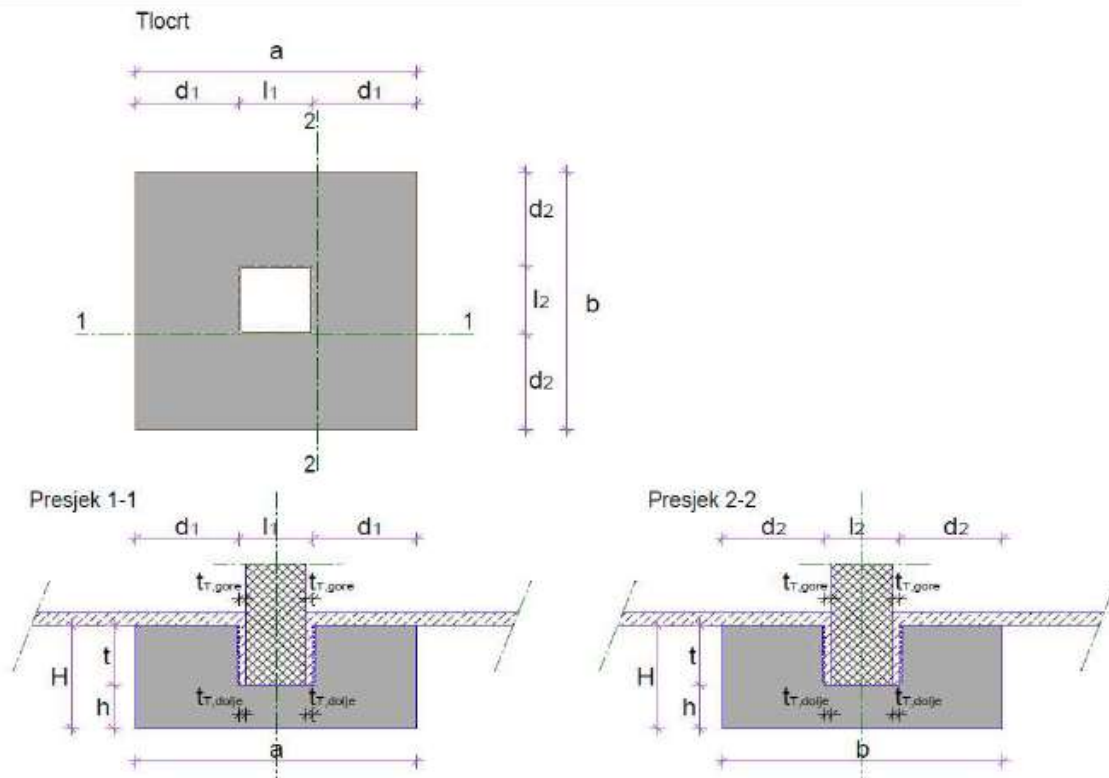
- računaska tlačna čvrstoća betona

- zaštitni sloj betona za temelj

- površina armature u x smjer unutar kritičnog opsega 1,5 d

- površina armature u y smjer unutar kritičnog opsega 1,5 d

$$f_{cd} = \frac{f_{ck} \cdot \alpha}{\gamma_c}; \alpha = 0,85$$



H) Dimenzioniranje na poprečnu silu

Udaljenost slobodnog ruba ploče do pravokutne ploštine nanošenja opterećenja (a_R)
ako je $a_R < 2,0 \cdot d \Rightarrow$ uzima se da je kritični opseg $a_{crit} = 1,0 \cdot d$; inače $a_{crit} = 1,5 \cdot d$

	$\Rightarrow a_R =$	1,30	[m]
	$\Rightarrow 2 \cdot d =$	1,10	[m]
udaljenost slobodnog ruba ($1,0 \cdot d$)	$\Rightarrow a_{crit,1,0d} =$	0,55	[m]
udaljenost slobodnog ruba ($1,5 \cdot d$)	$\Rightarrow a_{crit,1,5d} =$	0,83	[m]
kritični opseg ($1,0 \cdot d$)	$u_{cr,1,0d} = 2 \cdot (l_1 + l_2) + 2 \cdot a_{crit,1,0d} \cdot \pi$	$\Rightarrow u_{cr,1,0d} =$	5,06 [m]
kritična površina ($1,0 \cdot d$)	$A_{cr,1,0d} = (l_1 \cdot l_2) + (2 \cdot l_1 \cdot a_{crit,1,0d}) + (2 \cdot l_2 \cdot a_{crit,1,0d}) + a_{crit,1,0d}^2 \cdot \pi$	$\Rightarrow A_{cr,1,0d} =$	1,99 [m ²]
kritični opseg ($1,5 \cdot d$)	$u_{cr,1,5d} = 2 \cdot (l_1 + l_2) + 2 \cdot a_{crit,1,5d} \cdot \pi$	$\Rightarrow u_{cr,1,5d} =$	6,78 [m]
Proračunsko djelovanje	$V_{Ed,temelj} = -N_{Ed,stup}$	$\Rightarrow V_{Ed,temelj} =$	1506,00 [kN]
Povoljno djelovanje tlaka - reakcija tla na kritičnu površinu	$V_{Ed,red} = 80\% V_{Ed}$	$\Rightarrow V_{Ed,red} =$	1204,80 [kN]
Poprečna sila po jedinici duljine kritičnog opsega	$V_{Ed} = V_{Ed,red} \cdot \beta / u_{crit,1,0d}$	$\Rightarrow v_{Ed} =$	274,05 [kN/m]
	$\beta = 1,15$	Za unutrašnje stupove nesimetrično naprezane	
β - korekcijski faktor koji uzima u obzir ekscentrično djelovanje sile proboja u odnosu na kritični presjek			
Nosivost na proboj bez probojne armature	$v_{Rd1,1,5d} = \tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) \cdot d$	$\Rightarrow k =$	1,05
$k = 1,6 - d > 1,0$	usvojeno	$\Rightarrow k =$	1,05
Koeficijent armiranja ploče u međusobno dva okomita smjera	$\rho_x = A_{Sx} / b_x \cdot d_x$	$\Rightarrow \rho_x =$	0,0005
	$\rho_y = A_{Sy} / b_y \cdot d_y$	$\Rightarrow \rho_y =$	0,0003
Koeficijent armiranja presjeka u dva međusobno okomita smjera	$\rho = \sqrt{(\rho_x \cdot \rho_y)} \leq 0,015$	$\Rightarrow \rho =$	0,0004
	usvojeno	$\Rightarrow \rho =$	0,0004
τ_{Rd} = posmično naprezanje koje može preuzeti beton		$\Rightarrow \tau_{Rd} =$	0,34 [N/mm ²]
	$v_{Rd1,1,5d} = \tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) \cdot d$	$\Rightarrow v_{Rd1,1,5d} =$	2,38 [kN/cm]
		$\Rightarrow v_{Rd1,1,5d} =$	238,49 [kN/m]
Nosivost na posmik temelja bez armature po jedinici kritičnog opsega	$v_{Rd1,1,0d} = (u_{crit,1,5d} / u_{crit,1,0d}) \cdot v_{Rd1,1,5d}$	$\Rightarrow v_{Rd1,1,0d} =$	319,99 [kN/m]
	$v_{Rd1,1,0d} = 319,99$	$>$	$v_{Ed} = 274,05$

NIJE POTREBNA ARMATURA ZA OSIGURANJE PROBOJA

10.5 Podna ploča POZ 200 i 100

Na pripremljenoj i uvaljanoj podlozi (zbijenoj na minimalno 60 Mpa) izvode se dvije podne ploče, tj. donja ploča debljine 14 cm, na koju se postavlja sloj hidroizolacije, te gornja ploča debljine 12 cm, na koju se postavljaju slojevi gotovog poda. Ploče se izvode iz betona C25/30, armatura B500B.

Predviđa se rezanje gornje ploče na maksimalna polja od 6,0 x 6,0 m, zarezivanje u gornjoj trećini te brtvljenje.

Armatura podnih ploča

Donja ploča

Ploču armirati u gornjoj trećini sa mrežom Q283 uz minimalni preklop od 30 cm.

Gornja ploča

Ploču armirati u donjoj trećini sa mrežom Q283 uz minimalni preklop od 30 cm.

11 AB STUBIŠTE ST1

PRORAČUN AB STUBIŠTA

Dimenzije stubišta

L=	4 [m]
H=	1,80 [m]
α =	24,2 [°]
L'=	4,39 [m]

Ploča stubišta

h=	20 [cm]
c=	2,5 [cm]
d ₁ =	3,5 [cm]
d=	16,5 [cm]

Opterećenje

g _k =	8,5 [kN/m ²]
q _k =	3 [kN/m ²]
q' _k =	2,74 [kN/m ²]

Proračunska vrijednost opterećenja

$$q_{Ed} = 1,35 \cdot g_k + 1,5 \cdot q_k = 15,58 \quad [\text{kNm/m}^2]$$

Proračunska poprečna sila nad ležajem

$$V_{Ed} = q_{Ed} \cdot \frac{L'}{2} = 34,17 \quad [\text{kN}]$$

Proračunski moment savijanja u polju

$$M_{Ed} = q_{Ed} \cdot \frac{L'^2}{8} = 37,47 \quad [\text{kNm/m}]$$

Dimenzioniranje uzdužne armature

γ_s =	1,15
γ_c =	1,5

Materijal:

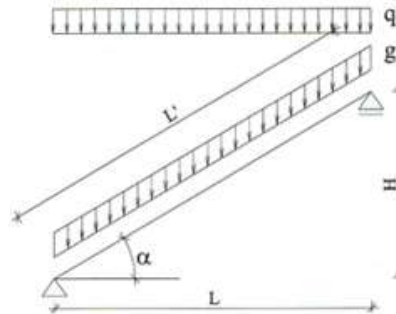
Beton:	C 25/30	f _{ck} =	25,00 [N/mm ²]	→	2,50 [kN/cm ²]
		f _{ck, cube} =	30,00 [N/mm ²]	→	3,00 [kN/cm ²]
		f _{ctm} =	2,60 [N/mm ²]	→	0,26 [kN/cm ²]
		f _{cd} =	16,67 [N/mm ²]	→	1,667 [kN/cm ²]
Čelik:	B500B	f _{yk} =	500,00 [N/mm ²]	→	50,00 [kN/cm ²]
		f _{yd} =	434,78 [N/mm ²]	→	43,478 [kN/cm ²]

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,083 \leq \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,085$ očitano:

ϵ_s =	-2,7	[‰]
ϵ_c =	20	[‰]
ξ =	0,119	
ζ =	0,953	

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 5,48 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$



Minimalna armatura

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 2,145 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 2,23 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

Maksimalna armatura

$$A_{s1,max} = 0,040 \cdot A_c = 80 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

$$A_{s1,max} = 0,022 \cdot A_c = 44 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

$$A_{s1,max} = \omega_{lim} \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} = 23,086 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

Odabrano: **Q283 + ojačanje šipkama Ø10/20 u uzdužnom smjeru**

Dimenzioniranje poprečne armature:

Nosivost elementa na poprečne sile bez poprečne armature

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b \cdot d \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,10 < 2 \quad 2$$

$$A_{s1,prov} = 3,35 \quad \text{cm}^2$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = 0,0020 < 0,02 \quad 0,00203$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$V_{Rd,c} = 68,06 \quad \text{kN}$$

Minimalna vrijednost za $V_{Rd,c,min}$

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,49$$

$$V_{Rd,c,min} = 81,67 \quad \text{kN}$$

Provjera: $V_{Ed} < V_{Rd,c}$

$$34,17 < 68,06 \quad \text{Nije potrebno proračunati poprečnu armaturu}$$

ZAKLJUČAK:

Stubište armirani u donjoj zoni mrežom Q283 uz ojačanje šipkama Ø10/20 u uzdužnom smjeru
Spoj kraka i ploče ojačati sa Ø12/20 cm u gornjoj i donjoj zoni na način da prate oplatu stubišta

12 AB STUBIŠTE ST2

PRORAČUN AB STUBIŠTA

Dimenzije stubišta

L= 2,6 [m]
H= 1,50 [m]
 α = 30,0 [°]
L'= 3,00 [m]

Ploča stubišta

h= 20 [cm]
c= 2,5 [cm]
d= 3,5 [cm]
d= 16,5 [cm]

Opterećenja

gk= 7,9 [kN/m²]
qk= 3 [kN/m²]
q'k= -2,42 [kN/m²]

Proračunska vrijednost opterećenja

$q_{Ed} = 1,35 \cdot g_k + 1,5 \cdot q_k = 7,03$ [kN/m²]

Proračunska poprečna sila nad ležajem

$V_{Ed} = q_{Ed} \cdot \frac{L'}{2} = 10,55$ [kN]

Proračunski moment savijanja u polju

$M_{Ed} = q_{Ed} \cdot \frac{L'^2}{11} = 7,92$ [kNm/m]

Dimenzioniranje uzdužne armature

γ_s	1,15
γ_c	1,5

Materijal:

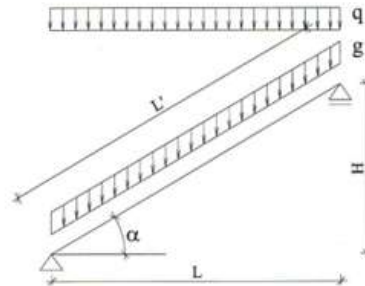
Beton:	C 25/30	f _{ck} =	25,00 [N/mm ²]	→	2,50 [kN/cm ²]
		f _{ck,cu,be} =	30,00 [N/mm ²]	→	3,00 [kN/cm ²]
		f _{ctm} =	2,60 [N/mm ²]	→	0,26 [kN/cm ²]
		f _{cd} =	16,67 [N/mm ²]	→	1,667 [kN/cm ²]
Čelik:	B500B	f _{yk} =	500,00 [N/mm ²]	→	50,00 [kN/cm ²]
		f _{yd} =	434,78 [N/mm ²]	→	43,478 [kN/cm ²]

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,017 \leq \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,02$ očitano:

ϵ_s	-1	[‰]
ϵ_c	20	[‰]
ξ	0,048	
ζ	0,983	

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,12 \text{ [cm}^2\text{/m]}$$



Minimalna armatura

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 2,145 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 2,23 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

Maksimalna armatura

$$A_{s1,max} = 0,040 \cdot A_c = 80 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

$$A_{s1,max} = 0,022 \cdot A_c = 44 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

$$A_{s1,max} = \omega_{lim} \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{at}}{f_{yd}} = 23,086 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

Odabrano: **Q335**

Dimenzioniranje poprečne armature:

Nosivost elementa na poprečne sile bez poprečne armature

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b \cdot d \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,10 < 2 \quad 2$$

$$A_{s1,prov} = 3,35 \quad \text{cm}^2$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = 0,0020 < 0,02 \quad 0,00203$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$V_{Rd,c} = 68,06 \quad \text{kN}$$

Minimalna vrijednost za $V_{Rd,c,min}$

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,49$$

$$V_{Rd,c,min} = 81,67 \quad \text{kN}$$

Provjera: $V_{Ed} < V_{Rd,c}$

$$10,55 < 68,06 \quad \text{Nije potrebno proračunati poprečnu armaturu}$$

ZAKLJUČAK:

Stubište armirati u donjoj zoni mrežom Q335.

Spoj kraka i ploče ojačati sa $\emptyset 12/15\text{cm}$ u gornjoj i donjoj zoni na način da prate oplatu stubišta

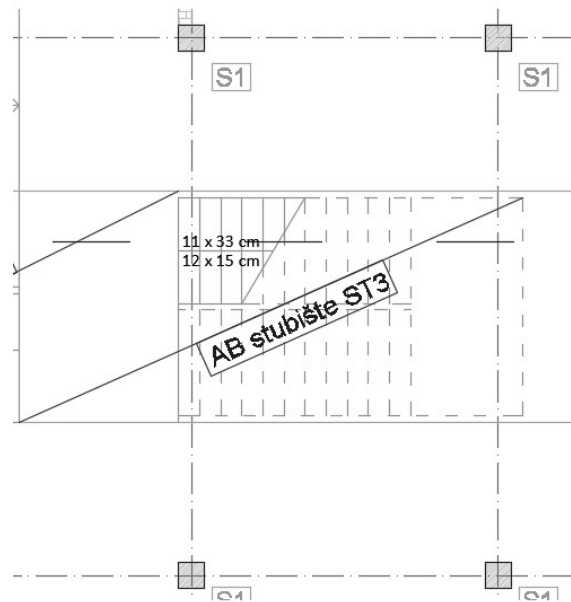
13 Proračun AB stubišta ST3

Stubišta ST3 se izvodi iz betona C30/37. Stubišta se sastoji od dva kraka i međupodesta, te služi kao komunikacija između etaže prizemlja i kata. Debljina ploče međupodesta i krakova je $d=22$ cm. Gornja ploča podesta je debljine 28 cm (kao i Nautilus ploča kata sa kojom se povezuje). Međupodest stubišta se spaja sa Nautilus pločom prvog kata sa čeličnim profilima kružnog cijevnog poprečnog presjeka 88,9x5 mm (zatege).

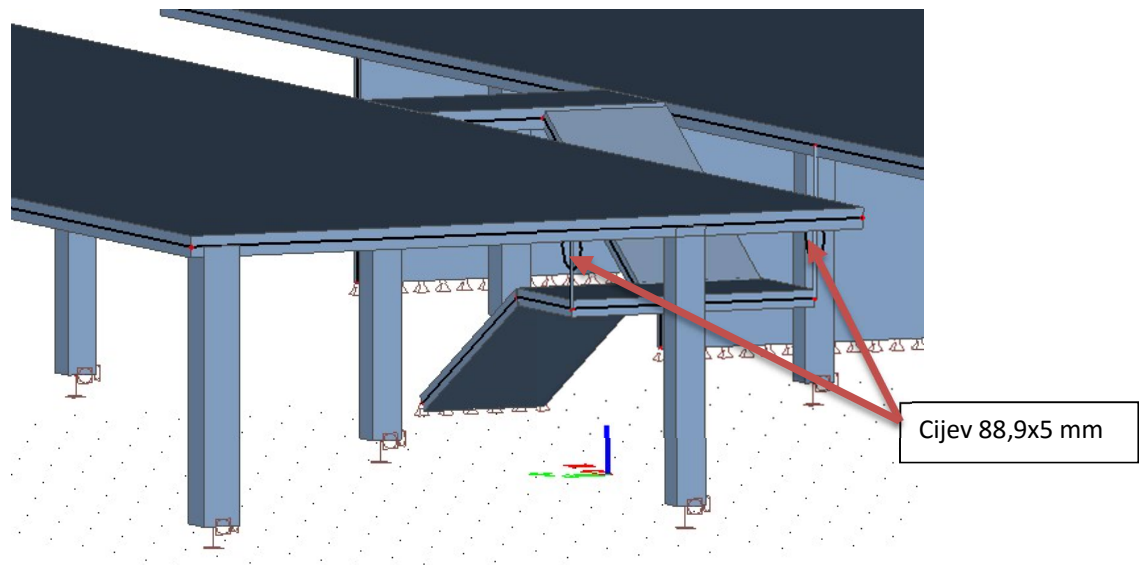
Debljina zaštitnog sloja: $c=2,5$ cm

Statička visina presjeka: $d=18,5$ cm

Tlocrt stubišta



Prikaz proračunskog modela



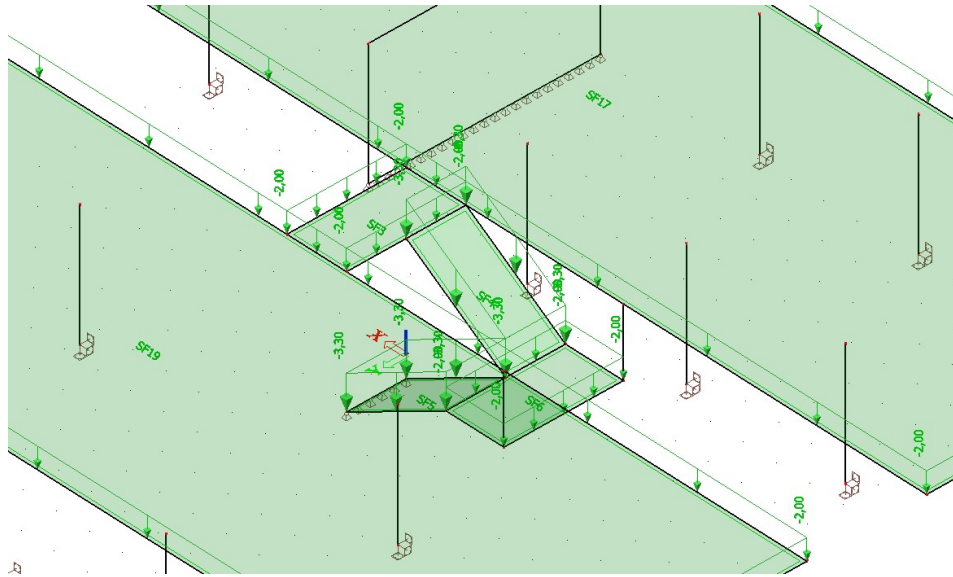
Djelovanja

LC1 – vlastita težina (automatski generirano softverom)

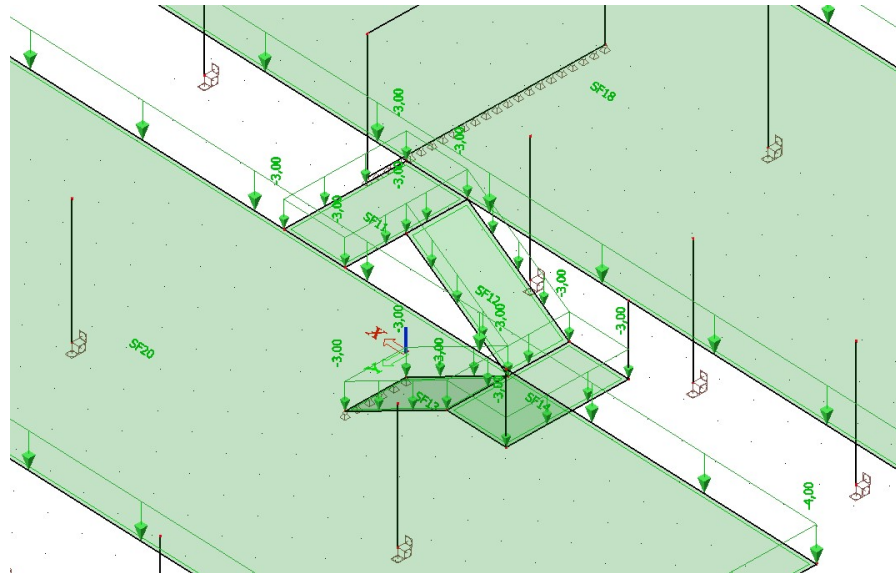
LC2 – dodatno stalno

– krak stubišta: 3,30 kN/m²

– međupodest: 2,00 kN/m²



LC3 – korisno 3,00 kN/m²



Kombinacije

CO1 – kombinacija graničnog stanja nosivosti

1,35 LC1 + 1,35 LC2 + 1,50 LC3

CO2 – kombinacija graničnog stanja uporabivosti

1,00 LC1 + 1,00 LC2 + 1,00 LC3

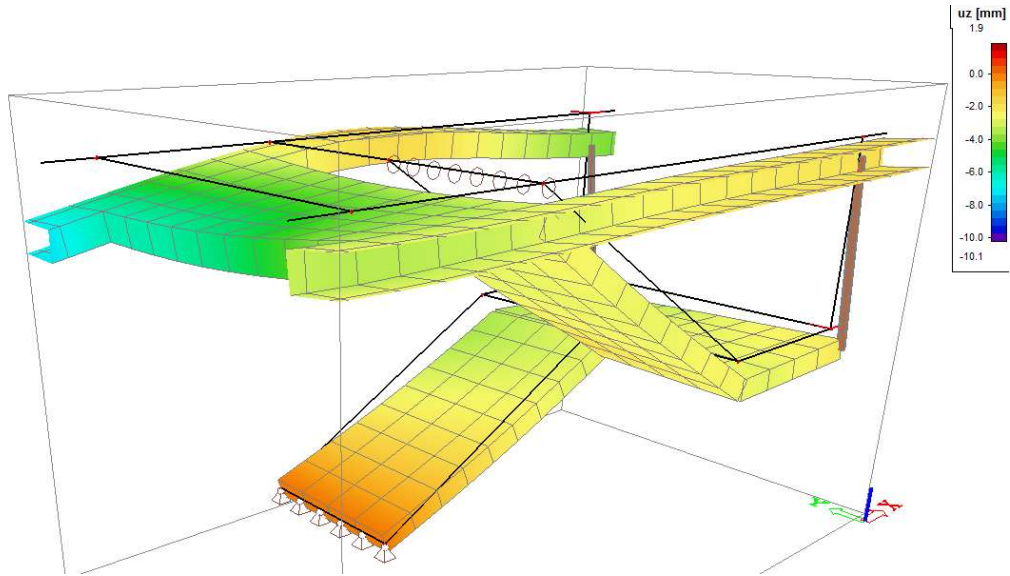
Minimalna armatura

$$A_{s\min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 100 \cdot 18,5 = 2,4 \text{ cm}^2 / m$$

