

Investitor

GRAD POREČ
Obala Maršala Tita 5, 52440 Poreč

Građevina

**REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA
OSNOVNE ŠKOLE ŽBANDAJ**

Lokacija

Žbandaj, 52440 Poreč
k.č. 2104, k.o. Žbandaj

Faza projekta

**Izmjena i dopuna glavnog projekta –
projekt konstrukcije**

ZOP: A-460-16

T.D.: 43/16 GR

Mapa: 2 / 7

Glavni projektant

Nikica Tabain dia.

Projektant konstrukcije

Nikola Miletić dipl.ing.građ.

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.
Martina Vukelja mag.ing.aedif.

Direktor

Nikola Miletić, dipl.ing.građ.

Zagreb, prosinac 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
TEHNIČKA DOKUMENTACIJA KOJA SE MIJENJA I DOPUNJUJE	13
OPIS IZMJENE I DOPUNE GLAVNOG PROJEKTA	14
POPIS PRIMJENJENIH ZAKONA I TEHNIČKIH PROPISA	15
PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KAKVOĆE	16
1 1 OPĆE NAPOMENE	16
2 RADOVI KOJI PRETHODE IZVEDBI KONSTRUKCIJE.....	16
3 BETONSKI i ARMIRANO-BETONSKI RADOVI.....	17
4 OPLATA I SKELE.....	23
5 ARMATURA I UGRADNJA ARMATURE	24
6 ZIDARSKI RADOVI.....	24
7 RADOVI NA IZVEDBI ČELIČNE KONSTRUKCIJE.....	26
8 ANTIKOROZIVNA ZAŠTITA.....	29
9 OSTALI RADOVI I MATERIJALI	30
10 NADZOR.....	30
11 MJERE U SLUČAJU NESUKLADNOSTI.....	30
12 DODATNA ISPITIVANJA	30
PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE GRAĐEVINE	31
UVJETI ZA ODRŽAVANJE GRAĐEVINE	32
TEHNIČKI OPIS.....	33
C. PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE KONSTRUKCIJE	41
1 GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE NOSIVE KONSTRUKCIJE.....	42
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.....	45
2.1.4 LC4 – djelovanje snijega	47
2.1.5 LC5 i LC6 – djelovanje vjetra.....	48
2.1.6 LC7,LC8, LC9 i LC10– 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 STROPNA PLOČA	82
4.1 AB stropna ploča POZ 200.....	83
4.1.1 Deformacije ploče	84
4.1.2 Rezne sile.....	88
4.1.3 Proračun potrebne armature ploče.....	92
4.2 Proračun AB greda G1-G3	95

4.2.1	Progibi za kombinaciju opterećenja CO2.....	96
4.2.2	Rezne sile.....	97
4.2.3	Potrebna armatura.....	99
4.3	Grede iznad istaka G4 i G5	101
4.3.1	Greda G4 L=7,2 m.....	103
4.3.2	Greda G5 L=3,5 m.....	105
5	PRORAČUN TT PLOČA DVORANE POZ 300.....	107
5.1	<i>Proračun TT ploče širine 20cm.....</i>	<i>108</i>
5.2	<i>Proračun kratke konzole (oslonac za TT ploče)</i>	<i>116</i>
6	DIMENZIONIRANJE STUPOVA	118
6.1	<i>Rezne sile</i>	<i>119</i>
6.1.1	Kombinacija opterećenja CO1 (GSN).....	119
6.1.2	Kombinacija opterećenja CO3 (potres)	122
6.2	<i>Provjera naprezanja</i>	<i>125</i>
6.3	<i>Proračunska armatura</i>	<i>126</i>
6.3.1	Kombinacija djelovanja CO1 (GSN).....	126
6.3.2	Potresna kombinacija djelovanja CO3	127
6.4	<i>Odabrana armatura stupova</i>	<i>128</i>
6.4.1	Odabrana armatura stupa u osi B.....	129
7	ZIDOVI	134
7.1	<i>Zid u osi A</i>	<i>136</i>
7.2	<i>Zid u osi D.....</i>	<i>140</i>
7.3	<i>Zid u osi E.....</i>	<i>144</i>
7.4	<i>Zid u osi 1.....</i>	<i>148</i>
7.5	<i>Zid u osi 2.....</i>	<i>152</i>
7.6	<i>Zid u osi 3a.....</i>	<i>156</i>
7.7	<i>Zid u osi 4.....</i>	<i>160</i>
7.8	<i>Zid u osi 5.....</i>	<i>163</i>
7.9	<i>Zid dvorane u osi F.....</i>	<i>167</i>
7.10	<i>Zid dvorane u osi G</i>	<i>171</i>
7.11	<i>Zid dvorane u osi 6</i>	<i>175</i>
7.12	<i>Zid dvorane u osi 7</i>	<i>179</i>
8	TEMELJI	184
8.1	<i>Proračun i dimenzioniranje temeljnih stopa.....</i>	<i>188</i>
8.1.1	Reakcije	188
8.1.2	Temeljna stopa TS1	191
8.1.3	Dimenzioniranje	195
8.1.4	Kontrola proboja	199
8.2	<i>Proračun i dimenzioniranje temeljnih traka</i>	<i>201</i>
8.2.1	Reakcije	201
8.2.2	Temeljne trake TT1 100/60cm (d=20 cm)	204
8.2.3	Temeljne trake TT1 dim. 100/60cm (d=25cm)	208
8.2.4	Temeljne trake TT2 dim. 80/60cm	212
8.2.5	Temeljne trake TT4 dim. 120/60 cm	216
9	DIMENZIONIRANJE PODNE PLOČE POZ 100	220
9.1	<i>Proračunska armatura podne ploče za kombinaciju opterećenja CO1-GSN</i>	<i>221</i>
9.1.1	Proračunska armatura donje zone smjer 1 (As1-)	222
9.1.2	Proračunska armatura donje zone smjer 2 (As2-)	223
9.1.3	Proračunska armatura gornje zone smjer 1 (As1+)	224
9.1.4	Proračunska armatura gornje zone smjer 2 (As2+)	225
10	PRORAČUN ČELIČNIH ISTAKA.....	227

10.1	Opis konstrukcije	227
10.2	Analiza opterećenja.....	228
10.3	Rezultati proračuna.....	230
10.3.1	Progib konstrukcije za kombinaciju opterećenja CO2_GSU	230
10.4	Rezne sile–(prikaz rezultata za CO1_GSN)	231
10.4.1	Provjera nosivosti konstrukcije.....	234
10.4.2	Provjera stabilnosti konstrukcije	234
11	PRORAČUN KONSTRUKCIJE SVJETLARNIKA.....	235
11.1	Opis konstrukcije	235
11.2	Analiza opterećenja.....	236
11.2.1	Kombinacije djelovanja.....	237
11.3	Rezultati proračuna.....	238
11.3.1	Progib konstrukcije za kombinaciju opterećenja CO2_GSU	238
11.4	Rezne sile–(prikaz rezultata za CO1_GSN)	239
11.5	Provjera nosivosti i stabilnosti konstrukcije	240
12	PRORAČUN POŽARNE OTPORNOSTI KONSTRUKTIVNIH ELEMENATA	241
12.1	Stupovi.....	241
12.2	Zidovi	242
12.3	Ploče	243
12.4	TT ploče	244
12.5	Grede	245
D.	PLANOVI POZICIJA	246
	LIST 1- PLAN POZICIJA- TLOCRT TEMELJA	
	LIST 2- PLAN POZICIJA-TLOCRT PRIZEMLJA	
	LIST 3- PLAN POZICIJA- PRESJECI	

A. OPĆI DIO PROJEKTA

POPIS MAPA

A. POPIS MAPA

MAPA 1	ARHITEKTONSKI PROJEKT KAP4 d.o.o., Zagreb
MAPA 2	GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE KAP4 d.o.o., Zagreb
MAPA 3	PROJEKT STROJARSKIH INSTALACIJA INOVA PRO d.o.o., Zagreb
MAPA 4	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT INOVA PRO d.o.o., Zagreb
MAPA 5	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT – PROJEKT VATRODOJAVE INOVA PRO d.o.o., Zagreb
MAPA 6	PROJEKT HIDROINSTALACIJA INOVA PRO d.o.o., Zagreb
MAPA 7	GEODETSKI PROJEKT G.E.O.T.I.M d.o.o., Poreč

POPIS ELABORATA

- GEOMEHANIČKI ELABORAT
GEOS d.o.o., Rovinj
- ELABORAT ZAŠTITE OD POŽARA
FLMAIT d.o.o., Zagreb
- ELABORAT ZAŠTITE NA RADU
FLMAIT 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

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

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

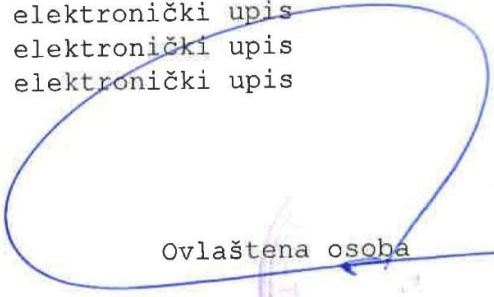
SUBJEKT UPISA

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:

**REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA OSNOVNE ŠKOLE ŽBANDAJ
(IZMJENA / DOPUNA)**
Žbandaj, 52440 Poreč
k.č. 2104, k.o. Žbandaj

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 investitor.

Zagreb, 11/2016

Za investitora



RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA KONSTRUKCIJE

<i>građevina:</i>	REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA OSNOVNE ŠKOLE ŽBANDAJ
<i>lokacija:</i>	Žbandaj, 52440 Poreč k.č. 2104, k.o. Žbandaj
<i>investitor:</i>	GRAD POREČ Obala Maršala Tita 5, 52440 Poreč
<i>ZOP:</i>	A-460-16
<i>TD:</i>	43/16 GR
<i>faza projekta:</i>	IZMJENA I DOPUNA GLAVNOG PROJEKTA – 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, prosinac 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

TEHNIČKA DOKUMENTACIJA KOJA SE MIJENJA I DOPUNJUJE

Ova Tehnička dokumentacija pod oznakom **T.D. 43/16 GR** je izmjena i dopuna sljedeće Tehničke dokumentacije:

Glavni projekt konstrukcije oznake 1603

<i>projektant konstrukcije:</i>	<i>Ivan Ljubimir, dipl.ing.građ</i>
<i>glavni projektant:</i>	<i>Ana Martinčić Vareško, dipl.ing.arh</i>
<i>za građevinu:</i>	<i>REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA OSNOVNE ŠKOLE U ŽBANDAJU</i>
<i>investitor:</i>	<i>GRAD POREČ, Obala Maršala Tita 5, 52440 Poreč</i>
<i>datum:</i>	<i>travanj, 2016 god.</i>
<i>mapa:</i>	<i>Mapa 2, Građevinski projekt konstrukcije</i>

OPIS IZMJENE I DOPUNE GLAVNOG PROJEKTA

Temeljem zahtjeva investitora (Grad Poreč, Obala Maršala Tita 5, 52440 Poreč) za promjenama na projektu rekonstrukcije i dogradnje osnovne škole Žbandaj, za koju je izdana Građevinska dozvola (Klasa: UP/I-361-03/16-01/000051, Ur.Broj: 2167/01-10/01-16-0005, od 31.08.2016.) prema kojoj je gradnja započela, pristupilo se izradi izmjena / dopuna glavnog projekta.

Lokacija je u naselju Žbandaj, u zoni javne i društvene namjene (školska – osnovna škola) oznake D5 prema UPU dijela naselja Žbandaj, na čestici k.č. 2104, k.o. Žbandaj.

Ovom izmjenom i dopunom glavnog projekta konstrukcije „*Rekonstrukcija i dogradnja osnovne škole Žbandaj*“; oznake TD-43-16-GR, obuhvaćene su sljedeće izmjene i dopune konstrukcije:

Promjene obuhvaćene ovim projektom su:

- **Veličina i oblik građevine**
- **Položaj građevine na čestici**
- **Promijenjena građevinska bruto površina i volumen građevine**
- **Smanjena visina i katnost građevine**

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 nasipavanja 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 nepotrebnog 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 očvrslog 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 očvrslog 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 očvrslog betona na gradilištu provodi se u skladu s uvjetima projekta konstrukcije (svojstva očvrslog 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 očvrslog 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.

Ispitivanje 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 kavititet 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 odgovorne 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		Minimalna učestalost uzorkovanja	
Proizvodnja	Prvih 50 m3 proizvodnje	Nakon prvih 50 m3 proizvodnje	
		Beton sa certificiranom kontrolom proizvodnje	Beton bez certificirane kontrole proizvodnje
Početna (dok se ne dobije najmanje 35 rezultata)	3 uzorka	1 na 200 m3 ili 2 na proizvodni tjedan	1 na 150 m2
Neprekidna (kad se dobije najmanje 35 rezultata)		1 na 400 m3 ili 1 na 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 zbiju 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 slijevanja 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 predložene 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 prihvata 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 specifičiranu 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 kakve 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 karbonizacijom^a		
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 prometnih površina na koja se nanose sredstva za odleđivanje; 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. Svrstavanje 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 pneumatiskim gumama na kotačima
XM2	Znatno habanje	Elementi industrijskih konstrukcija izloženi prometu viličara s pneumatiskim ili tvrdim gumama na kotačima
XM3	Ekstremno habanje	Elementi industrijskih konstrukcija izloženi prometu viličara s pneumatiskim 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
2	XC2	35	15
	XC3	35	
	XC4	40	
3	XD1	55	
	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 prihvata 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 kampada 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 izbjeći. 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 vjetra, 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 izvođač 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. Izvođač 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 izvođač pridržava ovih uvjeta i odobriti način nastavljanja zavarivanjem. Nastavljanje armature poštivajući preklope 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 mortu 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 krovništvo, 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 očvrnulog morta moraju ispunjavati zahtjeve bitne za krajnju namjenu. Tehničko svojstvo otpornosti na odmrzavanje i smrzavanje morta mora biti specificirano ako je zide u koje je ugrađen mort izloženo takvom djelovanju. Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka, ispitivanje svježeg i očvrnulog 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 redoslijedom 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 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 predložuje 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 predložiti 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 krovšta 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

OPĆENITO

U ovom projektu je obrađena izmjena i dopuna glavnog projekta konstrukcije.

Podaci o glavnom projektu – projekt konstrukcije:

Građevina:	REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA OSNOVNE ŠKOLE U ŽBANDAJU
Lokacija:	k. č. br. 2104 k.o. Žbandaj
Faza:	Glavni projekt (za ishođenje građevinske dozvole)
Vrsta projekta:	Građevinski projekt konstrukcije
Projekt broj:	1603
ZOP:	OŠ-Ž2016
Mapa:	2/8
Investitor:	GRAD POREČ Obala Maršala Tita 5, 52440 Poreč
Glavni projektant:	Ana Martinčić Vareško, dipl.ing.arh.,
Projektant:	Ivan Ljubimir, dipl.ing.građ.

Temeljem zahtjeva investitora (Grad Poreč, Obala Maršala Tita 5, 52440 Poreč) za promjenama na projektu rekonstrukcije i dogradnje osnovne škole Žbandaj, za koju je izdana Građevinska dozvola (Klasa: UP/I-361-03/16-01/000051, Ur.Broj: 2167/01-10/01-16-0005, od 31.08.2016.) prema kojoj je gradnja započela, pristupilo se izradi izmjena / dopuna glavnog projekta.

Lokacija je u naselju Žbandaj, u zoni javne i društvene namjene (školska – osnovna škola) oznake D5 prema UPU dijela naselja Žbandaj, na čestici k.č. 2104, k.o. Žbandaj.

Promjene obuhvaćene ovim projektom su:

- **Veličina i oblik građevine**
- **Položaj građevine na čestici**
- **Promijenjena građevinska bruto površina i volumen građevine**
- **Smanjena visina i katnost građevine**

POSTOJEĆE STANJE

Na čestici se nalazi zgrada postojeće škole visine P+1 i cisterna. Konstrukcija postojeće škole je kamena, (nosivi zidovi i stubišta), pregradni zidovi su od opeke, stropne konstrukcije su izvedene kao drveni grednici, drvena je i krovna konstrukcija.

Osnovnim projektom i izdanom dozvolom predviđa se uklanjanje cisterne, dječjeg igrališta, opločenja na terenu, šahtova, stepenica uz ulaze, rampe za invalide, klupa i sl. Također, predviđeno je kompletno uklanjanje naknadno dograđenih dijelova školske zgrade sa južne strane, svih pregradnih zidova, unutrašnjih stubišta, međukatnih konstrukcija, krovništa, pokrova i stolarije.

Investitor je započeo proces uklanjanja temeljem izdane dozvole, tako da će ostatak vanjskih zidova postojeće školske zgrade biti uklonjen zasebnim projektom uklanjanja. Ovim projektom se zadržava sjeverni dio zida (temelja).

NOVA KONSTRUKCIJA PREMA IZMJENI I DOPUNI GLAVNOG PROJEKTA KONSTRUKCIJE

Ovom izmjenom i dopunom glavnog projekta obrađena je izmjena konstruktivnih elemenata zgrade škole obrađene u glavnom projektu ZOP OŠ-Ž2016, oznaka 1603.

Rekonstrukcijom postojećeg objekta predviđeno je uklanjanje znatno većeg dijela postojeće školske zgrade čime se postiglo smanjenje katnosti sa sa P+1 na P sa maksimalna visinom od 8 m te promjenom tlocrta konstrukcije.

Opis konstrukcije

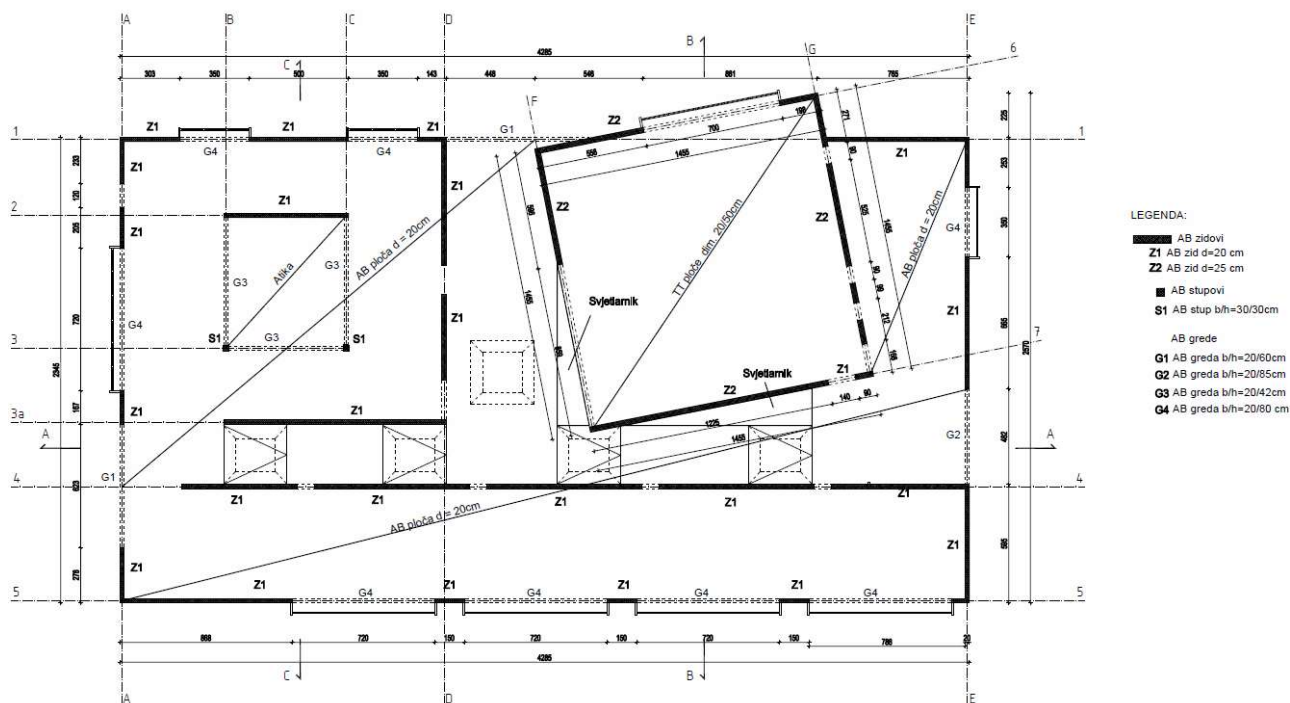
Rekonstruirana zgrada osnovne škole je pravilnog tlocrtnog oblika raspona 42,85×23,45m te prosječne visine 3,8m. Unutar konstrukcije škole nalazi se sportska dvorana raspona 14,55×14,55m te prosječne visine 7,7 m.

Glavna nosiva konstrukcija građevine škole koncipirana je kao monolitni sustav sa armirano-betonskim stropnim pločama debljine 20 cm oslonjenim na oslonce koje tvore armiranobetonski zidovi debljine 20cm i armiranobetonski stupovi. Za savladavanje većih raspona konstrukcije ploče su dodatno ukružene gredama različitih dimenzija.

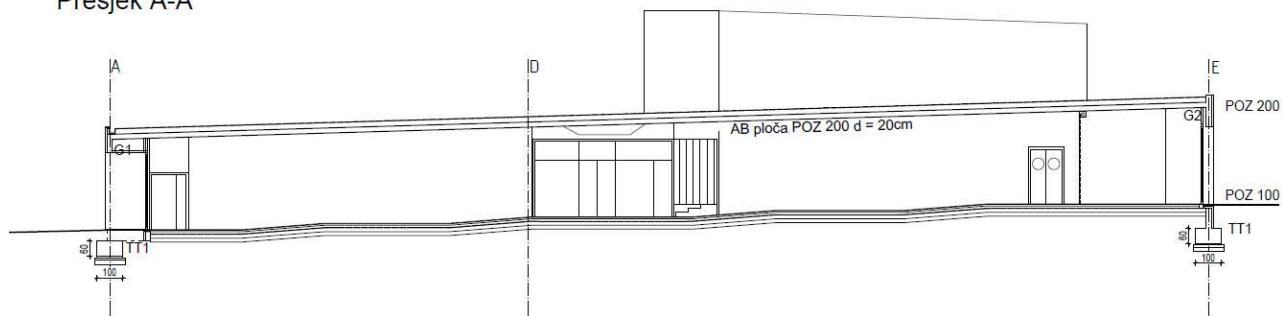
Konstrukciju sportske dvorane unutar škole čine krovne prednapregnute montažne TT ploče s konzolnim osloncem te zidovima debljine 25cm.

Zgrada je temeljena na kombinaciji temelja samaca i temeljnih traka.

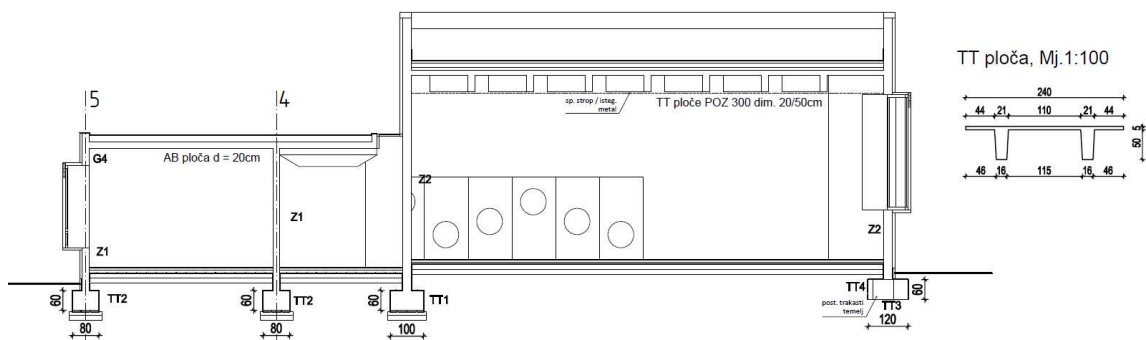
Tlocrt prizemlja i presjeci konstrukcije



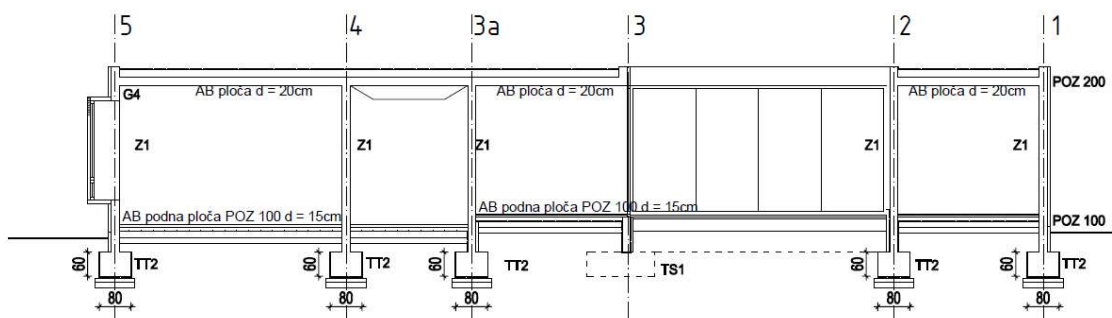
Presjek A-A



Presjek B-B



Presjek C-C



PLOČE I GREDE:

AB ploča modelirana je kao plošni elementi klase betona C30/37 debljine od 20 cm s veličinom konačnog elementa za proračun plohe od 0,4 m. Za savladavanje većih raspona konstrukcije ploče su dodatno ukrućene gredama različitih dimenzija: G1 (b/h=20/60cm), G2 (b/h=20/85cm), kontra grede atike G3 (b/h=20/42cm) te grede iznad otvora G4 i G5 (b/h=20/80cm).