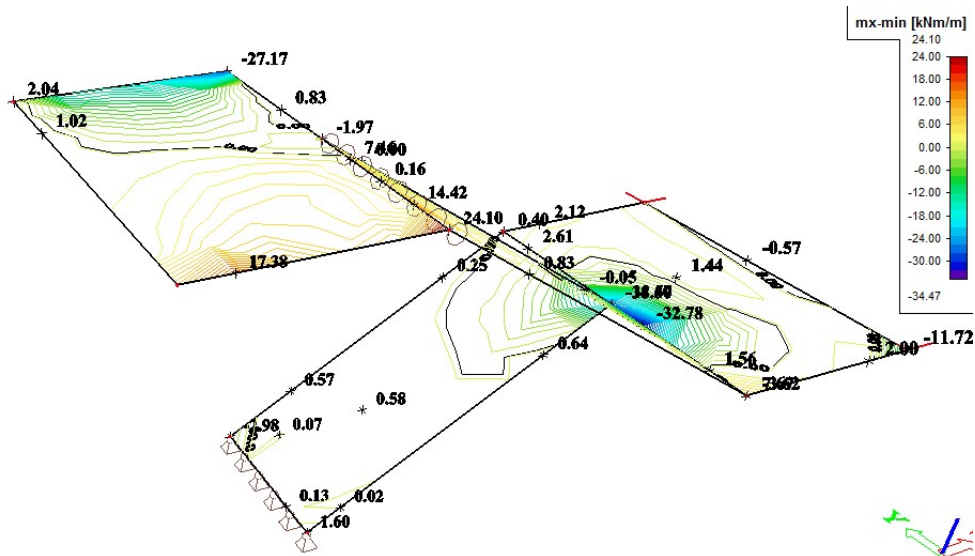
$$A_{s\min} = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,26 \cdot 100 \cdot 18,5 \cdot \frac{2,9}{500} = 2,8 \text{ cm}^2 / m \longrightarrow \text{mjerodavno}$$

13.1 Rezultati proračuna

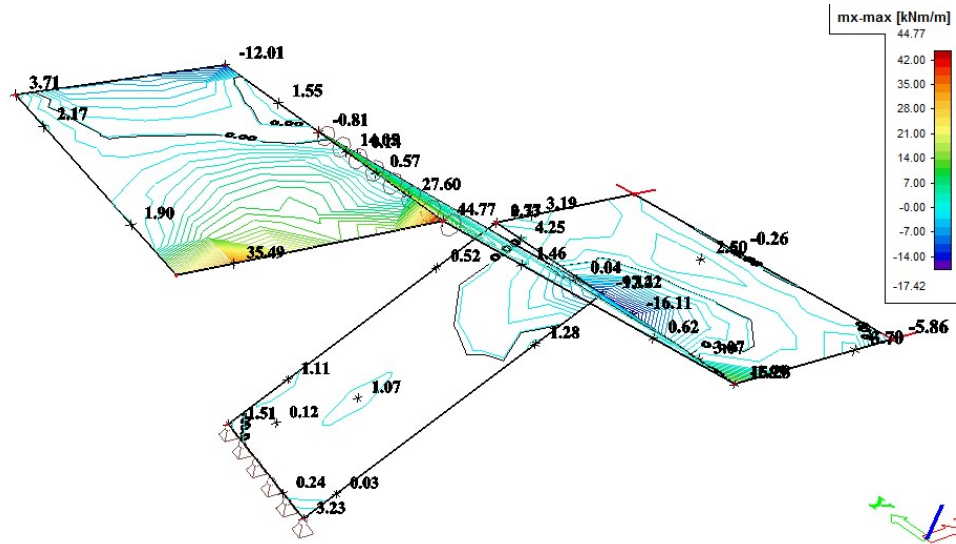
Progib stubišta uz(mm) za kombinaciju djelovanja CO2 – GSU



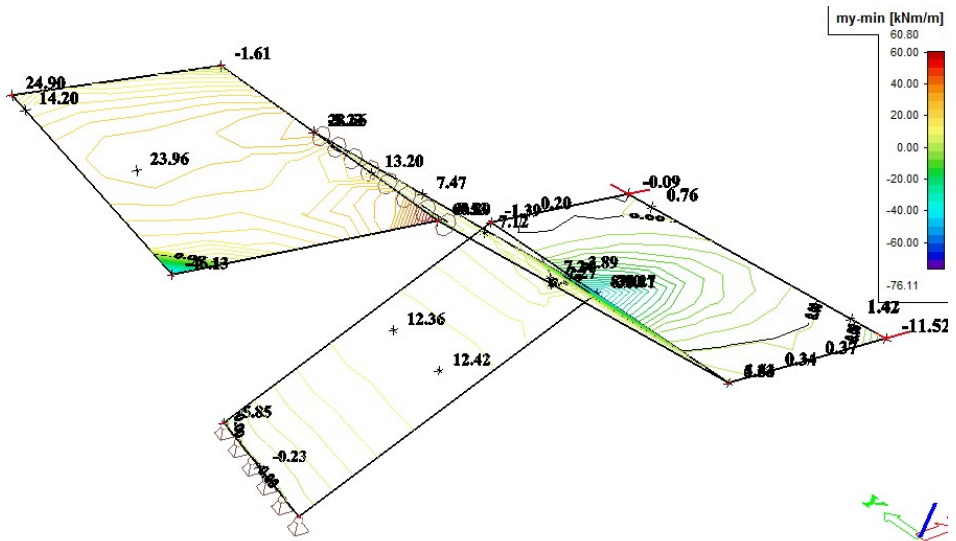
Moment savijanja Mx-min (kNm) za kombinaciju djelovanja CO1 – GSN



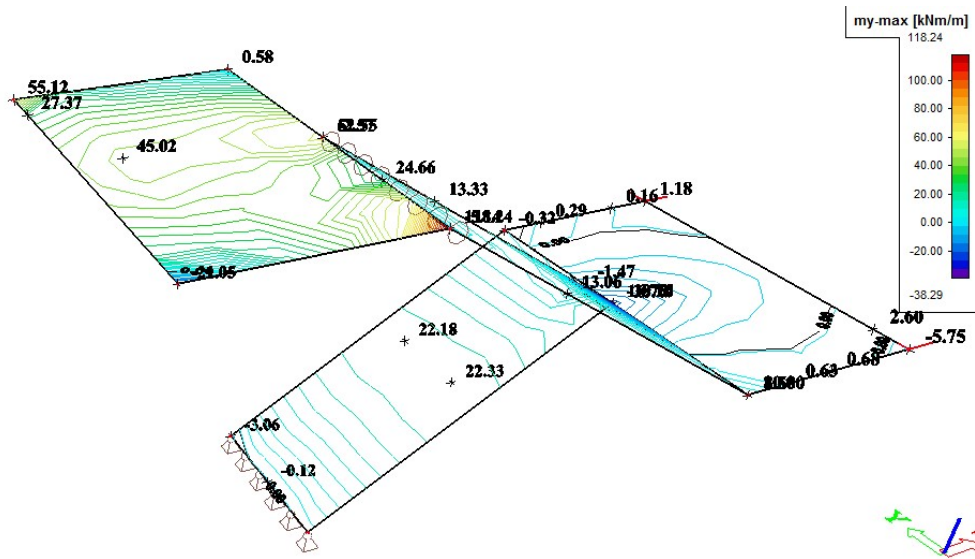
Moment savijanja Mx-max (kNm) za kombinaciju djelovanja CO1 – GSN



Moment savijanja My-min (kNm) za kombinaciju djelovanja CO1 – GSN

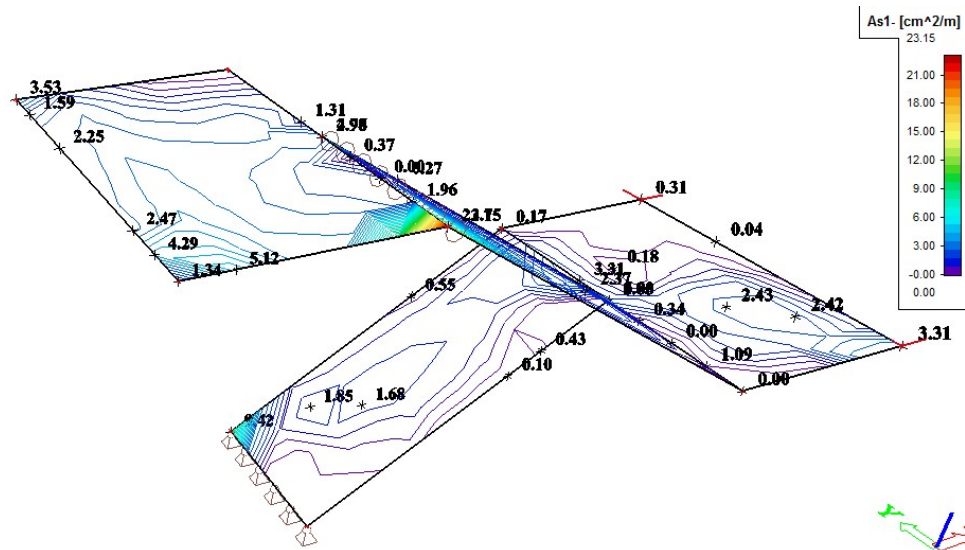


Moment savijanja M_y -max (kNm) za kombinaciju djelovanja CO1 – GSN

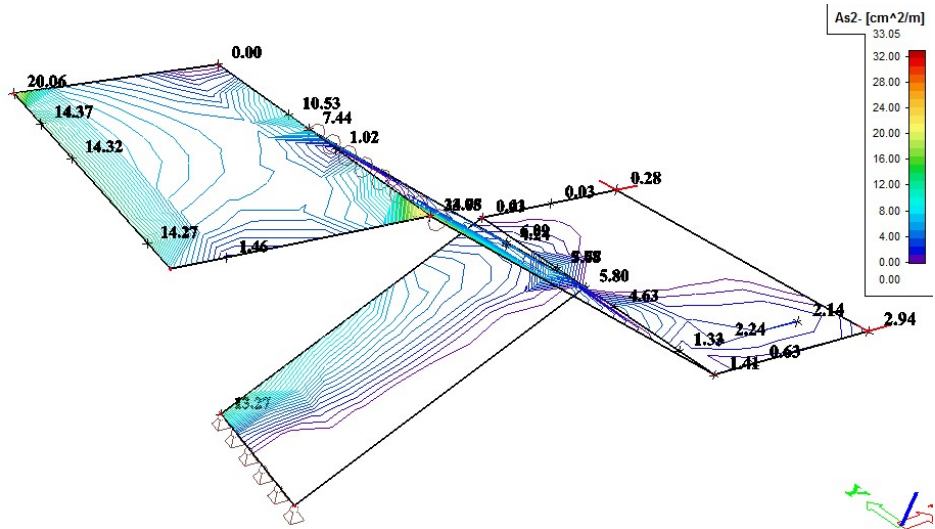


Proračunska armatura stubišnih krakova i međupodesta za kombinaciju djelovanja CO1 – GSN

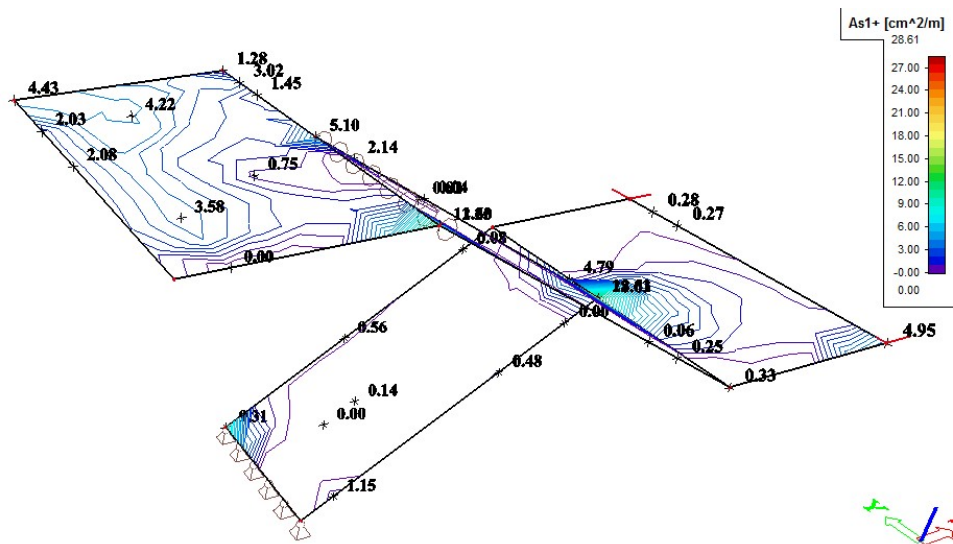
Armatura donje zone smjer 1



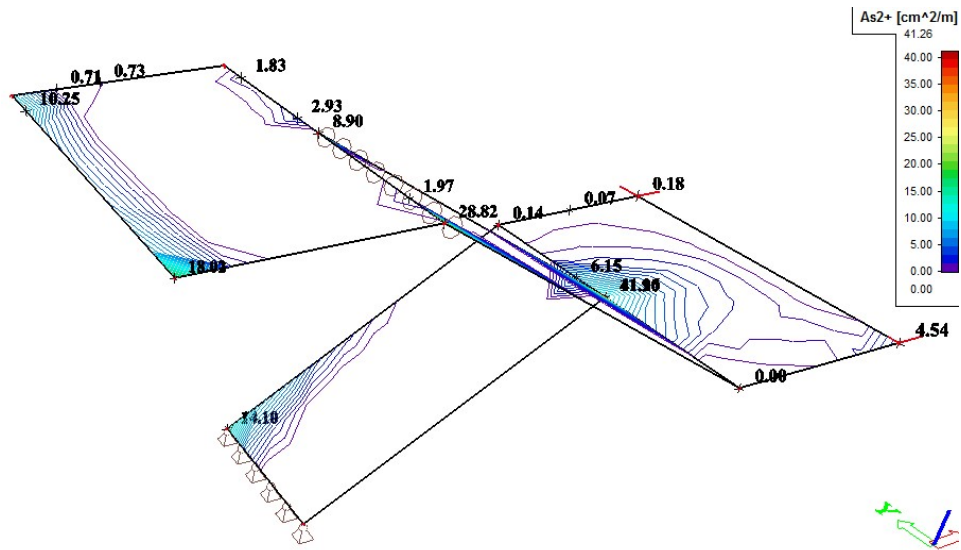
Armatura donje zone smjer 2



Armatura gornje zone smjer 1



Armatura gornje zone smjer 2



ZAKLJUČNO:

Potrebna poračunska armatura stubišta je manja od minimalne armature, stoga je stubišne krakove i međupodest potrebno armirati minimalnom armaturom prema pravilima struke.

13.2 Potresna analiza stubišta

Napravljen je 3D model konstrukcije metodom konačnih elemenata (FEM). Stubišni krakovi i podesti su modelirani kao plošni elementi, dok su čelični profili modelirani kao štapovi.

Proračun je proveden preko grupa masa, koje čine stalno opterećenje G_1 i G_2 (vlastita težina nosivih AB elemenata konstrukcije i težina slojeva), G_3 te korisno opterećenje sa faktorom 0,5.

Mase se računaju iz vertikalnog opterećenja prema kombinaciji djelovanja:

Modalna analiza

Provodi se dinamička analiza konstrukcije. U proračunskom modelu zadane su mase s obzirom na opterećenja konstrukcije. Mase se kombiniraju na sljedeći način pri čemu je prikazana kombinacija masa u pogledu zadanih djelovanja:

$$1,0 \times MG1 + 1,0 \times MG2 + 0,5 \times MG3$$

pri čemu je:

MG1 – masa djelovanja vlastite težine

MG2 – masa dodatnog stalnog djelovanja

MG3 – masa korisnog djelovanja

$$\sum G_{kj} + \sum \Psi_{Ei} \cdot Q_{ki}$$

Ψ_{Ei} – koeficijent kombinacije za promjenjivo djelovanje za proračun učinka potresnog djelovanja dobije se prema slijedećoj formuli:

$$\Psi_{Ei} = \varphi \times \psi_{2i} ;$$

ψ_{2i} - koeficijent za kvazistalnu vrijednost promjenjivog opterećenja:

$$\psi_{2i} = 0,5 ; \varphi = 1,00$$

$$\Psi_{Ei} = 0,5 \times 1,00 = 0,50$$

Ukupna potresna poprečna sila F_b za svaki glavni smjer određuje se formulom

$$F_b = S_d(T_1)W$$

gdje je:

$S_d(T_1)$ – ordinata proračunskog spektra

T_1 – osnovni period vibracija zgrade za horizontalno poprečno gibanje u promatranom smjeru

W – ukupna težina zgrade proračunata na prethodni opisani način

Broj vlastitih oblika se određuje iz izraza:

$$k \geq 3 \cdot \sqrt{n}$$

gdje je:

k - broj promatranih oblika vibracija

n - broj katova nad tlom

Na slici je prikazan izvod kombinacije masa iz proračunskog modela.

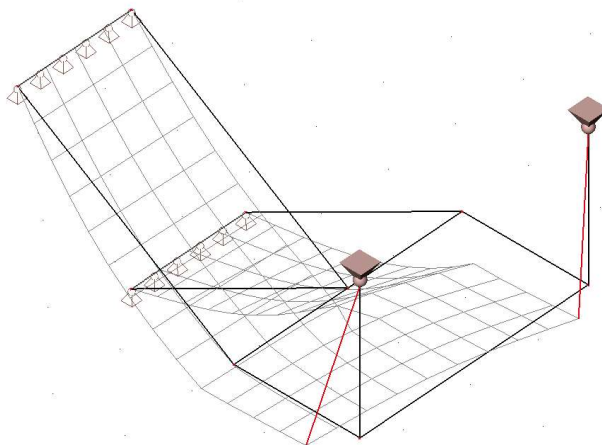
Contents of combination	
MG1 [-]	1,00
MG2 [-]	1,00
MG3 [-]	0,50

Modalna analiza provode se za prvih 10 tonova.

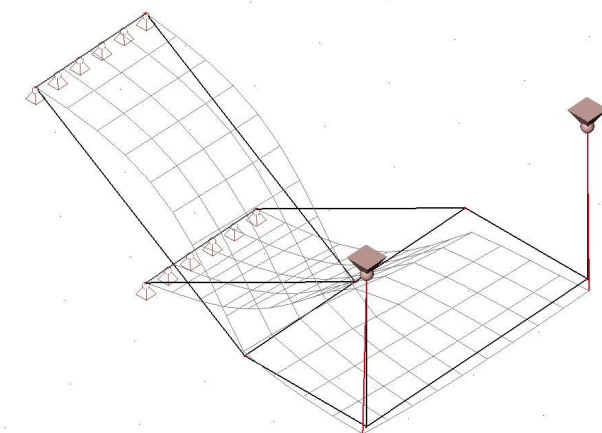
Prikaz vlastitih oblika i sudjelujućih masa

Mode	Omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	Wxi / Wxtot	Wyi / Wytot	Wzi / Wztot	Wxi_R / Wxtot_R	Wyi_R / Wytot_R	Wzi_R / Spectral
1	99.3783	0.0632	15.8166	0.0024	0.1269	0.3697	0.0002	0.0813	0.2976
2	159.4018	0.0394	25.3696	0.2113	0.0155	0.0001	0.2461	0.0366	0.0046
3	171.3303	0.0367	27.2681	0.0138	0.2379	0.0070	0.0161	0.4078	0.0507
4	249.1037	0.0252	39.6461	0.0001	0.2775	0.1376	0.0000	0.1719	0.0055
5	274.9869	0.0228	43.7655	0.0009	0.0003	0.2081	0.0018	0.0004	0.0168
6	316.3060	0.0199	50.3417	0.0374	0.0017	0.0027	0.1315	0.0002	0.0001
7	402.8672	0.0156	64.1183	0.0170	0.0219	0.0075	0.0000	0.0241	0.0021
8	420.4463	0.0149	66.9161	0.0060	0.0265	0.0128	0.0001	0.0325	0.0026
9	511.8875	0.0123	81.4694	0.0271	0.0001	0.0003	0.0801	0.0020	0.0006
10	575.6911	0.0109	91.6241	0.0059	0.0004	0.0000	0.0030	0.0774	0.0161
				0.3219	0.7087	0.7459	0.4790	0.8339	0.3966

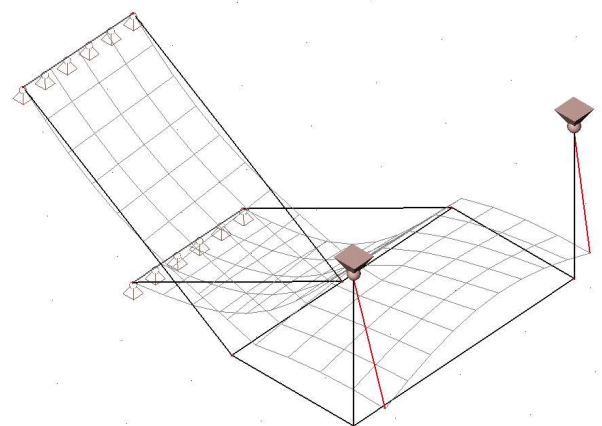
TON 1; T=0,0632s



TON 2; T=0,0394s



TON 3; T=0,0367s



AB stubište zadovoljava granično stanje uporabivosti u smislu vibracija.

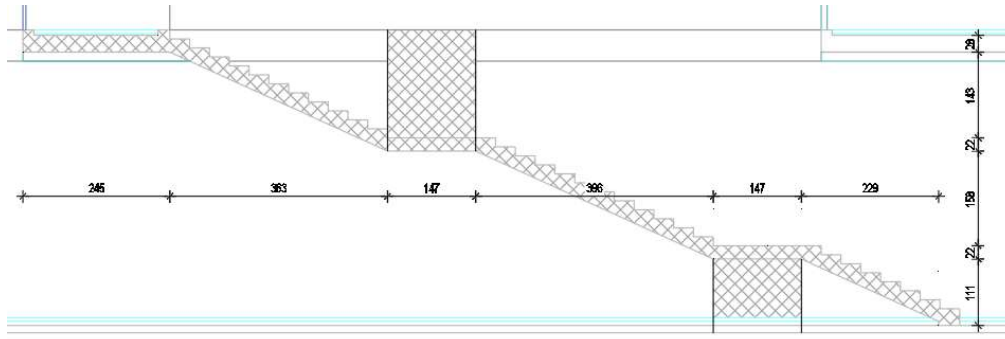
14 Proračun AB stubišta ST4

Stubište je armiranobetonsko te se izvodi iz betona C30/37. Debljina ploče međupodesta i krakova je $d=22$ cm. Gornja ploča podesta je debljine 28 cm.

Debljina zaštitnog sloja: $c=2,5$ cm

Statička visina presjeka: $d=18,5$ cm

Pogled na stubište



Djelovanja

LC1 – vlastita težina

LC2 – dodatno stalno

– krak stubišta: $3,30$ kN/m²

– međupodest: $2,00$ kN/m²

LC3 – korisno $3,00$ kN/m²

Kombinacije

CO1 – GSN

$1,35$ LC1 + $1,35$ LC2 + $1,50$ LC3

CO2 – GSU

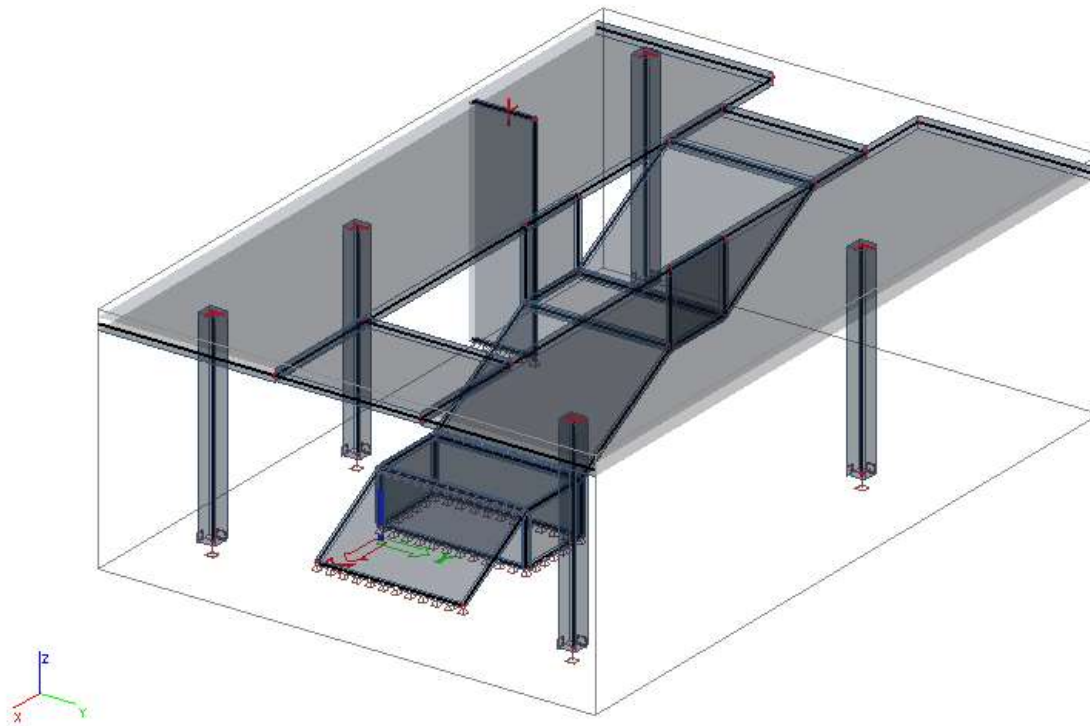
$1,00$ LC1 + $1,00$ LC2 + $1,00$ LC3

Minimalna armatura

$$A_{s\min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 100 \cdot 18,5 = 2,4 \text{ cm}^2 / m$$

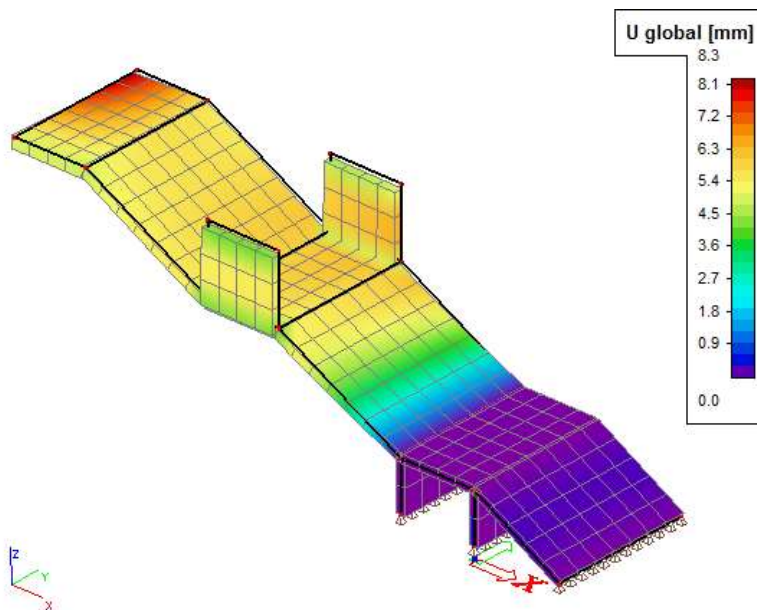
$$A_{s\min} = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,26 \cdot 100 \cdot 18,5 \cdot \frac{2,9}{500} = 2,8 \text{ cm}^2 / m \longrightarrow \text{mjerodavno}$$

Prikaz proračunskog modela

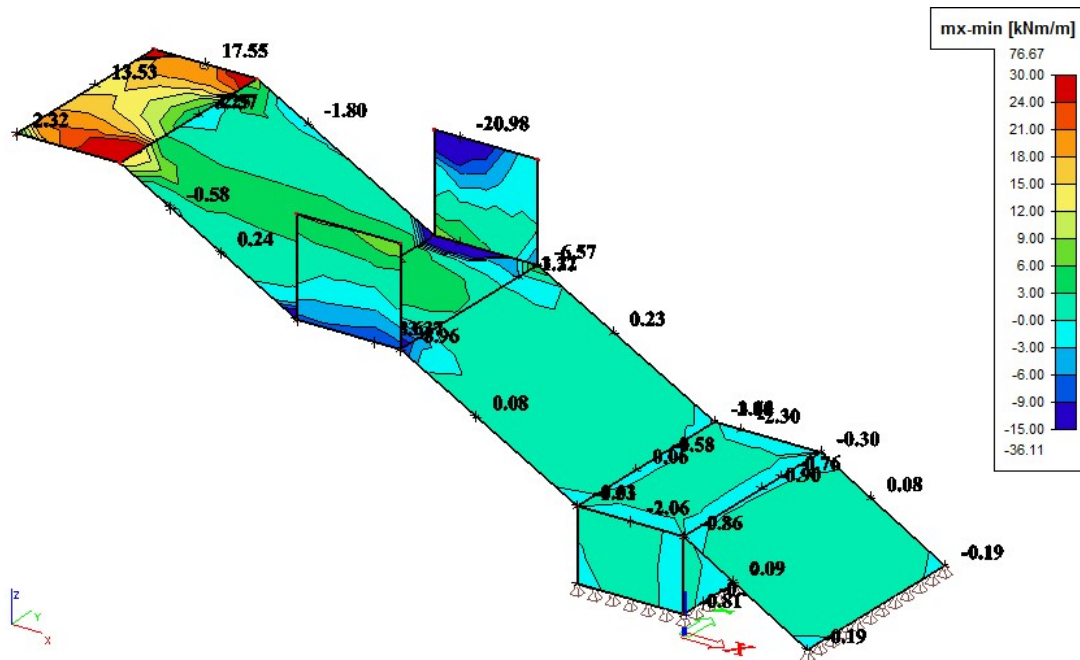


14.1 Rezultati proračuna

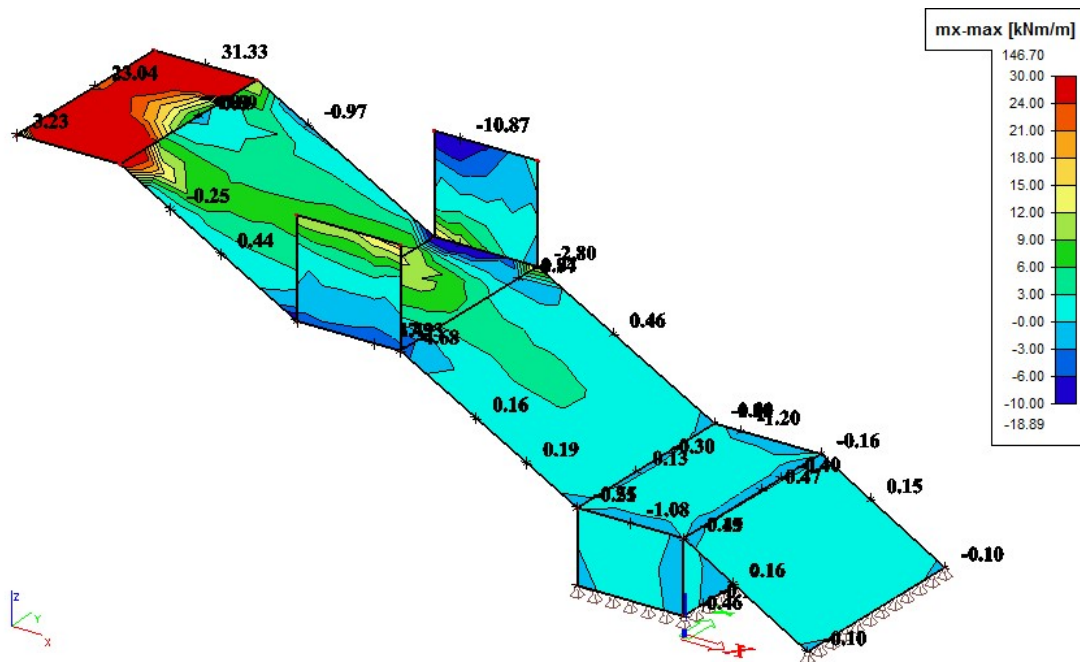
Progib stubišta uz(mm) za kombinaciju djelovanja CO2 – GSU



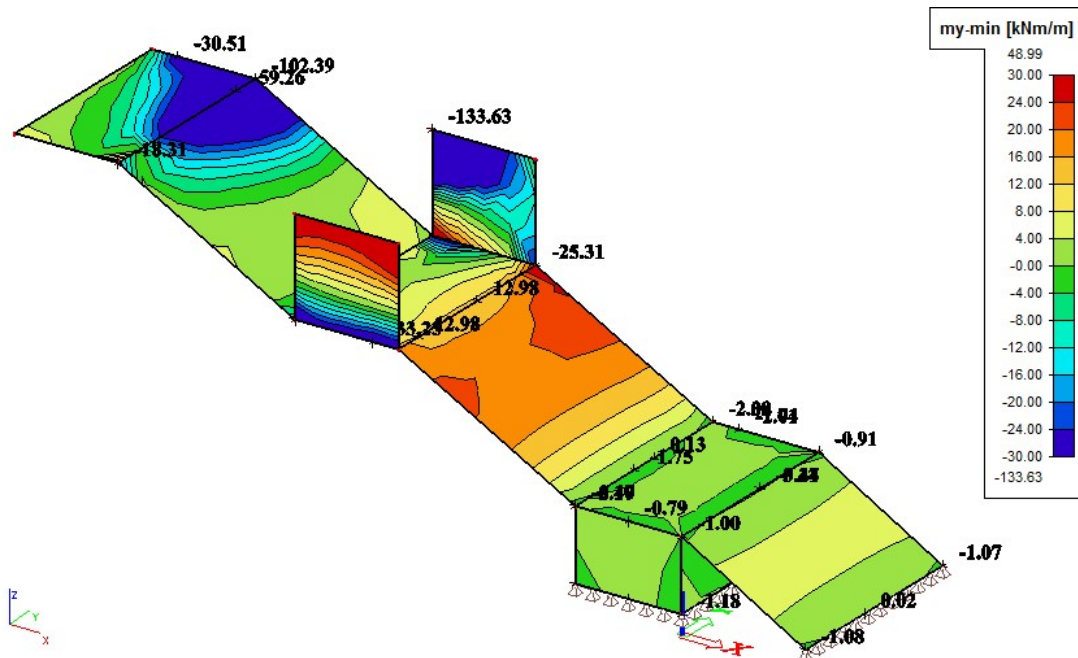
Moment savijanja Mx-min (kNm)



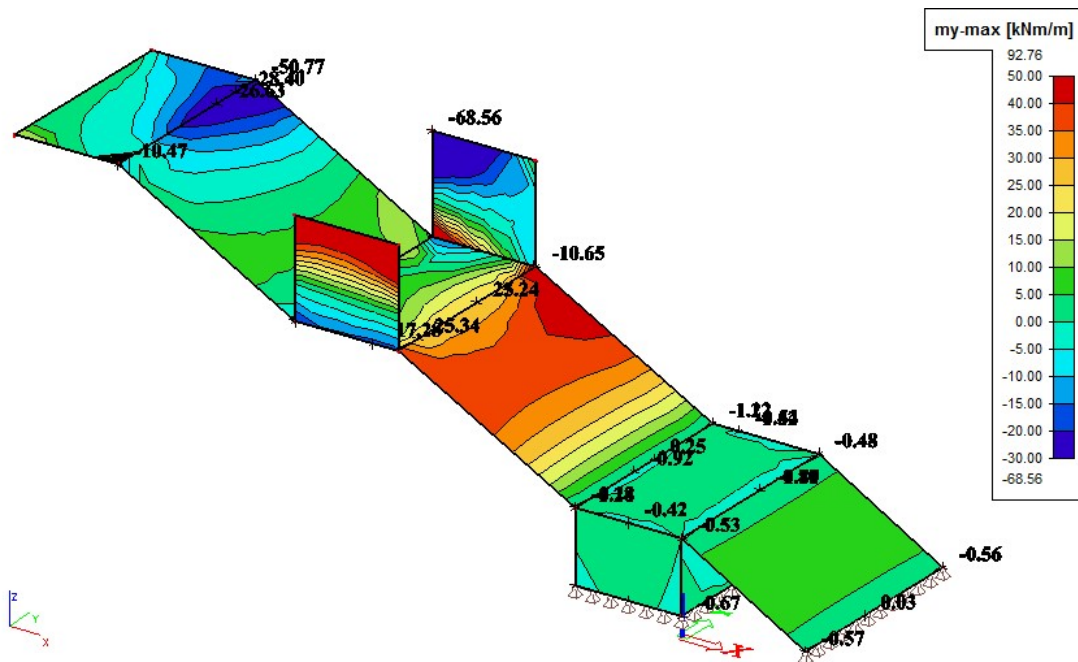
Moment savijanja Mx-max (kNm)



Moment savijanja My-min (kNm)

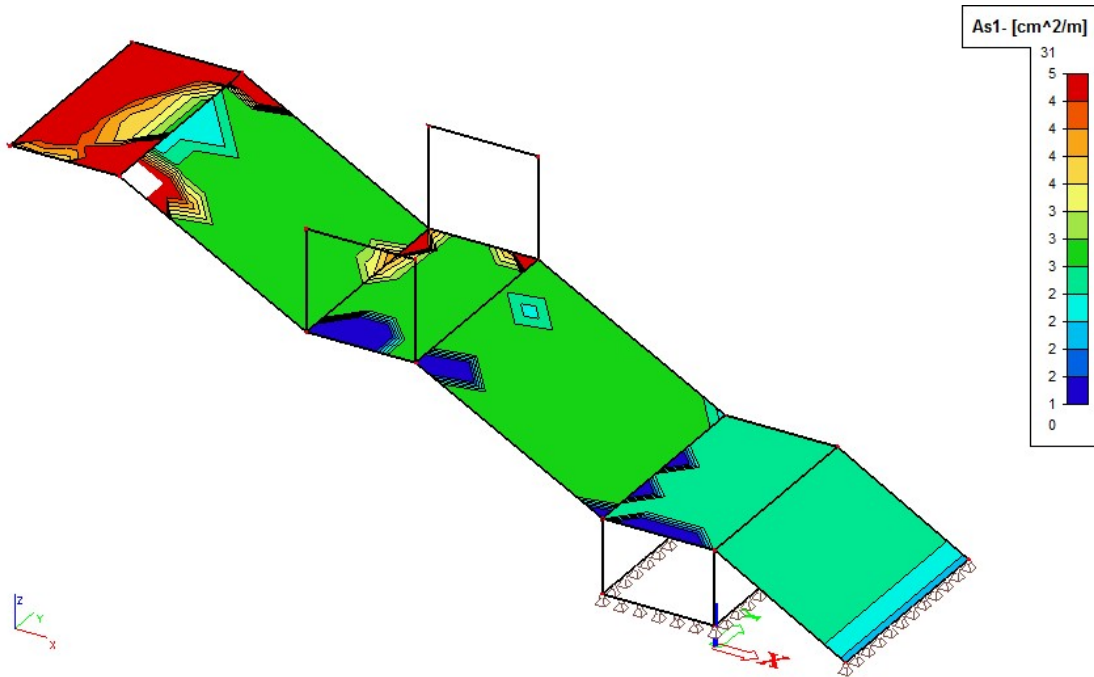


Moment savijanja My-max (kNm)

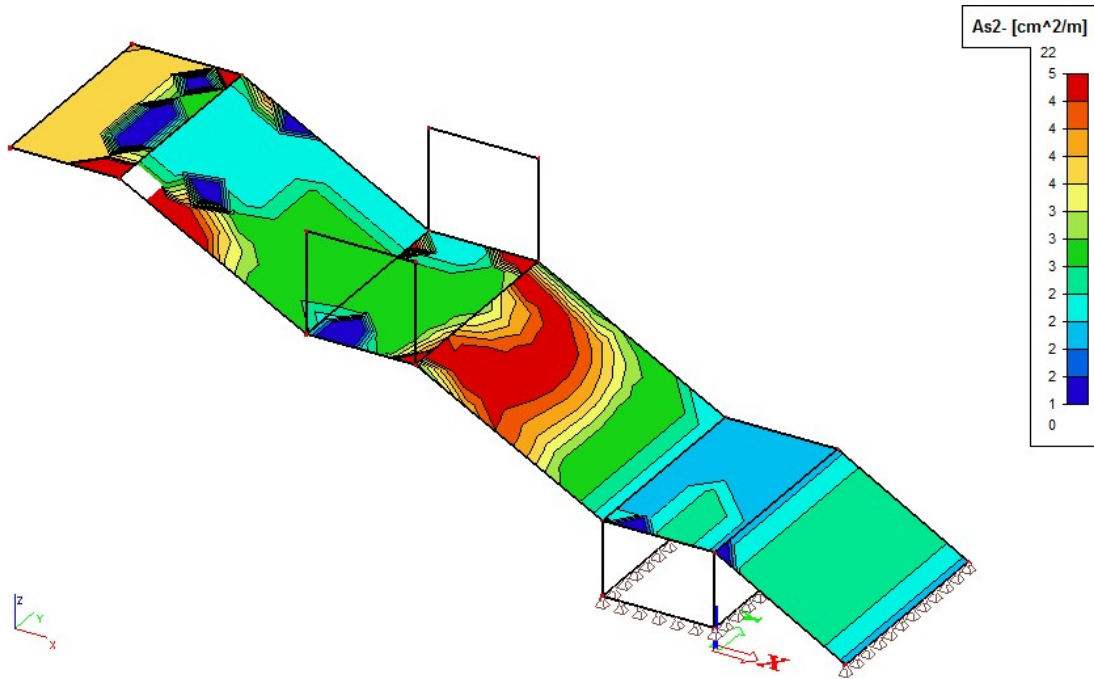


Proračunska armatura stubišnih krakova i međupodesta za kombinaciju djelovanja CO1 – GSN