MONTAŽNE TT PLOČE:

Krov dvorane izvodit će se sa prenapregnutim montažnim TT pločama dimenzija 20/50cm s veličinom monolitizacije od 10cm. Klasa betona je C40/50, armatura je klase B500B, a tip kabela za prednapinjanje je St 1670/1860.

STUPOVI:

Stupovi su pravokutnog poprečnog presjeka dimenzija 30/30cm. Stupovi su raspoređeni u osi 3 na međusobnom razmaku od 6,1m. 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.

ZIDOWI:

Monolitni AB zidovi škole su debljine 20 cm, dok su zidovi dvorane debljine 25cm 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; $\gamma=25 \text{ kN/m}^3$, te armatura B500B. Zidovi su pridržani pločama u visini kata (zglobna veza).

TEMELJI:

Temeljenje stupova (dim. 30/30cm) se izvodi na monolitnim armiranobetonskim temeljnim stopa. Temeljenje zidova škole (d=20cm) i dvorane (d=25cm) izvodi se na monolitnim armiranobetonskim temeljnim trakama različitih širina.

Tipovi trakastih temelja:

TT1 – 100/60cm

TT2 – 80/60cm

TT3 – postojeći temelj širine 62cm

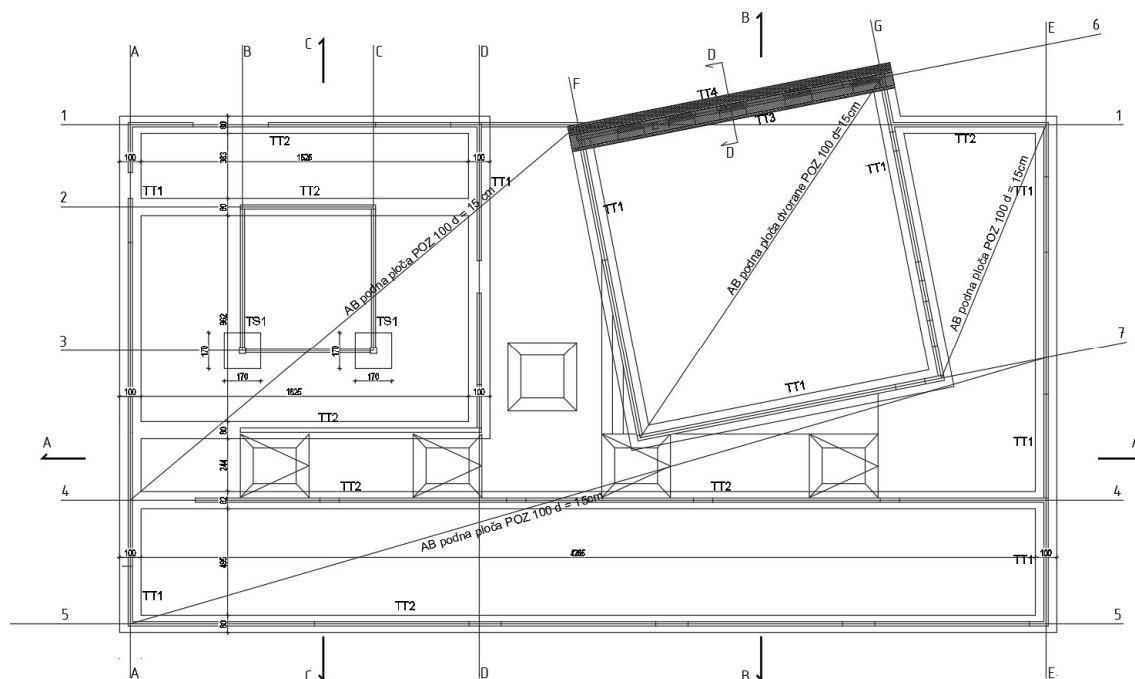
TT4 – 120/60cm

Tip temeljih samaca:

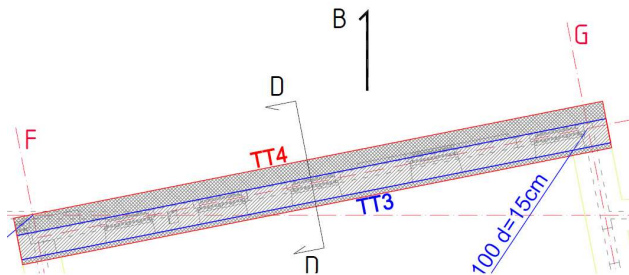
TS1 – 170/170/60cm

Postojeći temelj zida stare konstrukcije (TT3) proširiti će se i ojačati sukladno prema proračunu u novi trakasti temelj zida dvorane u osi 6 (TT4). Prilikom iskopa potrebno je utvrditi stvarnu veličinu temelja. Ukoliko se utvrdi da su potrebne veće dimenzije temelja potrebno je kontaktirati projektanta konstrukcije.

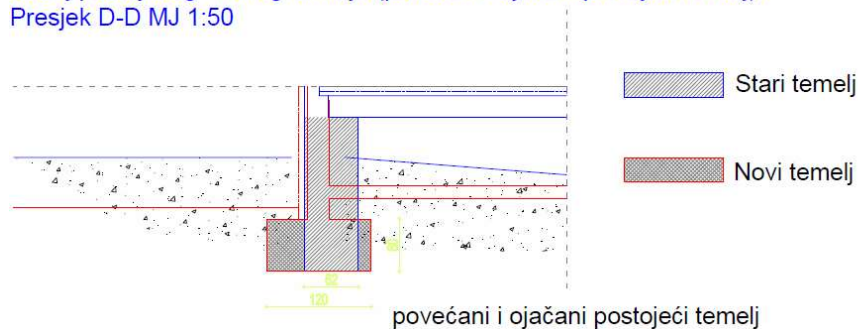
Tlocrt temelja



Tlocrtni prikaz i presjek ojačanja temelja:



Detalj postojećeg i novog temelja (povećani i ojačani postojeći temelj):
Presjek D-D MJ 1:50

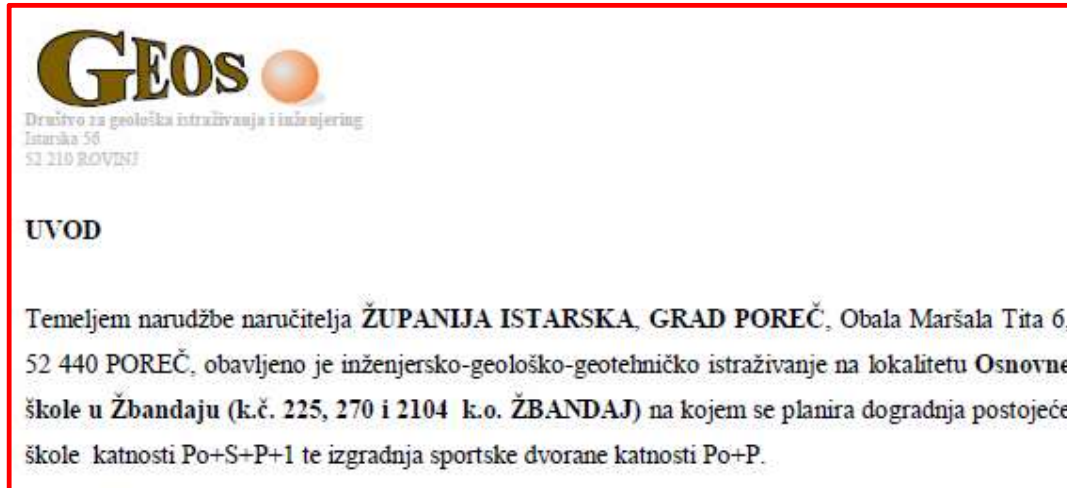


NAPOMENA:

Prilikom iskopa potrebno je utvrditi stvarnu veličinu temelja. Ukoliko se utvrdi da su potrebne veće dimenzije temelja potrebno je kontaktirati projektanta konstrukcije.

Usvaja se dopušteno opterećenje temeljnog tla za temeljenje na temeljima samcima u iznosu $\sigma_{dop}=400$ kPa prema geomehničkom elaboratu :

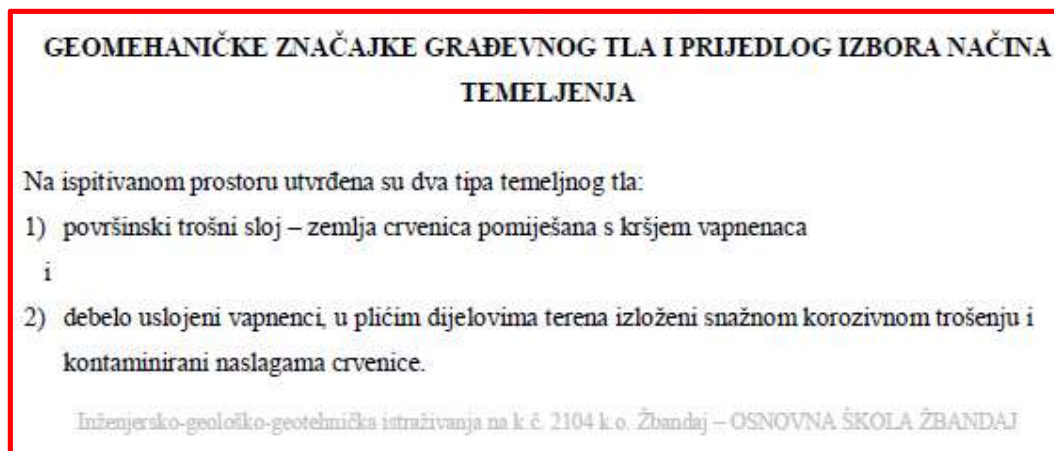
PODACI:



NAPOMENA:

Prije izvođenja radova obavezan pregled terena od strane ovlaštenog geomehaničara. Potrebno je provjeriti stvarnu nosivost temeljnog tla s obzirom na stvarno stanje na terenu.

Izvadak iz geomehaničkog elaborata:



U cjelini gledano, uvjeti temeljenja su povoljni. U proračunu se mogu koristiti vrijednosti za dopušteno opterećenje od $q_{dop} = 400$ (ojačane i uređene podloge temeljnih stopa) do 650 kN/m^2 u debelo uslojenim vapnencima.

Za slučaj značajnijih odstupanja, koja se mogu pojaviti van trasa snimanja georadarskih i seizmičkih profila, te izbušenih bušotina, preporučuje se zatražiti ekspertno čitanje podataka istraživanja i pregled temeljnih jama.

U Rovinju, svibanj 2008. godine

Inženjersko-geološko-geotehnička istraživanja na k.č. 2104 k.o. Žbandaj – OSNOVNA ŠKOLA ŽBANDAJ

PODNA PLOČA:

Podna ploča prizemlja je visine 15 cm te se izvodi na sloju nabijenog šljunka.

Izvodi se od betona klase C25/30, armatura B500B. Razred okoliša XC2, minimalni zaštitni sloj 35 mm za sve strane temeljne konstrukcije.

Minimalna zbijenost završnog sloja zamjenskog tla 40 MPa.

ČELIČNE ISTAKE I SVJETLARNICI:

Konstrukciju istaka čine čelični okviri od kvadratnih cijevni profila SHS 80x80x3,6 postavljenih na raster od 1,03 m. Okviri se horizontalno ukružuju tj. povezuju jednakim profilima. Između okvira, na gornjoj i donjoj plohi istake, koriste se X-zatege sa profilima SHS 50x50x3,2. Gornje i donje horizontale okvira sidre se ankerima u AB zid.

Konstrukciju svjetlarnika čine čelični kvadratnih cijevni profila SHS 80x80x5. Profili su postavljeni na rasteru od 1,6 m i sidri se na jednom kraju na AB zid, a na drugom u gredu.

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 geomehaničkog 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

1 GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE NOSIVE KONSTRUKCIJE

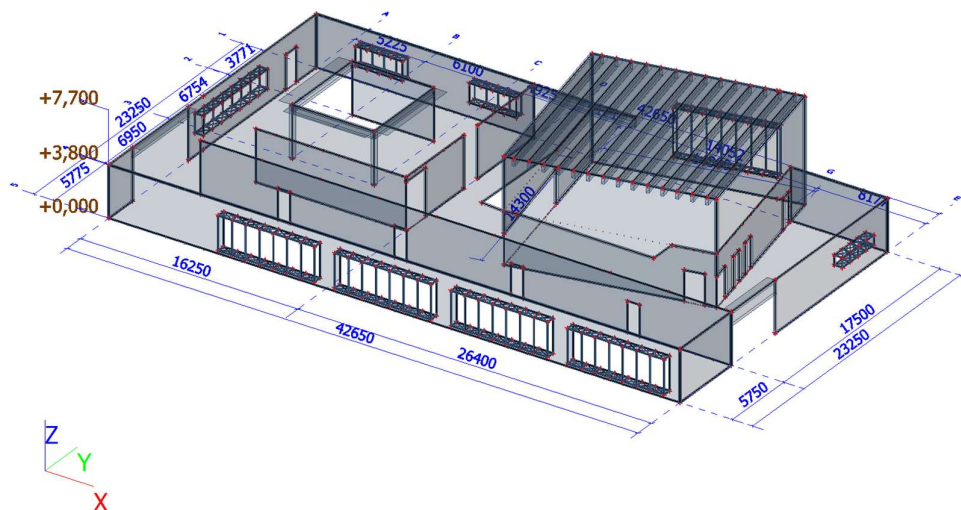
Zgrada je pravilnog tlocrtnog oblika raspona 42,85×23,45m te prosječne visine 3,8m. Unutar konstrukcije škole nalazi se sportska dvorana raspona 14,55×14,55m te prosječne visine 7,7 m.

Glavna nosiva konstrukcija građevine škole koncipirana je kao armirano-betonski skeletni sustav sa armirano-betonskim stropnim pločama debljine 20 cm oslonjenim na oslonce koje tvore armiranobetonski zidovi debljine 20 cm (Z1) i armiranobetonski stupovi dimenzija b/h=30/30cm (S1). Za savladavanje većih raspona konstrukcije ploče su dodatno ukrućene gredama različitih dimenzija: G1 (b/h=20/60cm), G2 (b/h=20/85cm), kontra grede atike G3 (b/h=20/42cm) te grede iznad otvora G4 i G5 (b/h=20/80cm).

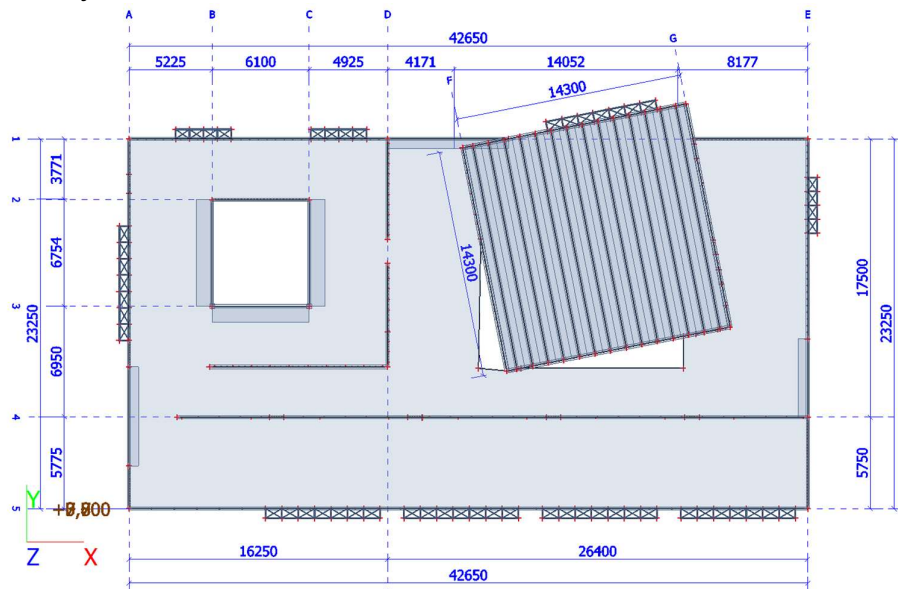
Konstrukciju sportske dvorane unutar škole čine krovne prednapregnute montažne TT ploče s konzolnim osloncem te zidovima debljine 25cm.

Zgrada je temeljena na kombinaciji temelja samaca, i temeljnih traka.

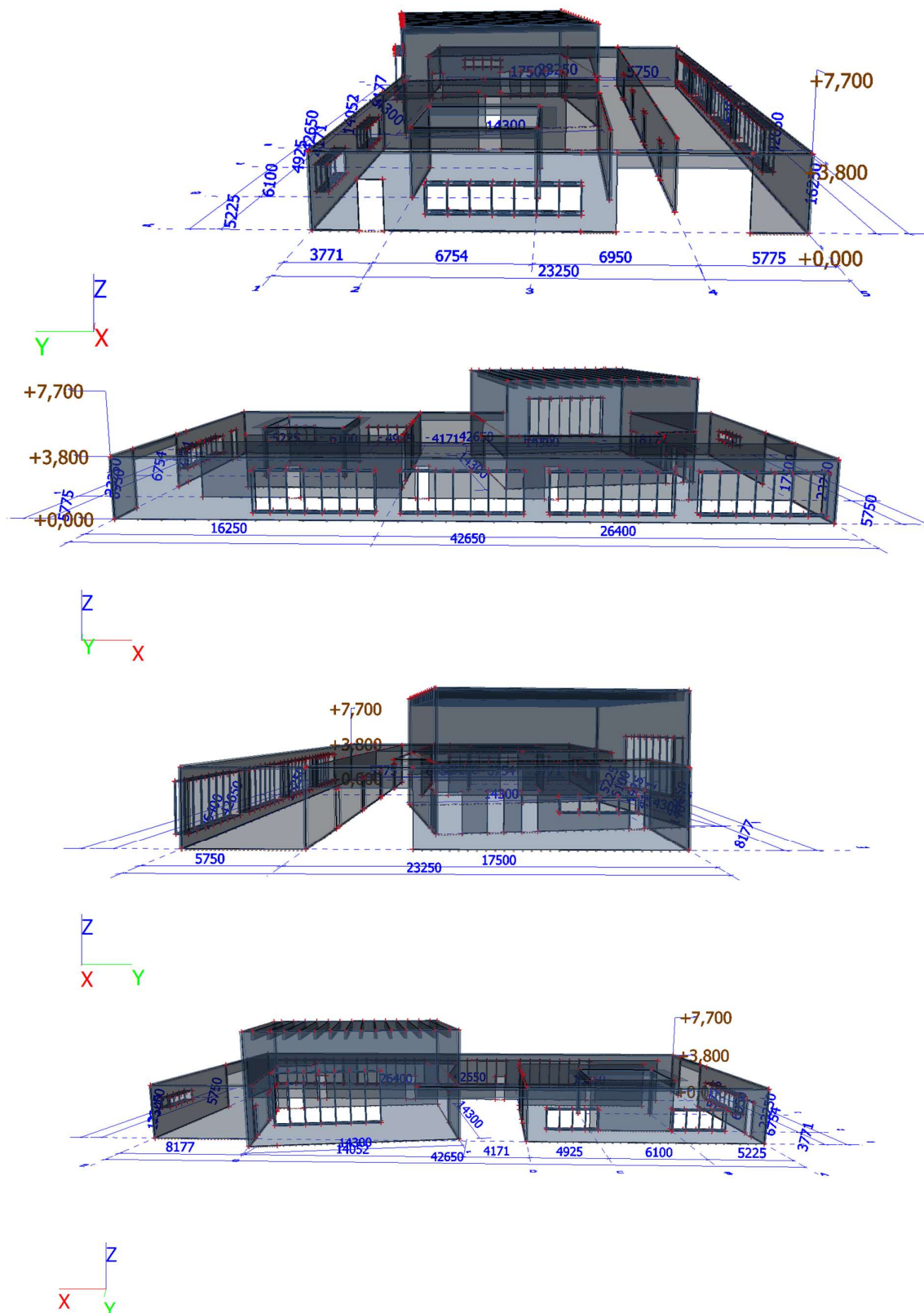
Prikaz 3D modela osnovne škole



Tlocrt konstrukcije



Pogledi na konstrukciju



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 (6 cm)	1,10 kN/m ²
- hidroizolacija (1,5 mm)l	0,01 kN/m ²
- geotekstil	0,05 kN/m ²
- termoizolacija XPS (20 cm)	0,05 kN/m ²
- PE folija (0,2 mm)	0,02 kN/m ²
- AB ploča	
	Uključeno u vlastitu težinu

UKUPNO 2,00 kN/m²

Opterećenje krova dvorane:

- šljunak (6 cm)	1,10 kN/m ²
- hidroizolacija (1,5 mm)l	0,01 kN/m ²
- geotekstil	0,05 kN/m ²
- termoizolacija XPS (20 cm)	0,05 kN/m ²
- beton za pad (8cm)	2,00 kN/m ²
- PE folija (0,2 mm)	0,02 kN/m ²
- AB ploča	
	Uključeno u vlastitu težinu

Dodatno opterećenje opreme (50kg/m²) 0,50 kN/m²

UKUPNO 4,50 kN/m²

Opterećenje podne ploče škole:

- keramičke pločice (2 cm)	1,00 kN/m ²
- cementni estrih (6 cm)l	1,20 kN/m ²
- PE folija (0,2mm)	0,05 kN/m ²
- EPS T + EPS (2+8 cm)	0,05 kN/m ²
- geotekstil	0,05 kN/m ²
- hidroizolacija (1,5 mm)l	0,01 kN/m ²
- AB ploča	
	Uključeno u vlastitu težinu

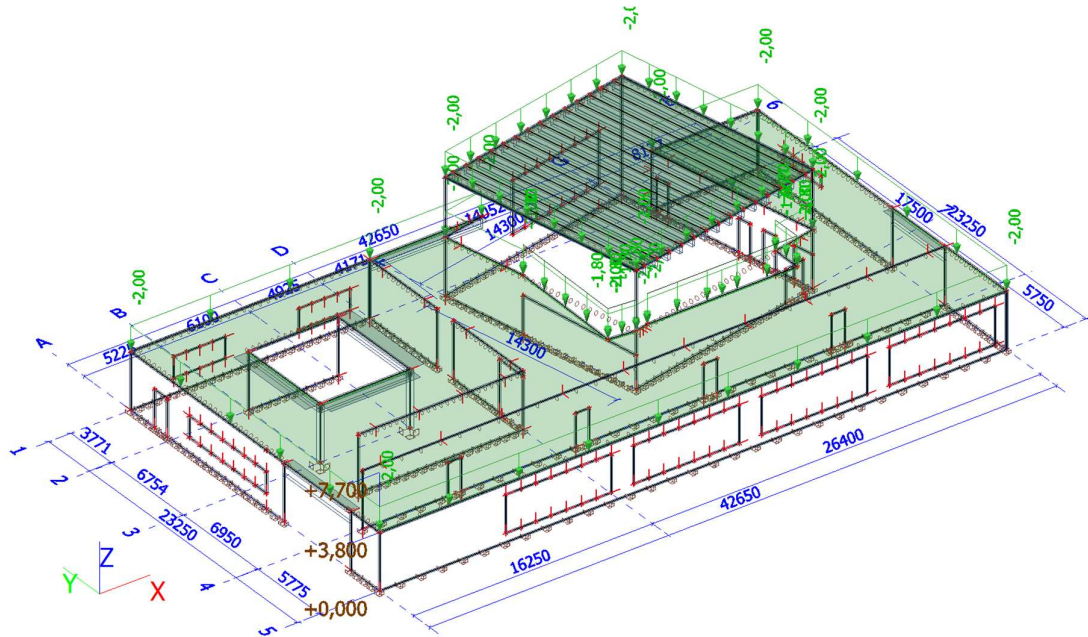
UKUPNO 2,50 kN/m²

Opterećenje podne ploče dvorane:

- sportski pod (7 mm)	0,05 kN/m ²
- cementni estrih (6 cm)l	1,20 kN/m ²
- PE folija (0,2mm)	0,05 kN/m ²
- EPS T + EPS (2+5 cm)	0,05 kN/m ²
- geotekstil	0,05 kN/m ²
- hidroizolacija (1,5 mm)l	0,01 kN/m ²
- AB ploča	
	Uključeno u vlastitu težinu

UKUPNO 2,00 kN/m²

Prikaz opterećenja:



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 prenoćištima, 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.

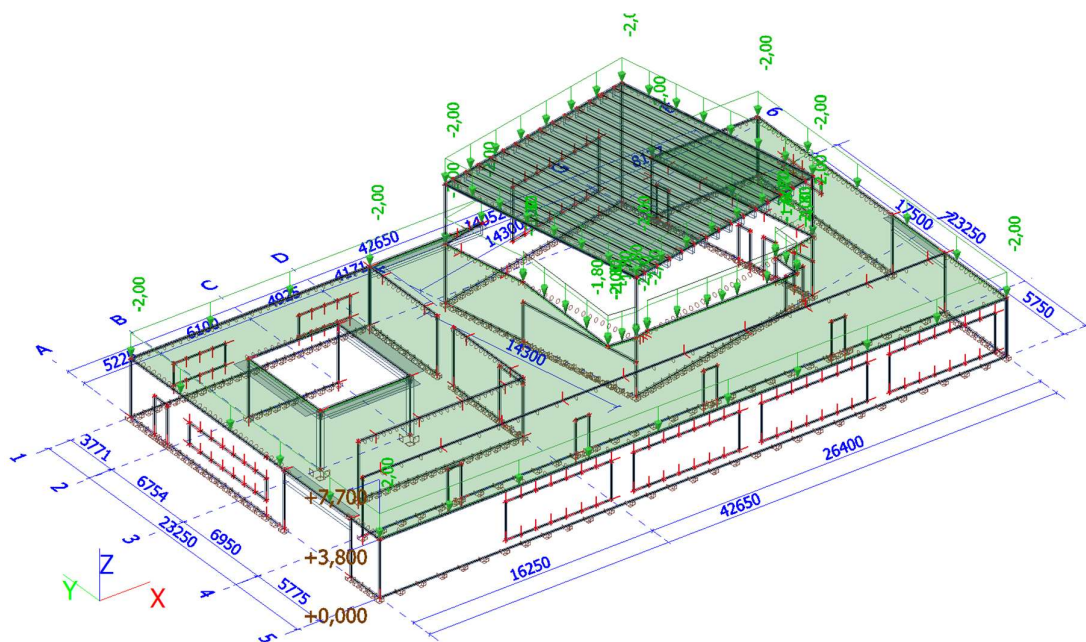
NAPOMENA 3: Za proizvodne djelatnosti ili skladištenje, vidjeti točku 6.3.2.