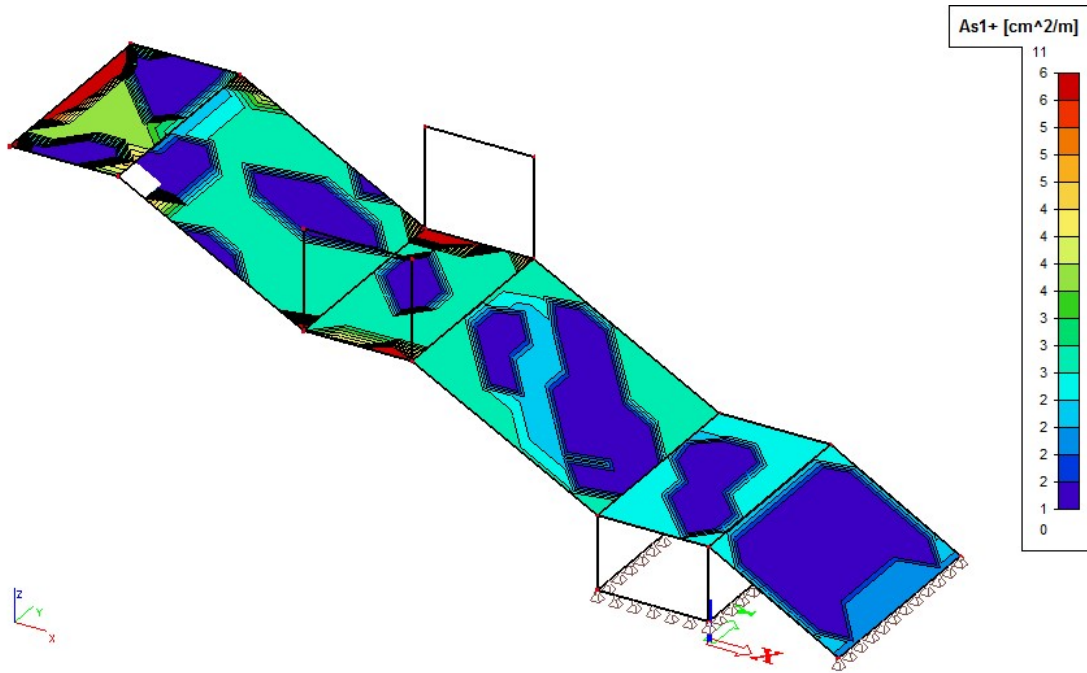
Armatura donje zone smjer 1



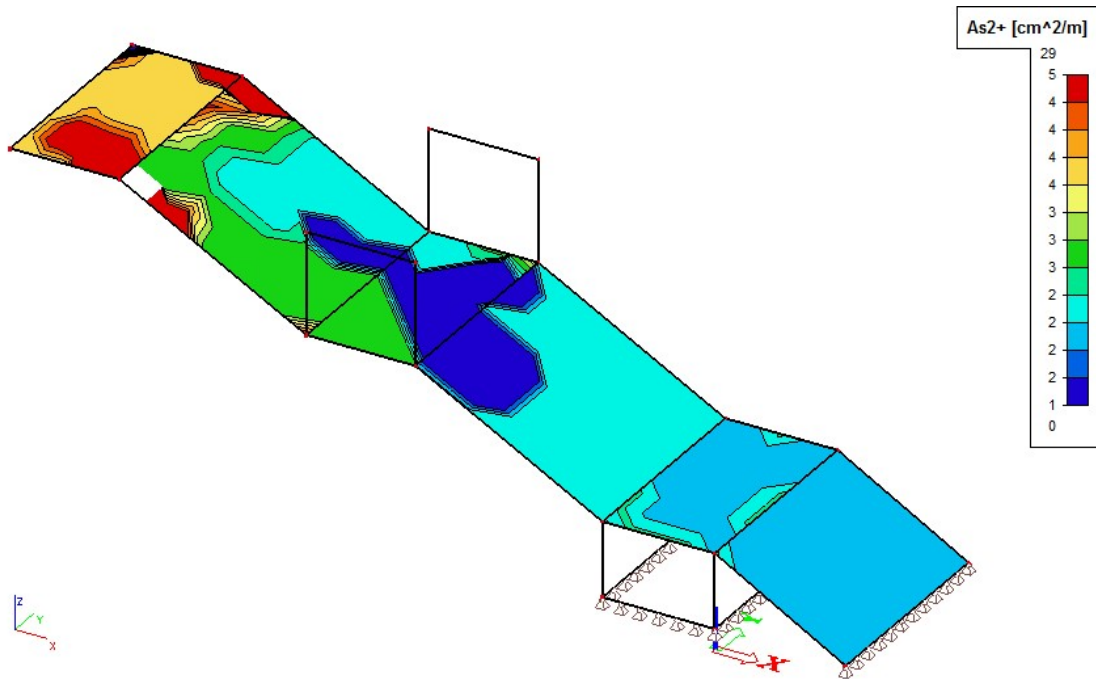
Armatura donje zone smjer 2



Armatura gornje zone smjer 1

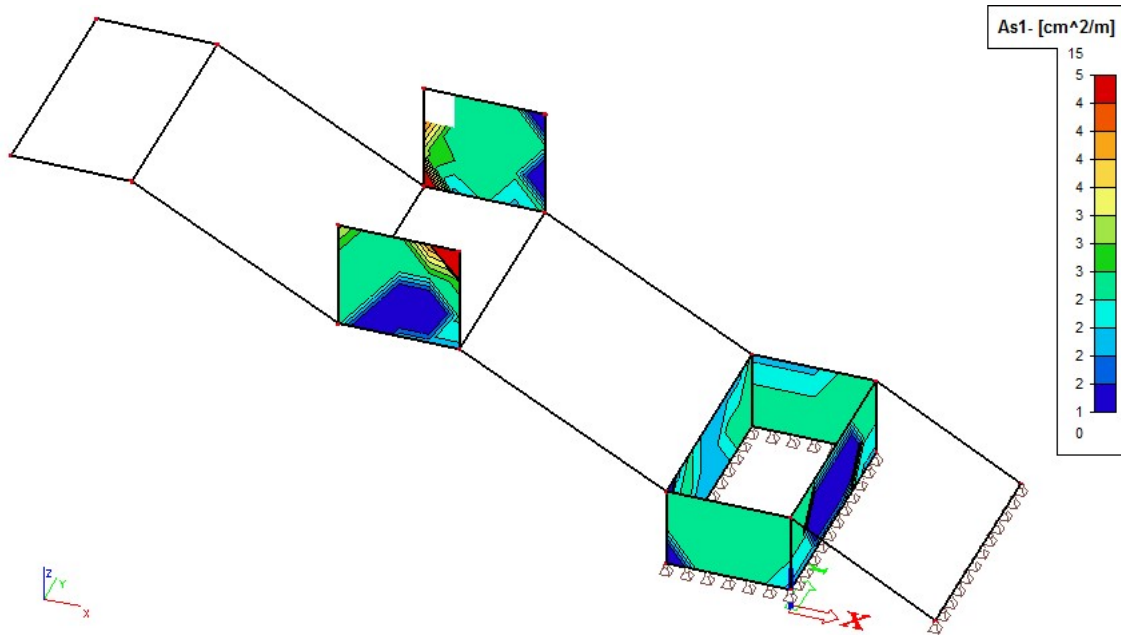


Armatura gornje zone smjer 2

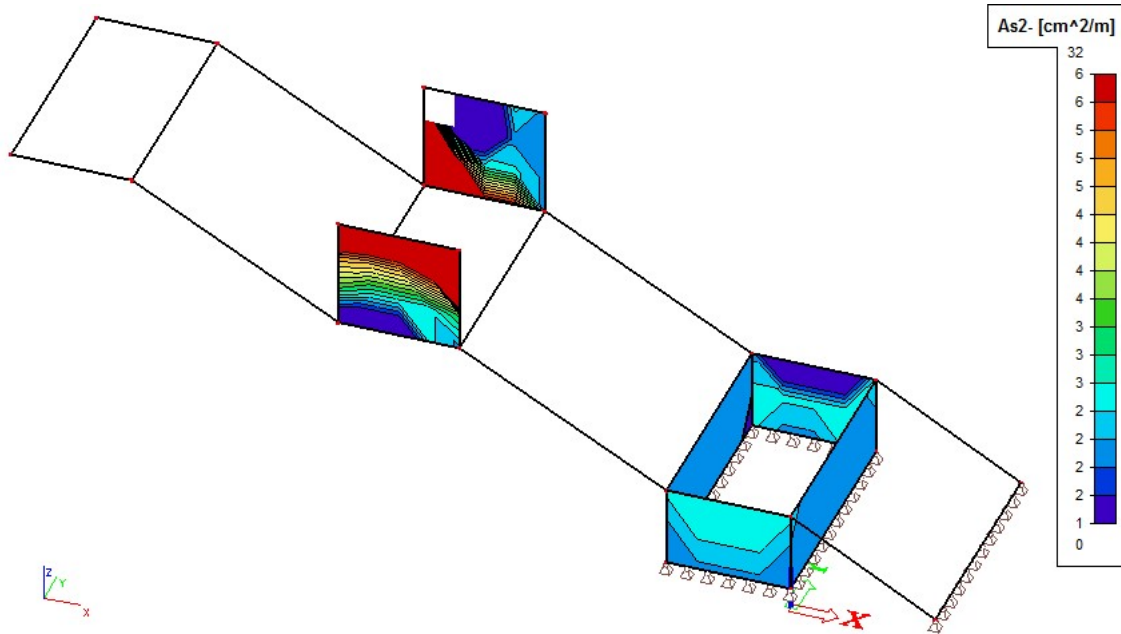


Proračunska armatura zidova za kombinaciju djelovanja CO1 – GSN

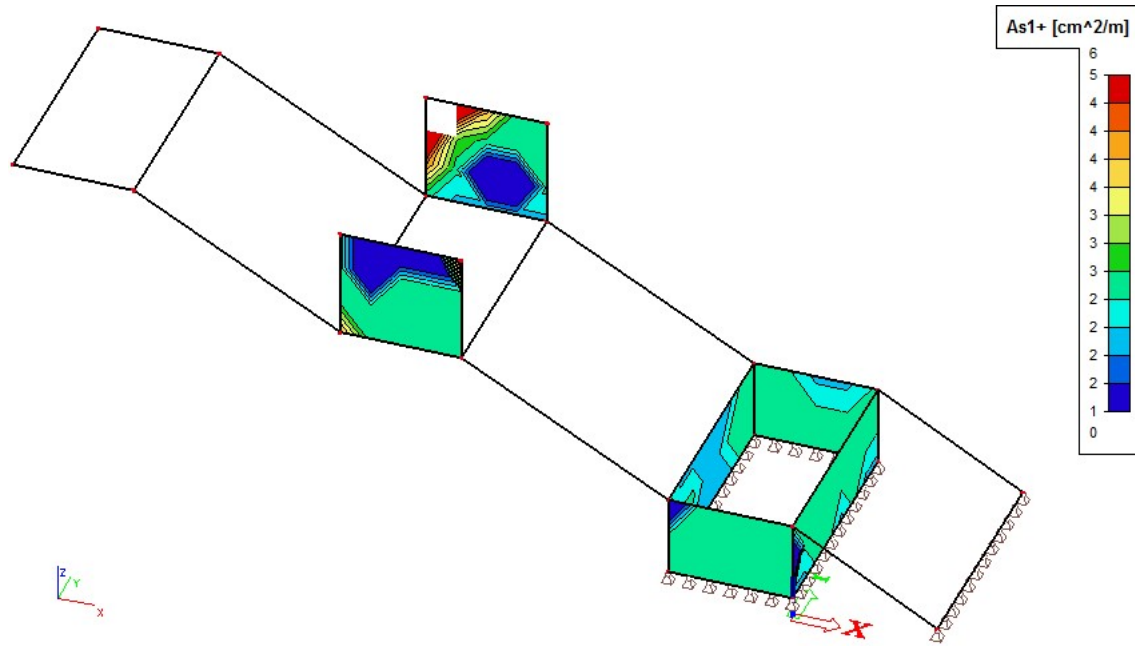
Smjer 1 (horizontalna armatura)



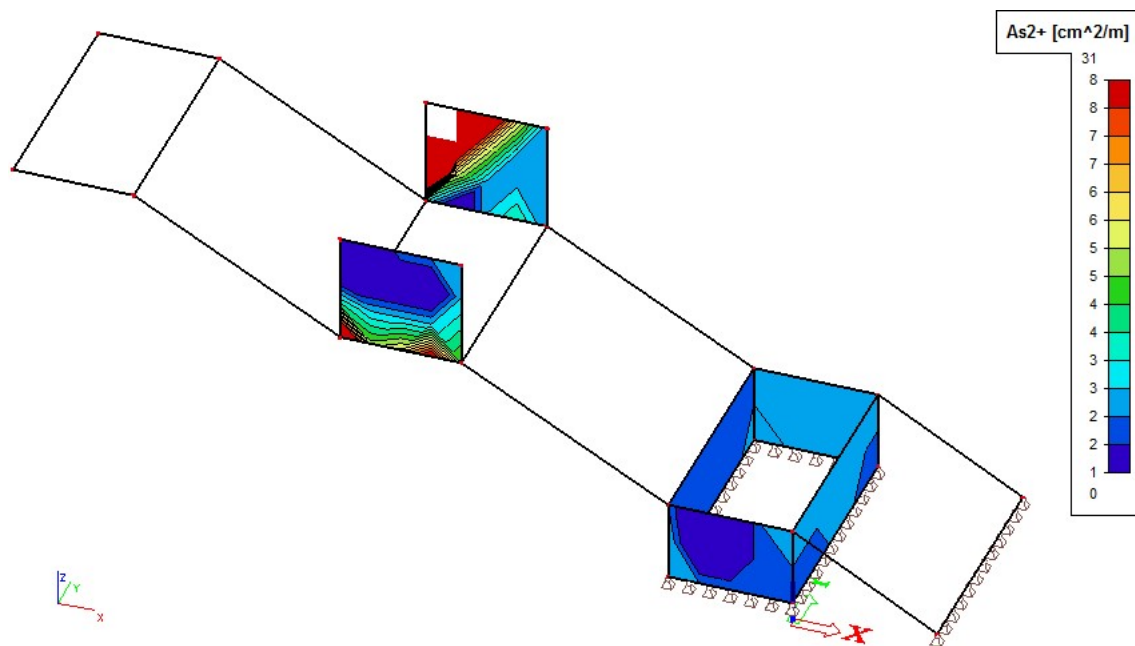
Smjer 2 (vertikalna armatura)



Smjer 1 (horizontalna armatura)



Smjer 2 (vertikalna armatura)



15 AB STUBIŠTE ST5

PRORAČUN AB STUBIŠTA

Dimenzije stubišta

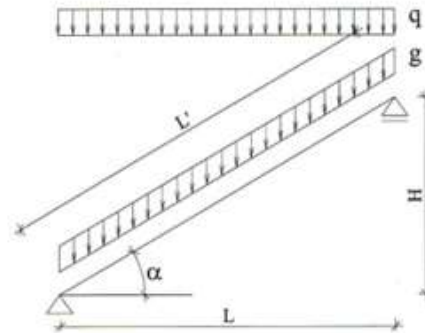
L = 2,4 [m]
 H = 1,10 [m]
 $\alpha = 24,6$ [°]
 L' = 2,64 [m]

Ploča stubišta

h = 23 [cm]
 c = 2,5 [cm]
 d1 = 3,5 [cm]
 d = 19,5 [cm]

Opterećenje

g_k = 7,9 [kN/m²]
 q_k = 3 [kN/m²]
 q'_k = -2,91 [kN/m²]



Proračunska vrijednost opterećenja

$$q_{Ed} = 1,35 \cdot g_k + 1,5 \cdot q_k = 6,31 \quad [\text{kNm/m}^2]$$

Proračunska poprečna sila nad ležajem

$$V_{Ed} = q_{Ed} \cdot \frac{L'}{2} = 8,32 \quad [\text{kN}]$$

Proračunski moment savijanja u polju

$$M_{Ed} = q_{Ed} \cdot \frac{L'^2}{8} = 5,49 \quad [\text{kNm/m}]$$

Dimenzioniranje uzdužne armature

γ _s	1,15
γ _c	1,5

Materijal:

Beton:	C 25/30	f _{ck}	25,00 [N/mm ²]	→	2,50 [kN/cm ²]
		f _{ck,cu,be}	30,00 [N/mm ²]	→	3,00 [kN/cm ²]
		f _{ctm}	2,60 [N/mm ²]	→	0,26 [kN/cm ²]
		f _{cd}	16,67 [N/mm ²]	→	1,667 [kN/cm ²]
Čelik:	B500B	f _{yk}	500,00 [N/mm ²]	→	50,00 [kN/cm ²]
		f _{yd}	434,78 [N/mm ²]	→	43,478 [kN/cm ²]

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,009 \leq \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,01$ očitano:

ε _s	-0,7	[‰]
ε _c	20	[‰]
ξ	0,034	
ζ	0,988	

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,66 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

Minimalna armatura

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 2,535 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 2,64 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

Maksimalna armatura

$$A_{s1,max} = 0,040 \cdot A_c = 92 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

$$A_{s1,max} = 0,022 \cdot A_c = 50,6 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

$$A_{s1,max} = \omega_{lim} \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 27,284 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

Odabrano: **Q283**

Dimenzioniranje poprečne armature:

Nosivost elementa na poprečne sile bez poprečne armature

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b \cdot d \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,01 < 2 \quad 2$$

$$A_{s1,prov} = 3,35 \quad \text{cm}^2$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = 0,0017 < 0,02 \quad 0,001718$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$V_{Rd,c} = 76,07 \quad \text{kN}$$

Minimalna vrijednost za $V_{Rd,c,min}$

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,49$$

$$V_{Rd,c,min} = 96,52 \quad \text{kN}$$

Provjera: $V_{Ed} < V_{Rd,c}$

$$8,32 < 76,07$$

Nije potrebno proračunati poprečnu armaturu

ZAKLJUČAK:

Stubište armirati u donjoj zoni mrežom Q283.

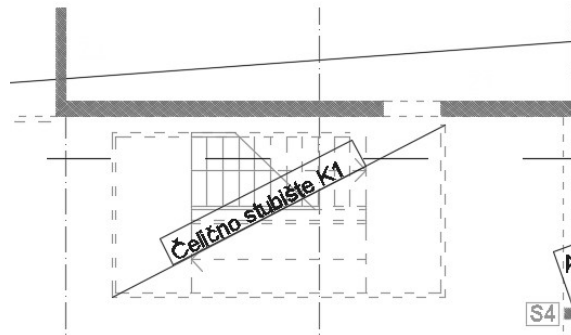
Spoj kraka i ploče ojačati sa $\emptyset 12/20$ cm u gornjoj i donjoj zoni na način da prate oplatu stubišta

16 Čelično stubište K1

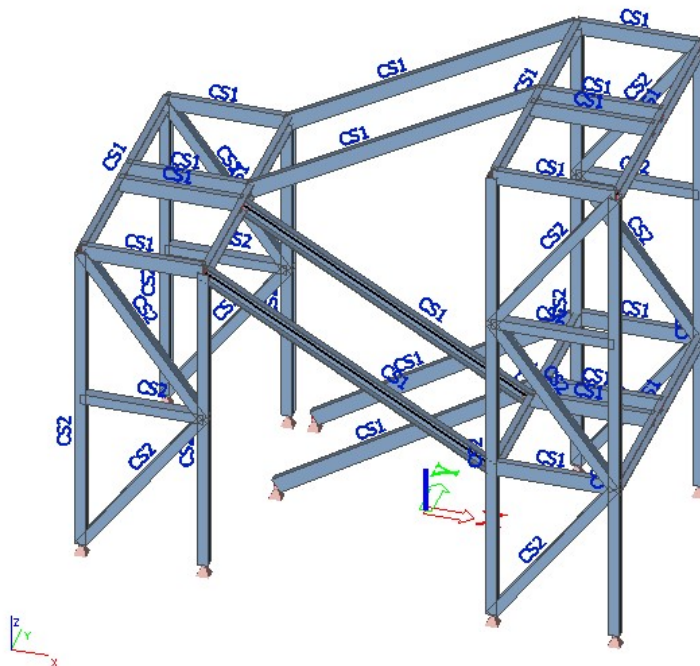
16.1 Opis konstrukcije

Tetive stubišta čine profili UPE 180 koji se oslanjaju na stupove kvadratnih cijevnih profila SHS 120x5. Čelična konstrukcija dimenzionirana je u nastavku na opterećenje vlastite težine, opterećenje dodatnog stalnog opterećenja od slojeva, korisnog opterećenja, opterećenja vjetra i snijega. Cijela čelična konstrukcija izrađena je od čelika **S235 JR**.

Tlocrt stubišta



Prikaz konstrukcije sa odabranim profilima



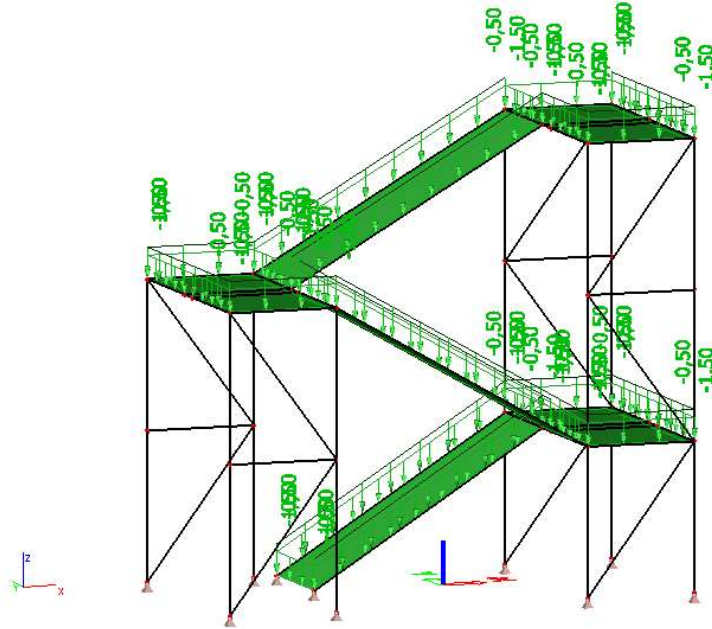
CS1 - UPE180
CS2 - SHS 120x5

16.2 Analiza opterećenja

LC1 – vlastita težina

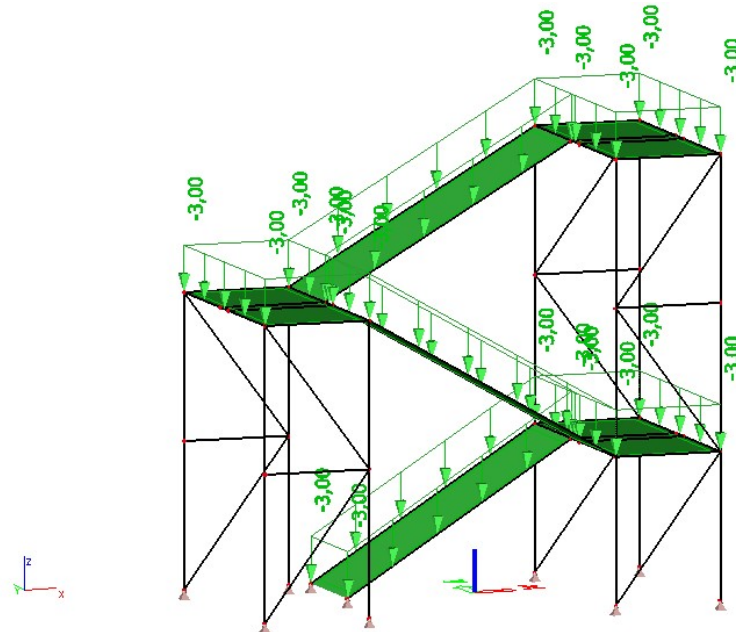
LC2 – dodatno stalno opterećenje

- zadano kao površinsko djelovanje od težine slojeva stubišta, težine gazišta u iznosu od 1,5 kN/m² i linijsko opterećenje od težine ograde u iznosu od 0,5 kN/m



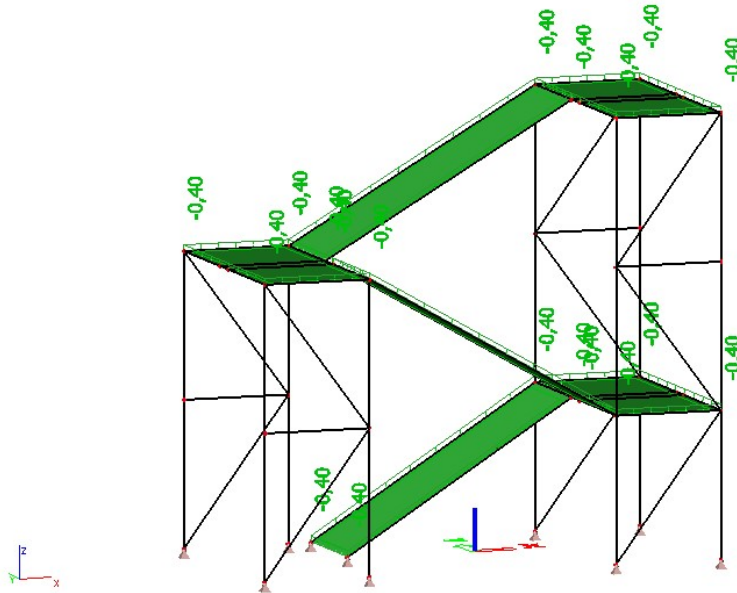
LC3 – korisno

- djelovanje od 3,0 kN/m² koje je linijski raspodijeljeno na nosače u kN/m`.



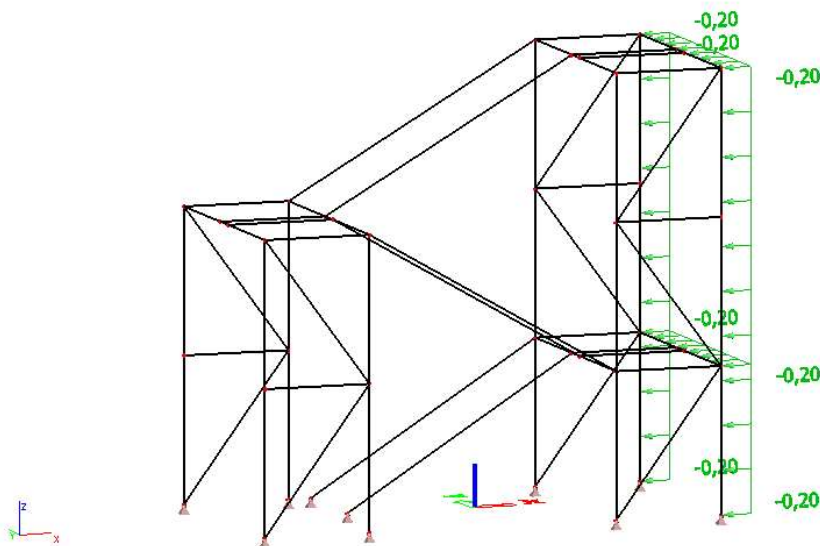
LC4– snijeg

- djelovanje od 0,4 kN/m² koje je linijski raspodijeljeno na nosače u kN/m`.



LC5– vjetar

- linijsko djelovanje od 0,2 kN/m'



16.2.1 Kombinacije djelovanja

Za provjeru graničnog stanja nosivosti koristi se slijedeća kombinacija:

- Za linearnu **statičku provjeru graničnog stanja nosivosti** koristi se kombinacija **CO1-GSN**:

$$\sum_i (\gamma_G * G_{k,i}) + \gamma_Q * Q_{k,1} + \sum_{i>1} (\gamma_Q * \psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

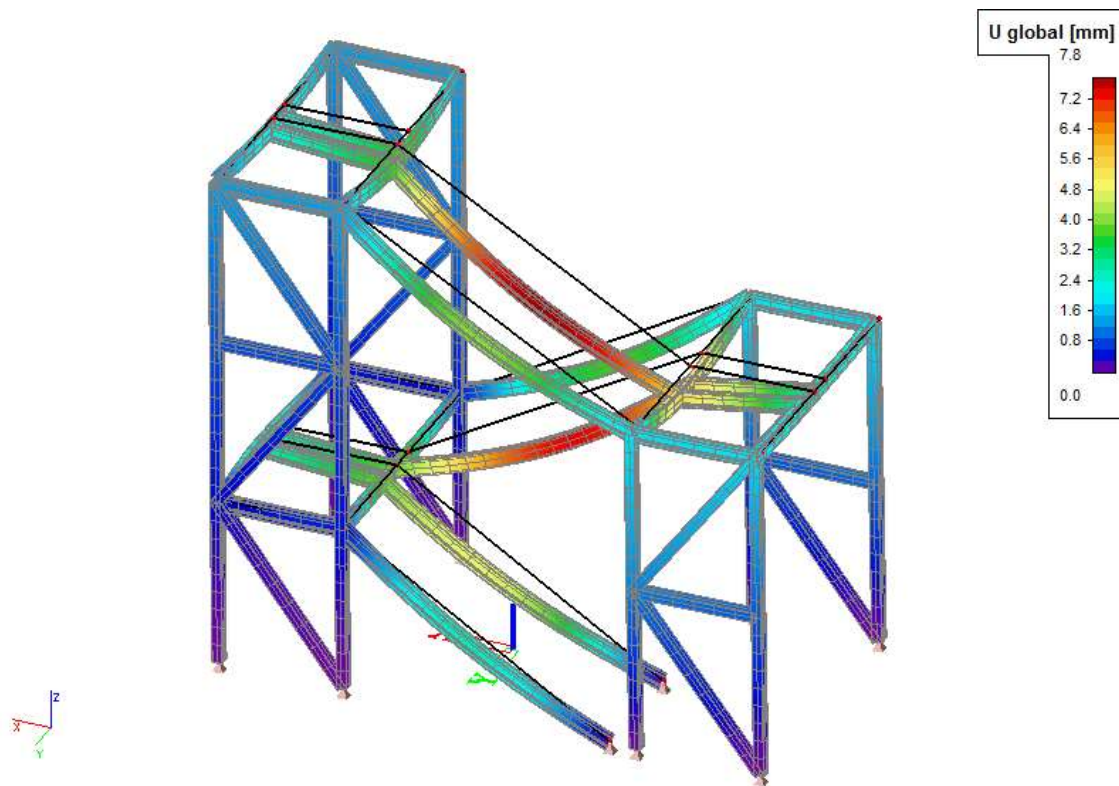
Za provjeru graničnog stanja naprezanja se koristi sljedeća kombinacija:

- Za provjeru širina pukotina i progiba koristi se karakteristična (rijetka) kombinacija **CO2-GSU**:

$$\sum_i (G_{k,i}) + Q_{k,i} + \sum_{i>1} (\psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

16.3 Rezultati proračuna

16.3.1 Progib konstrukcije za kombinaciju opterećenja CO2_GSU



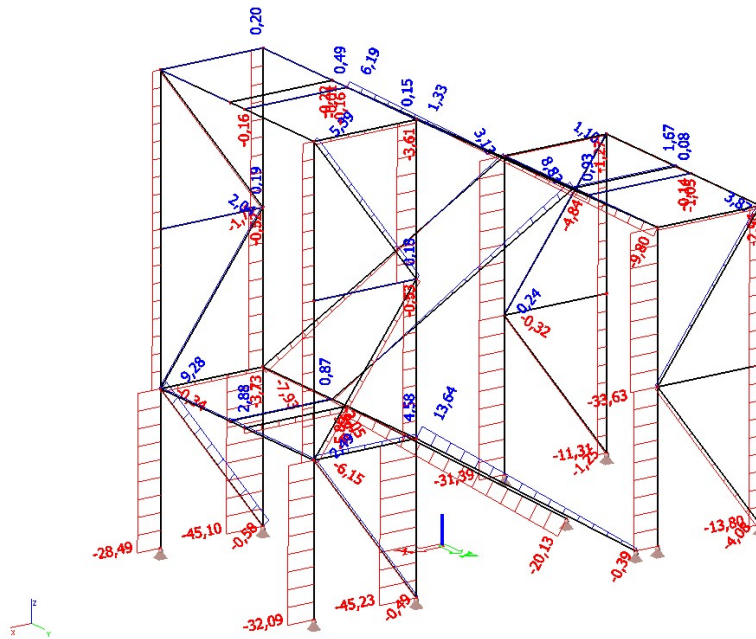
Očitani progib = 7,8 mm

$$L/250 = 3800/250 = 15,2\text{mm}$$

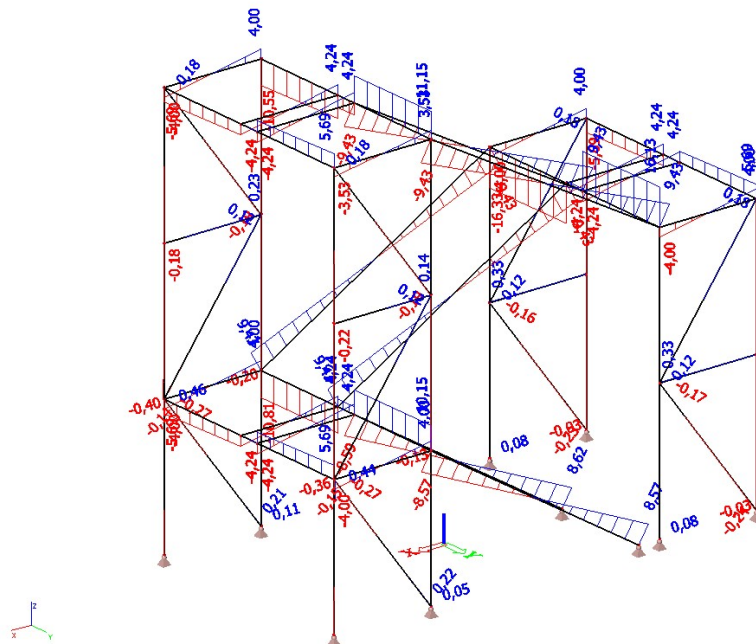
Konstrukcija zadovoljava granično stanje uporabivosti.

16.4 Rezne sile-(prikaz rezultata za C01_GSN)

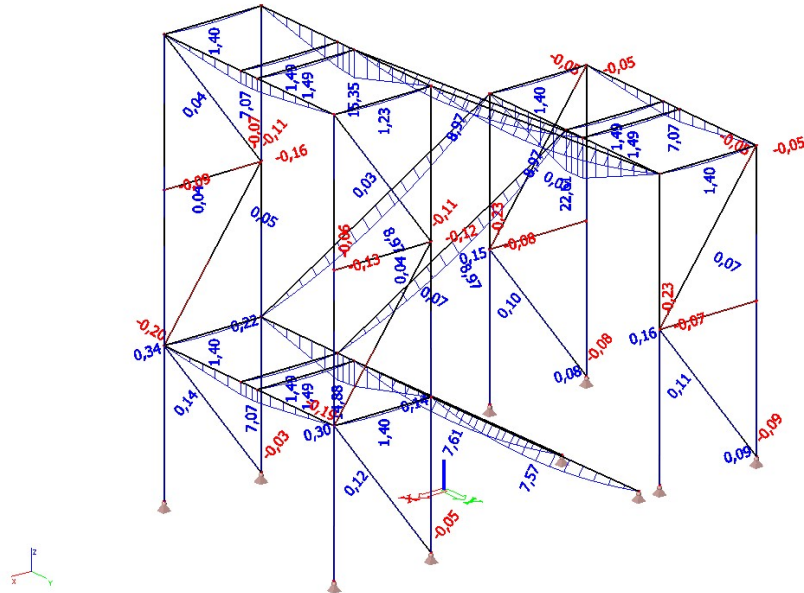
Uzdužna sila N (kN)



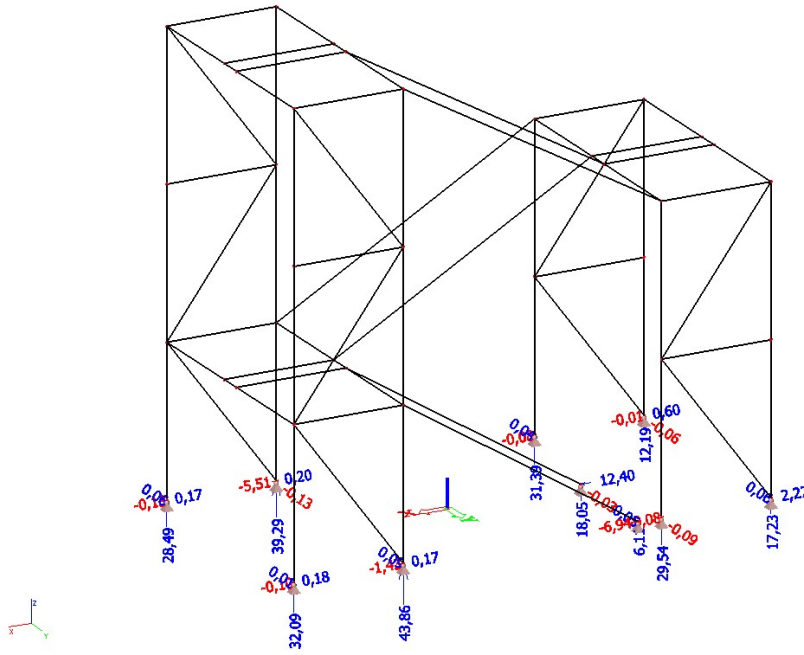
Poprečna sila Vz (kN)



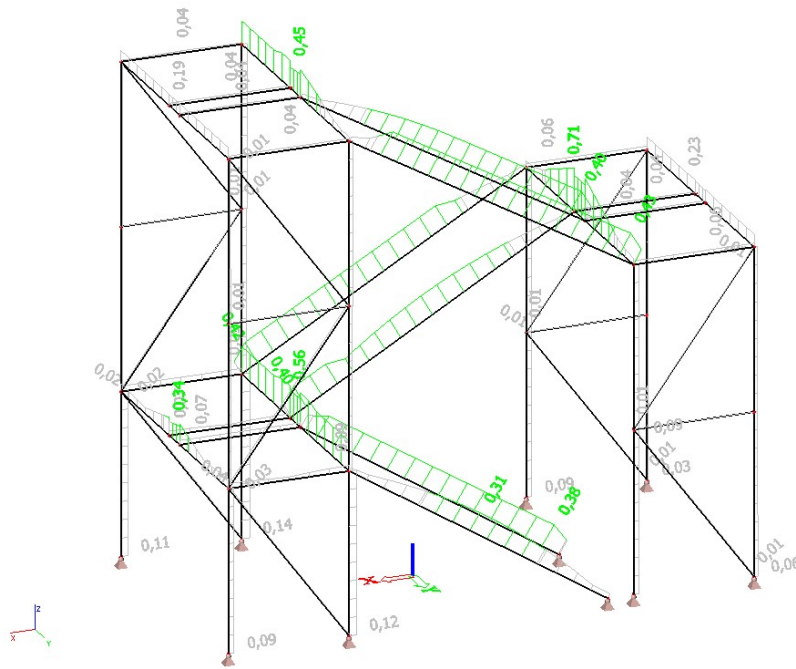
Moment savijanja My (kNm)



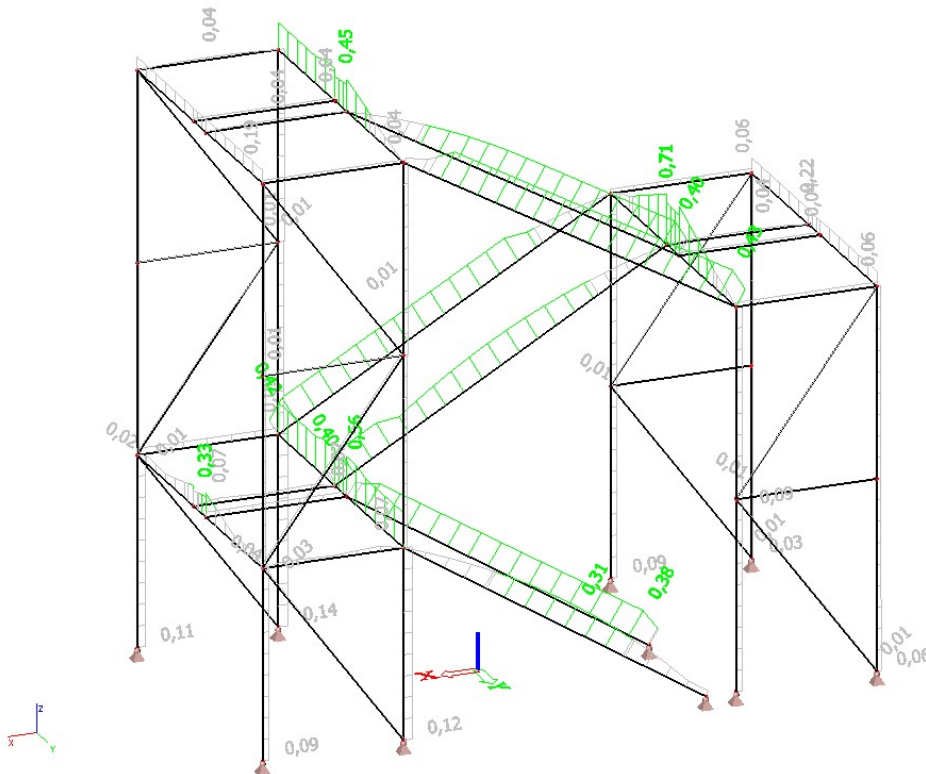
Reakcije na ležaju (kN)



Provjera nosivosti konstrukcije



Provjera stabilnosti konstrukcije



17 Konstrukcija čeličnog mosta i stubišta K2

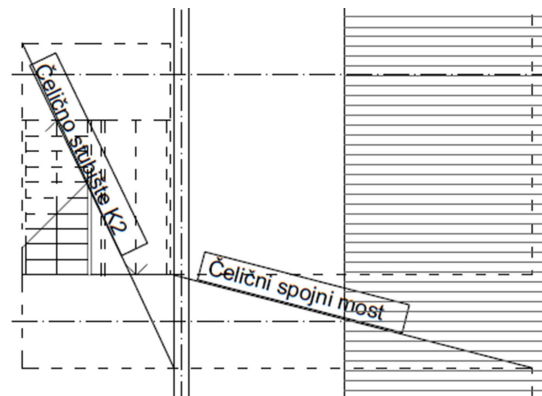
17.1 Opis konstrukcije

Konstrukciju mosta čine čelični profili IPE 200 koji se na jednom kraju oslanjaju na betonsku ploču, a na drugoj na čelične stupove SHS 100x5. Profili se poprečno ukružuju šupljim cijevnim profilima CHS 60.3x4.

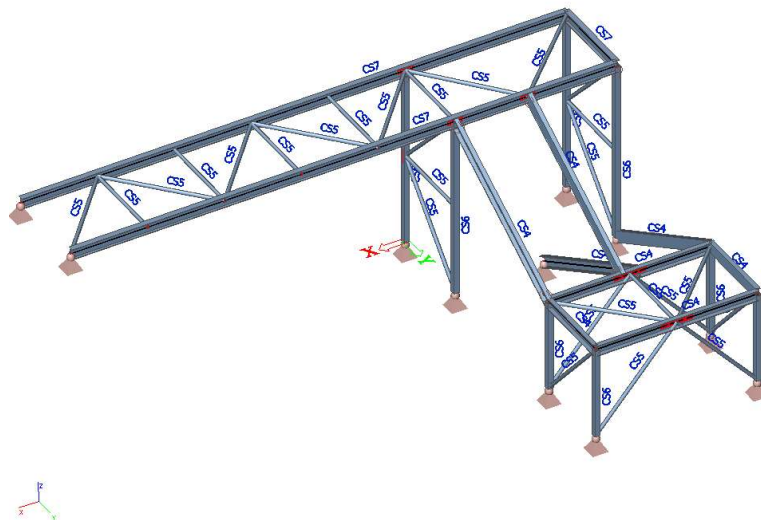
Tetive stubišta čine profili UPE 200 koji se oslanjaju na stupove kvadratnih cijevnih profila SHS 100x5. Čelična konstrukcija dimenzionirana je u nastavku na opterećenje vlastite težine, opterećenje dodatnog stalnog opterećenja od slojeva, korisnog opterećenja i vjetrova.

Cijela čelična konstrukcija izrađena je od čelika **S235 JR**.

Tlocrt konstrukcije



Prikaz konstrukcije sa odabranim profilima



- CS4 - UPE200
- CS5 - CHS 60.3x4
- CS6 - SHS 100x5
- CS7 - IPE 200

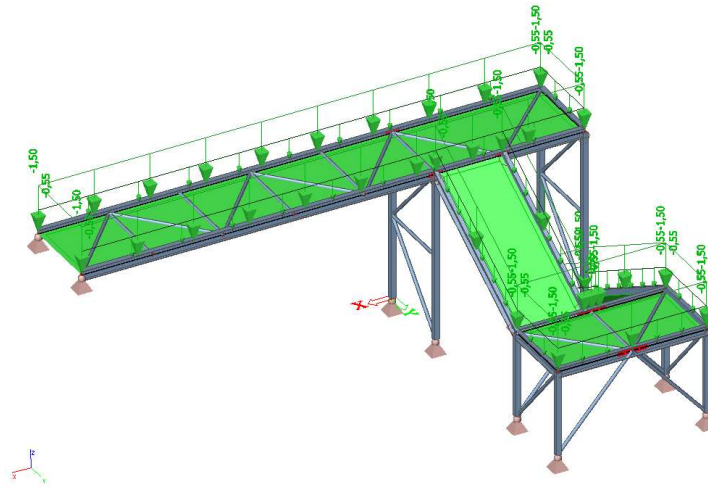
17.2 Analiza opterećenja

LC1 – vlastita težina

Opterećenje ovisno o geometrijskim i materijalnim karakteristikama nosivih elemenata. Opterećenje se automatski generira softwareskim paketima.

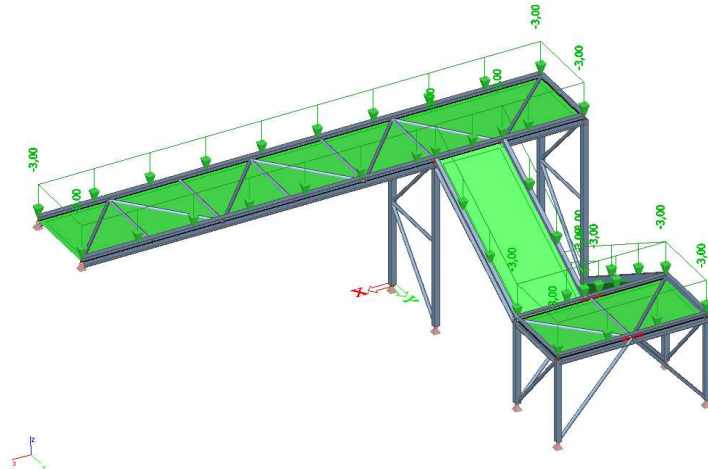
LC2 – dodatno stalno djelovanje

Površinsko djelovanje od težine slojeva mosta, težine gazišta u iznosu od 1,5 kN/m² i linijsko opterećenje od težine ograde u iznosu od 0,55 kN/m

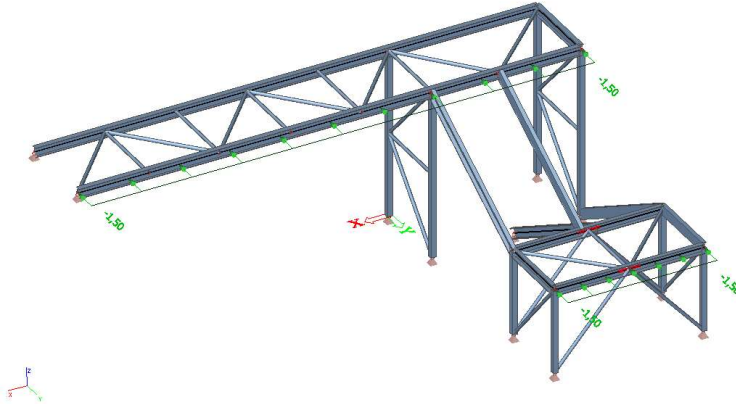


LC3-korisno djelovanje

Površinsko opterećenje u iznosu od 3,0 kN/m²



LC4-djelovanje vjetra



Kombinacije opterećenja

Za provjeru graničnog stanja nosivosti koristi se sljedeća kombinacija:

- Za linearnu **statičku provjeru graničnog stanja nosivosti** koristi se kombinacija **CO1-GSN**:

$$\sum_i (\gamma_G * G_{k,i}) + \gamma_Q * Q_{k,1} + \sum_{i>1} (\gamma_Q * \psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

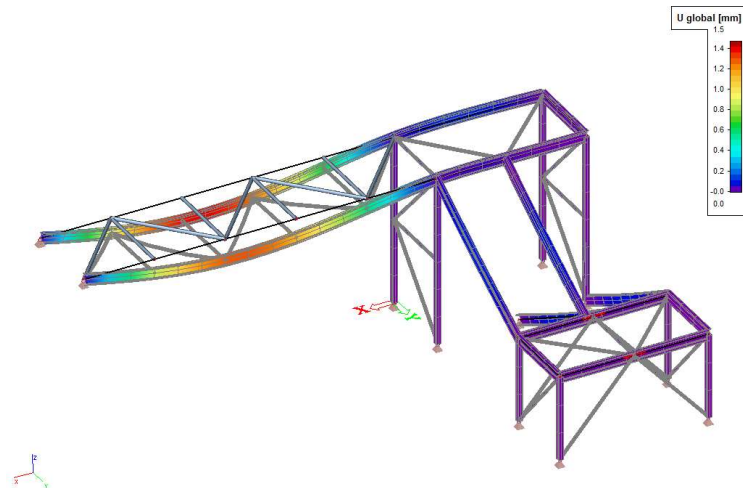
Za provjeru graničnog stanja naprezanja se koristi sljedeća kombinacija:

- Za provjeru širina pukotina i pomaka koristi se karakteristična (rijetka) kombinacija **CO2-GSU**:

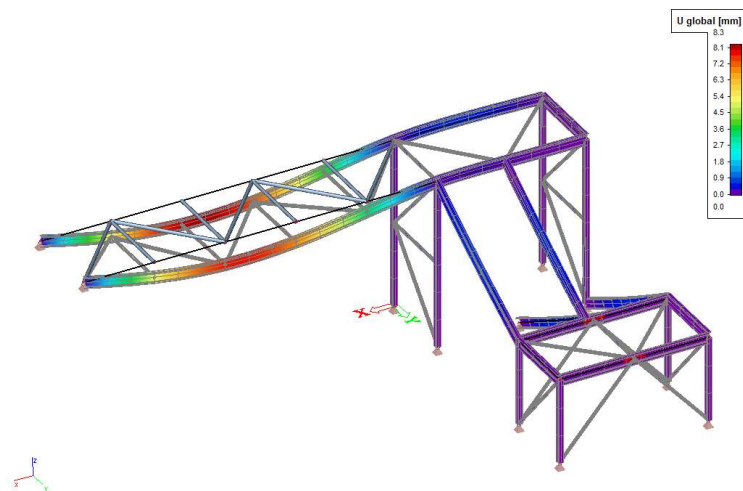
$$\sum_i (G_{k,i}) + Q_{k,i} + \sum_{i>1} (\psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

17.3 Pomaci konstrukcije

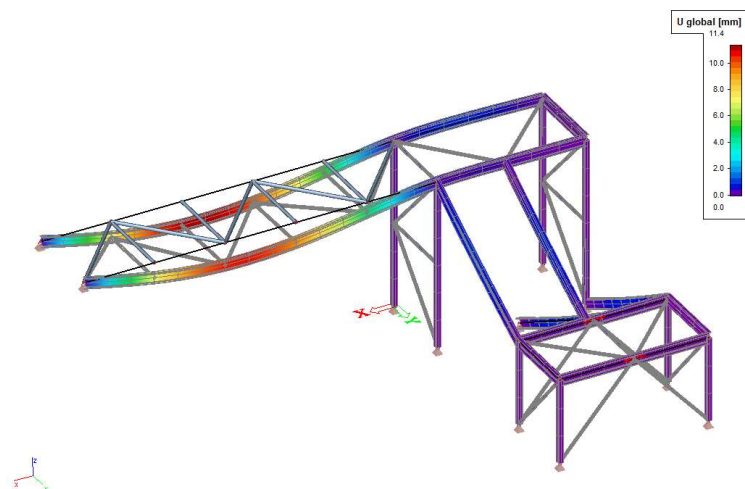
Pomak konstrukcije za djelovanje LC1 (vlatita težina)



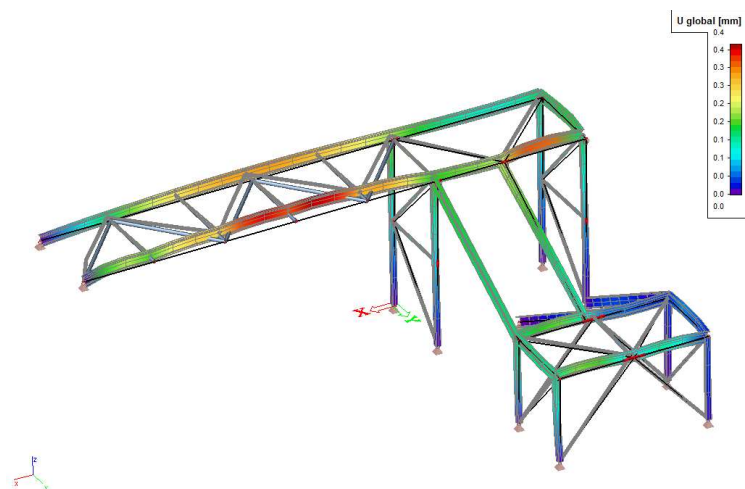
Pomak konstrukcije za djelovanje LC2 (dodatno stalno djelovanje)