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 2,0	2,0 do 3,0
– stubišta	2,0 do 4,0	2,0 do 4,0
– balkoni	2,5 do 4,0	2,0 do 3,0
Kategorija B	2,0 do 3,0	1,5 do 4,5
Kategorija C		
– C1	2,0 do 3,0	3,0 do 4,0
– C2	3,0 do 4,0	2,5 do 7,0 (4,0)
– C3	3,0 do 5,0	4,0 do 7,0
– C4	4,5 do 5,0	3,5 do 7,0
– C5	5,0 do 7,5	3,5 do 4,5
Kategorija D		
– D1	4,0 do 5,0	3,5 do 7,0 (4,0)
– D2	4,0 do 5,0	3,5 do 7,0

Kategorija opterećenog prostora	q_k [kN/m ²] – usvojeno opt.
prostorije sa stolovima (C1 - podna ploča)	3,00 kN/m ²
prostor za velika okupljanja ljudi (C5 - podna ploča dvorane)	5,00 kN/m ²
krov (A)	2,00 kN/m ²

Prikaz opterećenja



2.1.4 LC4 – djelovanje snijega

Snijeg (po tlocrtu površine)

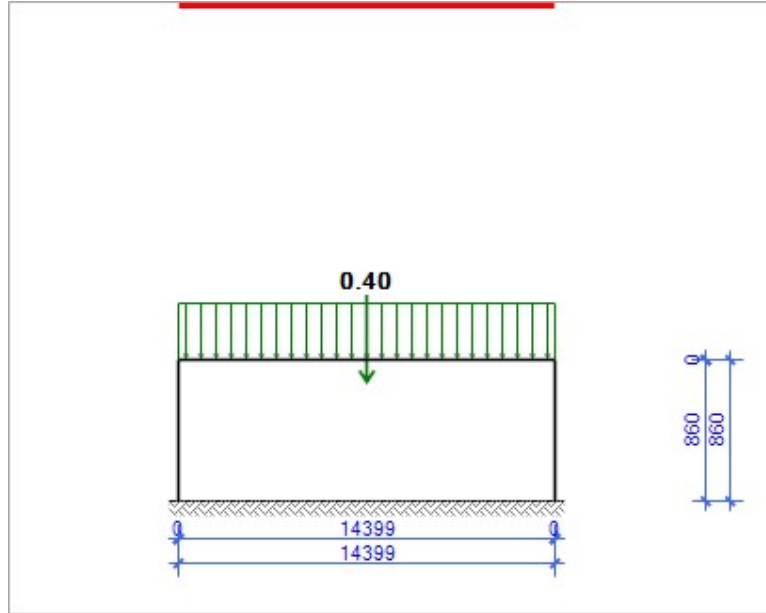
- 1. područje $S_k = 0.50 \text{ kN/m}^2$

Opterećenja od djelovanja snijega po ploham i vrstama:

(*S*-Osnovno opt. snijegom [kN/m^2]; *S_e*-Snijeg što visi preko ruba krova [$\text{kN/m}'$]; *S_s*-Snijeg na snjegobranima [$\text{kN/m}'$])

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

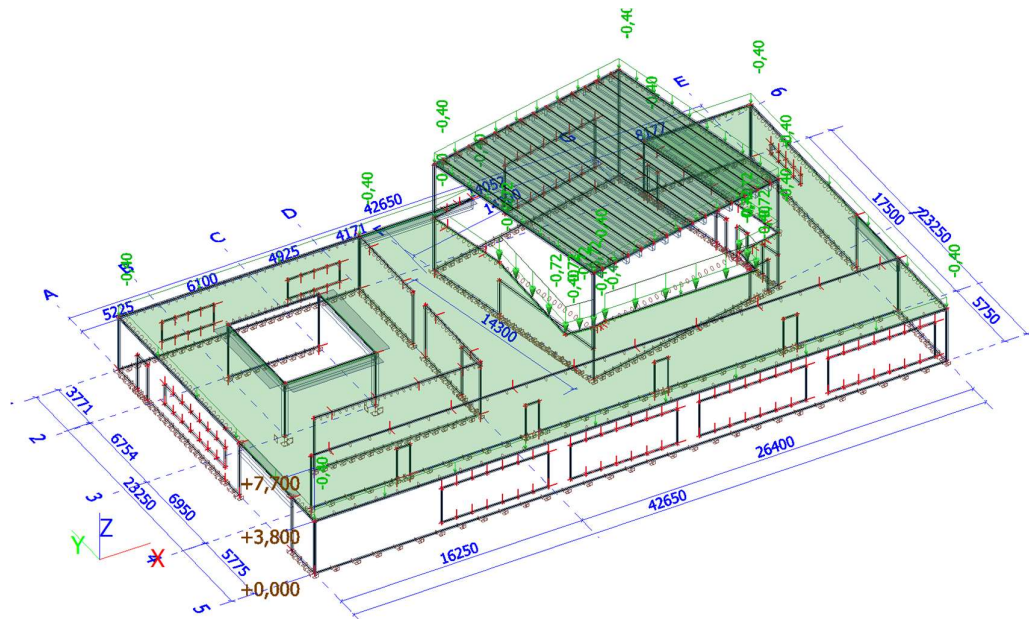
Shema djelovanja snijega po rasteru $r=1.00\text{m}$ (oblik 1):



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

- 3. područje

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

Ref. pritisak srednje brzine vjetra:

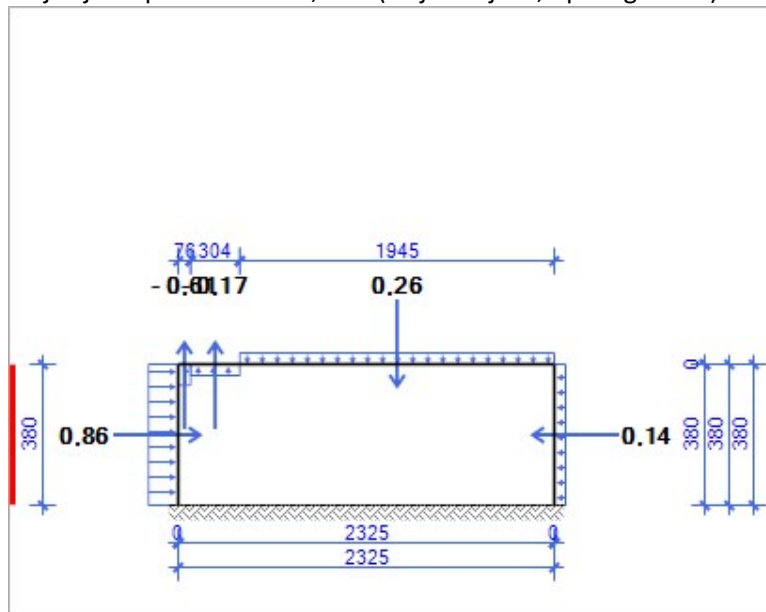
$v_{b,0} = 30,00 \text{ m/s}$

$C_{e(z)} = 1,54$

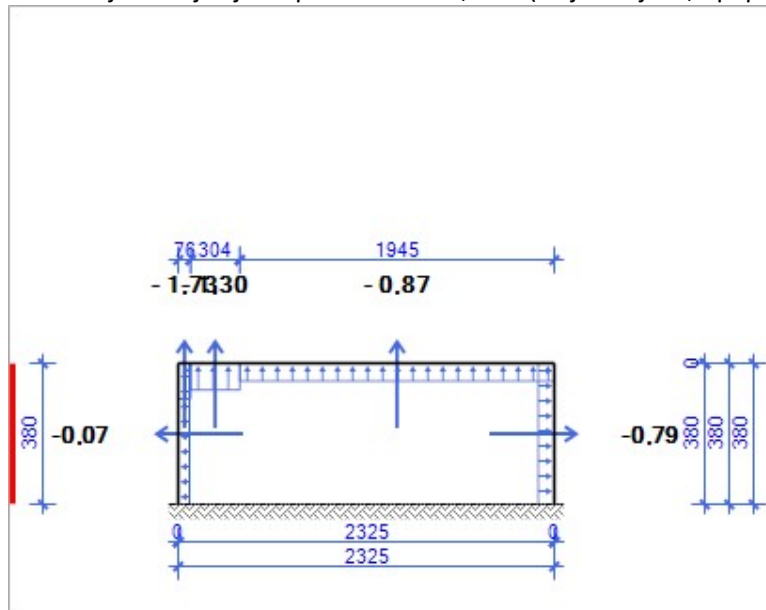
$q_B = 0,56 \text{ kN/m}^2$

Škola:

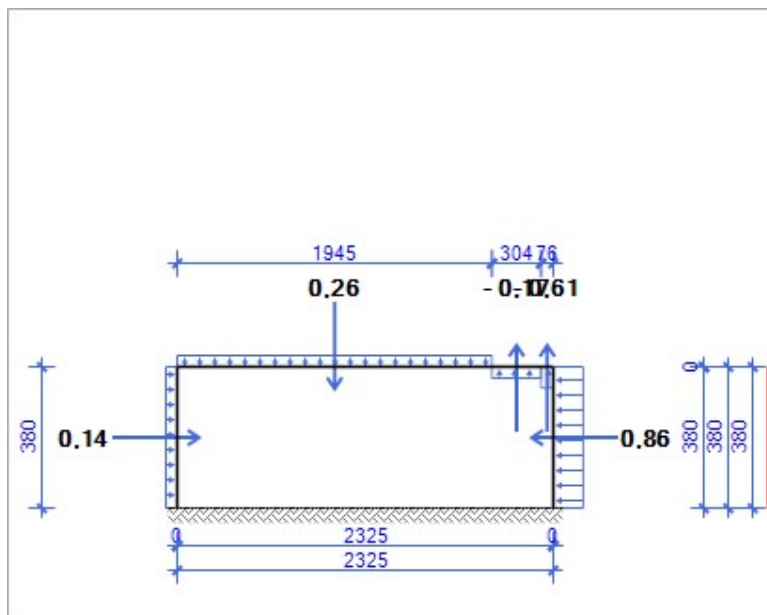
Shema djelovanja vjetra po rasteru $r=1,00\text{m}$ (smjer s lijeva, Cpi negativan):



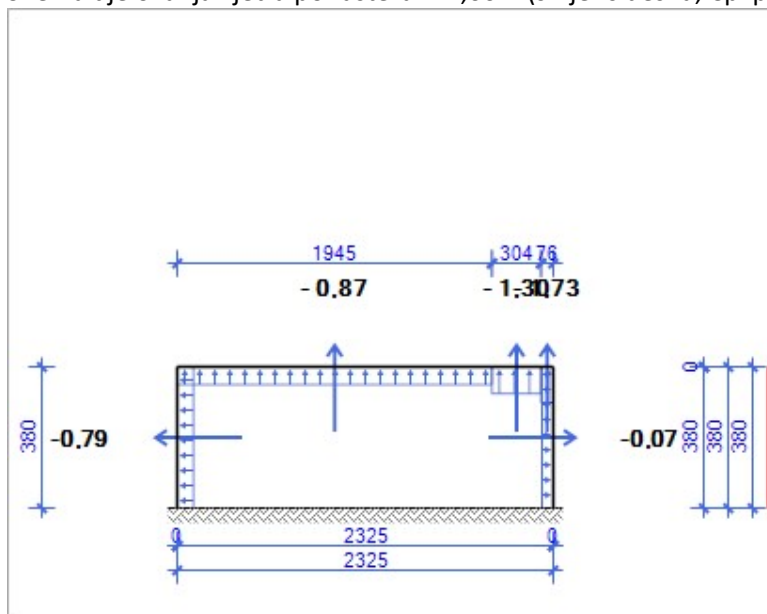
Shema djelovanja vjetra po rasteru $r=1,00\text{m}$ (smjer s lijeva, Cpi pozitivan):



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



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



- Sila trenja uzdužno po krovnoj plohi:

$$F_{FR} = 8,62 \text{ kN}$$

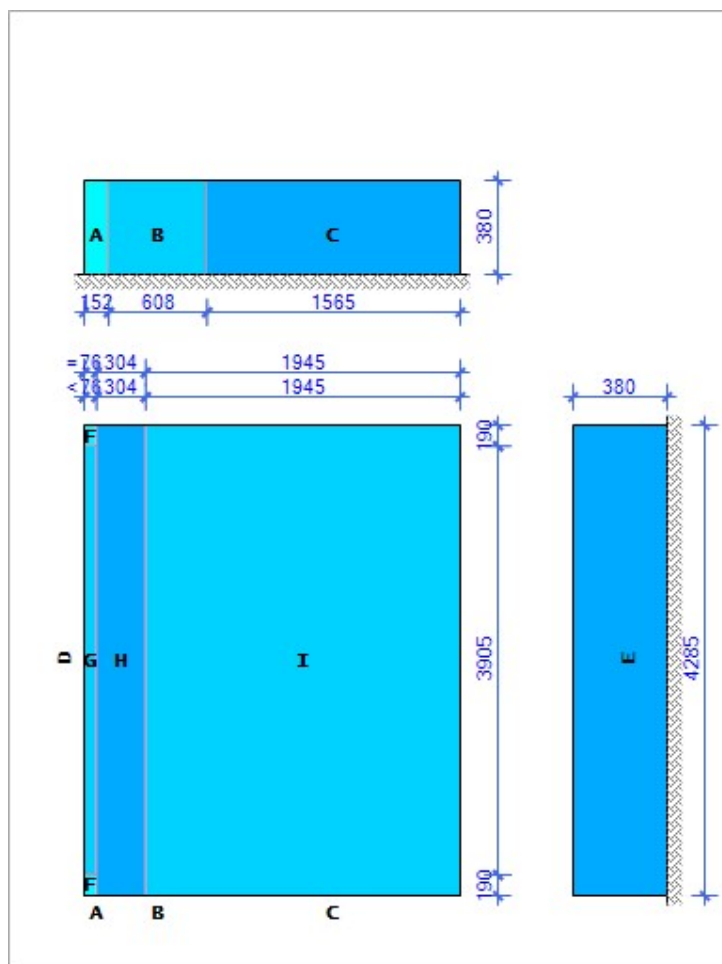
- Sila trenja uzdužno po zidnim ploham:

$$F_{FR} = 1,41 | 1,41 \text{ kN}$$

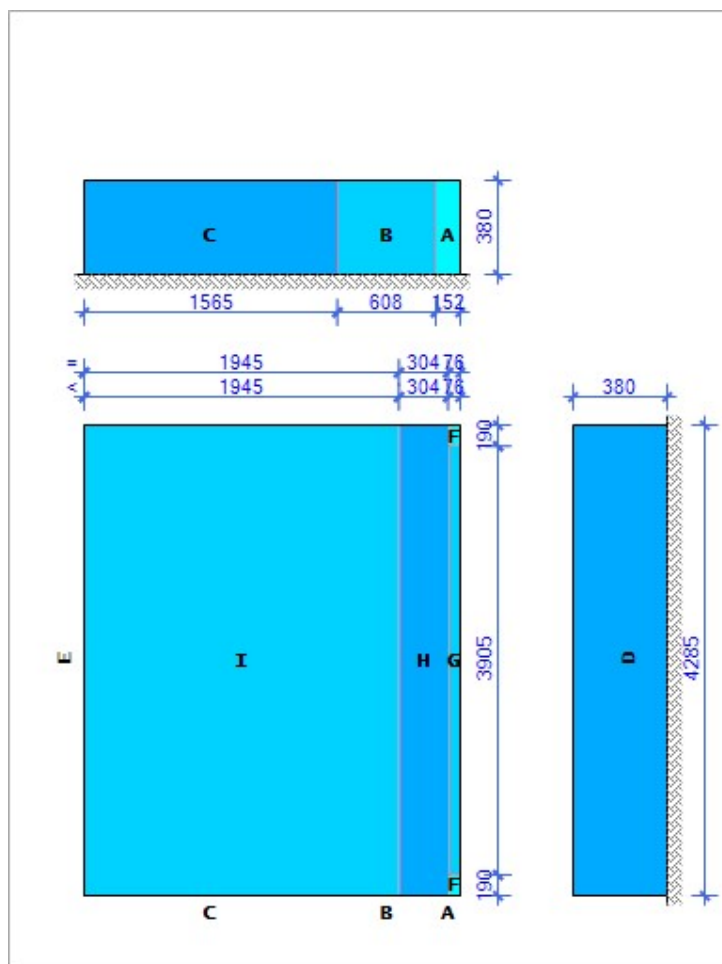
Opterećenja od djelovanja vjetra po ploham i vrstama:

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

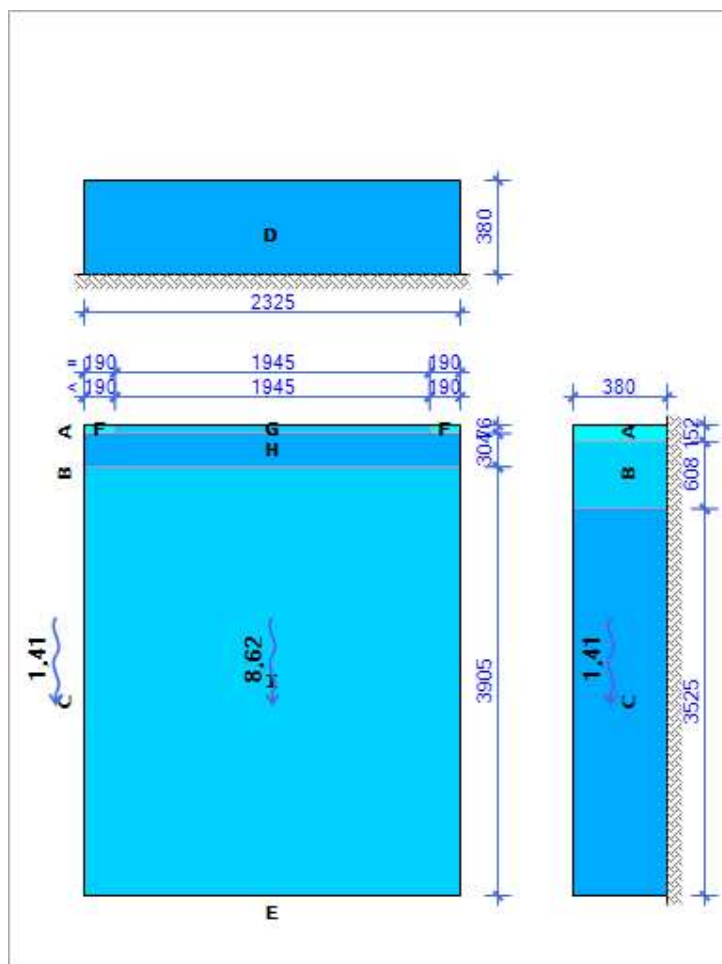
$W_{L \text{ MAX}}$	A	B	C	D	E	F	G	H	I
$C_{e(3,80)}$	-0,54	-0,22	0,00	0,86	0,14	$C_{e(3,80)}$	-1,63	-0,61	-0,17
$W_{L \text{ MIN}}$									
$C_{e(3,80)}$	-1,47	-1,15	-0,94	-0,07	-0,79	$C_{e(3,80)}$	-2,76	-1,73	-1,30



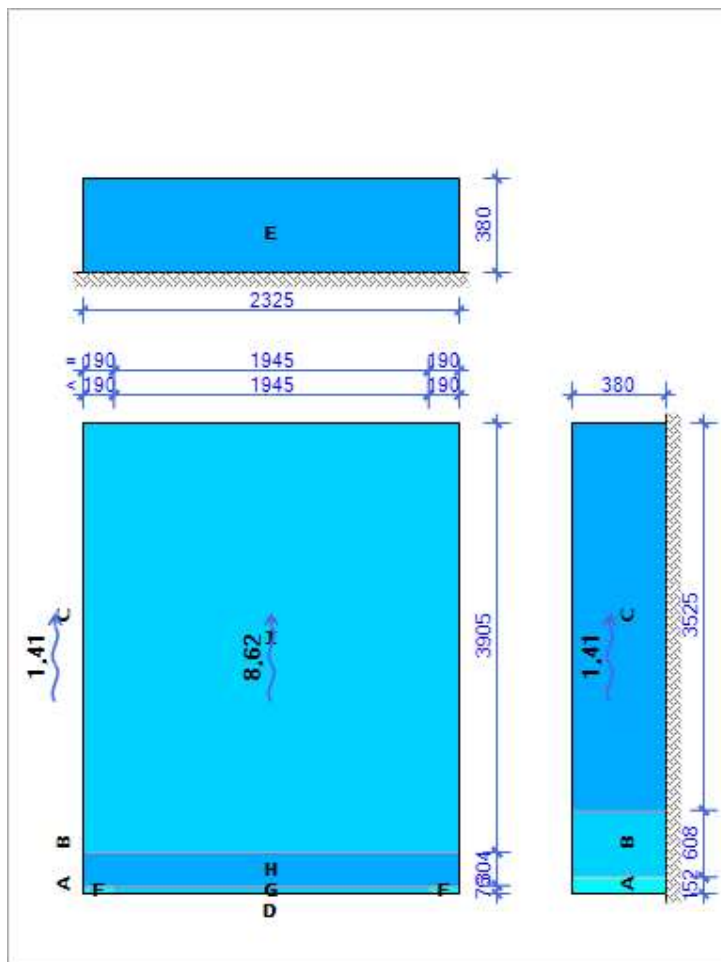
W _{DE} MAX	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
C _{e(3,80)}	-0,54	-0,22	0,00	0,86	0,14	C _{e(3,80)}	-1,63	-0,61	-0,17	0,26
W _{DE} MIN										
C _{e(3,80)}	-1,47	-1,15	-0,94	-0,07	-0,79	C _{e(3,80)}	-2,76	-1,73	-1,30	-0,87



W _{GO} MAX	A	B	C	D	E	F	G	H	I
C _{e(3,80)}	-0,54	-0,22	0,00	0,86	0,14	C _{e(3,80)}	-1,63	-0,61	-0,17 0,26
W _{GO} MIN									
C _{e(3,80)}	-1,47	-1,15	-0,94	-0,07	-0,79	C _{e(3,80)}	-2,76	-1,73	-1,30 -0,87

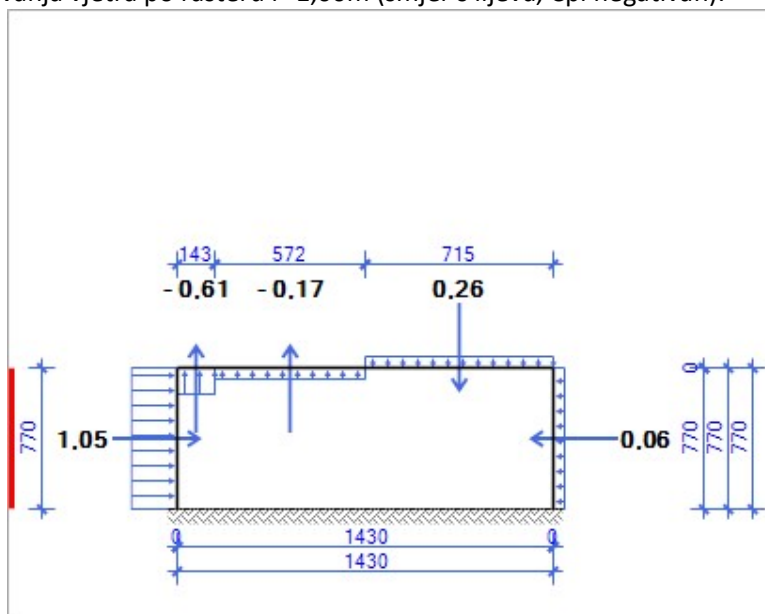


W _{DO} MAX	A	B	C	D	E		F	G	H	I
C _{e(3,80)}	-0,54	-0,22	0,00	0,86	0,14	C _{e(3,80)}	-1,63	-0,61	-0,17	0,26
W _{DO} MIN										
C _{e(3,80)}	-1,47	-1,15	-0,94	-0,07	-0,79	C _{e(3,80)}	-2,76	-1,73	-1,30	-0,87

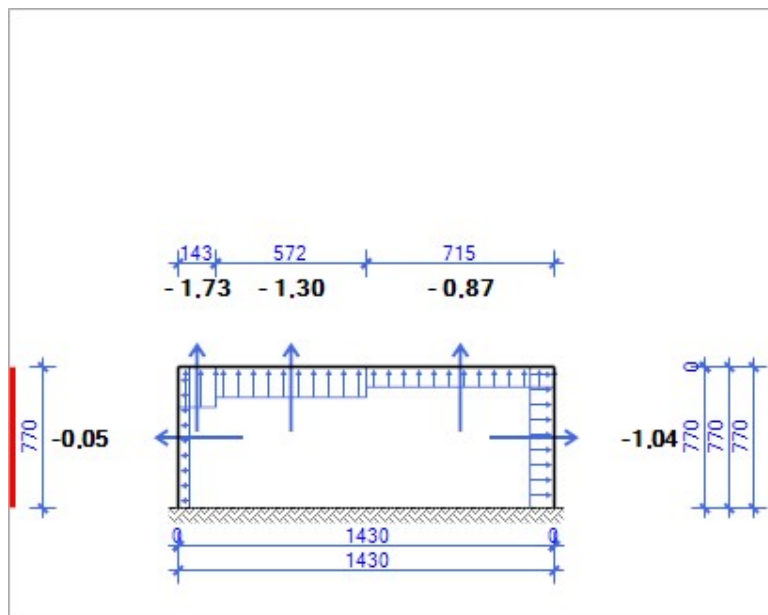


Dvorana:

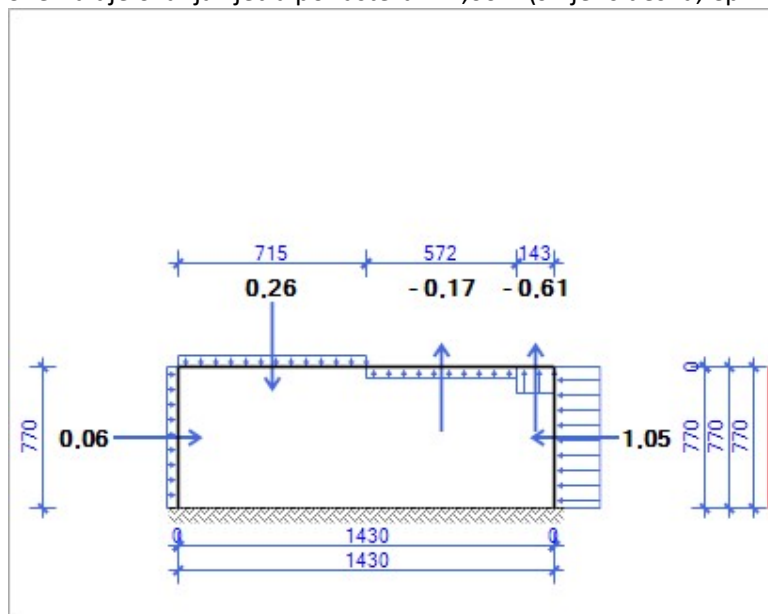
Shema djelovanja vjetra po rasteru $r=1,00\text{m}$ (smjer s lijeva, Cpi negativan):



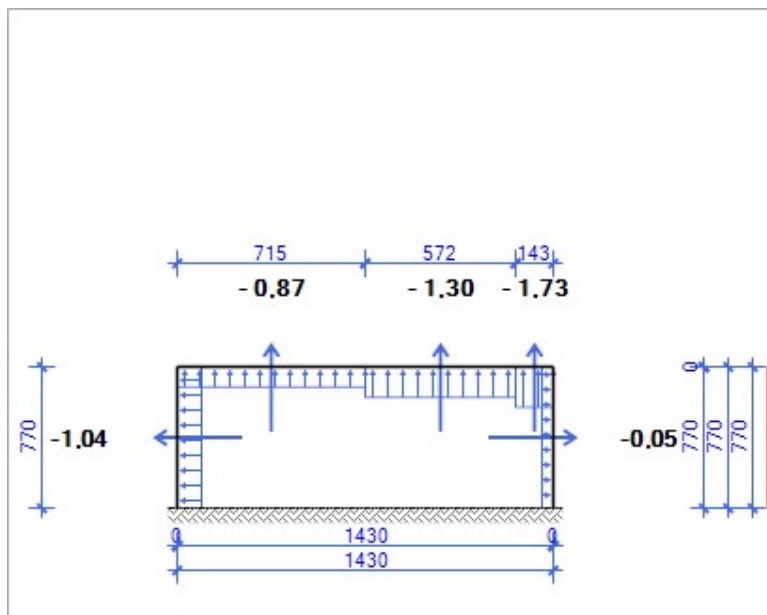
Shema djelovanja vjetra po rasteru $r=1,00\text{m}$ (smjer s lijeva, Cpi pozitivan):



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



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



- Sila trenja uzdužno po krovnoj plohi:
- Sila trenja uzdužno po zidnim ploham:

$$F_{FR} = 1,77 \text{ kN}$$

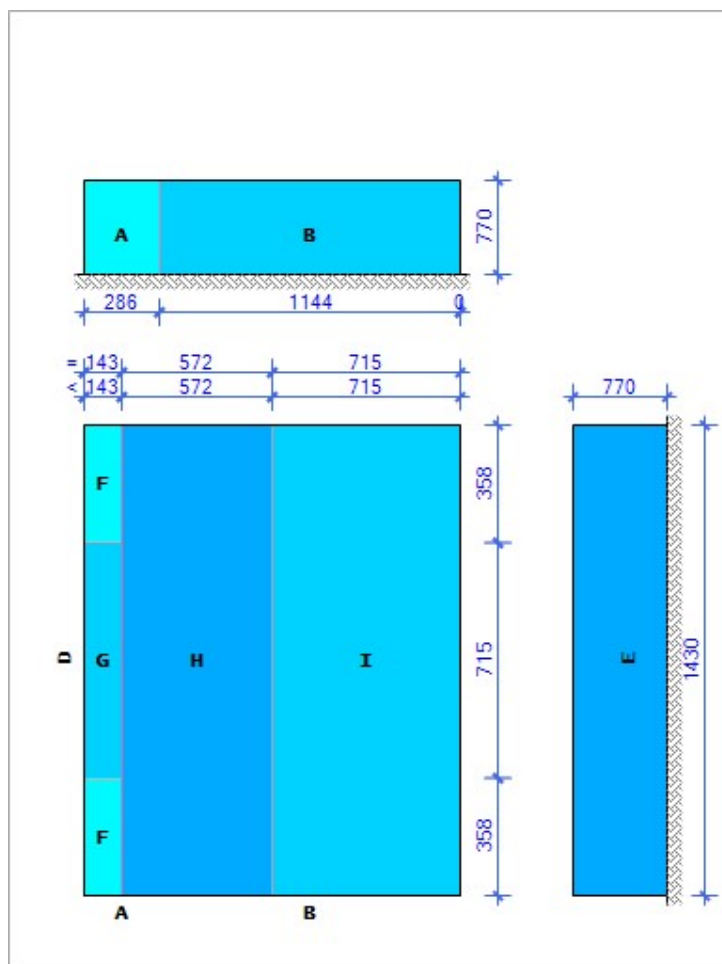
$$F_{FR} = 0,95 | 0,95$$

kN

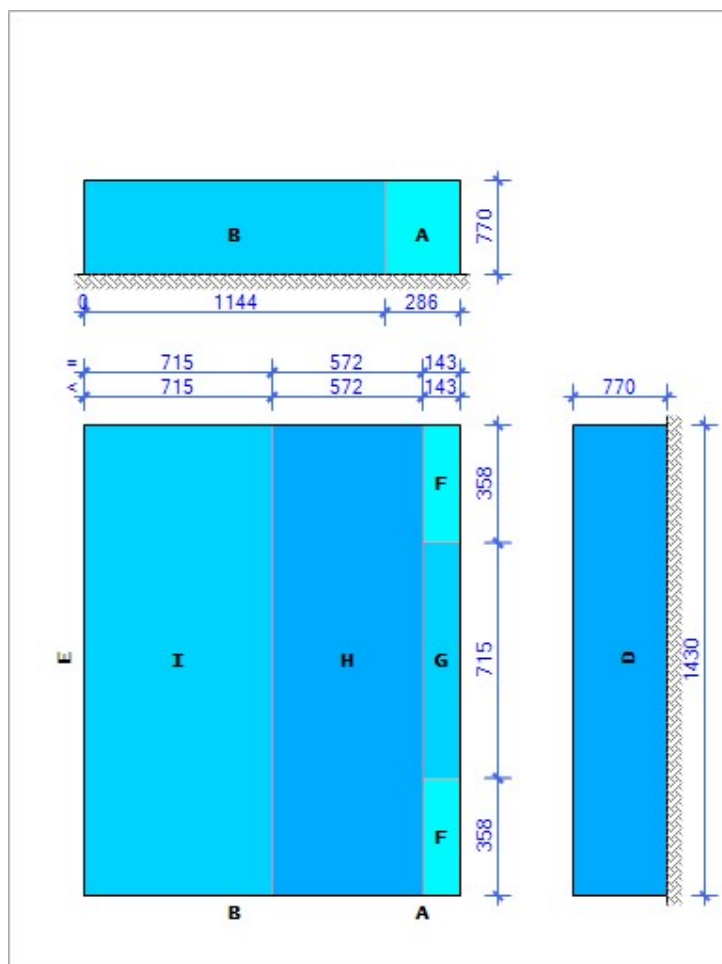
Opterećenja od djelovanja vjetra po ploham i vrstama:

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

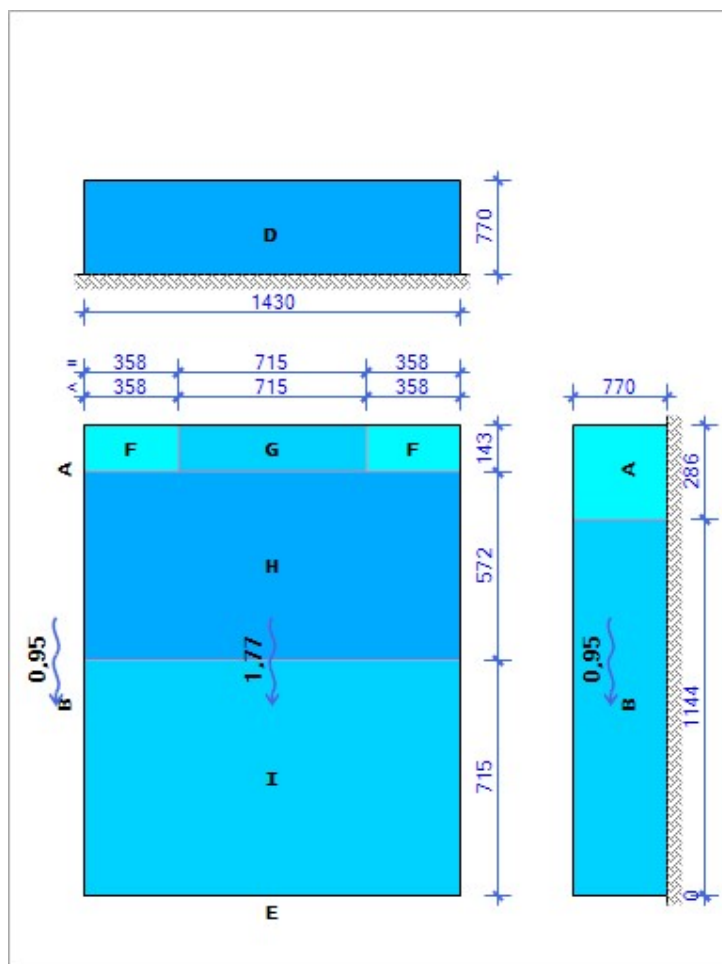
$W_{L \text{ MAX}}$	A	B	C	D	E	F	G	H	I
$C_{e(7,70)}$	-0,60	-0,26	-	1,05	0,06	$C_{e(7,70)}$	-1,30	-0,61	-0,17 0,26
$W_{L \text{ MIN}}$									
$C_{e(7,70)}$	-1,70	-1,36	-	-0,05	-1,04	$C_{e(7,70)}$	-2,43	-1,73	-1,30 -0,87



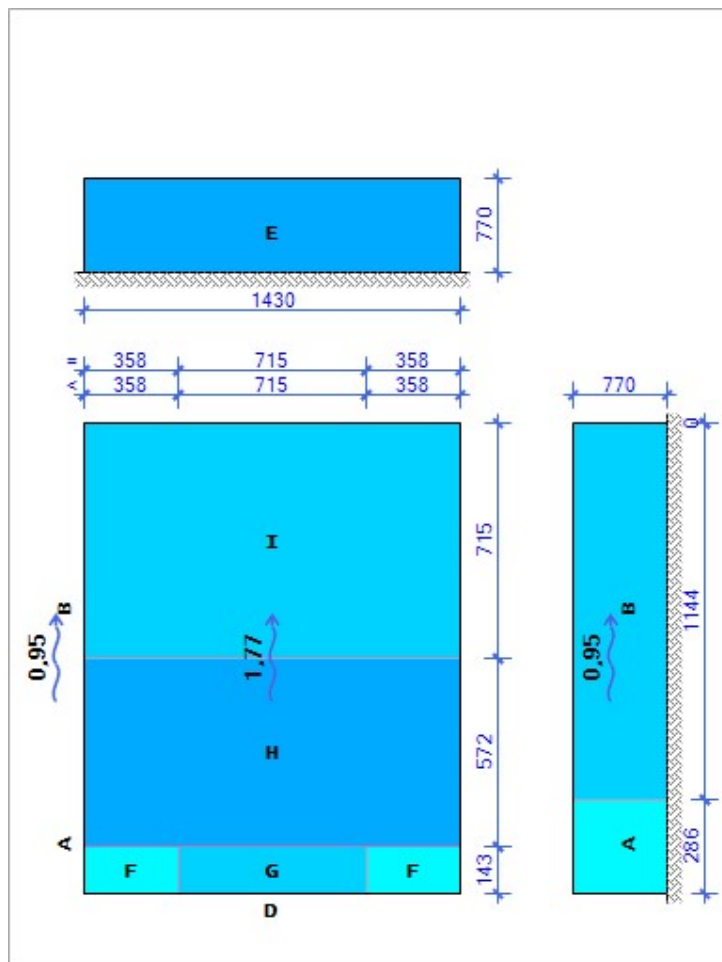
W _{DE} MAX	A	B	C	D	E	F	G	H	I
C _{e(7,70)}	-0,60	-0,26	-	1,05	0,06	C _{e(7,70)}	-1,30	-0,61	-0,17 0,26
W _{DE} MIN									
C _{e(7,70)}	-1,70	-1,36	-	-0,05	-1,04	C _{e(7,70)}	-2,43	-1,73	-1,30 -0,87



W _{GO} MAX	A	B	C	D	E	F	G	H	I
C _{e(7,70)}	-0,60	-0,26	-	1,05	0,06	C _{e(7,70)}	-1,30	-0,61	-0,17 0,26
W _{GO} MIN									
C _{e(7,70)}	-1,70	-1,36	-	-0,05	-1,04	C _{e(7,70)}	-2,43	-1,73	-1,30 -0,87

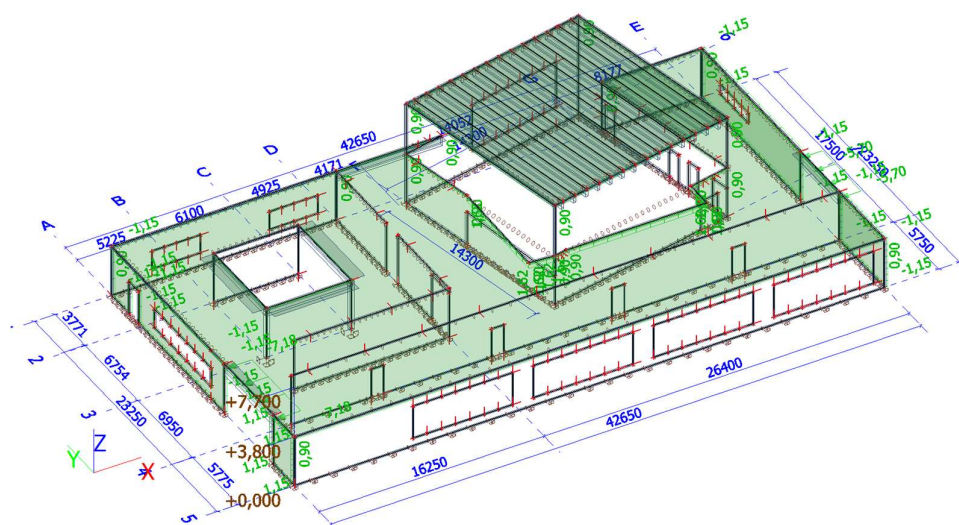


W _{DO MAX}	A	B	C	D	E	F	G	H	I
C _{e(7,70)}	-0,60	-0,26	-	1,05	0,06	C _{e(7,70)}	-1,30	-0,61	-0,17 0,26
W _{DO MIN}									
C _{e(7,70)}	-1,70	-1,36	-	-0,05	-1,04	C _{e(7,70)}	-2,43	-1,73	-1,30 -0,87

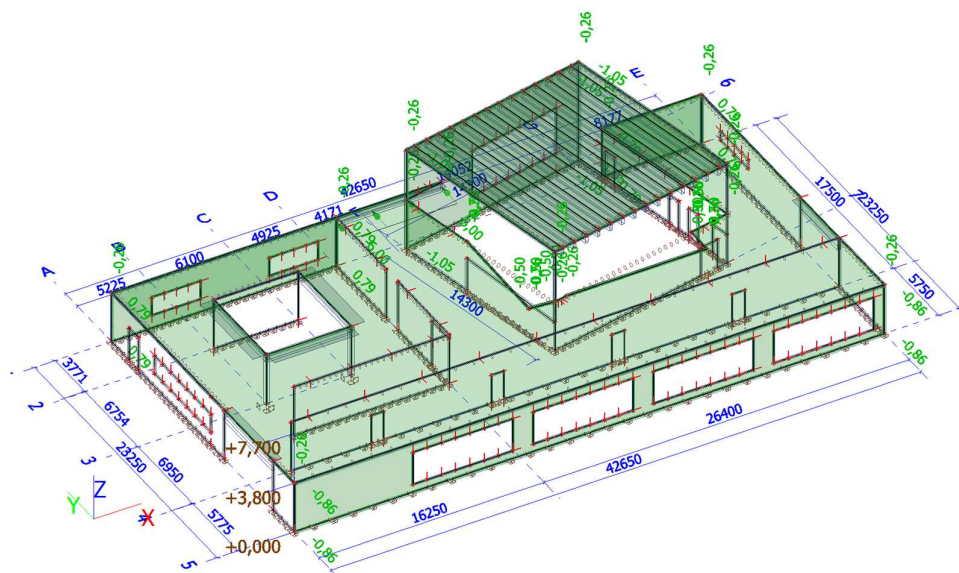


Prikaz opterećenja:

LC5 – vjetar u smjeru x



LC6 – vjetar u smjeru y



2.1.6 LC7,LC8, LC9 i LC10– 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 ($M_S > 5.5$).

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

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

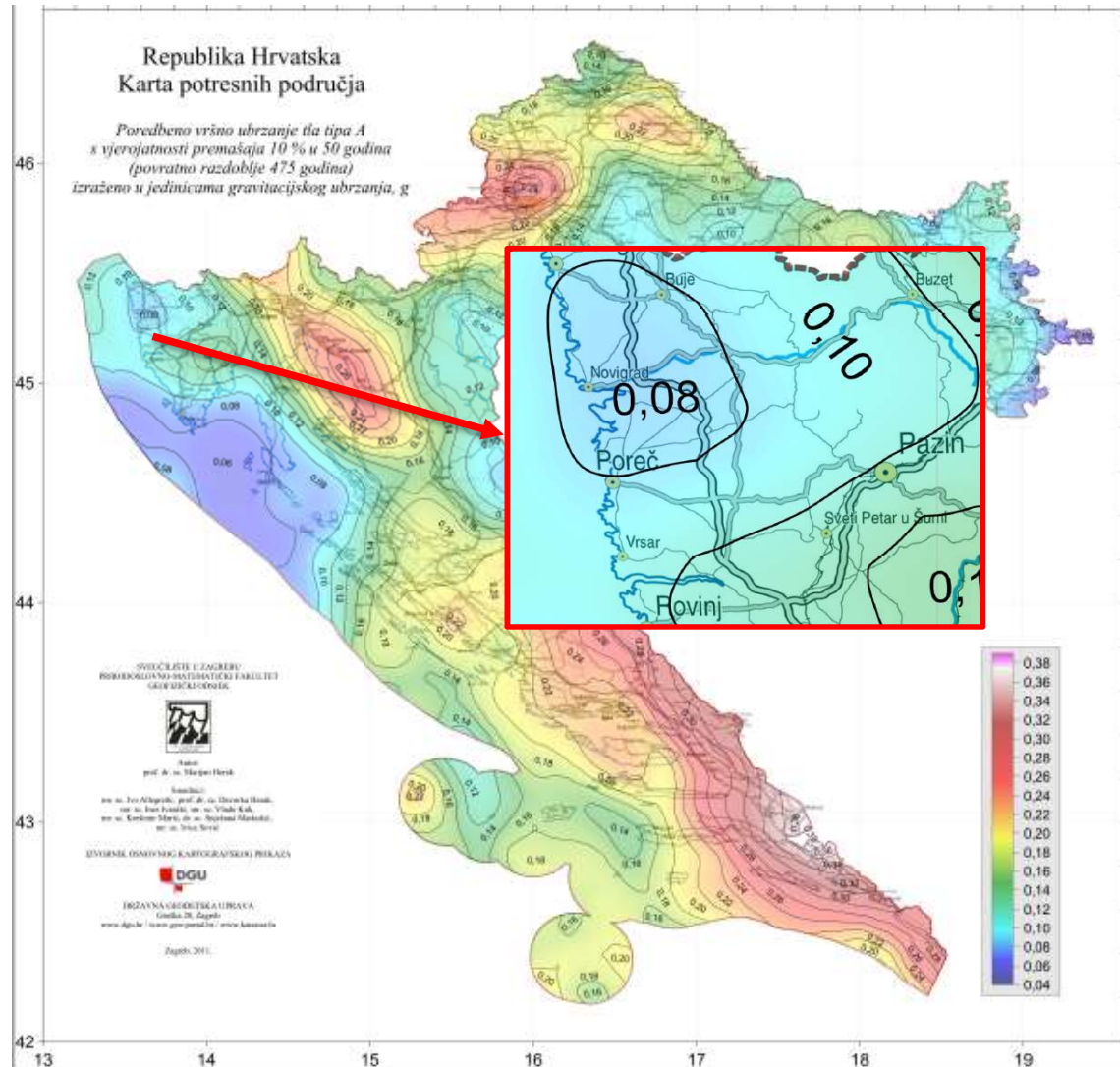
Razred duktilnosti

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 $a_g=0,091 g$ tj. $0,893 \text{ m/s}^2$. **U proračunu se ubrzanje podloge množi s faktorom ponašanja: $1,2a_g$.**

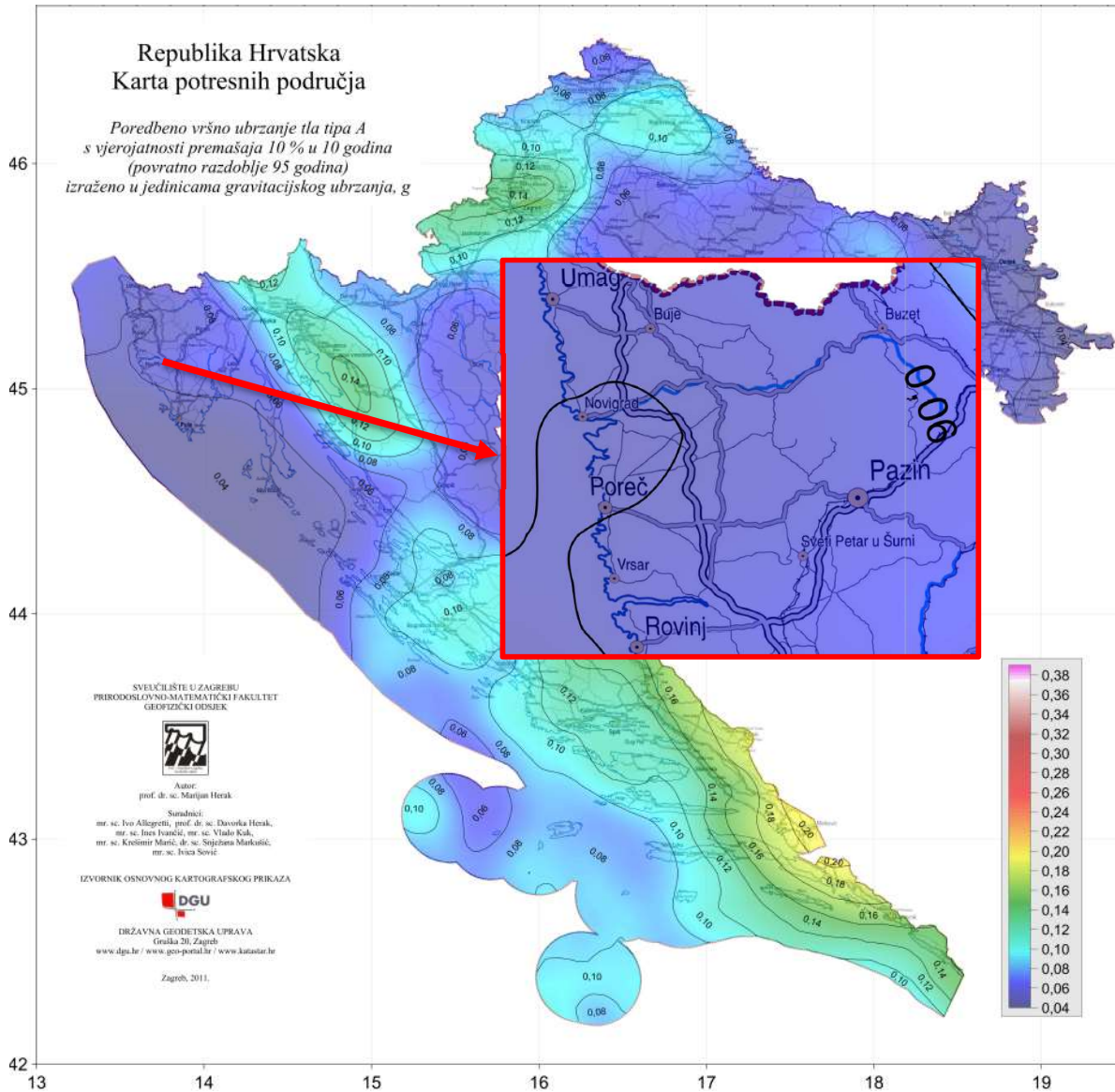
Prikaz računskih ubrzanja tla prema novoj potresnoj karti, prof.dr.sc. Marijan Herak:



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, jednopoljini 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: $q_{0x}=3,0$; u smjeru Y, $q_{0y}=3,0$

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 komponenta 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:

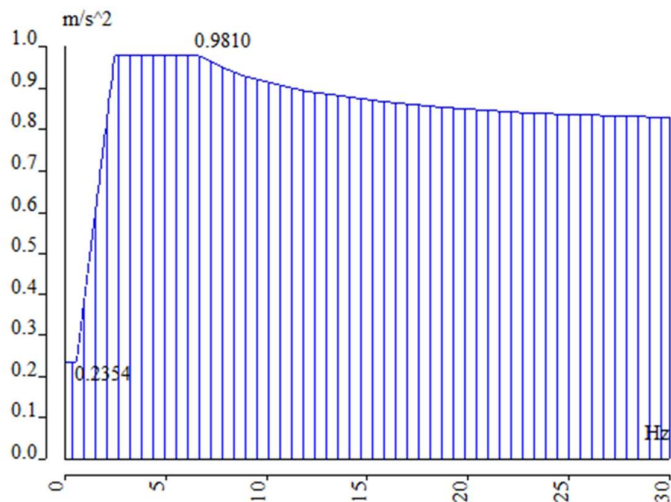
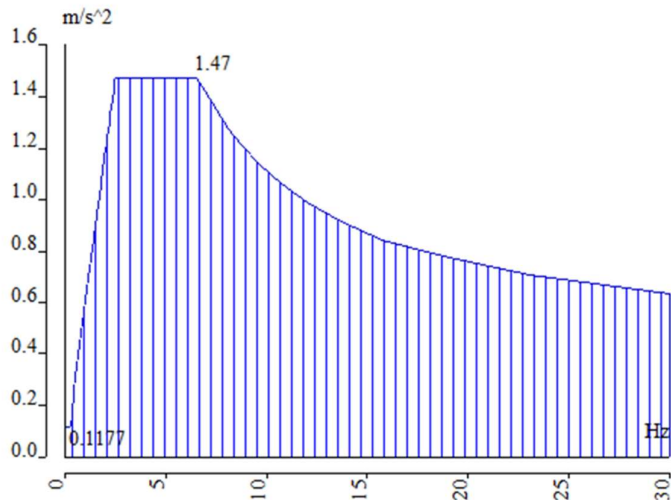
k – broj promatranih oblika vibracija

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:

Name UniqueID	Type drawing	Info	Drawing
TS1 Spektar za povratni period od 475 godina:	Frequency	Type code - Eurocode Subsoil type - A Direction - Horizontal Spectrum type - type 1 coeff accel. ag - 0.120041 ag - design acceleration - 1.1772 beta - 0.2 q - behaviour factor - 3	
TS2 Spektar za povratni period od 95 godina:	Frequency	Type code - Eurocode Subsoil type - A Direction - Horizontal Spectrum type - type 1 coeff accel. ag - 0.0600205 ag - design acceleration - 0.5886 beta - 0.2 q - behaviour factor - 1	

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 slijedeće kombinacije:

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

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

Name	Type	Load cases	Coeff. [-]
CO4	Envelope ultimate	LC1	1,35
		LC2 - dodatno stalno	1,35
CO5	Envelope ultimate	LC1	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
CO6	Envelope ultimate	LC1	1,35
		LC2 - dodatno stalno	1,35
		LC3 - korisno	1,50
CO7	Envelope ultimate	LC1	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
		LC3 - korisno	1,50
CO8	Envelope ultimate	LC1	1,35
		LC2 - dodatno stalno	1,35
		LC4 - snijeg	1,50
		LC5 - vjetar smjer x	0,90
		LC6 - vjetar smjer y	0,90
CO9	Envelope ultimate	LC1	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
		LC4 - snijeg	1,50
		LC5 - vjetar smjer x	0,90
		LC6 - vjetar smjer y	0,90
CO10	Envelope ultimate	LC1	1,35
		LC2 - dodatno stalno	1,35
		LC4 - snijeg	0,75
		LC5 - vjetar smjer x	1,50
		LC6 - vjetar smjer y	1,50
CO11	Envelope ultimate	LC1	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
		LC4 - snijeg	0,75
		LC5 - vjetar smjer x	1,50
		LC6 - vjetar smjer y	1,50

- 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

Name	Type	Load cases	Coeff. [-]
CO12	Envelope ultimate	LC1	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
CO13	Envelope ultimate	LC1	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
		LC7 - potres smjer x T=475g	1,00
		LC8 - potres smjer y T=475g	1,00
		LC9 - potres smjer x T=95g	1,00
		LC10 - potres smjer y T=95g	1,00

Za provjeru graničnog stanja naprezanja se koristi sljedeća kombinacija

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

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

Name	Type	Load cases	Coeff. [-]
CO14	Envelope serviceability	LC1	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
CO15	Envelope serviceability	LC1	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
		LC3 - korisno	1,00
CO16	Envelope serviceability	LC1	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
		LC4 - snijeg	1,00
		LC5 - vjetar smjer x	0,60
		LC6 - vjetar smjer y	0,60
CO17	Envelope serviceability	LC1	1,00
		LC2 - dodatno stalno	1,00
		LC4 - snijeg	0,50
		LC5 - vjetar smjer x	1,00
		LC6 - vjetar smjer y	1,00

Napomena:

U kombinaciji djelovanja vjetar se ne uzima istovremeno.

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 (zbroya) 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 200 tonova dok je na slici ispod prikazana slika postavke solvera:

Name	SolverSetup1
Neglect shear force deformation ($A_y, A_z \gg A$)	No
Produce wall eigenmode results (needed for ECtools)	No
Use IRS (Improved Reduced System) method	No
Print time in Calculation Protocol	Yes
Number of thicknesses of rib plate	20
Maximum soil interaction iterations	10
Number of sections on average member	10
Number of eigenmodes	200
Step for soil/water pressure [m]	0,500
C1x [MN/m ³]	1,0000e-01
C1y [MN/m ³]	1,0000e-01
C1z [MN/m ³]	1,0000e+01
C2x [MN/m]	5,0000e+00
C2y [MN/m]	5,0000e+00
Coefficient for reinforcement	1
Warning when maximal translation is greater than [mm]	1000,0
Warning when maximal rotation is greater than [mrad]	100,0
Parallelism tolerance for automatic calculation [deg]	10,00
Span length ratio $L/b_{eff,max}$ (1 side) for automatic calculation [-]	8,00
Simply supported beam [-]	1,00
Inner span [-]	0,70
End span [-]	0,85
Cantilever [-]	2,00
Soil combination	None
Bending theory of plate/shell analysis	Mindlin
Type of solver	Direct
Type of eigen value solver	Lanczos

3.1 Višemodalna spektralna analiza – rezultati proračuna

3.1.1 Prikaz vlastitih oblika i sudjelujućih masa

Sum of masses

[kg]	X	Y	Z
Combination of mass groups 1	1388108.56	1388108.56	1388108.56

Modal participation factors

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	28.8843	0.2175	4.5971	0.0000	0.0000	0.0855	0.0348	0.0243	0.0000
2	35.2786	0.1781	5.6148	0.0000	0.0000	0.0188	0.0001	0.0004	0.0000
3	35.9377	0.1748	5.7197	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0063	0.0000
4	39.4826	0.1591	6.2839	0.0000	0.0000	0.0002	0.0042	0.0002	0.0000
5	46.4914	0.1351	7.3993	0.0000	0.0000	0.0105	0.0039	0.0029	0.0000
6	51.9616	0.1209	8.2700	0.0000	0.0000	0.0331	0.0160	0.0607	0.0000
7	57.7694	0.1088	9.1943	0.0000	0.0000	0.0332	0.0411	0.0083	0.0000
8	59.3769	0.1058	9.4501	0.0000	0.0000	0.0317	0.0604	0.0000	0.0000
9	62.1056	0.1012	9.8844	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0013	0.0000
10	62.6104	0.1004	9.9648	0.0000	0.0000	0.0003	0.0062	0.0181	0.0000
11	63.2789	0.0993	10.0712	0.0000	0.0000	0.0350	0.0031	0.1100	0.0000
12	65.7246	0.0956	10.4604	0.0000	0.0000	0.0084	0.0217	0.0021	0.0000
13	68.3137	0.0920	10.8725	0.0000	0.0000	0.0338	0.0346	0.0021	0.0000
14	73.7719	0.0852	11.7412	0.0000	0.0001	0.0029	0.0023	0.0236	0.0000
15	76.8637	0.0817	12.2332	0.0002	0.0001	0.0033	0.0006	0.0009	0.0001
16	77.9435	0.0806	12.4051	0.0221	0.0023	0.0000	0.0001	0.0003	0.0016
17	79.1105	0.0794	12.5908	0.0000	0.0000	0.0070	0.0023	0.0218	0.0000
18	79.3829	0.0792	12.6342	0.0001	0.0013	0.0023	0.0187	0.0043	0.0000
19	80.8293	0.0777	12.8644	0.0003	0.1185	0.0001	0.0035	0.0000	0.0094
20	83.3113	0.0754	13.2594	0.0000	0.0000	0.0034	0.0038	0.0056	0.0000
21	83.5849	0.0752	13.3030	0.0000	0.0001	0.0038	0.0014	0.0010	0.0000
22	85.0741	0.0739	13.5400	0.0001	0.0000	0.0053	0.0155	0.0021	0.0001
23	86.9347	0.0723	13.8361	0.0002	0.0083	0.0005	0.0008	0.0000	0.0001
24	89.3303	0.0703	14.2174	0.0001	0.0002	0.0012	0.0001	0.0210	0.0000
25	90.1365	0.0697	14.3457	0.0000	0.0001	0.0400	0.0031	0.0018	0.0000
26	95.0569	0.0661	15.1288	0.0003	0.0001	0.0032	0.0004	0.0040	0.0001
27	96.7816	0.0649	15.4033	0.0002	0.0001	0.0002	0.0078	0.0138	0.0005
28	97.2533	0.0646	15.4783	0.0005	0.0663	0.0000	0.0131	0.0004	0.0001
29	97.9979	0.0641	15.5969	0.0007	0.0001	0.0235	0.0018	0.0261	0.0001
30	101.9807	0.0616	16.2307	0.0013	0.0421	0.0000	0.0006	0.0000	0.0001
31	102.8542	0.0611	16.3698	0.0135	0.0003	0.0009	0.0002	0.0023	0.0003
32	104.4819	0.0601	16.6288	0.0002	0.0243	0.0012	0.0025	0.0063	0.0045
33	105.2203	0.0597	16.7463	0.0015	0.5194	0.0001	0.0015	0.0005	0.0726
34	108.8674	0.0577	17.3268	0.0003	0.0019	0.0005	0.0049	0.0028	0.0001
35	110.7251	0.0567	17.6224	0.0002	0.0020	0.0000	0.0000	0.0006	0.0007
36	112.2517	0.0560	17.8654	0.0000	0.0018	0.0178	0.0235	0.0078	0.0004
37	113.1383	0.0555	18.0065	0.0013	0.0011	0.0000	0.0024	0.0002	0.0034
38	116.6320	0.0539	18.5626	0.0005	0.0003	0.0030	0.0000	0.0077	0.0021
39	118.5440	0.0530	18.8669	0.0000	0.0001	0.0061	0.0001	0.0022	0.0005
40	118.8622	0.0529	18.9175	0.0382	0.0018	0.0006	0.0007	0.0019	0.1130
41	121.5709	0.0517	19.3486	0.0067	0.0025	0.0001	0.0003	0.0007	0.0468
42	122.6499	0.0512	19.5203	0.0004	0.0006	0.0042	0.0031	0.0003	0.0004
43	124.3201	0.0505	19.7862	0.0015	0.0006	0.0001	0.0163	0.0002	0.0005
44	125.5060	0.0501	19.9749	0.2466	0.0059	0.0000	0.0005	0.0077	0.0000
45	127.2316	0.0494	20.2495	0.0038	0.0124	0.0001	0.0011	0.0013	0.0851
46	127.9420	0.0491	20.3626	0.0000	0.0007	0.0001	0.0001	0.0007	0.0006
47	128.1004	0.0490	20.3878	0.0011	0.0000	0.0004	0.0010	0.0063	0.0005
48	129.5195	0.0485	20.6137	0.0013	0.0013	0.0078	0.0051	0.0138	0.0069
49	130.7661	0.0480	20.8121	0.0004	0.0006	0.0003	0.0006	0.0000	0.0222
50	131.9113	0.0476	20.9943	0.0001	0.0037	0.0015	0.0076	0.0072	0.0843
51	132.3332	0.0475	21.0615	0.0008	0.0001	0.0037	0.0005	0.0008	0.0057

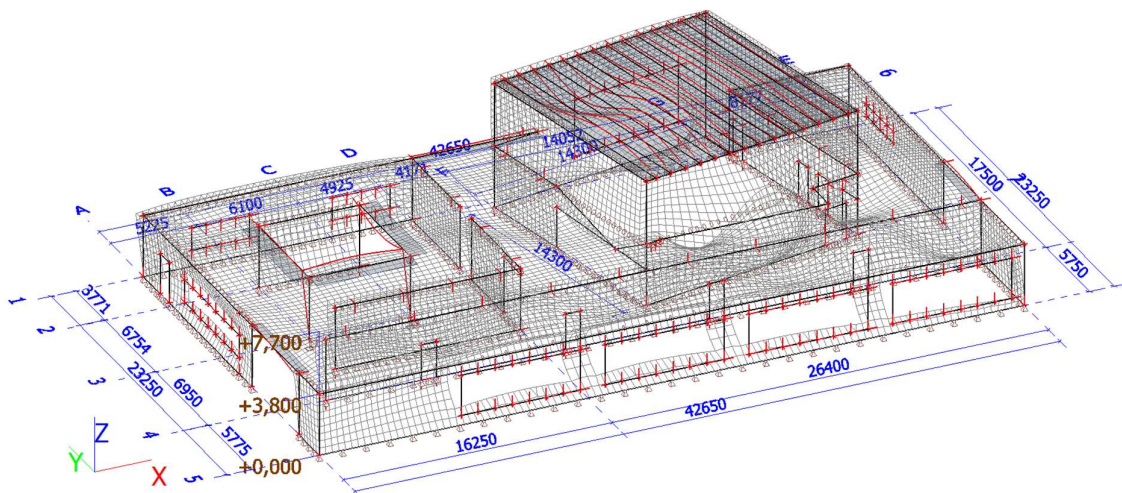
Mode	Omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	Wxi / Wxtot	Wyi / Wytot	Wzi / Wztot	Wxi_R / Wxtot_R	Wyi_R / Wytot_R	Wzi_R / Spectral
52	134.7378	0.0466	21.4442	0.0000	0.0001	0.0000	0.0008	0.0024	0.0010
53	135.9888	0.0462	21.6433	0.0011	0.0007	0.0003	0.0004	0.0001	0.0470
54	137.2065	0.0458	21.8371	0.0005	0.0005	0.0005	0.0008	0.0000	0.0003
55	138.4049	0.0454	22.0278	0.0000	0.0010	0.0006	0.0004	0.0001	0.0147
56	140.8888	0.0446	22.4231	0.0018	0.0016	0.0001	0.0091	0.0000	0.0007
57	143.0896	0.0439	22.7734	0.0081	0.0001	0.0000	0.0002	0.0002	0.0006
58	143.3076	0.0438	22.8081	0.0000	0.0002	0.0018	0.0010	0.0007	0.0001
59	144.3875	0.0435	22.9800	0.0010	0.0001	0.0003	0.0005	0.0001	0.0062
60	144.7983	0.0434	23.0454	0.0012	0.0005	0.0006	0.0029	0.0001	0.0032
61	146.1806	0.0430	23.2654	0.0001	0.0000	0.0010	0.0131	0.0003	0.0124
62	146.5634	0.0429	23.3263	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0010	0.0038
63	147.0160	0.0427	23.3983	0.0001	0.0005	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
64	147.0901	0.0427	23.4101	0.0001	0.0018	0.0001	0.0001	0.0001	0.0039
65	150.3036	0.0418	23.9216	0.0018	0.0016	0.0002	0.0003	0.0000	0.0134
66	151.3666	0.0415	24.0907	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0011	0.0003
67	152.3409	0.0412	24.2458	0.0002	0.0000	0.0008	0.0040	0.0005	0.0002
68	152.4759	0.0412	24.2673	0.0000	0.0000	0.0002	0.0007	0.0001	0.0001
69	152.7261	0.0411	24.3071	0.0034	0.0001	0.0006	0.0027	0.0004	0.0025
70	153.1388	0.0410	24.3728	0.0017	0.0001	0.0001	0.0003	0.0008	0.0009
71	153.3719	0.0410	24.4099	0.0011	0.0045	0.0035	0.0077	0.0001	0.0043
72	154.3171	0.0407	24.5603	0.0003	0.0001	0.0003	0.0000	0.0005	0.0006
73	154.4262	0.0407	24.5777	0.0000	0.0023	0.0017	0.0033	0.0009	0.0049
74	155.2339	0.0405	24.7062	0.0001	0.0000	0.0001	0.0032	0.0007	0.0001
75	155.3768	0.0404	24.7290	0.0001	0.0004	0.0009	0.0007	0.0002	0.0000
76	155.8725	0.0403	24.8079	0.0001	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010
77	157.2655	0.0400	25.0296	0.0005	0.0001	0.0000	0.0001	0.0011	0.0105
78	157.7796	0.0398	25.1114	0.0005	0.0001	0.0000	0.0001	0.0019	0.0086
79	162.2193	0.0387	25.8180	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0002
80	162.5663	0.0386	25.8732	0.0000	0.0000	0.0002	0.0006	0.0000	0.0001
81	163.5437	0.0384	26.0288	0.0011	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0001
82	164.1671	0.0383	26.1280	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0015	0.0001
83	164.8725	0.0381	26.2403	0.0000	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003
84	165.1943	0.0380	26.2915	0.0021	0.0002	0.0001	0.0003	0.0006	0.0019
85	167.5407	0.0375	26.6649	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0002
86	168.2475	0.0373	26.7774	0.0001	0.0001	0.0000	0.0015	0.0000	0.0005
87	170.8236	0.0368	27.1874	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001
88	171.2084	0.0367	27.2487	0.0001	0.0001	0.0029	0.0000	0.0023	0.0004
89	171.6623	0.0366	27.3209	0.0000	0.0000	0.0014	0.0037	0.0002	0.0061
90	174.3764	0.0360	27.7529	0.0000	0.0001	0.0019	0.0019	0.0001	0.0014
91	174.8778	0.0359	27.8327	0.0000	0.0001	0.0012	0.0008	0.0001	0.0028
92	175.3852	0.0358	27.9134	0.0067	0.0001	0.0000	0.0006	0.0000	0.0010
93	175.5342	0.0358	27.9371	0.0012	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0002
94	176.1699	0.0357	28.0383	0.0003	0.0002	0.0001	0.0001	0.0032	0.0003
95	177.3333	0.0354	28.2235	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004
96	179.6863	0.0350	28.5980	0.0000	0.0001	0.0005	0.0011	0.0002	0.0007
97	180.2791	0.0349	28.6923	0.0001	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0001
98	180.3962	0.0348	28.7109	0.0001	0.0000	0.0005	0.0026	0.0001	0.0000
99	180.6062	0.0348	28.7444	0.0001	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000
100	180.6728	0.0348	28.7550	0.0004	0.0003	0.0002	0.0002	0.0001	0.0004
101	180.7105	0.0348	28.7610	0.0006	0.0001	0.0000	0.0001	0.0003	0.0000
102	180.7830	0.0348	28.7725	0.0000	0.0001	0.0001	0.0012	0.0010	0.0000
103	181.3246	0.0347	28.8587	0.0003	0.0002	0.0002	0.0001	0.0009	0.0008
104	182.8134	0.0344	29.0957	0.0001	0.0008	0.0008	0.0005	0.0009	0.0026
105	183.3092	0.0343	29.1746	0.0001	0.0002	0.0002	0.0025	0.0001	0.0003
106	186.3852	0.0337	29.6641	0.0106	0.0013	0.0000	0.0025	0.0003	0.0011
107	187.0180	0.0336	29.7648	0.0224	0.0046	0.0001	0.0001	0.0009	0.0040
108	188.3414	0.0334	29.9755	0.0224	0.0019	0.0003	0.0000	0.0000	0.0005
109	189.7311	0.0331	30.1966	0.0313	0.0045	0.0005	0.0002	0.0001	0.0024
110	191.4005	0.0328	30.4623	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
111	191.9150	0.0327	30.5442	0.0003	0.0001	0.0010	0.0012	0.0002	0.0003
112	191.9305	0.0327	30.5467	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

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
113	193.4689	0.0325	30.7915	0.0018	0.0002	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
114	193.8102	0.0324	30.8459	0.0247	0.0002	0.0003	0.0003	0.0012	0.0003
115	194.0330	0.0324	30.8813	0.0000	0.0000	0.0013	0.0022	0.0000	0.0000
116	194.1639	0.0324	30.9022	0.0086	0.0000	0.0000	0.0006	0.0001	0.0000
117	194.2814	0.0323	30.9208	0.0020	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000
118	195.1381	0.0322	31.0572	0.0059	0.0007	0.0002	0.0000	0.0000	0.0003
119	195.7552	0.0321	31.1554	0.0038	0.0000	0.0031	0.0022	0.0008	0.0002
120	197.1972	0.0319	31.3849	0.0025	0.0000	0.0008	0.0010	0.0004	0.0008
121	197.3754	0.0318	31.4133	0.0059	0.0008	0.0073	0.0036	0.0012	0.0000
122	198.2628	0.0317	31.5545	0.0116	0.0002	0.0004	0.0032	0.0001	0.0001
123	199.8939	0.0314	31.8141	0.0003	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000
124	200.9780	0.0313	31.9866	0.0033	0.0011	0.0013	0.0023	0.0020	0.0018
125	203.2725	0.0309	32.3518	0.0009	0.0000	0.0003	0.0001	0.0027	0.0003
126	204.0941	0.0308	32.4826	0.0010	0.0000	0.0008	0.0005	0.0007	0.0001
127	204.1781	0.0308	32.4960	0.0061	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0019
128	204.4987	0.0307	32.5470	0.0075	0.0003	0.0008	0.0000	0.0018	0.0000
129	207.2754	0.0303	32.9889	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130	207.8975	0.0302	33.0879	0.0010	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0026
131	208.5043	0.0301	33.1845	0.0025	0.0004	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001
132	208.8527	0.0301	33.2399	0.0019	0.0001	0.0003	0.0002	0.0002	0.0001
133	209.6319	0.0300	33.3640	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
134	209.6710	0.0300	33.3702	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
135	209.6969	0.0300	33.3743	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
136	209.7405	0.0300	33.3812	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
137	210.4285	0.0299	33.4907	0.0032	0.0001	0.0000	0.0013	0.0001	0.0006
138	211.5548	0.0297	33.6700	0.0072	0.0090	0.0002	0.0000	0.0001	0.0206
139	212.4570	0.0296	33.8136	0.0007	0.0002	0.0001	0.0003	0.0001	0.0001
140	212.7576	0.0295	33.8614	0.0163	0.0002	0.0000	0.0010	0.0001	0.0119
141	213.7524	0.0294	34.0198	0.0021	0.0010	0.0002	0.0017	0.0000	0.0008
142	214.3543	0.0293	34.1155	0.0001	0.0024	0.0011	0.0021	0.0001	0.0021
143	214.6214	0.0293	34.1580	0.0113	0.0001	0.0013	0.0001	0.0007	0.0081
144	215.2353	0.0292	34.2558	0.0008	0.0006	0.0001	0.0003	0.0000	0.0010
145	215.5261	0.0292	34.3020	0.0015	0.0005	0.0001	0.0001	0.0000	0.0017
146	216.0873	0.0291	34.3914	0.0012	0.0006	0.0003	0.0010	0.0001	0.0002
147	216.5752	0.0290	34.4690	0.0055	0.0023	0.0007	0.0010	0.0000	0.0005
148	217.1288	0.0289	34.5571	0.0004	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0008
149	218.5677	0.0287	34.7861	0.0018	0.0018	0.0001	0.0000	0.0003	0.0056
150	220.0199	0.0286	35.0173	0.0018	0.0008	0.0024	0.0002	0.0005	0.0000
151	221.6752	0.0283	35.2807	0.0104	0.0009	0.0000	0.0001	0.0003	0.0000
152	222.5941	0.0282	35.4270	0.0110	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000
153	222.6942	0.0282	35.4429	0.0005	0.0000	0.0015	0.0002	0.0003	0.0000
154	222.9045	0.0282	35.4764	0.0005	0.0000	0.0000	0.0003	0.0001	0.0002
155	222.9766	0.0282	35.4878	0.0002	0.0000	0.0000	0.0007	0.0001	0.0000
156	226.7819	0.0277	36.0935	0.0007	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007
157	227.4230	0.0276	36.1955	0.0419	0.0005	0.0001	0.0006	0.0003	0.0001
158	227.6135	0.0276	36.2258	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
159	227.7641	0.0276	36.2498	0.0011	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001
160	227.8404	0.0276	36.2619	0.0032	0.0001	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001
161	228.1081	0.0275	36.3045	0.0240	0.0006	0.0001	0.0006	0.0002	0.0013
162	228.2383	0.0275	36.3252	0.0058	0.0000	0.0000	0.0007	0.0000	0.0005
163	229.1475	0.0274	36.4700	0.0004	0.0002	0.0001	0.0002	0.0004	0.0015
164	230.7256	0.0272	36.7211	0.0310	0.0014	0.0007	0.0000	0.0000	0.0006
165	231.2076	0.0272	36.7978	0.0017	0.0001	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000
166	232.5930	0.0270	37.0183	0.0086	0.0003	0.0002	0.0000	0.0000	0.0008
167	233.8724	0.0269	37.2219	0.0002	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000
168	234.0663	0.0268	37.2528	0.0010	0.0002	0.0006	0.0001	0.0002	0.0001
169	234.5159	0.0268	37.3244	0.0001	0.0001	0.0015	0.0008	0.0000	0.0000
170	235.5128	0.0267	37.4830	0.0016	0.0000	0.0039	0.0004	0.0027	0.0010
171	236.1354	0.0266	37.5821	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
172	239.1434	0.0263	38.0609	0.0006	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000
173	240.1208	0.0262	38.2164	0.0026	0.0000	0.0014	0.0005	0.0030	0.0006

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
174	243.8305	0.0258	38.8068	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0018	0.0001
175	245.8437	0.0256	39.1272	0.0014	0.0001	0.0039	0.0005	0.0068	0.0000
176	246.1888	0.0255	39.1822	0.0002	0.0010	0.0003	0.0001	0.0001	0.0016
177	247.0474	0.0254	39.3188	0.0032	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0049
178	247.4921	0.0254	39.3896	0.0042	0.0000	0.0019	0.0012	0.0000	0.0002
179	248.0782	0.0253	39.4829	0.0000	0.0000	0.0002	0.0009	0.0010	0.0000
180	249.2538	0.0252	39.6700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
181	249.2721	0.0252	39.6729	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
182	249.2739	0.0252	39.6732	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
183	249.2802	0.0252	39.6742	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
184	249.6806	0.0252	39.7379	0.0000	0.0000	0.0005	0.0004	0.0002	0.0000
185	249.7473	0.0252	39.7485	0.0015	0.0017	0.0001	0.0000	0.0000	0.0093
186	251.9834	0.0249	40.1044	0.0069	0.0008	0.0007	0.0001	0.0005	0.0003
187	253.0088	0.0248	40.2676	0.0035	0.0000	0.0013	0.0000	0.0011	0.0014
188	254.5802	0.0247	40.5177	0.0013	0.0002	0.0003	0.0002	0.0000	0.0021
189	256.3081	0.0245	40.7927	0.0000	0.0004	0.0000	0.0010	0.0013	0.0023
190	256.4775	0.0245	40.8197	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
191	257.1781	0.0244	40.9312	0.0164	0.0018	0.0000	0.0001	0.0000	0.0384
192	257.3928	0.0244	40.9653	0.0024	0.0002	0.0000	0.0001	0.0000	0.0075
193	258.1165	0.0243	41.0805	0.0002	0.0006	0.0000	0.0002	0.0000	0.0023
194	259.3468	0.0242	41.2763	0.0004	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0001
195	260.5027	0.0241	41.4603	0.0007	0.0001	0.0012	0.0007	0.0004	0.0021
196	260.9468	0.0241	41.5310	0.0032	0.0003	0.0014	0.0000	0.0004	0.0024
197	261.8513	0.0240	41.6749	0.0117	0.0000	0.0001	0.0002	0.0001	0.0069
198	262.7549	0.0239	41.8187	0.0046	0.0001	0.0004	0.0000	0.0001	0.0007
199	265.1215	0.0237	42.1954	0.0005	0.0000	0.0026	0.0001	0.0033	0.0000
200	265.5685	0.0237	42.2665	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0000	0.0007
				0.8238	0.8923	0.5121	0.4888	0.5008	0.7876

S obzirom da je postotak aktivirane mase u oba smjera je 80%, pri potresnoj kombinaciji CO3 potresna djelovanja množe se s koeficijentom 1,2, odnosno povećava za 20%.