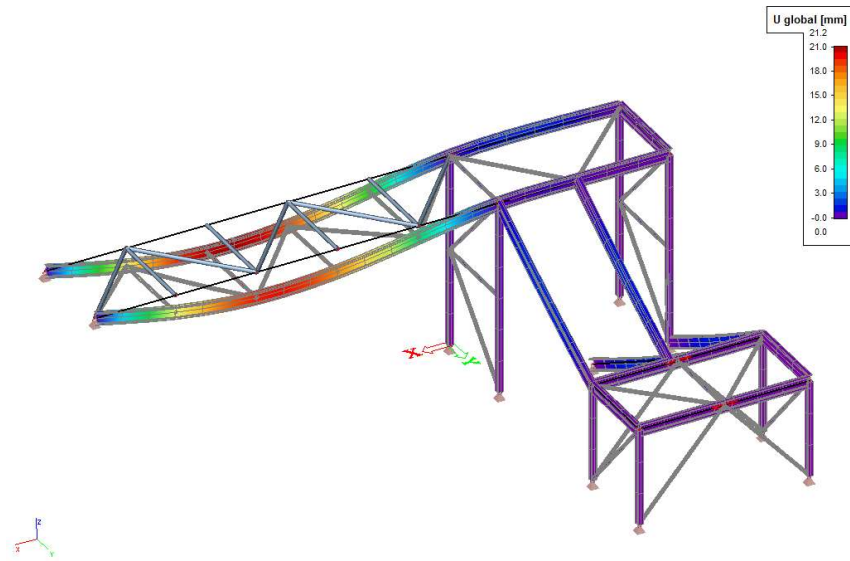
Pomak konstrukcije za djelovanje LC3 (korisno djelovanje)



Pomak konstrukcije za djelovanje LC4 (djelovanje vjetra)



Pomak konstrukcije za kombinaciju opterećenja CO2_GSU



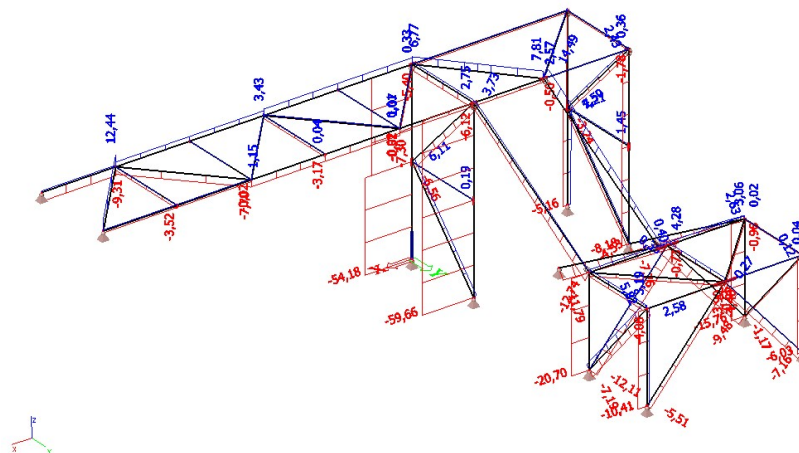
Očitani pomak = 21,2 mm

$L/250 = 7000/250 = 28 \text{ mm}$

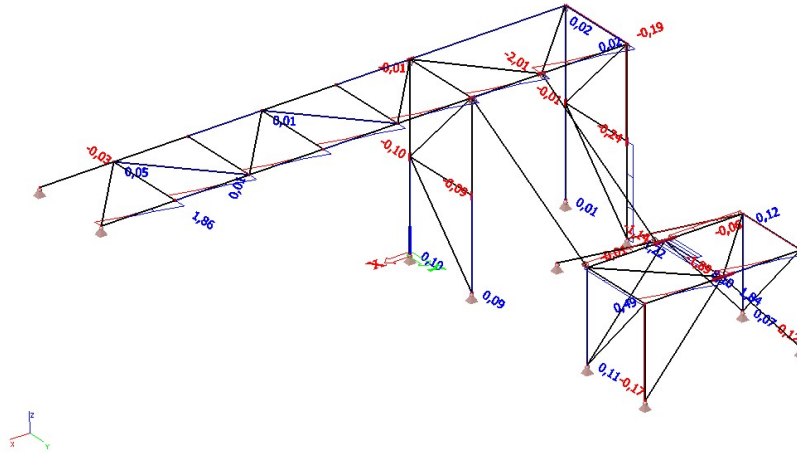
Konstrukcija zadovoljava granično stanje uporabivosti.

17.4 Rezne sile

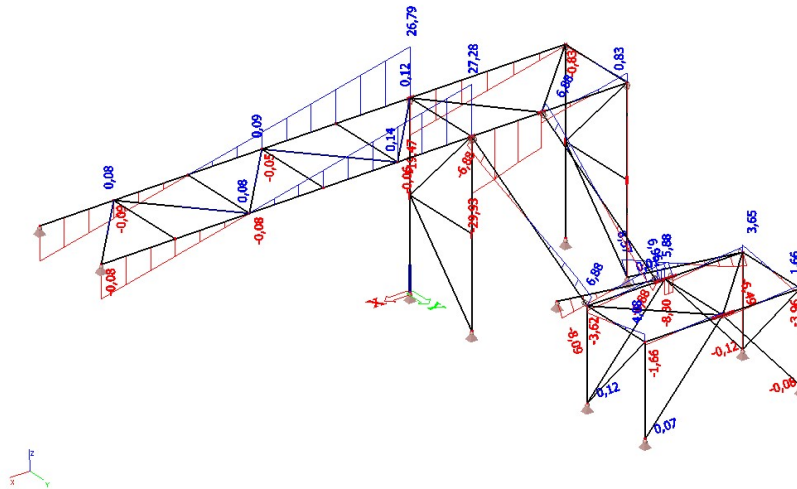
Uzdužna sila N (kN)



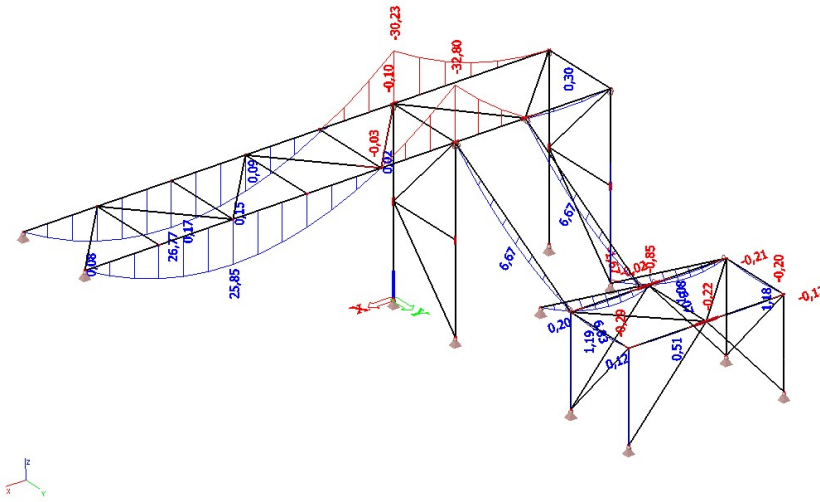
Poprečna sila Vy (kN)



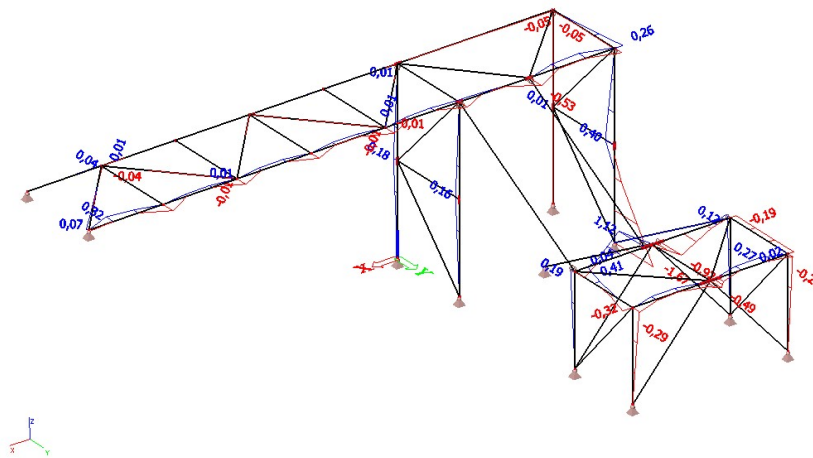
Poprečna sila Vz (kN)



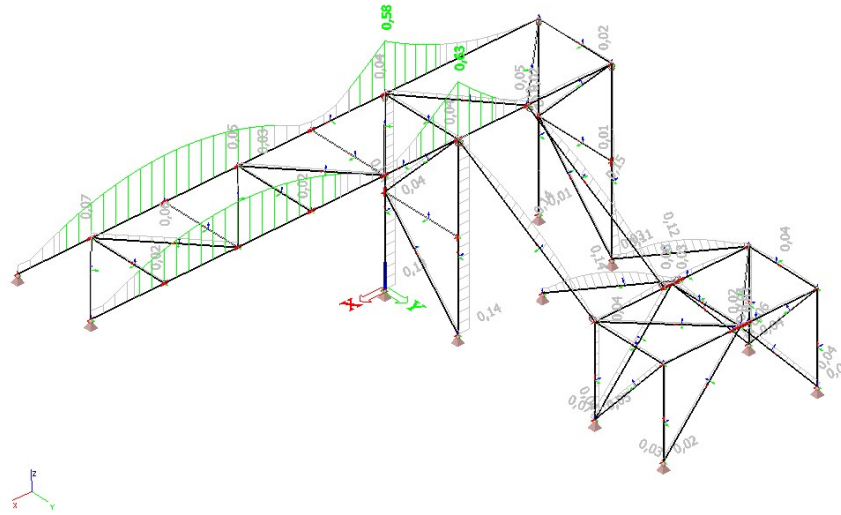
Moment savijanja My (kNm)



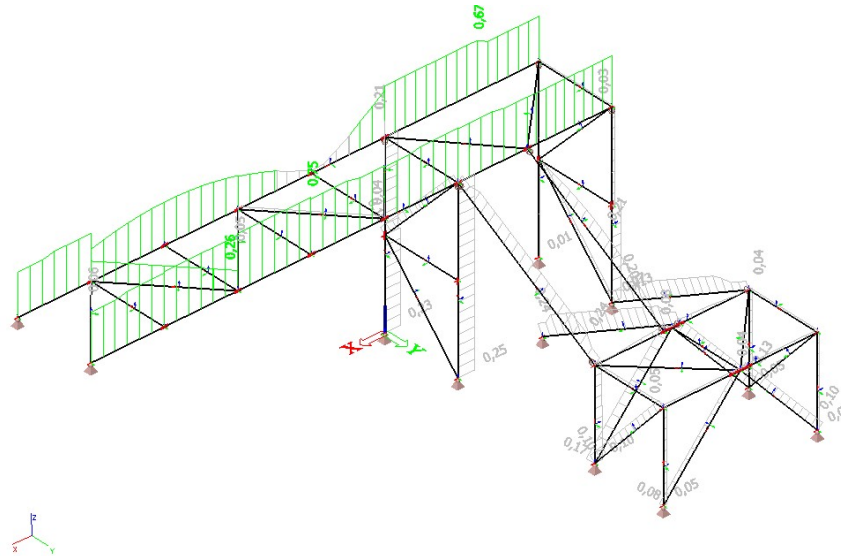
Moment savijanja Mz (kNm)



17.5 Nosivnost poprečnih presjeka



17.6 Stabilnost konstrukcije



17.7 Proračun čelične grede mosta IPE 200

Member B1	10,150 m	IPE200	S 235	CO1	0,67 -
------------------	-----------------	---------------	--------------	------------	---------------

Partial safety factors	
Gamma M0 for resistance of cross-sections	1,00
Gamma M1 for resistance to instability	1,00
Gamma M2 for resistance of net sections	1,25

Material		
Yield strength f_y	235,0	MPa
Ultimate strength f_u	360,0	MPa
Fabrication	Rolled	

....SECTION CHECK:...

The critical check is on position 3.000 m

Internal forces	Calculated	Unit
$N_{,Ed}$	-1,19	kN
$V_{y,Ed}$	0,01	kN
$V_{z,Ed}$	-19,47	kN
$T_{,Ed}$	0,00	kNm
$M_{y,Ed}$	-30,23	kNm
$M_{z,Ed}$	0,01	kNm

Otpornost poprečnog presjeka

Classification for cross-section design

According to EN 1993-1-1 article 5.5.2

Classification of Internal Compression parts

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1

Maximum width-to-thickness ratio	28,39
Class 1 Limit	71,52
Class 2 Limit	82,36
Class 3 Limit	122,73

=> Internal Compression parts Class 1

Classification of Outstand Flanges

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 2

Maximum width-to-thickness ratio	4,14
Class 1 Limit	9,00
Class 2 Limit	10,00
Class 3 Limit	13,77

=> Outstand Flanges Class 1

=> Section classified as Class 1 for cross-section design

Compression check

According to EN 1993-1-1 article 6.2.4 and formula (6.9)

A	2,8500e-03	m ²
$N_{c,Rd}$	669,75	kN
Unity check	0,00	-

Bending moment check for M_y

According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

$W_{pl,y}$	2,2100e-04	m ³
$M_{pl,y,Rd}$	51,94	kNm
Unity check	0,58	-

Bending moment check for M_z

According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

$W_{pl,z}$	4,4600e-05	m ³
$M_{pl,z,Rd}$	10,48	kNm
Unity check	0,00	-

Shear check for V_y

According to EN 1993-1-1 article 6.2.6 and formula (6.17)

η_a	1,20	
A_v	1,7986e-03	m ²

Vpl,y,Rd	244,02	kN
Unity check	0,00	-

Shear check for Vz

According to EN 1993-1-1 article 6.2.6 and formula (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,4016e-03	m ²
Vpl,z,Rd	190,17	kN
Unity check	0,10	-

Torsion check

According to EN 1993-1-1 article 6.2.7 and formula (6.23)

Tau,t,Ed	0,3	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Unity check	0,00	-

Note: The unity check for torsion is lower than the limit value of 0,05. Therefore torsion is considered as insignificant and is ignored in the combined checks.

Combined bending, axial force and shear force check
According to EN 1993-1-1 article 6.2.9.1 and formula (6.41)

Mpl,y,Rd	51,94	kNm
Alpha	2,00	
Mpl,z,Rd	10,48	kNm
Beta	1,00	

Unity check (6.41) = 0,34 + 0,00 = 0,34 -

Note: Since the shear forces are less than half the plastic shear resistances their effect on the moment resistances is neglected.

Note: Since the axial force satisfies both criteria (6.33) and (6.34) of EN 1993-1-1 article 6.2.9.1(4) its effect on the moment resistance about the y-y axis is neglected.

Note: Since the axial force satisfies criteria (6.35) of EN 1993-1-1 article 6.2.9.1(4) its effect on the moment resistance about the z-z axis is neglected.
The member satisfies the section check.

Provjera stabilnosti

Classification for member buckling design

Decisive position for stability classification: 0,000 m

Classification of Internal Compression parts

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1

Maximum width-to-thickness ratio	28,39
Class 1 Limit	33,00
Class 2 Limit	38,00
Class 3 Limit	43,58

=> Internal Compression parts Class 1

Classification of Outstand Flanges

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 2

Maximum width-to-thickness ratio	4,14
Class 1 Limit	9,00
Class 2 Limit	10,00
Class 3 Limit	14,91

=> Outstand Flanges Class 1

=> Section classified as Class 1 for member buckling design

Flexural Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

Buckling parameters	yy		zz
	sway	non-sway	
System length L	3,000	3,000	m
Buckling factor k	1,00	1,00	
Buckling length Lcr	3,000	3,000	m
Critical Euler load Ncr	4474,55	327,01	kN
Slenderness Lambda	36,33	134,40	
Relative slenderness Lambda,rel	0,39	1,43	
Limit slenderness Lambda,rel,0	0,20	0,20	

Note: The slenderness or compression force is such that Flexural Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-1 article 6.3.1.2(4).

Torsional(-Flexural) Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

Note: For this I-section the Torsional(-Flexural) buckling resistance is higher than the resistance for Flexural buckling. Therefore Torsional(-Flexural) buckling is not printed on the output.

Lateral Torsional Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.2.1 & 6.3.2.2 and formula (6.54)

LTB parameters		
Method for LTB curve	General case	
Cross-section plastic modulus Wpl,y	2,2100e-04	m ³
Elastic critical moment M _{cr}	131,54	kNm
Relative slenderness Lambda,rel,LT	0,63	
Limit slenderness Lambda,rel,LT,0	0,20	
LTB curve	a	
Imperfection Alpha,LT	0,21	
Reduction factor Chi,LT	0,88	
Design buckling resistance Mb,Rd	45,65	kNm
Unity check	0,66	-

M _{cr} parameters		
LTB length L	3,000	m
Influence of load position	no influence	
Correction factor k	1,00	
Correction factor kw	1,00	
LTB moment factor C1	2,48	
LTB moment factor C2	0,19	
LTB moment factor C3	1,00	
Shear center distance d,z	0	mm
Distance of load application z,g	0	mm
Mono-symmetry constant beta,y	0	mm
Mono-symmetry constant z,j	0	mm

Note: C parameters are determined according to ECCS 119 2006 / Galea 2002.

Bending and axial compression check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.3 and formula (6.61),(6.62)

Bending and axial compression check parameters		
Interaction method	alternative method 1	
Cross-section area A	2,8500e-03	m ²
Cross-section plastic modulus Wpl,y	2,2100e-04	m ³
Cross-section plastic modulus Wpl,z	4,4600e-05	m ³
Design compression force N,Ed	1,19	kN
Design bending moment (maximum) My,Ed	-30,23	kNm
Design bending moment (maximum) Mz,Ed	-0,03	kNm
Characteristic compression resistance N,Rk	669,75	kN
Characteristic moment resistance My,Rk	51,94	kNm
Characteristic moment resistance Mz,Rk	10,48	kNm
Reduction factor Chi,y	1,00	
Reduction factor Chi,z	1,00	
Reduction factor Chi,LT	0,88	
Interaction factor k,yy	1,00	
Interaction factor k,yz	1,06	
Interaction factor k,zy	0,52	
Interaction factor k,zz	1,00	

Maximum moment My,Ed is derived from beam B1 position 3,000 m.

Maximum moment Mz,Ed is derived from beam B1 position 0,000 m.

Interaction method 1 parameters		
Critical Euler load N _{cr,y}	4474,55	kN
Critical Euler load N _{cr,z}	327,01	kN
Elastic critical load N _{cr,T}	1179,84	kN
Cross-section plastic modulus Wpl,y	2,2100e-04	m ³
Cross-section elastic modulus Wel,y	1,9400e-04	m ³
Cross-section plastic modulus Wpl,z	4,4600e-05	m ³
Cross-section elastic modulus Wel,z	2,8500e-05	m ³
Second moment of area I _y	1,9430e-05	m ⁴
Second moment of area I _z	1,4200e-06	m ⁴
Torsional constant I _t	6,9800e-08	m ⁴
Method for equivalent moment factor C _{my,0}	Table A.2 Line 2 (General)	
Design bending moment (maximum) My,Ed	-30,23	kNm
Maximum relative deflection delta,z	2,7	mm
Equivalent moment factor C _{my,0}	1,00	

Method for equivalent moment factor C,mz,0	Table A.2 Line 2 (General)	
Design bending moment (maximum) Mz,Ed	-0,03	kNm
Maximum relative deflection delta,y	0,0	mm
Equivalent moment factor C,mz,0	1,00	
Factor mu,y	1,00	
Factor mu,z	1,00	
Factor epsilon,y	374,47	
Factor a,LT	1,00	
Critical moment for uniform bending Mcr,0	53,13	kNm
Relative slenderness Lambda,rel,0	0,99	
Limit relative slenderness Lambda,rel,0,lim	0,31	
Equivalent moment factor C,my	1,00	
Equivalent moment factor C,mz	1,00	
Equivalent moment factor C,mLT	1,00	
Factor b,LT	0,00	
Factor c,LT	0,70	
Factor d,LT	0,00	
Factor e,LT	0,26	
Factor w,y	1,14	
Factor w,z	1,50	
Factor n,pl	0,00	
Maximum relative slenderness Lambda,rel,max	1,43	
Factor C,yy	1,00	
Factor C,yz	0,65	
Factor C,zy	1,00	
Factor C,zz	1,00	

Unity check (6.61) = 0,00 + 0,66 + 0,00 = 0,67 -

Unity check (6.62) = 0,00 + 0,35 + 0,00 = 0,35 -

Shear Buckling check

According to EN 1993-1-5 article 5 & 7.1 and formula (5.10) & (7.1)

Shear Buckling parameters		
Buckling field length a	10,150	m
Web	unstiffened	
Web height hw	183	mm
Web thickness t	6	mm
Material coefficient epsilon	1,00	
Shear correction factor Eta	1,20	

Shear Buckling verification	
Web slenderness hw/t	32,68
Web slenderness limit	60,00

Note: The web slenderness is such that Shear Buckling effects may be ignored

according to EN 1993-1-5 article 5.1(2).

The member satisfies the stability check.

18 Svjetlarnik

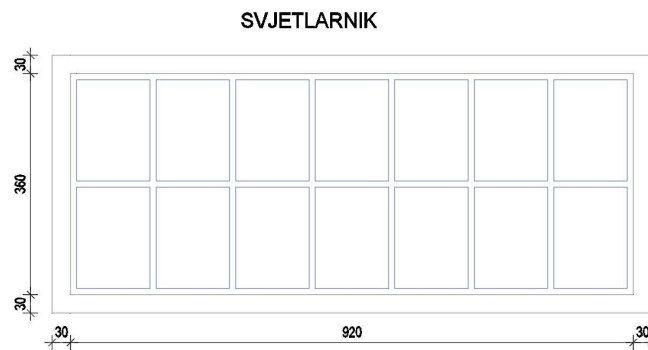
18.1 Opis konstrukcije

Konstrukciju svjetlarnika čine čelični kvadratni cijevni profila SHS 100x100x5. Profili su postavljeni na rasteru od 1,25 m i oslanjaju se na krajevima na AB zid.

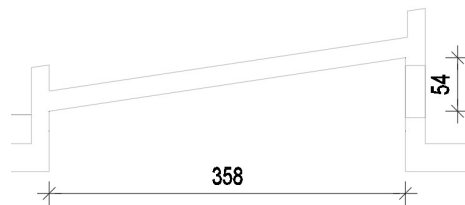
Čelična konstrukcija dimenzionirana je u nastavku na opterećenje vlastite težine, opterećenje dodatnog stalnog opterećenja od staklenih panela te za pokretno djelovanje snijega.

Napravljen je proračunski ravninski model za jedan nosač.

Cijela čelična konstrukcija izrađena je od čelika **S235 JR**.