TON 33; T=0,0597s



The diagram illustrates a complex 3D wireframe model of a building's structural grid. Key features include:

- Vertical Levels:** Indicated by yellow labels at the bottom left: +0,000 (base), +3,800, and +7,700.
- Horizontal Dimensions:** Numerous blue dimension lines specify lengths across the plan and elevation views, such as 6100, 4925, 4771, 14300, 17500, 23250, 5750, 26400, 42650, 16250, 6950, 23250, 6734, 3771, and 5775.
- Grid Lines:** Labeled with letters A through F and numbers 1 through 6, defining the spatial coordinates of the structure.
- Coordinate System:** A local coordinate system is shown at the bottom left with X (red arrow pointing right), Y (green arrow pointing forward), and Z (blue arrow pointing up) axes.

3.1.2 Pomaci konstrukcije

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.

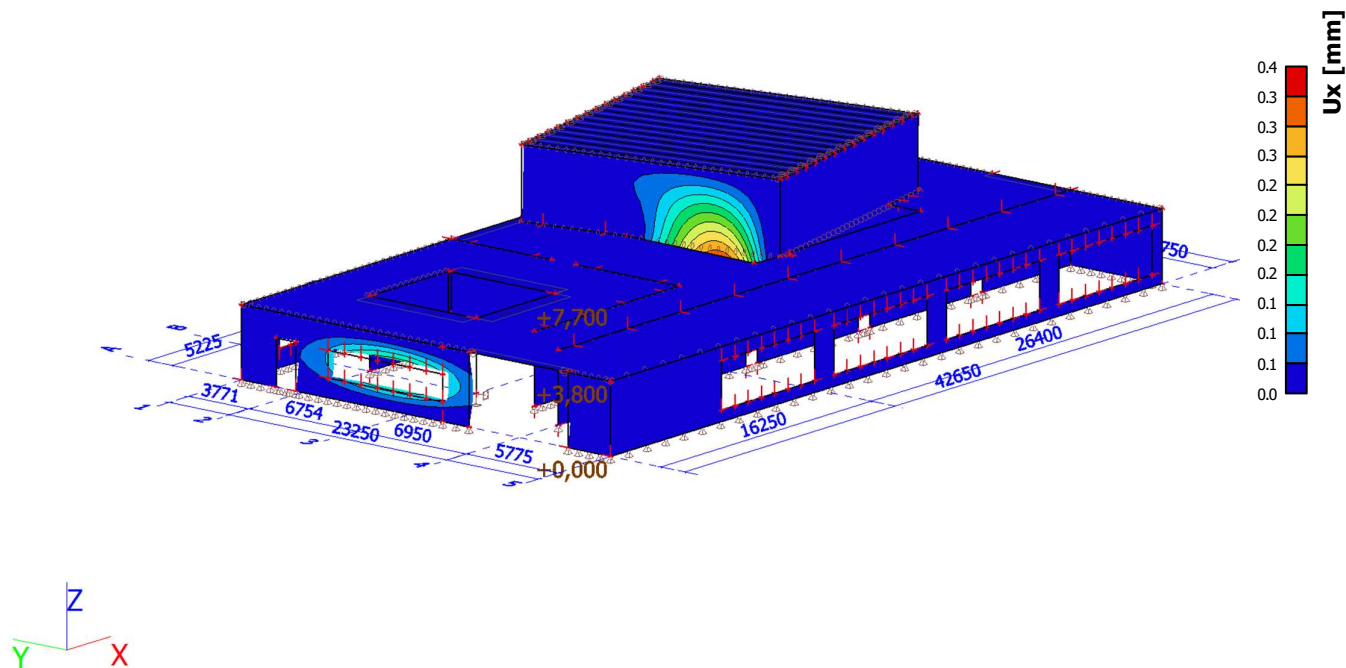
MODEL 1 – neraspucalo stanje

Za proračun pomaka na djelovanje potresa primjenjuje se model sa spriječenim pomacima pri dnu stupova i zidova. 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: (TNCR=95 godina; 10 godina; PNCR=10%):



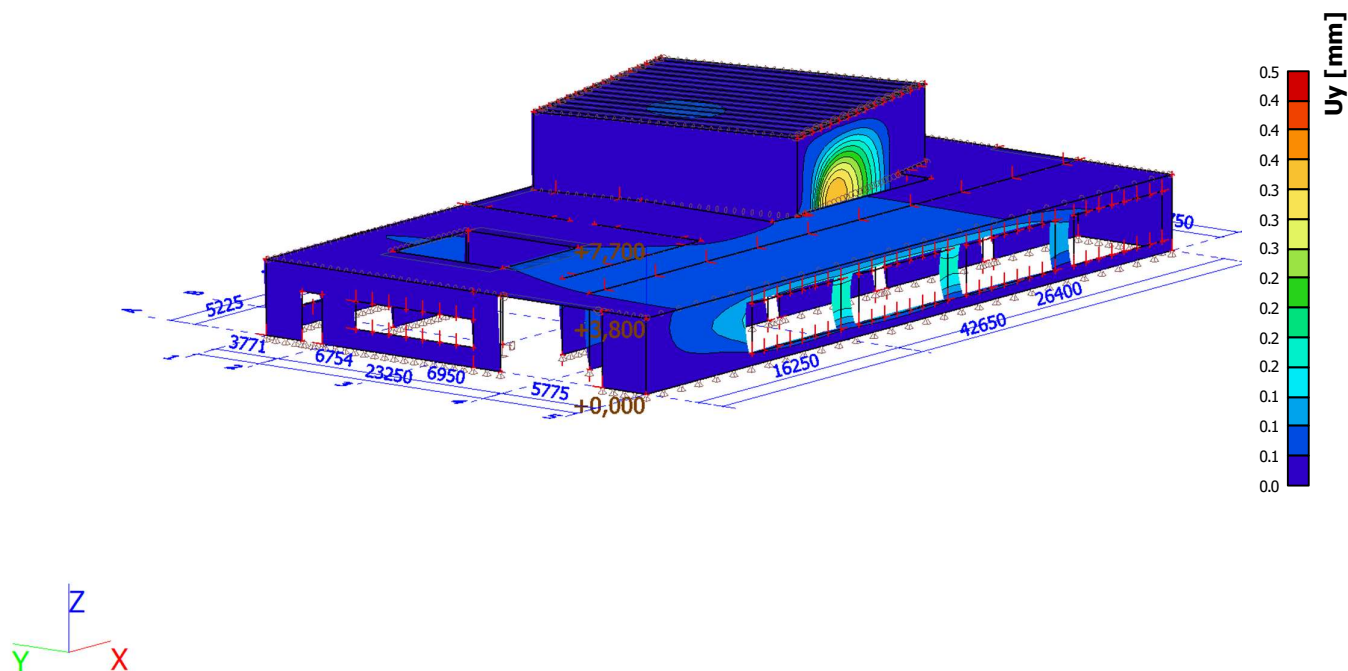
Pomaci [mm] u smjeru X za djelovanje potresa u X, smjeru broj deformabilnih etaža: 1

$$d_s = 0,4 \text{ mm} < d_{r,dop} = 0,01 \cdot 3800 = 38 \text{ mm}$$

Pomak Y smjer

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

Računsko ubrzanje tla: (TNCR=95 godina; 10 godina; PNCR=10%):

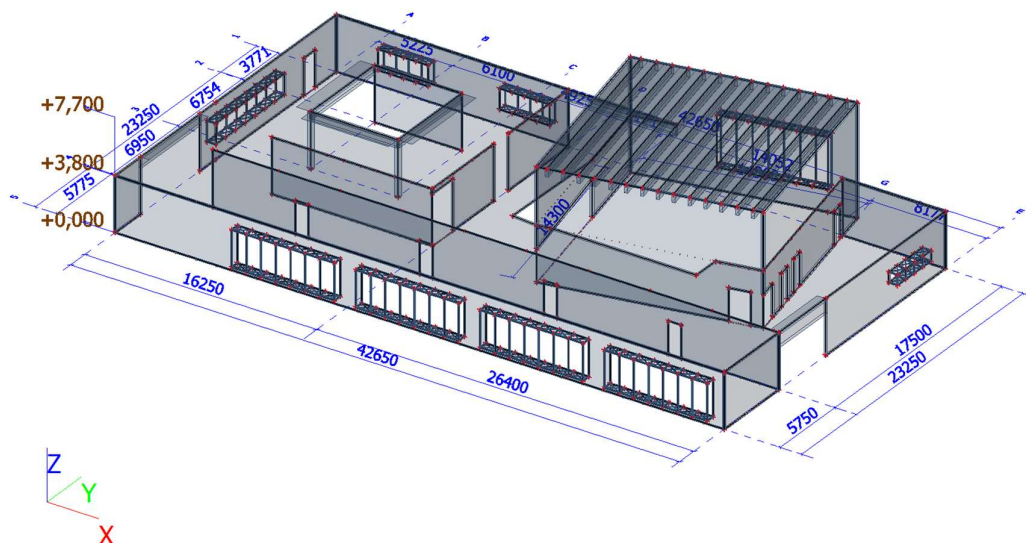


Pomaci [mm] u smjeru X za djelovanje potresa u X, smjeru broj deformabilnih etaža: 1

$$d_s = 0,4 \text{ mm} < d_{r,dop} = 0.01 \cdot 3800 = 38 \text{ mm}$$

4 Stropna ploča

3D prikaz proračunskog modela



AB ploča modelirana su kao plošni elementi klase betona C30/37 debljine od 20 cm

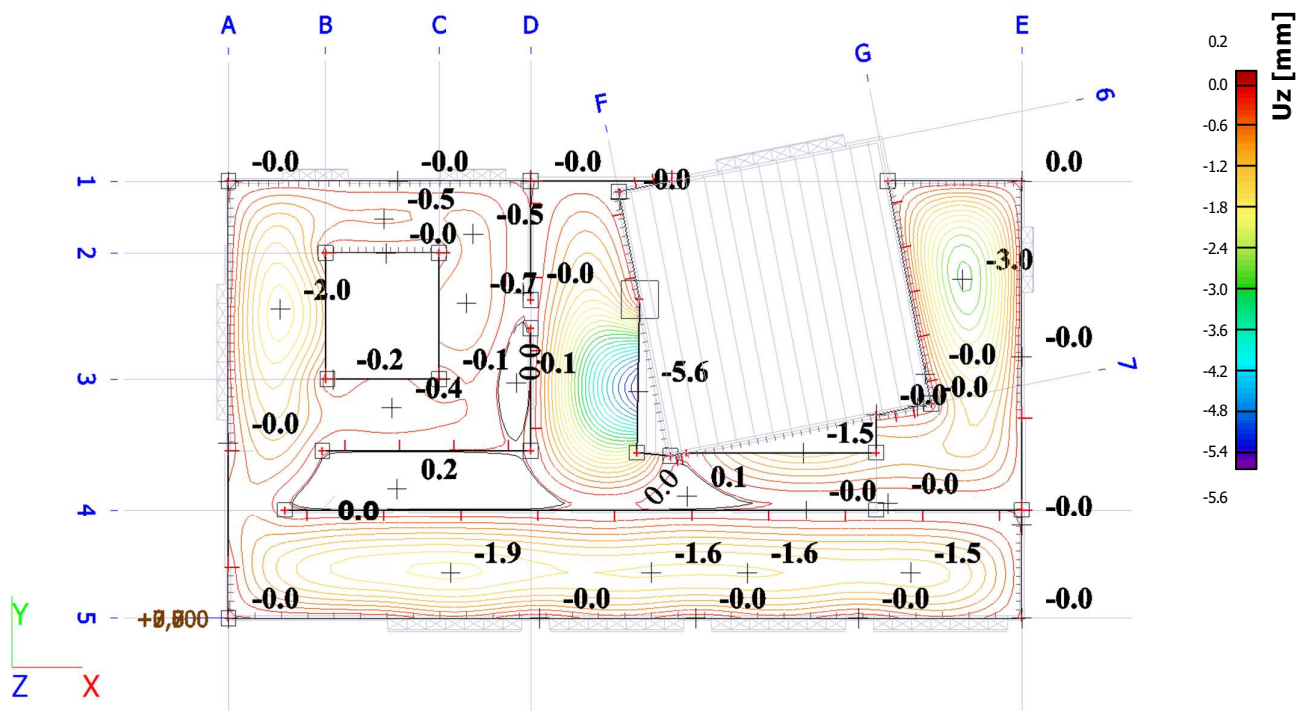
Veličina konačnog elementa za proračun plohe iznosi 0,4 m.

AB zidovi izvede se iz betona C30/37 različitih debljina: zidovi škole od 20 cm te zidovi dvorane od 25 cm. U proračunskom modelu veza kontinuiranih AB zidova i krovne stropne ploče postavljna je kao zglobova veza. Ležajevi AB zidova postavljeni su kao linijski zglobovi.

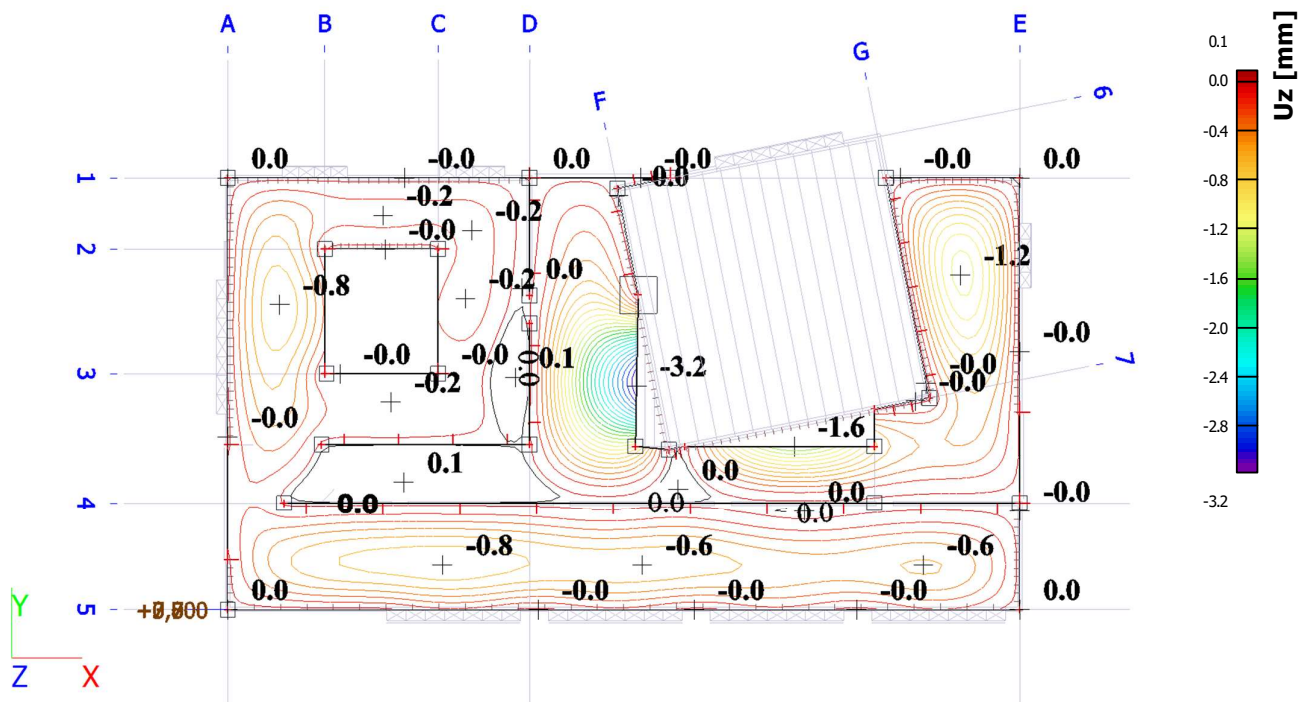
83

4.1.1 Deformacije ploče

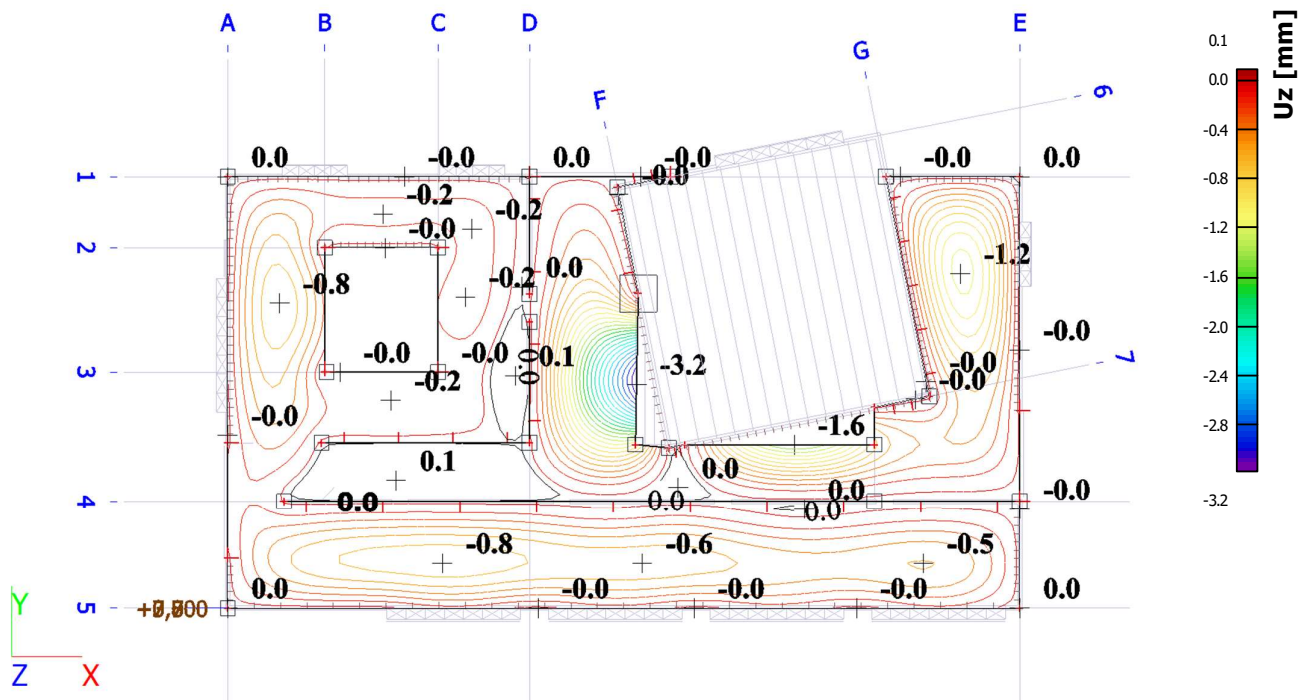
Pomak ploče za vlastitu težinu LC1 u (mm)



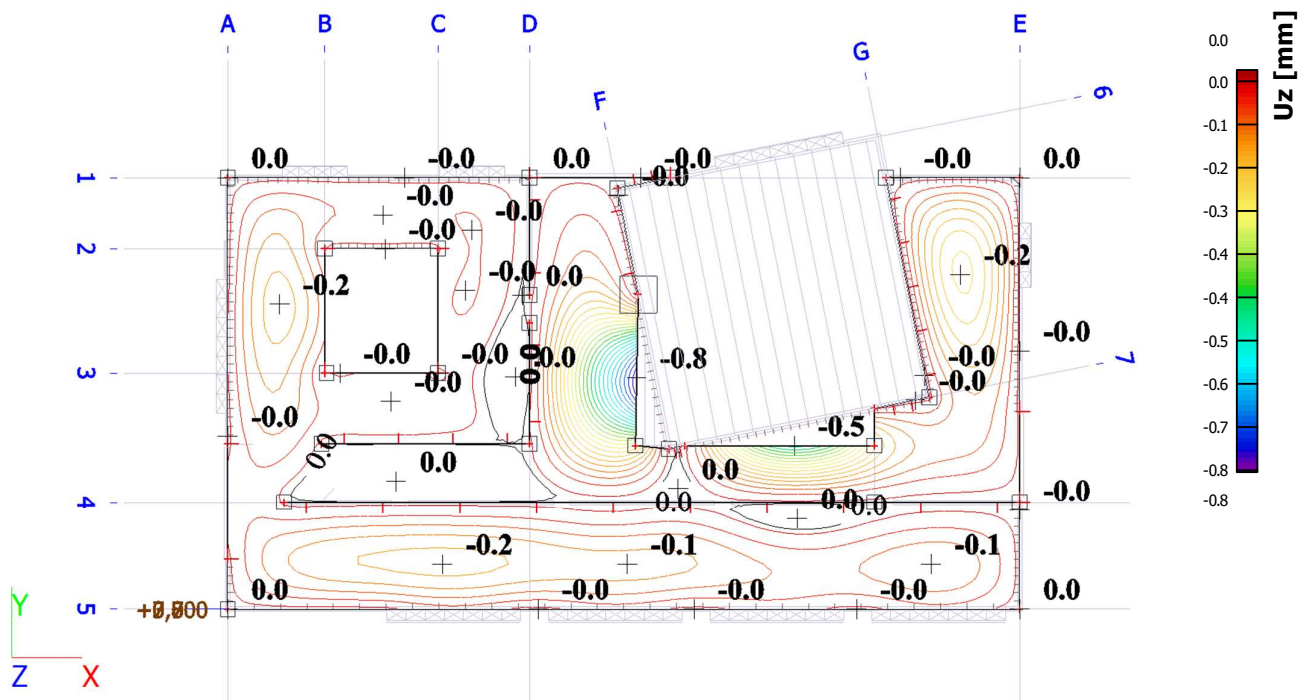
Pomak ploče za dodatno stalno djelovanje LC2 u (mm)



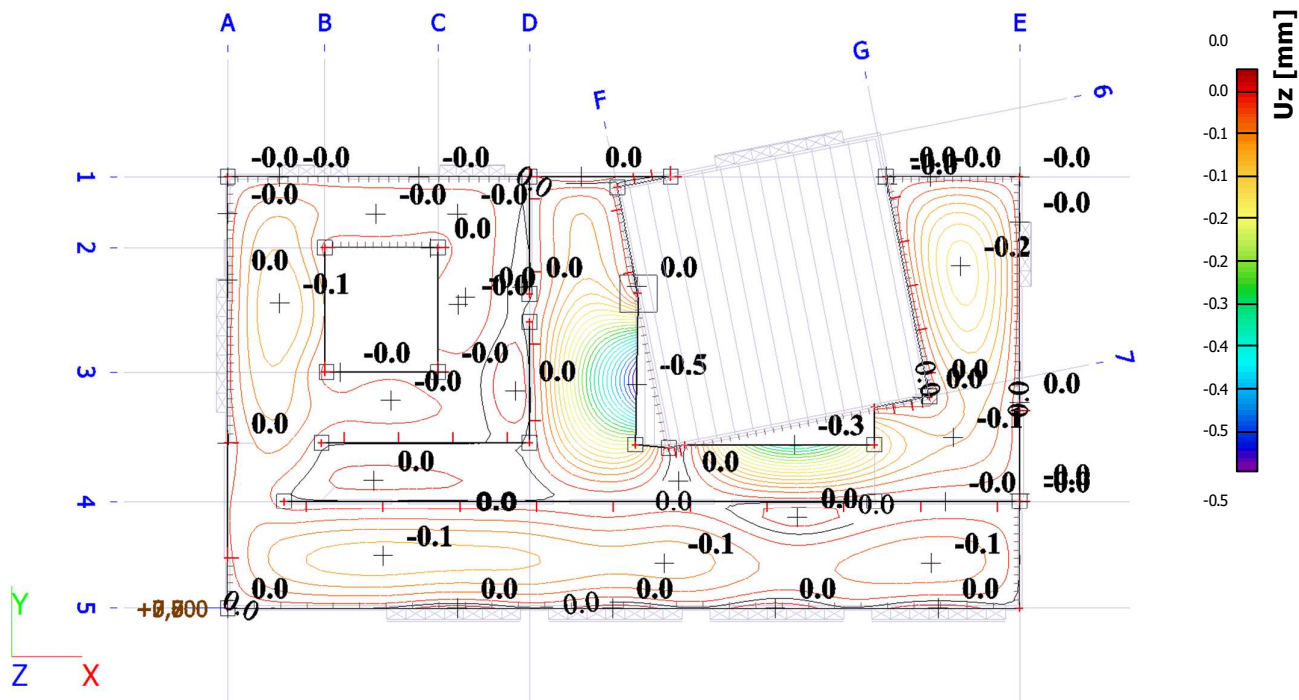
Pomak ploče za korisno djelovanje LC3 u (mm)



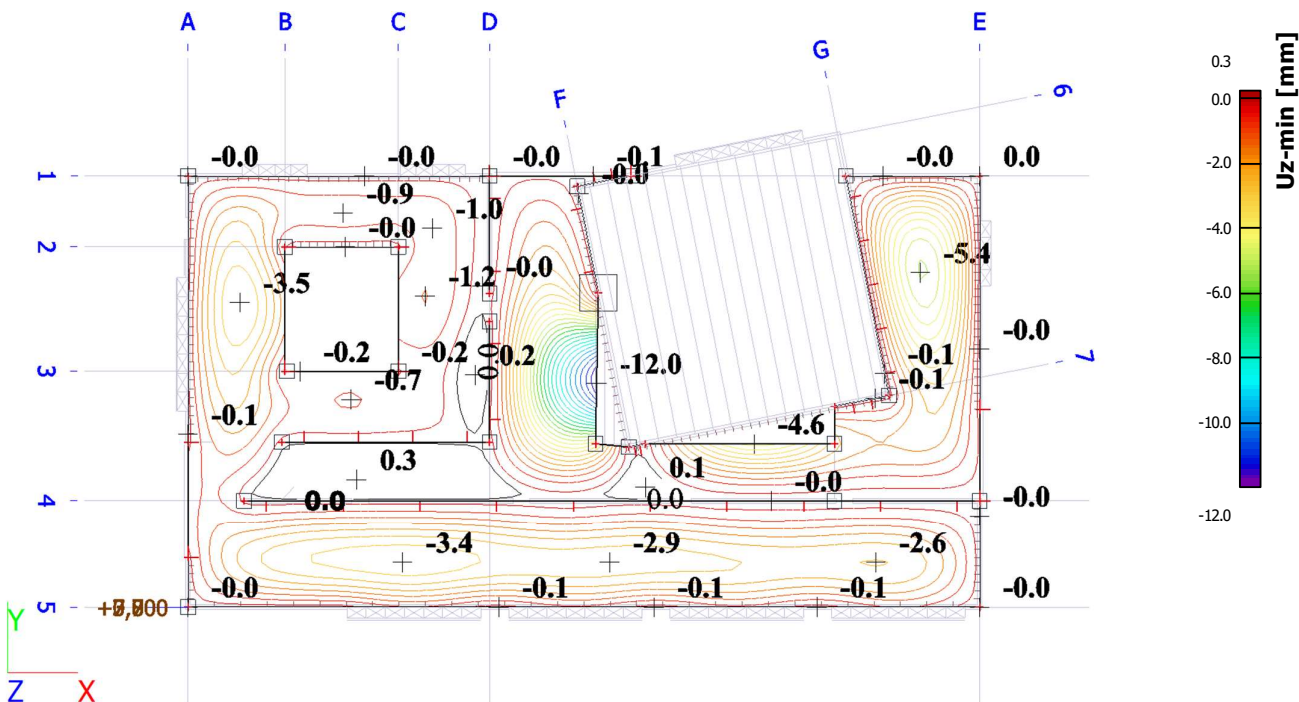
Pomak ploče za djelovanje snijega LC4 u (mm)



Pomak ploče za djelovanje vjetra LC6 u (mm)



Pomak ploče za kombinaciju djelovanja CO2-GSU-karakteristična kombinacija



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

- L = 8,13m: **12 mm**

Linearni neelastični (dugotrajni) progib za slučaj opterećenja iznosi:

- polje $\Delta(L=8,13 \text{ m}) = (LC1+LC2)*3,0+LC3+LC4 = (5,6+3,2)*3,0+3,2+0,8+0,5 = 30,9 \text{ mm}$

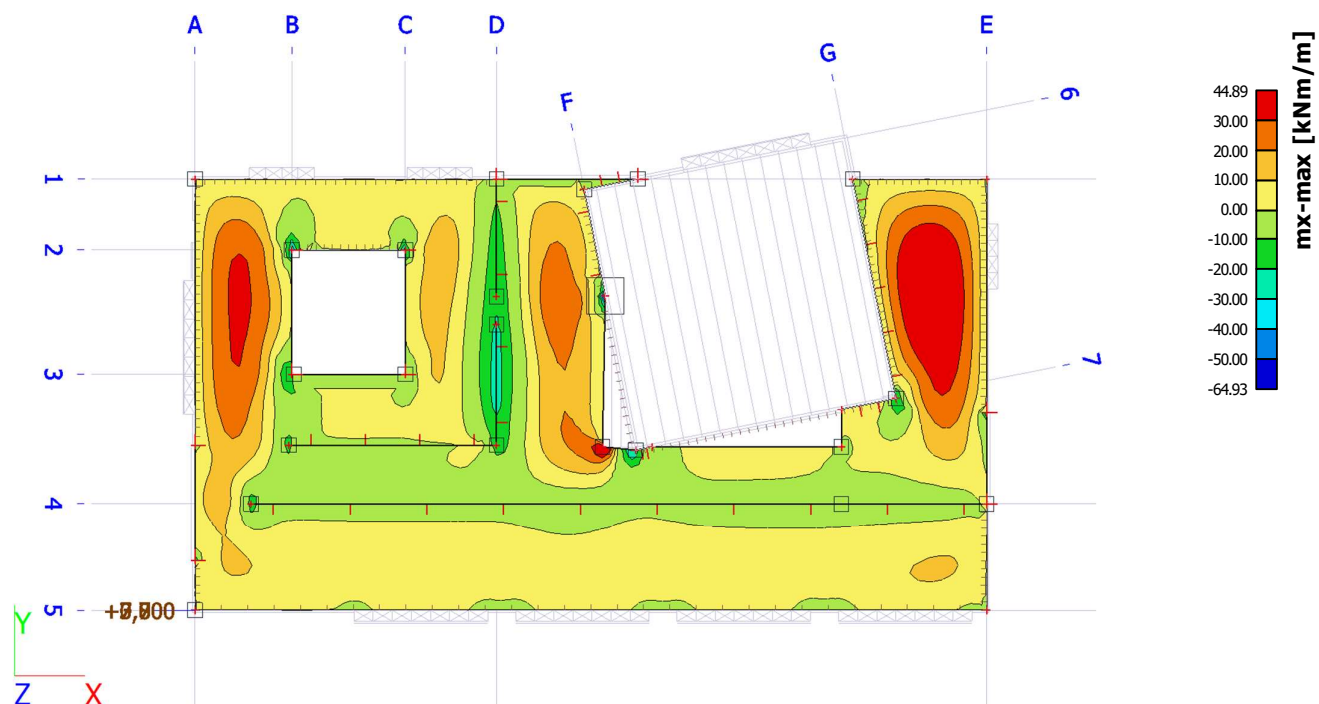
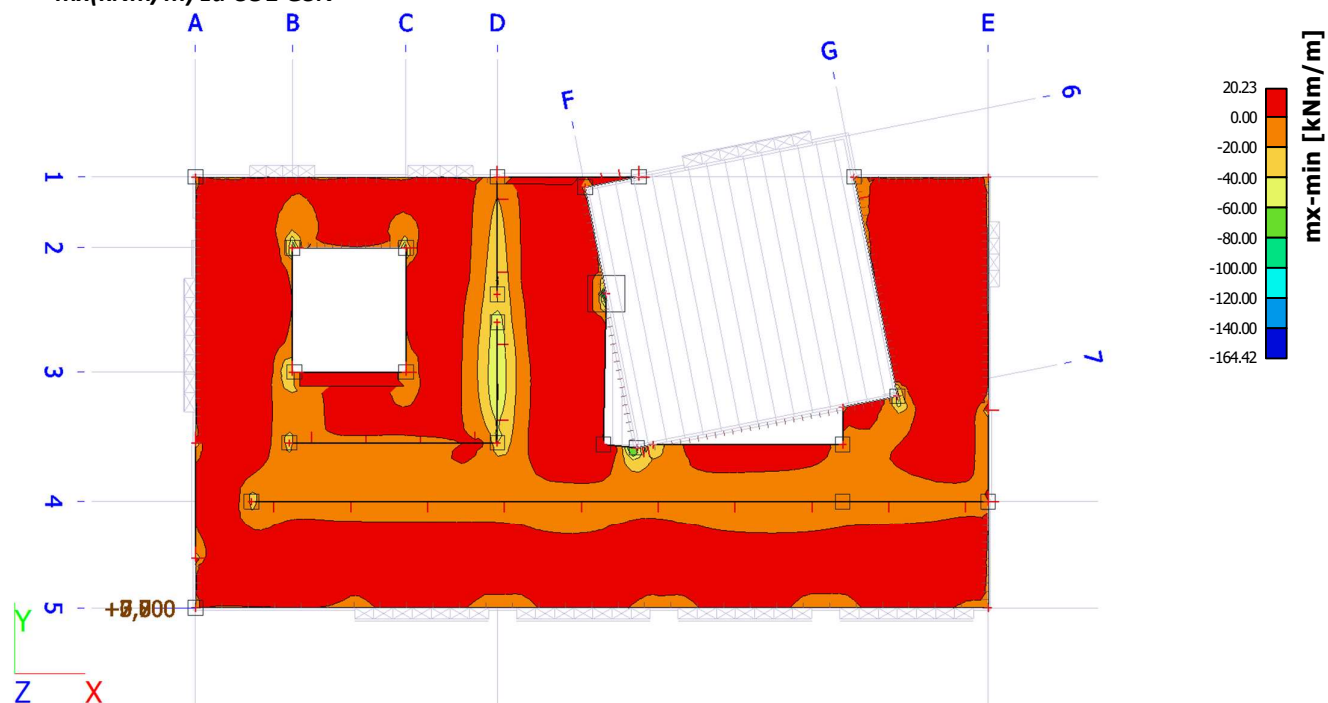
Dopušteni progib:

$\Delta=L/250$

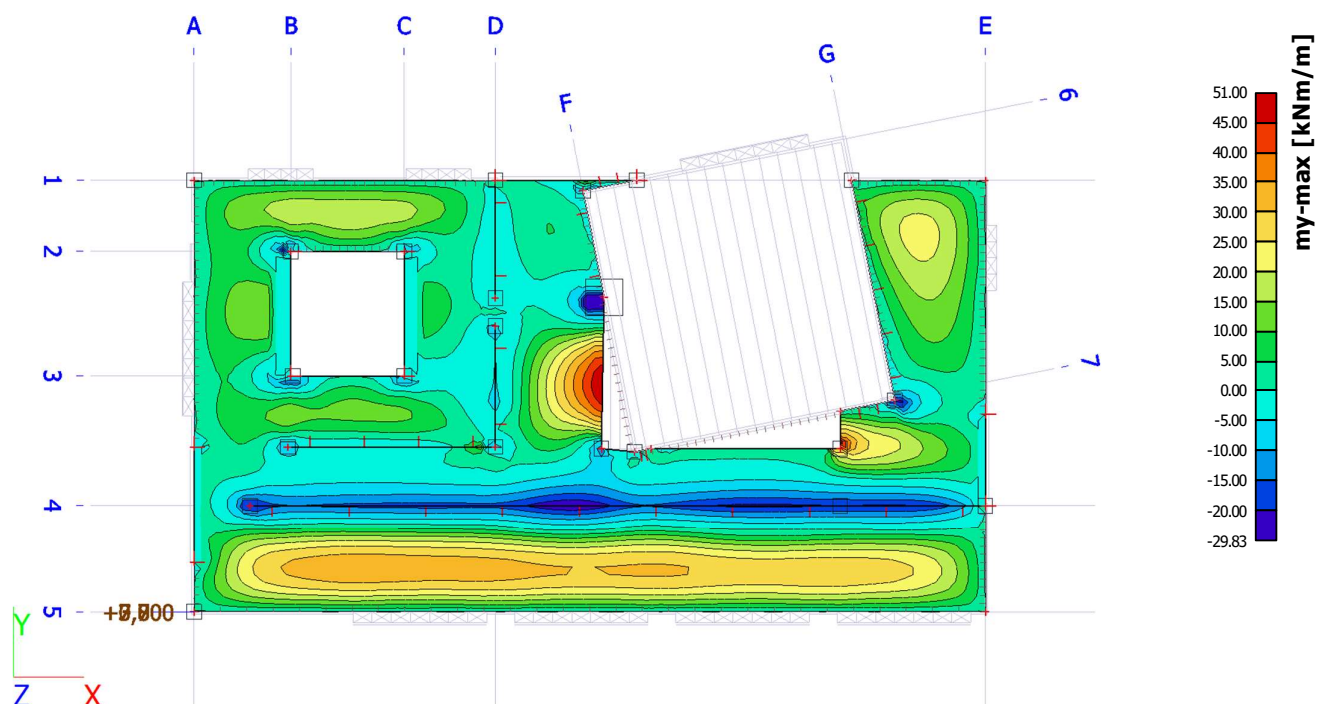
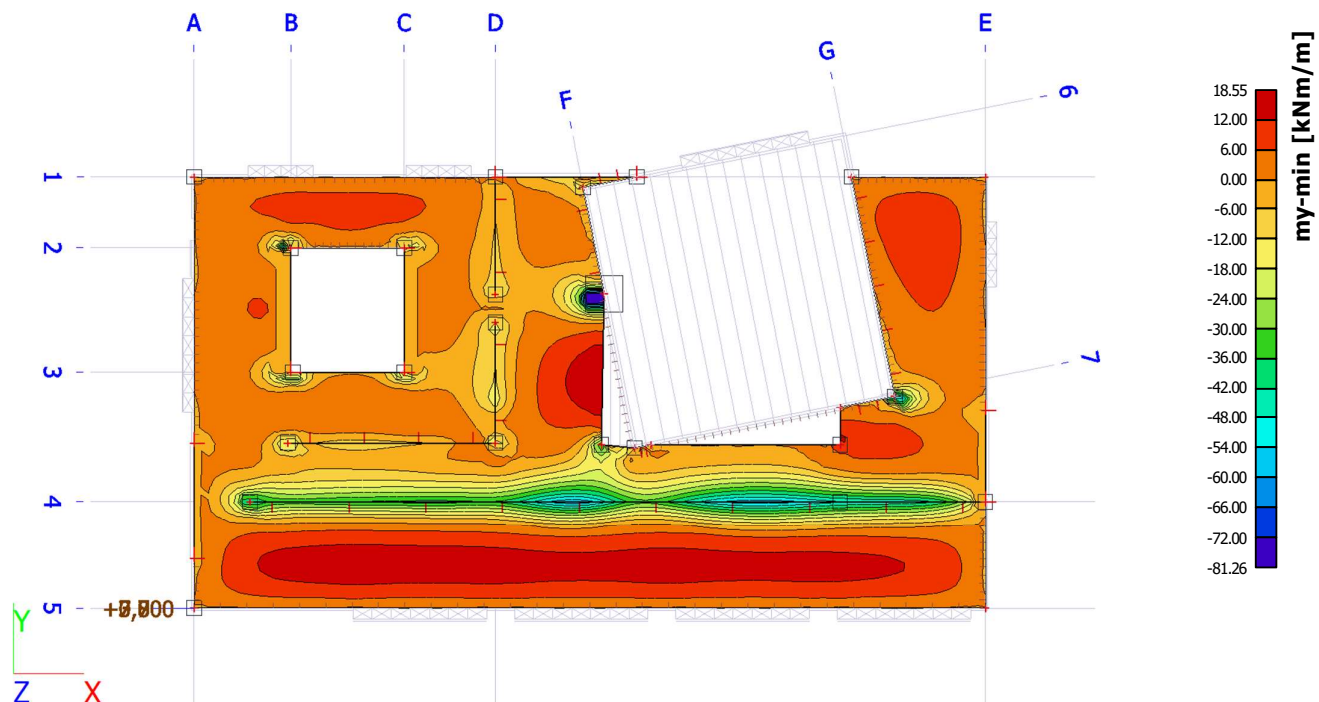
- polje (L=8,13 m) $\Delta=8130/250=32,52 \text{ mm} \rightarrow \text{PROGIB ZADOVOLJAVA}$

4.1.2 Rezne sile

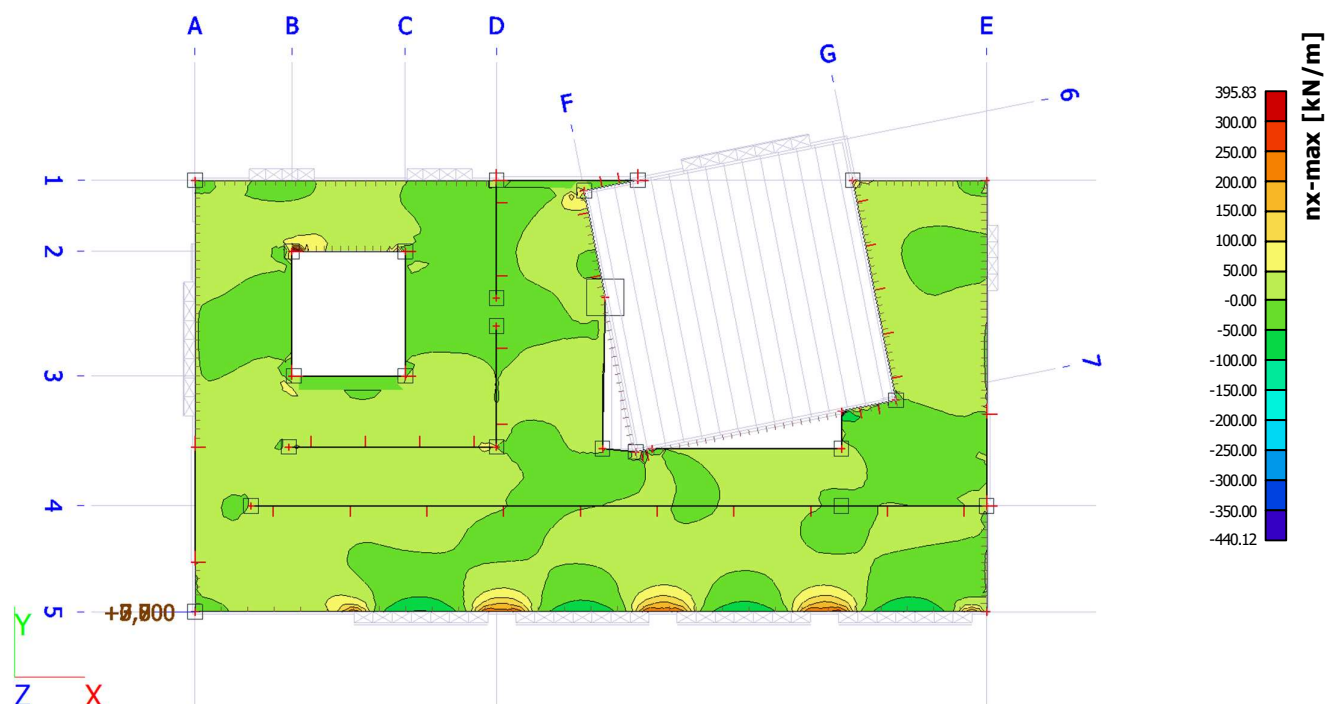
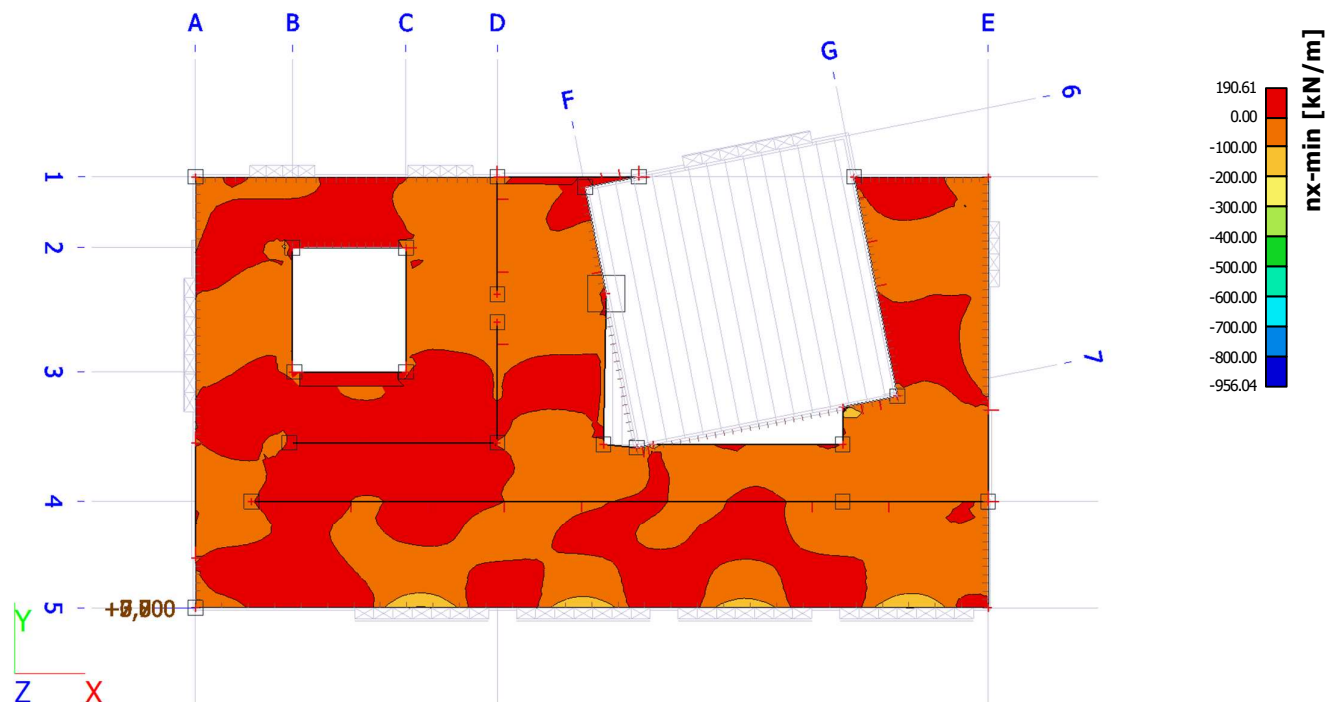
m_x (kNm/m) za CO1 GSN