Presjek svjetlarnika

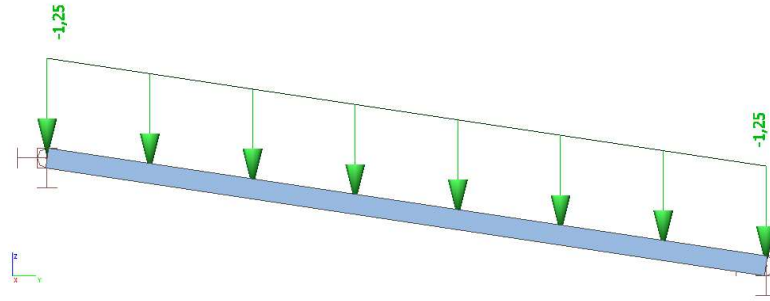


18.2 Analiza opterećenja

LC1 – vlastita težina

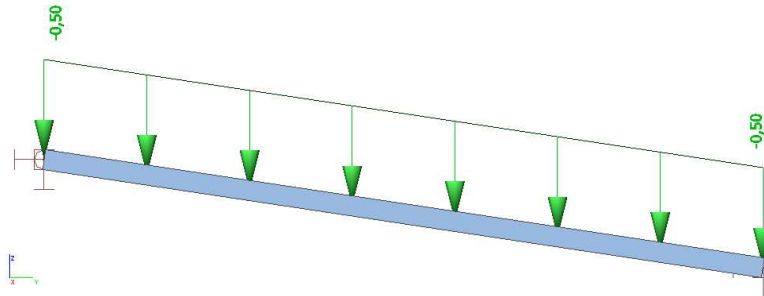
LC2 – dodatno stalno opterećenje

- težina staklenih panela i potkonstrukcije od $1,0 \text{ kN/m}^2$ koje je linijski raspodijeljeno na nosač u $1,25 \text{ kN/m}$.



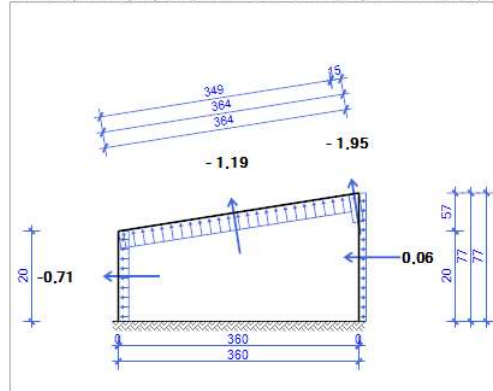
LC3 – snijeg

- djelovanje od $0,4 \text{ kN/m}^2$ koje je linijski raspodijeljeno na nosač u $0,5 \text{ kN/m}$.

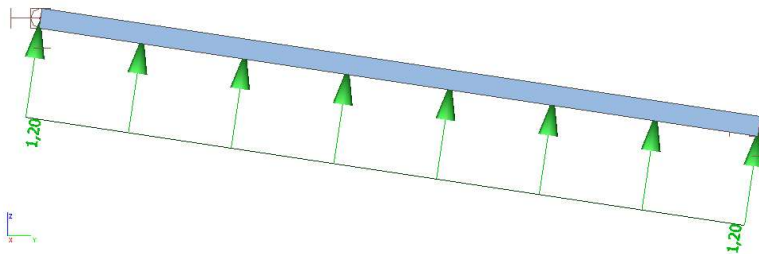


LC4 – vjetar (odižuće djelovanje)

Schema djelovanja vjetra po rasteru $r=1,25\text{m}$ (smjer s desna, Cpi pozitivan):



-linijsko djelovanje od $1,2\text{ kN/m}$.



18.2.1 Kombinacije djelovanja

Za provjeru graničnog stanja nosivosti koristi se sljedeća kombinacija:

- Za linearnu statičku provjeru graničnog stanja nosivosti koristi se kombinacija **CO1-GSN**:

$$\sum_i (\gamma_G * G_{k,i}) + \gamma_Q * Q_{k,1} + \sum_{i>1} (\gamma_Q * \psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

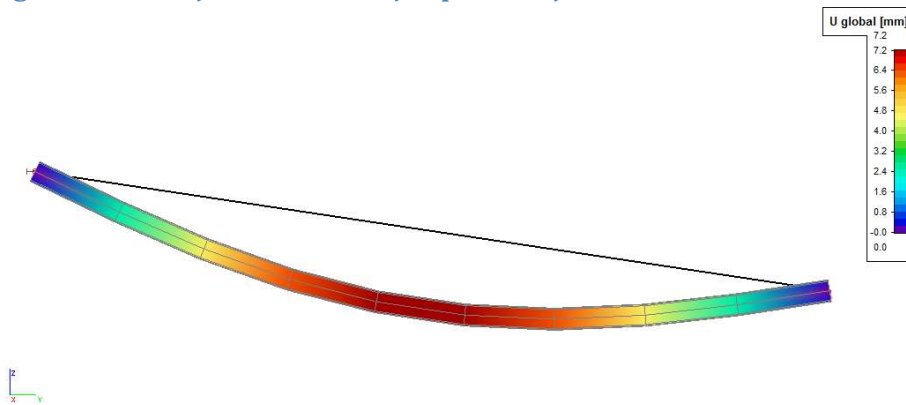
Za provjeru graničnog stanja naprezanja se koristi sljedeća kombinacija:

- Za provjeru širina pukotina i progiba koristi se karakteristična (rijetka) kombinacija **CO2-GSU**:

$$\sum_i (G_{k,i}) + Q_{k,i} + \sum_{i>1} (\psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

18.3 Rezultati proračuna

18.3.1 Progib konstrukcije za kombinaciju opterećenja CO2_GSU



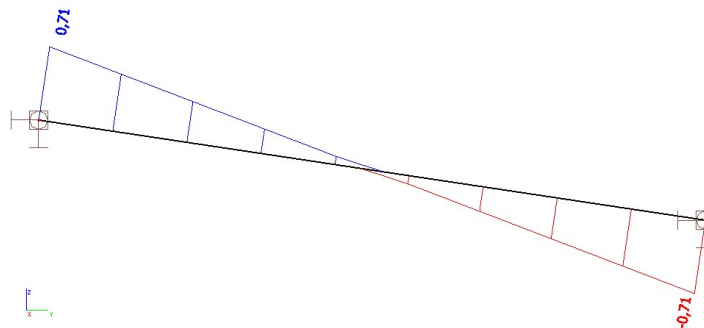
Očitani progib = 7,2 mm

$$L/250 = 3600/250 = 14,4 \text{ mm}$$

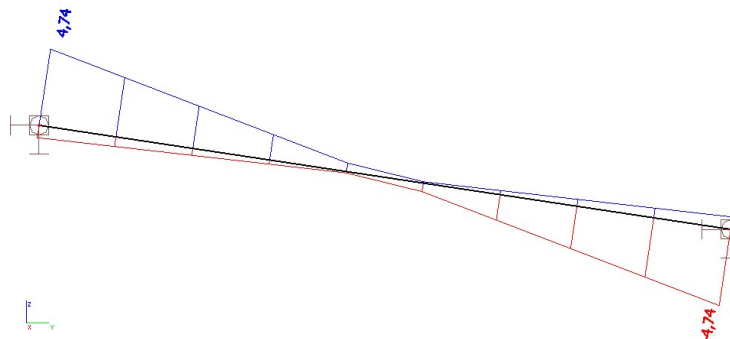
Konstrukcija zadovoljava granično stanje uporabivosti.

18.4 Rezne sile–(prikaz rezultata za CO1_GSN)

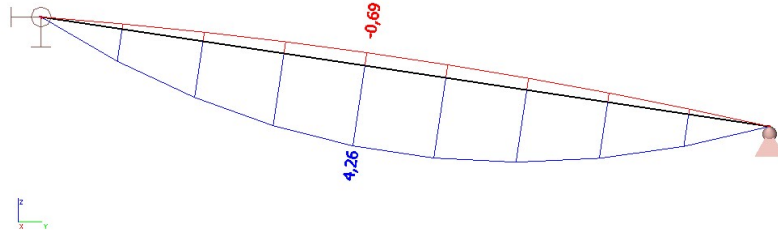
Uzdužna sila N (kN)



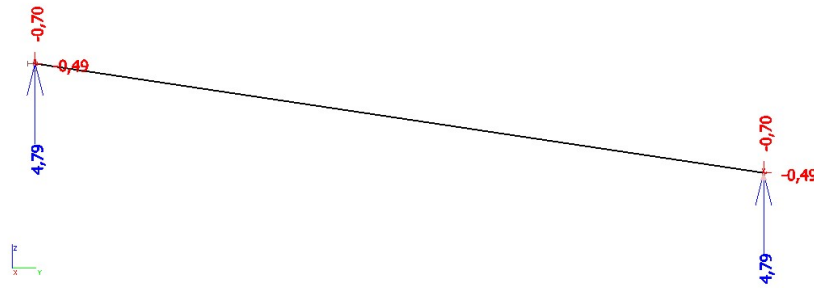
Poprečna sila Vz (kN)



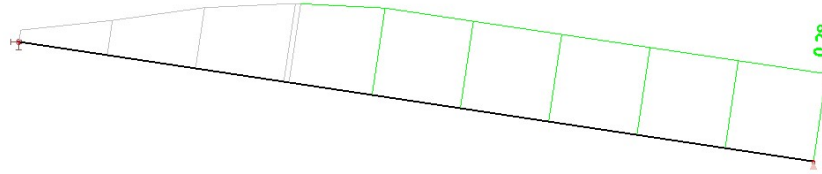
Moment savijanja M_y (kNm)



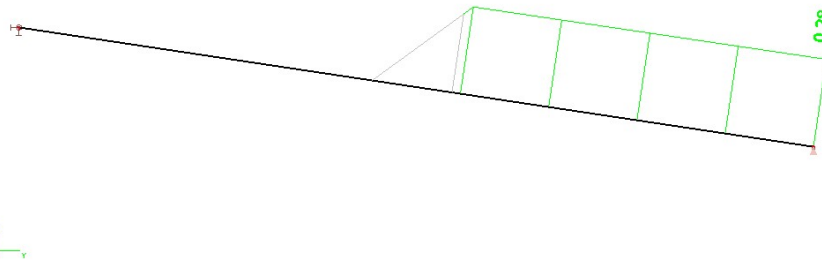
Reakcije na ležaju (kN)



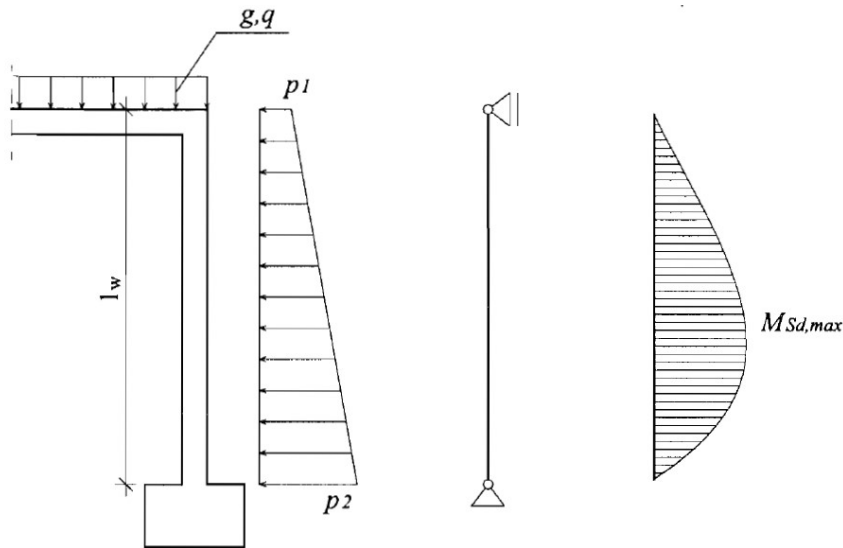
Provjera nosivosti konstrukcije



Provjera stabilnosti konstrukcije



19 Zidovi sprinkler bazena



Zid je na svojem vrhu pridrzan pločom podruma, a u razini poda temeljnom pločom pa je u statičkom sustavu slobodno oslonjen s duljinom izvijanja jednakom duljini zida tj. $h=3,75$ m.

Geometrijske karakteristike zida

Visina zida $l_w=375,0$ cm

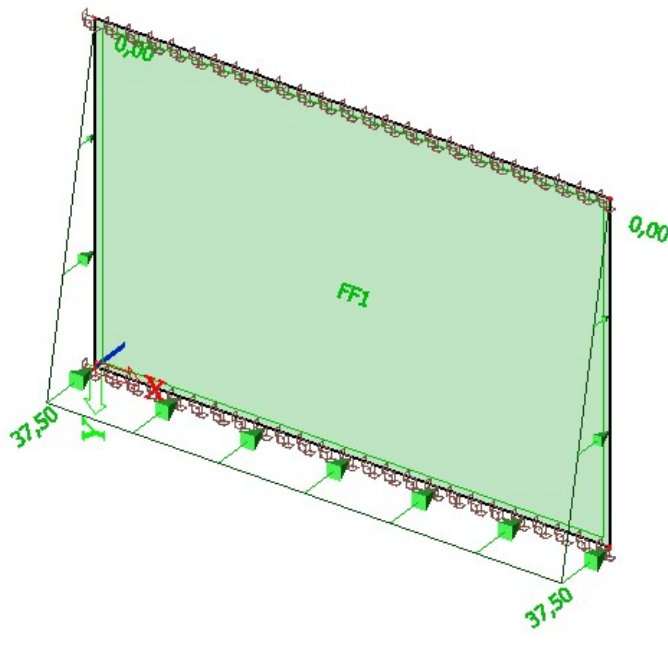
Širina zida $b_w=30,0$ cm

Zaštitni sloj $c=2,5$ cm

Statička visina presjeka $d=b_w-d_s=30-3,5=26,5$ cm

Horizontalno opterećenje uslijed pritiska vode na dnu zida:

$$p_{voda} = \gamma_w \cdot h = 10 \cdot 3,75 = 37,5 \text{ kN/m}^2$$



Dimenzioniranje konstruktivnih elemenata

Karakteristike materijala

Beton C 30/37

$$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2; \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20,0 \text{ MPa} = 2,0 \text{ kN / cm}^2$$

Armatura B 500 B

$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2; \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434,78 \text{ MPa} = 43,48 \text{ kN / cm}^2$$

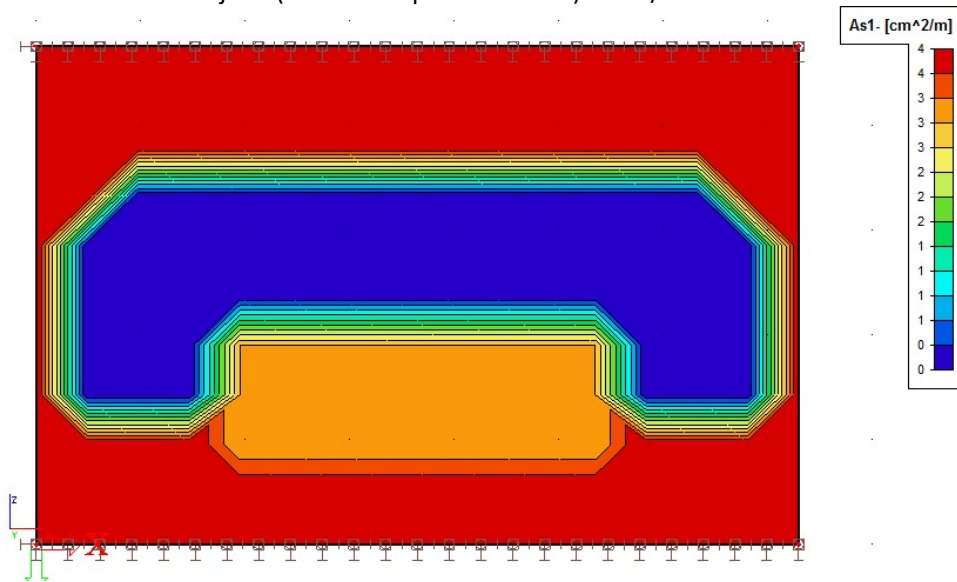
Minimalna armatura zidova, debljina zidova b=30 cm

$$A_{S \min} = 0,022 \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b_w \cdot d = 0,022 \frac{2,0}{50,0} \cdot 30 \cdot 100 = 2,64 \text{ cm}^2 / \text{m}'$$

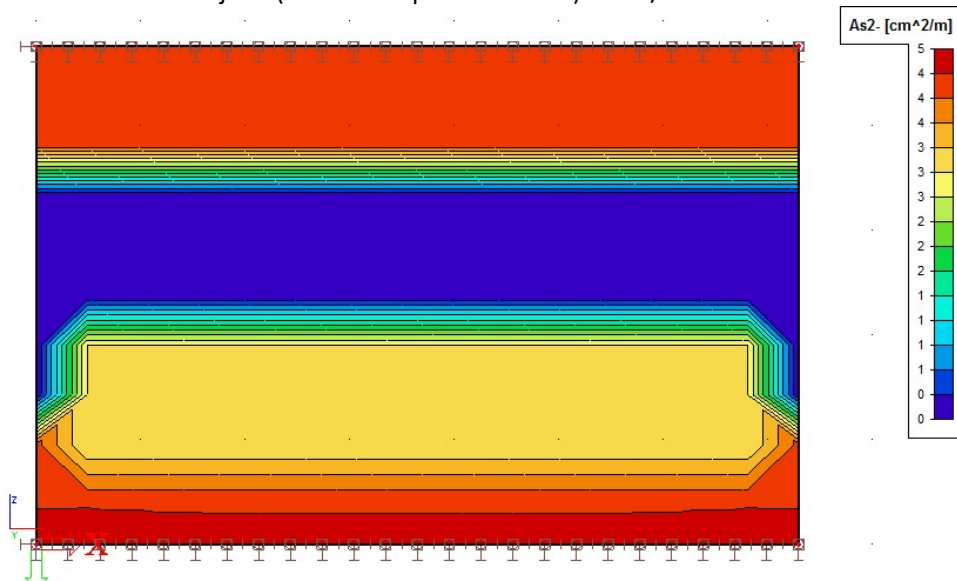
$$A_{S \min} = 0,0015 b_w \cdot d = 0,0015 \cdot 30 \cdot 100 = 4,50 \text{ cm}^2 / \text{m}'$$

Usvojena minimalna armatura $A_{S \min} = 4,50 \text{ cm}^2 / \text{m}'$

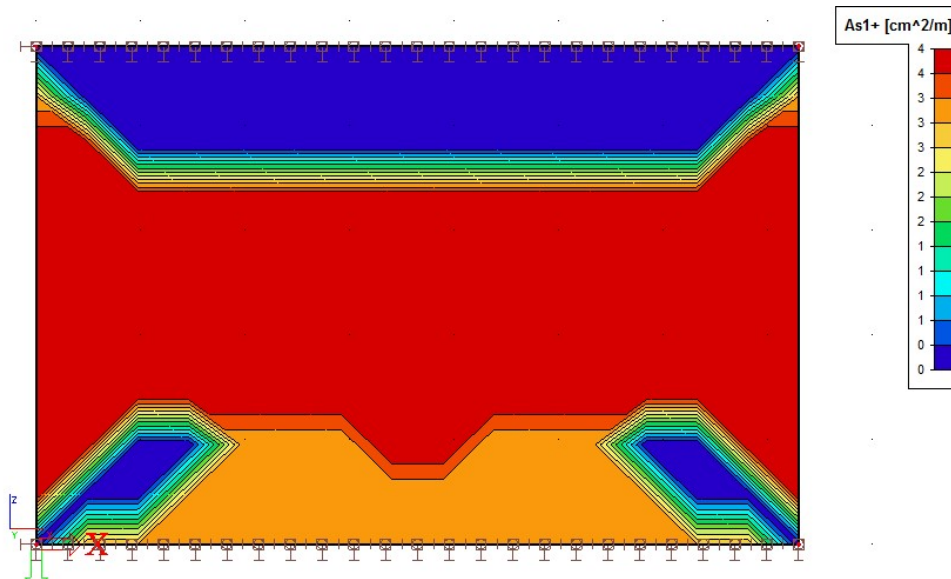
Potrebna armatura smjer 1 (strana zida prema bazenu) u cm²/m'



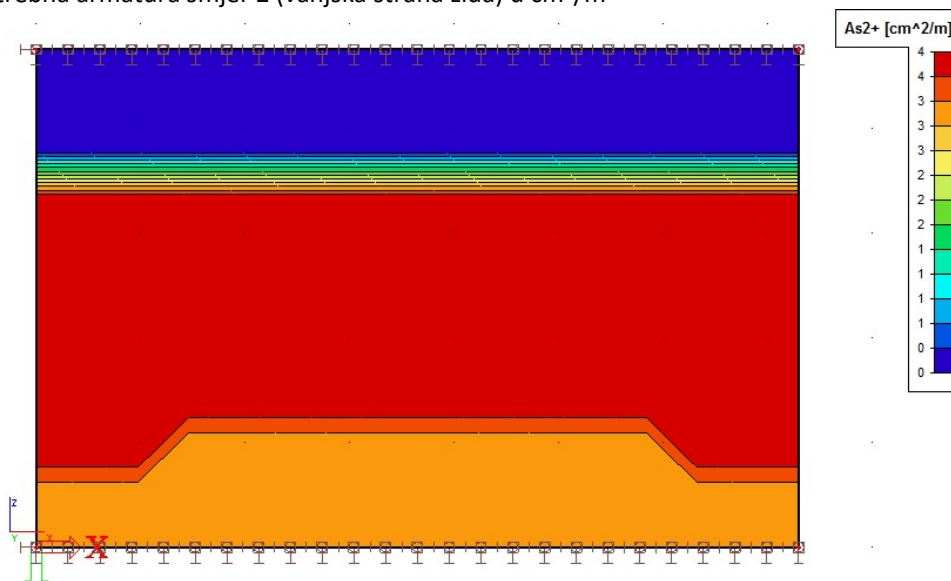
Potrebna armatura smjer 2 (strana zida prema bazenu) u cm²/m'



Potrebna armatura smjer 1 (vanjska strana zida) u cm^2/m'



Potrebna armatura smjer 2 (vanjska strana zida) u cm^2/m'



ZAKLJUČAK

Zidove armirati obostrano mrežom Q503. Spojeve zidova armirati „U“ vilicama ($\varnothing 12/15$) i uzdužnim šipkama ($4\varnothing 14$ ili $6\varnothing 12$).

Iz ploče ostaviti ankere za zidove $\varnothing 16/15$ za vanjsku stranu zida (prema), visina ankera cca 200 cm

Iz ploče ostaviti ankere za zidove $\varnothing 14/20$ za unutrašnju stranu zida (prema vodi), visina ankera cca 150 cm

20 PRORAČUN POŽARNE OTPORNOSTI KONSTRUKTIVNIH ELEMENATA

Nosiva konstrukcija škole izvodi se kao armirano betonska konstrukcija za što je u nastavku dat prikaz proračuna potrebne požarne otpornosti armirano betonske konstrukcije.

Prema požarnom elaboratu konstrukcijski nosivi elementi podrumskih i nadzemnih etaža (stupovi, grede, zidovi i ploče) moraju biti minimalne klase vatrootpornosti R 60 min (REI 60 za međukatnu konstrukciju). Prema Eurocode-u HRN EN 1992-2:2013; točka 2.4.2 dopušta se koristiti koeficijent $\eta_{fi}=0,70$.



Usvajanjem koeficijenta $\eta_{fi}=0,70$ proračun je na strani sigurnosti.

20.1 Stupovi

Tablica 5.2a: U tablici 5.2.a iz EN 1992-1-2:2004 dane su najmanje mjere i osni razmaci za stupove pravokutnog i kružnog poprečnog presjeka.

Tablica 5.2a – Najmanje dimenzije stupa i osni razmaci za stupove pravokutnog i kružnog presjeka

Normirana požarna otpornost	Najmanje dimenzije [mm]			
	Širina stupova b_{min} / osni razmak glavnih šipki			
	Stup izložen na više strana			Izložen na jednoj strani
	$\mu_n = 0,2$	$\mu_n = 0,5$	$\mu_n = 0,7$	$\mu_n = 0,7$
1	2	3	4	5
R 30	200/25	200/25	200/32 300/27	155/25
R 60	200/25	200/36 300/31	250/46 350/40	155/25
R 90	200/31 300/25	300/45 400/38	350/53 450/40**	155/25
R 120	250/40 350/35	350/45** 450/40**	350/57** 450/51**	175/35
R 180	350/45**	350/63**	450/70**	230/55
R 240	350/61**	450/75**	–	295/70

** Najmanje 8 šipki
 Za prednapete stupove, treba spomenuti povećanje osnoga razmaka u skladu s točkom 5.2(5). 

Prema gornjoj tablici i usvojenim parametrima minimalni širina stupa za R 60 iznosi 350 mm. Stupovi u podzemnom i nadzemnom dijelu su minimalnih dimenzija 400/400 mm – ZADOVOLJAVAJU

Prema gornjoj tablici i usvojenim parametrima minimalni zaštitni sloj (osni za požar) za R 60 iznosi 40 mm. Prema Glavnom Projektu minimalni zaštitni sloj c iznosi 25 mm. Stupovi su armirani sa minimalno f_i 10 mm za vilice i vertikalnim armaturnim šipkama f_i 16 mm što čini:
Proračunski zaštitni sloj pri požaru od $c_{nom} = 25 \text{ mm} + 10 \text{ mm} + (16/2) \text{ mm} = 43 \text{ mm}$ – ZADOVOLJAVA

Požarna otpornost armiranobetonskih stupova je R60

20.2 Zidovi

Zahtijevana klasa vatrootpornosti zidova je REI 60

Tablica 5.4: U tablici 5.4. iz EN 1992-1-2:2004 dane su najmanje mjere i osni razmaci za nosive armiranobetonske zidove.

AC Tablica 5.4 – Najmanje dimenzije i osni razmaci za nosive betonske zidove **AC**

Normirana požarna otpornost	Najmanje dimenzije [mm] Debljina zida / osni razmak			
	$\mu_n = 0,35$		$\mu_n = 0,7$	
	zid izložen s jedne strane	zid izložen s obje strane	zid izložen s jedne strane	zid izložen s obje strane
1	2	3	4	5
REI 30	100/10*	120/10*	120/10*	120/10*
REI 60	110/10*	120/10*	130/10*	140/10*
REI 90	120/20*	140/10*	140/25	170/25
REI 120	150/25	160/25	160/35	220/35
REI 180	180/40	200/45	210/50	270/55
REI 240	230/55	250/55	270/60	350/60

* Obično će biti mjerodavan zaštitni sloj zahtijevan prema normi EN 1992-1-1.
NAPOMENA: Za definiciju μ_n , vidjeti točku 5.3.2(3)

Prema gornjoj tablici i usvojenim parametrima minimalna debljina zida za R/REI 60 iznosi 140 mm.
Nosivi zidovi u podzemnom i nadzemnom dijelu su minimalne dimenzije 200 mm – ZADOVOLJAVAJU

Prema gornjoj tablici i usvojenim parametrima minimalni zaštitni sloj (osni za požar) za R/REI 60 iznosi 10 mm.
Prema Glavnom Projektu minimalni zaštitni sloj c iznosi 25 mm. Zidovi su armirani sa mrežom Q283 na više što čini:

Proračunski zaštitni sloj pri požaru od $c_{nom} = 25 \text{ mm} + 6 \text{ mm} = 31 \text{ mm}$ – ZADOVOLJAVA

Požarna otpornost nosivih armiranobetonskih zidova je REI 60

20.3 Ploče

Zahtijevana klasa vatrootpornosti ploča je REI 60

Tablica 5.8: U tablici 5.8. iz EN 1992-1-2:2004 dane su najmanje mjere i osni razmaci za slobodno oslonjene armiranobetonske i prednapete **kontinuirane ploče nosive u jednom i dva smjera.**

Tablica 5.8 – Najmanje dimenzije i osni razmaci punih armiranih i prednapetih, slobodno oslonjenih betonskih ploča i ploča koje su nosive u dva smjera

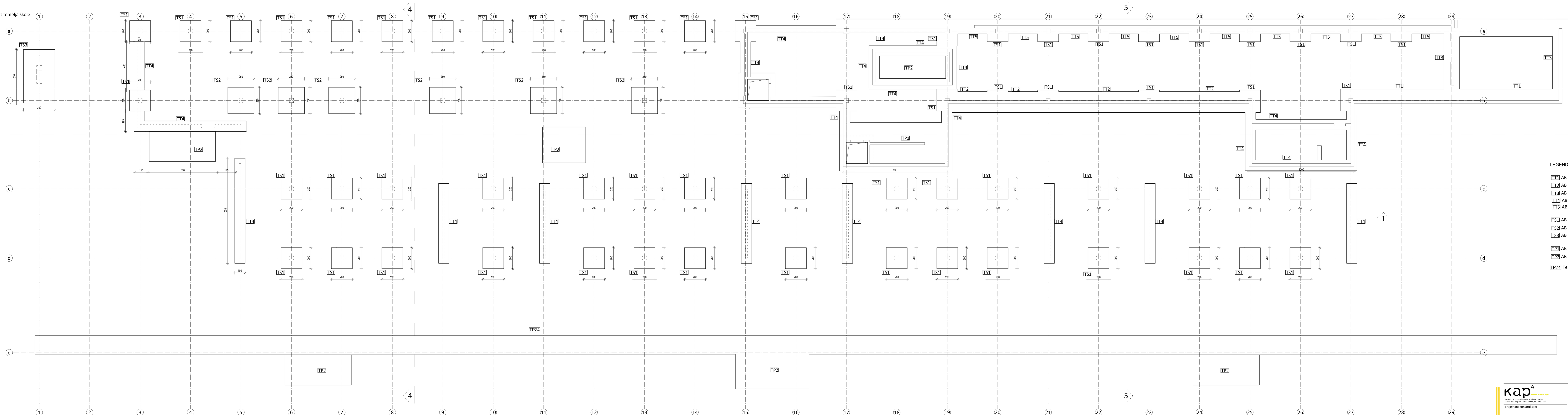
Normirana požarna otpornost	Najmanje dimenzije [mm]			
	Debljina ploče h_x [mm]	Nosive u jednom smjeru	Osni razmak a	
			Nosive u dva smjera	
			$l_y/l_x \leq 1,5$	$1,5 < l_y/l_x \leq 2$
1	2	3	4	5
REI 30	60	10*	10*	10*
REI 60	80	20	10*	15*
REI 90	100	30	15*	20
REI 120	120	40	20	25
REI 180	150	55	30	40
REI 240	175	65	40	50

l_x i l_y su rasponi ploča koje su nosive u dva smjera pod pravim kutovima, pri čemu je l_y dulji raspon.
Za prednapete grede, treba u obzir uzeti povećanje osnog razmaka u skladu s točkom 5.2(5).
Osni razmak a u stupcima 4 i 5 odnosi se na ploče oslonjene na sva četiri ruba. Inače ih treba obraditi kao ploče koje nose u jednom smjeru.
* Obično će biti mjerodavan zaštitni sloj zahtijevan prema normi EN 1992-1-1.

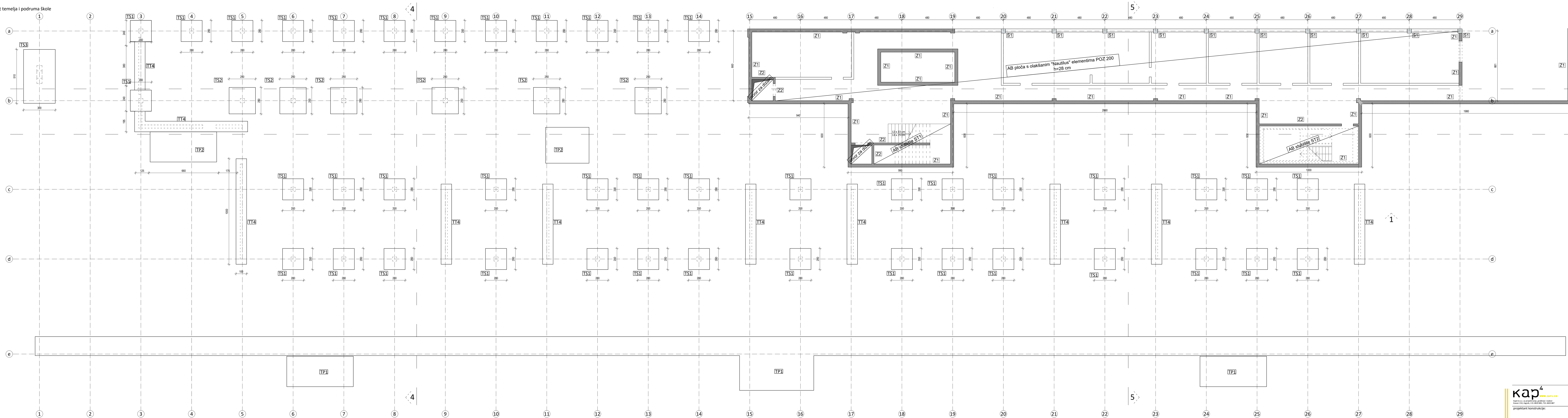
Prema gornjoj tablici i usvojenim parametrima minimalna debljina ploče za R 60 iznosi 80 mm.
Nautilus ploče su debljine 280 mm – ZADOVOLJAVAJU

Prema gornjoj tablici i usvojenim parametrima minimalni zaštitni sloj (osni za požar) za R 90 iznosi 15 mm.
Prema Glavnom Projektu minimalni zaštitni sloj c iznosi 25 mm. Ploča je armirana minimalno sa mrežama Q385 što čini:
Proračunski zaštitni sloj pri požaru od $c_{nom} = 25 \text{ mm} + 7 \text{ mm} = 32 \text{ mm}$ – ZADOVOLJAVA

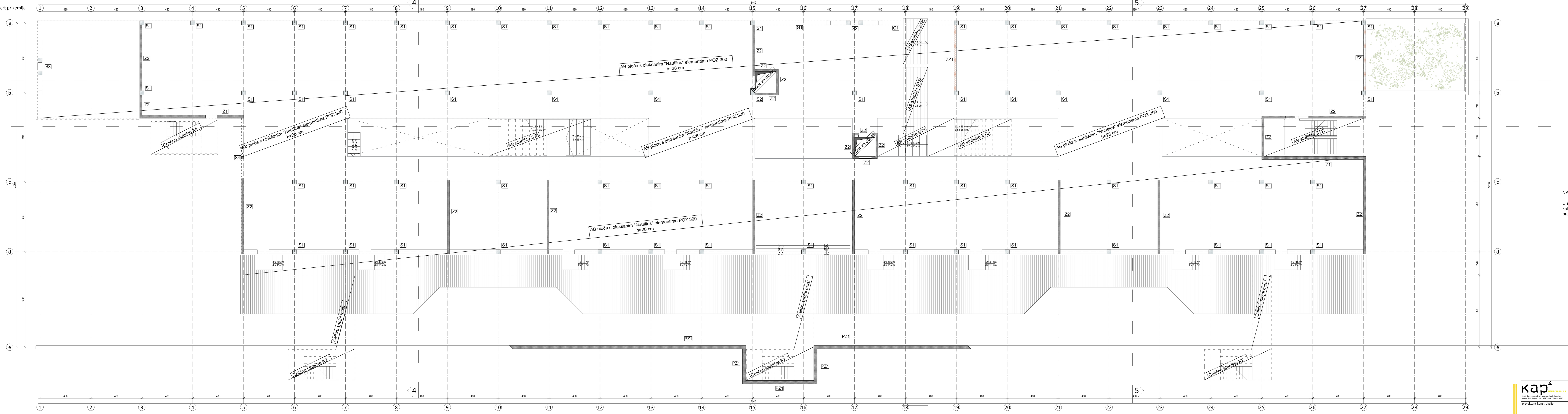
D. PLANOVI POZICIJA



- LEGENDA:
- TT1 AB temeljna traka zida dim. 250x60 cm
 - TT2 AB temeljna traka zida dim. 200x60 cm
 - TT3 AB temeljna traka zida dim. 150x60 cm
 - TT4 AB temeljna traka zida dim. 100x60 cm
 - TT5 AB temeljna traka zida dim. 60x60 cm
 - TS1 AB temeljna stopa stupa dim. 200x200x60 cm
 - TS2 AB temeljna stopa stupa dim. 250x250x60 cm
 - TS3 AB temeljna stopa stupa dim. 300x510x60 cm
 - TP1 AB temeljna ploča d=60 cm
 - TP2 AB temeljna ploča d=40 cm
 - TPZ4 Temelj potpornog zida d=30 cm

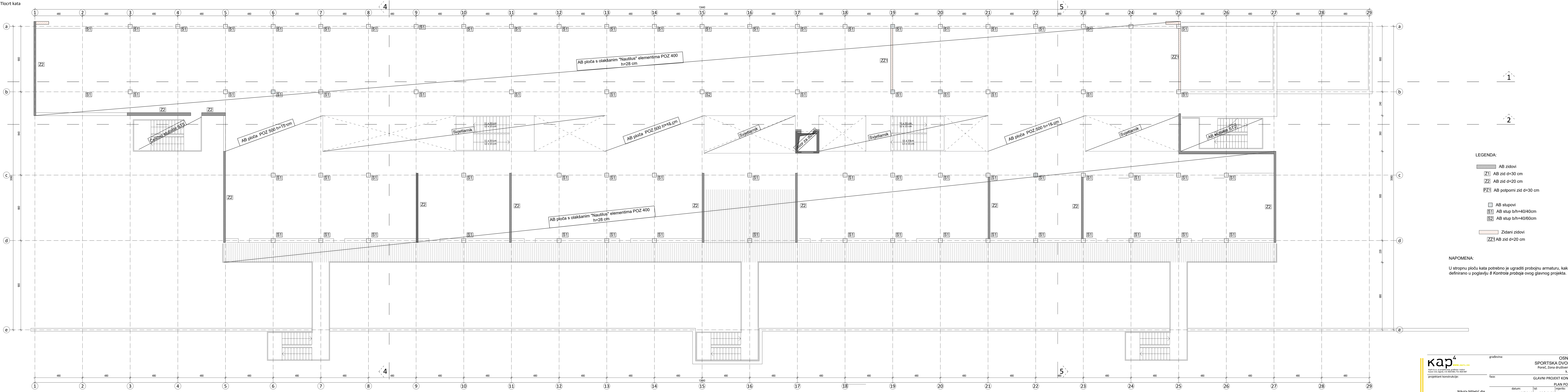


- LEGENDA:
- AB zidovi
 - Z1 AB zid d=30 cm
 - Z2 AB zid d=20 cm
 - AB stupovi
 - S1 AB stup b/h=40/40cm
 - TT1 AB temeljna traka zida dim. 250x60 cm
 - TT2 AB temeljna traka zida dim. 200x60 cm
 - TT3 AB temeljna traka zida dim. 150x60 cm
 - TT4 AB temeljna traka zida dim. 100x60 cm
 - TT5 AB temeljna traka zida dim. 60x60 cm
 - TS1 AB temeljna stopa stupa dim. 200x200x60 cm
 - TS2 AB temeljna stopa stupa dim. 250x250x60 cm
 - TS3 AB temeljna stopa stupa dim. 300x510x60 cm
 - TP1 AB temeljna ploča d=60 cm
 - TP2 AB temeljna ploča d=40 cm



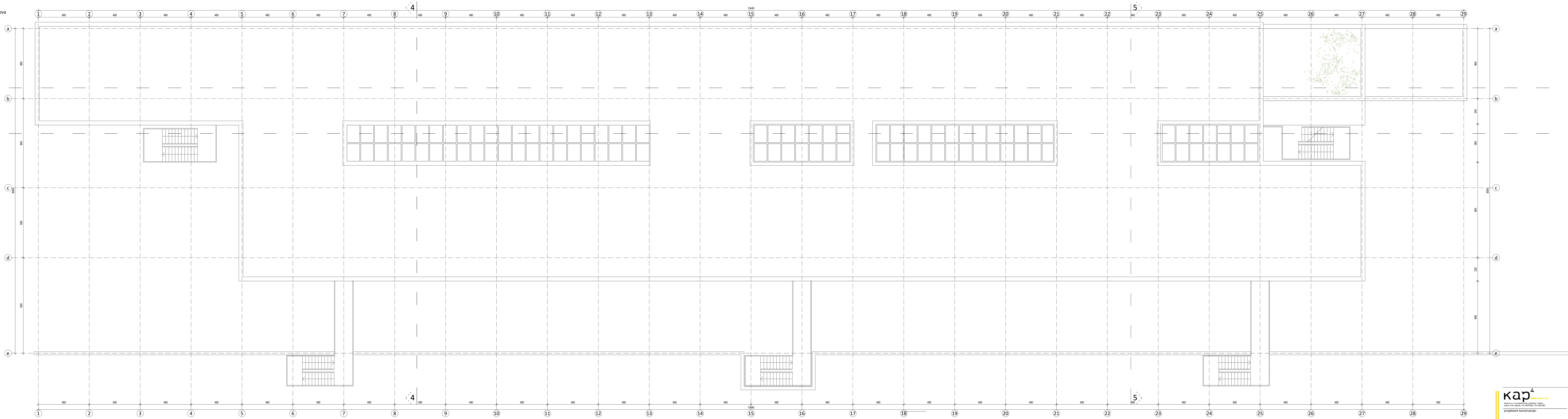
- LEGENDA:**
- AB zidovi
 - Z1 AB zid d=30 cm
 - Z2 AB zid d=20 cm
 - PZ1 AB potporni zid d=30 cm
 - AB stupovi
 - S1 AB stup b/h=40/40cm
 - S2 AB stup b/h=40/60cm
 - S3 AB V stup b/h=40/40cm
 - S4 AB V stup b/h=20/25cm
 - G1 AB parapetna greda b/h=40/100 cm
 - Zidani zidovi
 - Z3 AB zid d=20 cm


NAPOMENA:
 U stropnu ploču prizemlja potrebno je ugraditi probojnu armaturu, kako je definirano u poglavlju 8 *Kontrola probaja* ovog glavnog projekta.

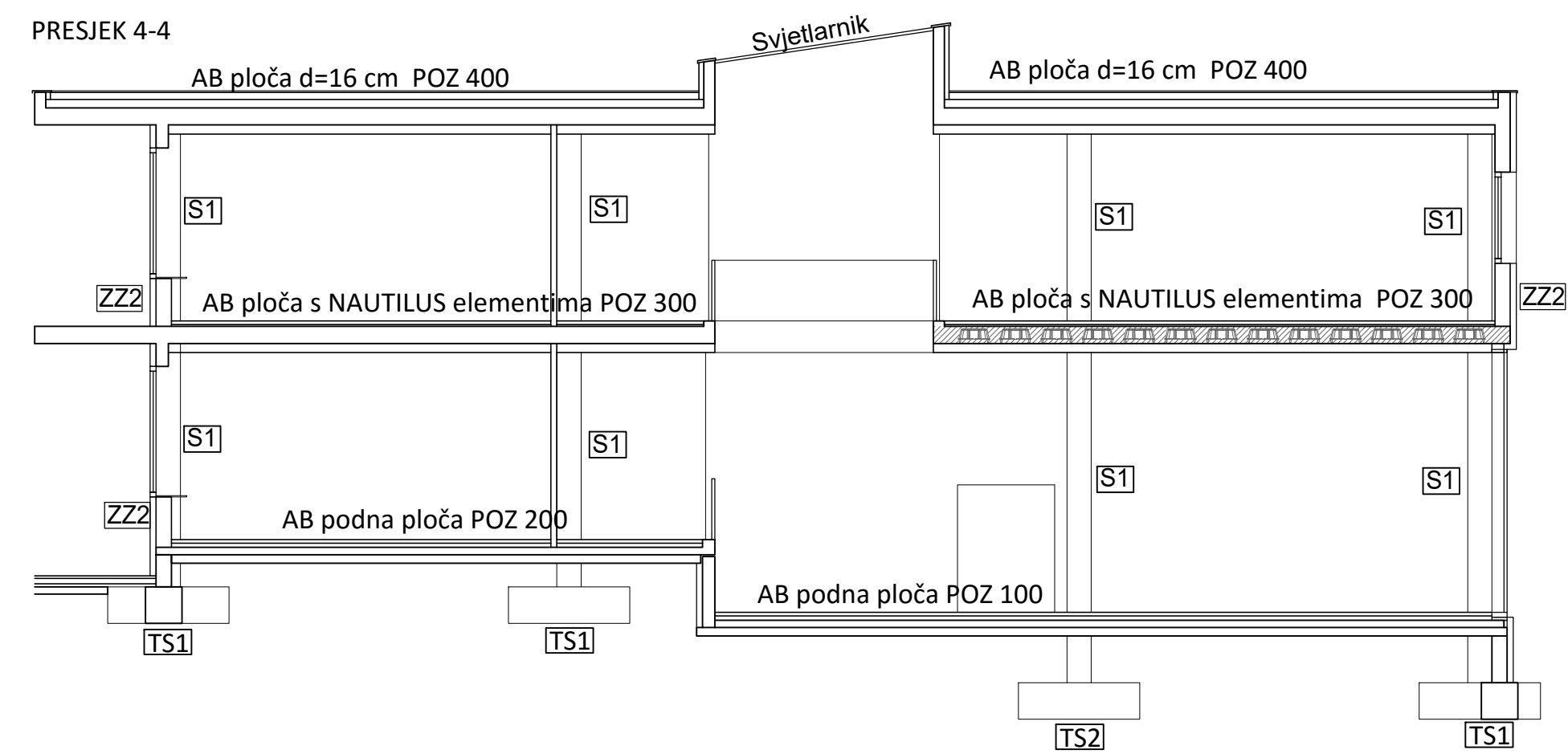
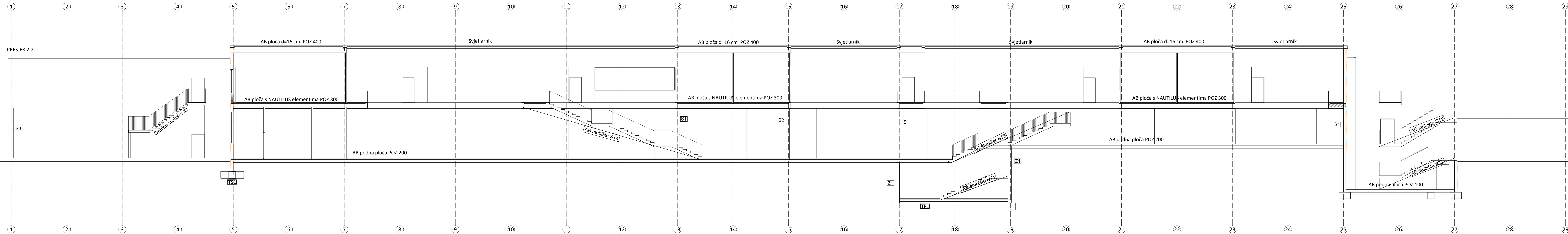


- LEGENDA:
- AB zidovi
 - Z1 AB zid d=30 cm
 - Z2 AB zid d=20 cm
 - Z3 AB potpomi zid d=30 cm
 - AB stupovi
 - S1 AB stup b/h=40/40cm
 - S2 AB stup b/h=40/60cm
 - Zidani zidovi
 - ZZ1 AB zid d=20 cm

NAPOMENA:
 U stropnu ploču kata potrebno je ugraditi probojnu armaturu, kako je definirano u poglavlju 8 Kontrola probaja ovog glavnog projekta.




 gradjevina: OSNOVNA ŠKOLA I SPORTSKA DVORANA "FINIDA"
 Poreč, Zona društvenih djelatnosti Finida k.č. 3396/1 k.o. Poreč
 fazza: GLAVNI PROJEKT KONSTRUKCIJE Knjiga I
 PLAN POZICIJA - Tlocrt krova
 datum: 10/2016 | id: 22/16-GR | mjerilo: 1:100 | list: 05
 projektant konstrukcije: Nikola Miletić dig



LEGENDA:

- AB zidovi
- Z1 AB zid d=30 cm
- Z2 AB zid d=20 cm
- AB stupovi
- S1 AB stup b/h=40/40cm
- Temelji
- TS1 AB temeljna stopa stupa dim. 200x200x60 cm
- TS2 AB temeljna stopa stupa dim. 250x250x60 cm
- Zidani zidovi
- ZZ1 AB zid d=20 cm
- ZZ2 AB zid d=25 cm

LEGENDA:

- AB zidovi
- Z1 AB zid d=30 cm
- Z2 AB zid d=20 cm
- AB stupovi
- S1 AB stup b/h=40/40cm
- Temelji
- TS1 AB temeljna stopa stupa dim. 200x200x60 cm
- TS2 AB temeljna stopa stupa dim. 250x250x60 cm
- TP1 AB temeljna ploča d=60 cm
- Zidani zidovi
- ZZ1 AB zid d=20 cm
- ZZ2 AB zid d=25 cm