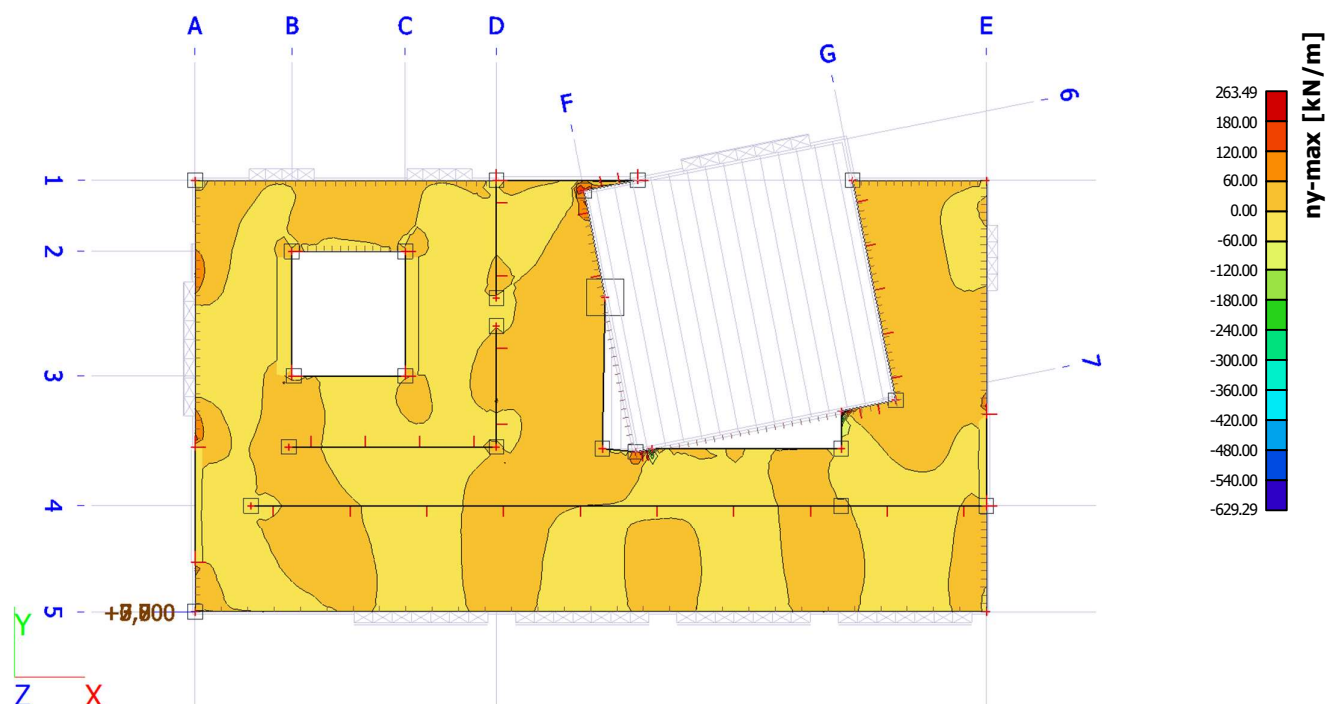
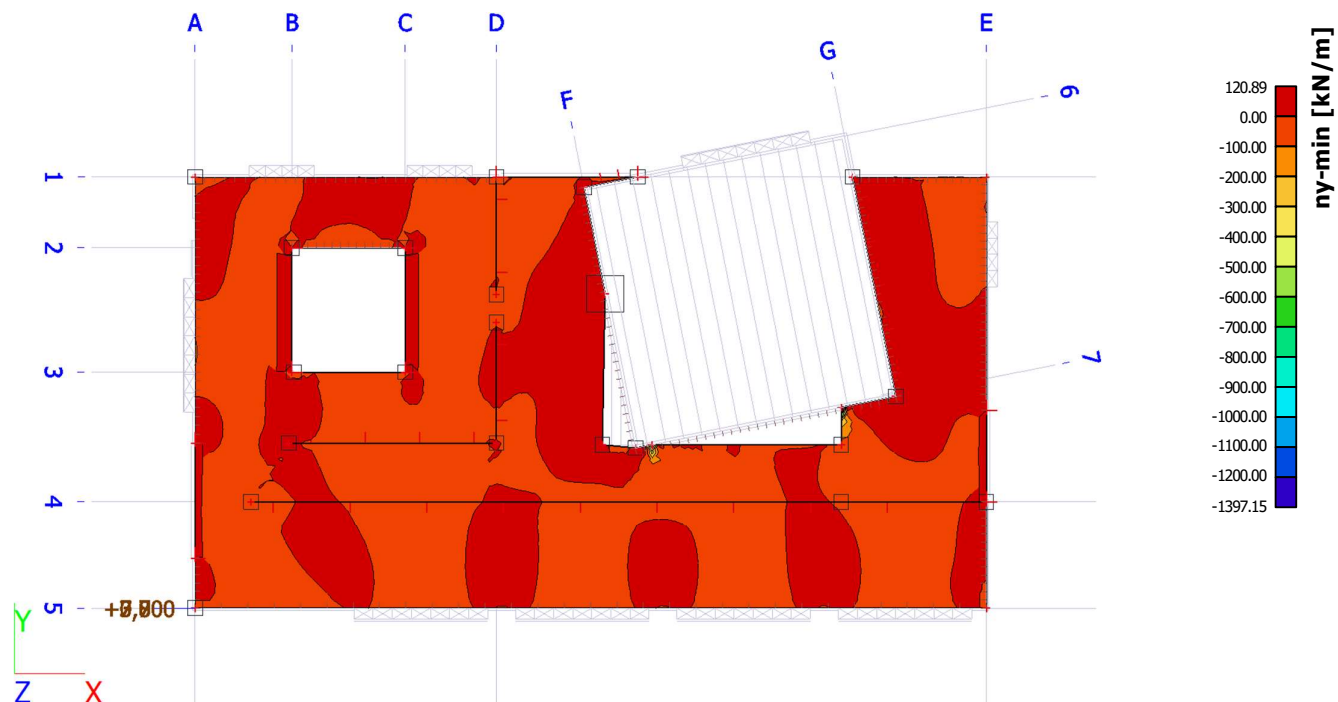
$m_y(kNm/m)$ za CO1 GSN



$n_x(kN/m)$ za CO1 GSN

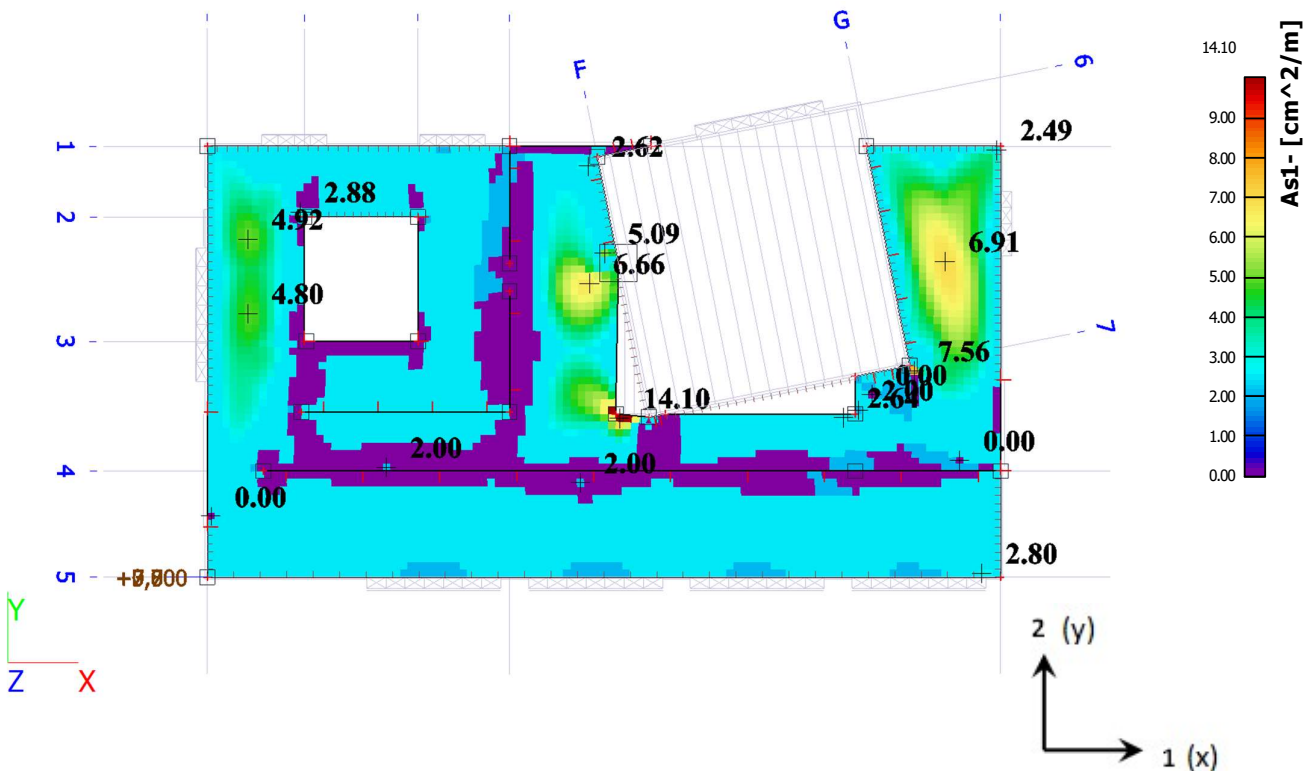


$n_y(kN/m)$ za CO1 GSN

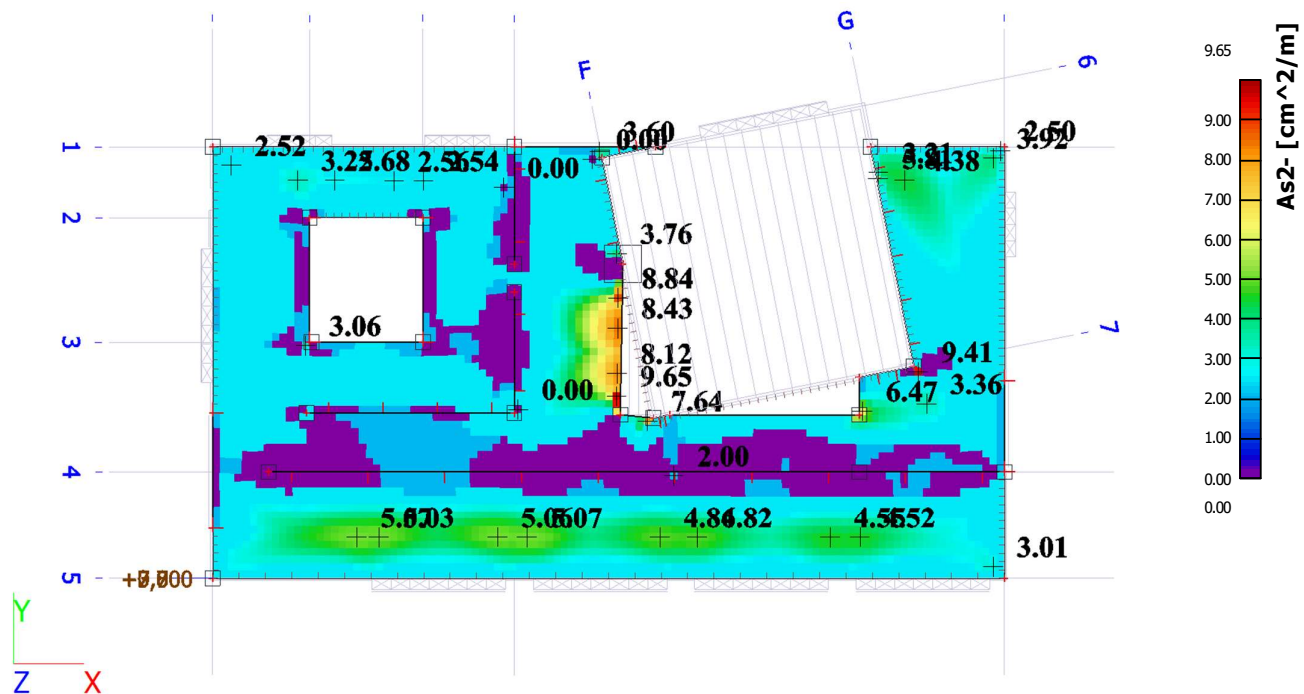


4.1.3 Proračun potrebne armature ploče

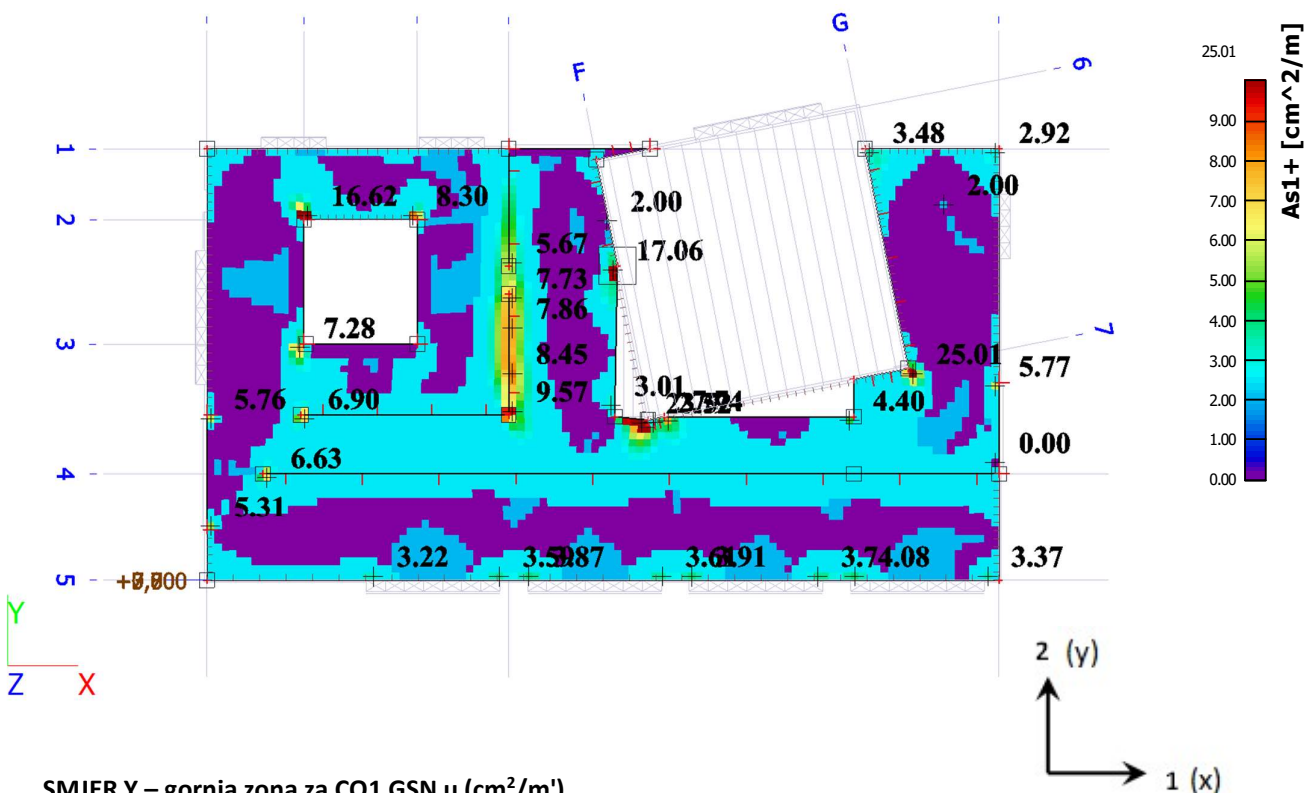
SMJER X – donja zona za CO1 GSN u (cm²/m')



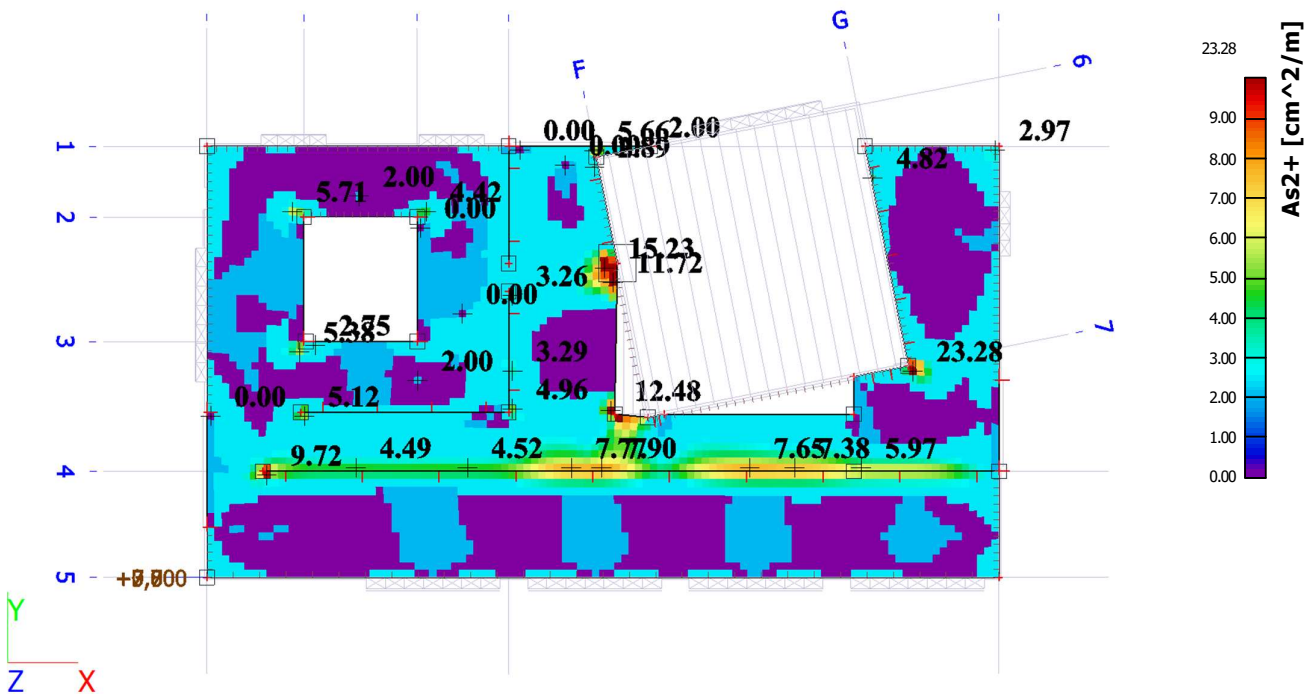
SMJER Y – donja zona za CO1 GSN u (cm²/m')



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



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



Minimalna armatura ploče :

$$A_{s,min}=0,0013 \times b \times d = 0,0013 \times 17,5 \times 100 = 2,28 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ODABRANA ARMATURA

Donja zona ploče

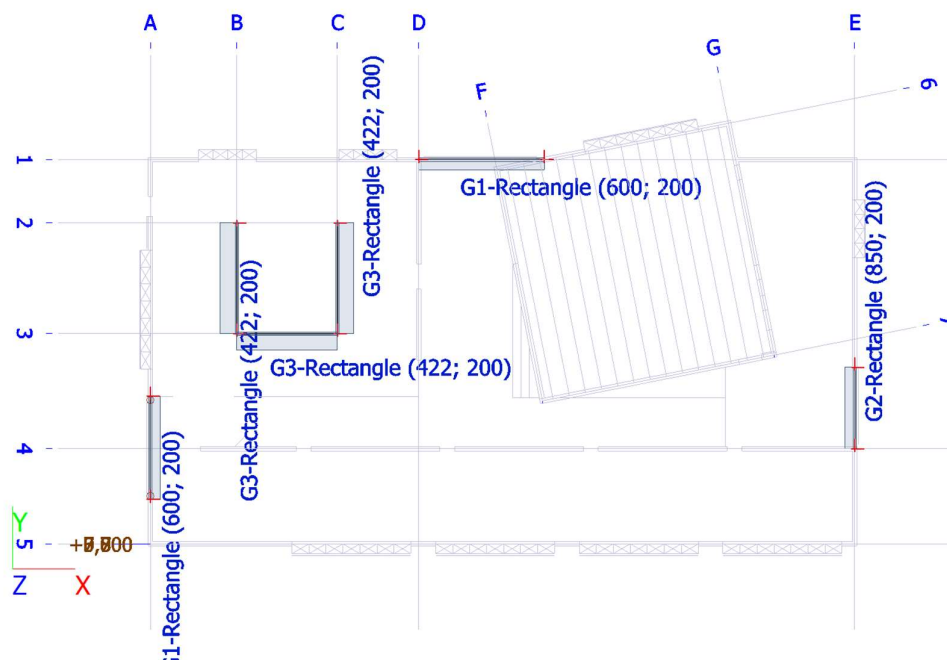
- AB ploču u donjoj zoni armirati s mrežama Q 524, uz dodatak prema prikazanim dijagramima armature.

Gornja zona ploče

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

4.2 Proračun AB greda G1-G3

Tlocrtni prikaz greda iz proračunskog modela:



Visina greda je bez visine ploče.

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

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

Minimalna armatura grede

- poprečni presjek G1 20/60

$$A_{s,min} = 0,002 \times A_c = 0,002 \times 20 \times 60 = 2,40 \text{ cm}^2$$

- poprečni presjek G2 20/85

$$A_{s,min} = 0,002 \times A_c = 0,002 \times 20 \times 85 = 3,40 \text{ cm}^2$$

- poprečni presjek G3 20/42

$$A_{s,min} = 0,002 \times A_c = 0,002 \times 20 \times 42 = 1,68 \text{ cm}^2$$

Maksimalna armatura grede:

- poprečni presjek G1 20/60

$$A_{s,max} = 0,04 \times A_c = 0,04 \times (20 \times 60) = 48 \text{ cm}^2$$

- poprečni presjek G2 20/85

$$A_{s,max} = 0,04 \times A_c = 0,04 \times (20 \times 85) = 68 \text{ cm}^2$$

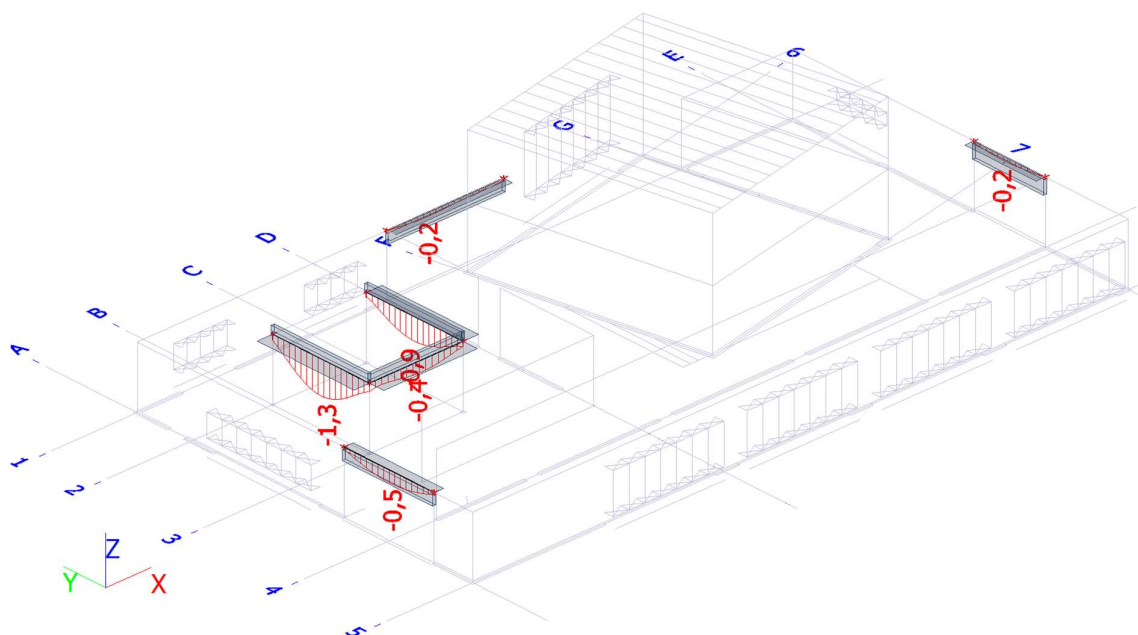
- poprečni presjek G3 20/42

$$A_{s,max} = 0,04 \times A_c = 0,04 \times (20 \times 42) = 33,6 \text{ cm}^2$$

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 dobivena količina armature manja od proračunske armature ugrađuje se minimalna armatura.

4.2.1 Progibi za kombinaciju opterećenja CO2



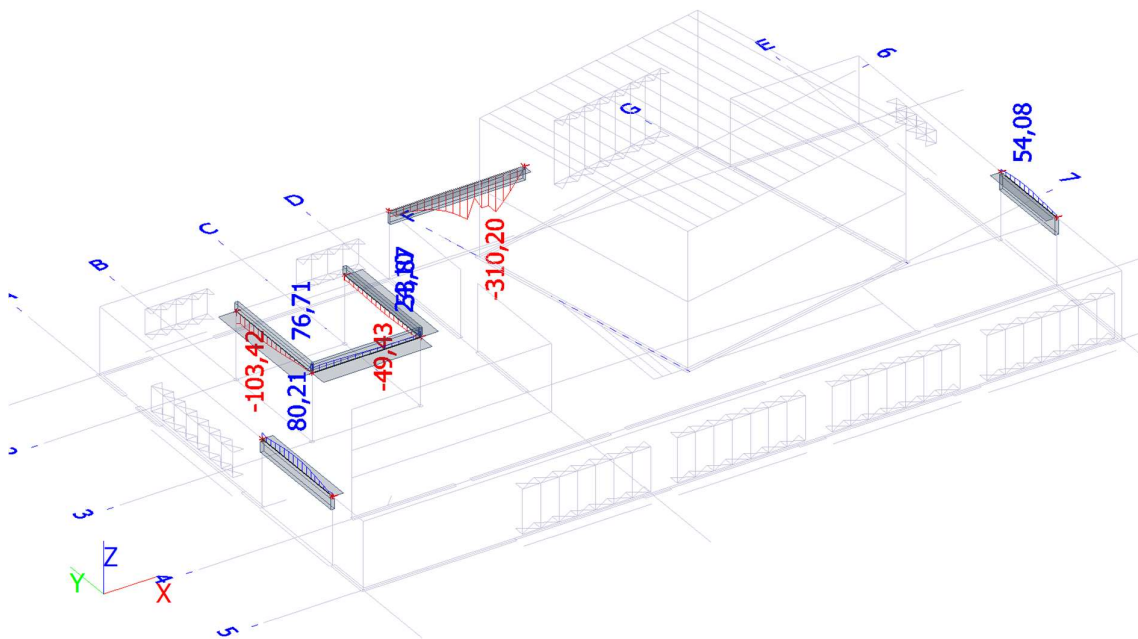
Maksimalni progib: $u_z=1,3\text{mm}$

Dopušteni progib: $u_{\text{dop}} = L/250 = 6700/250 = 26,80\text{mm}$

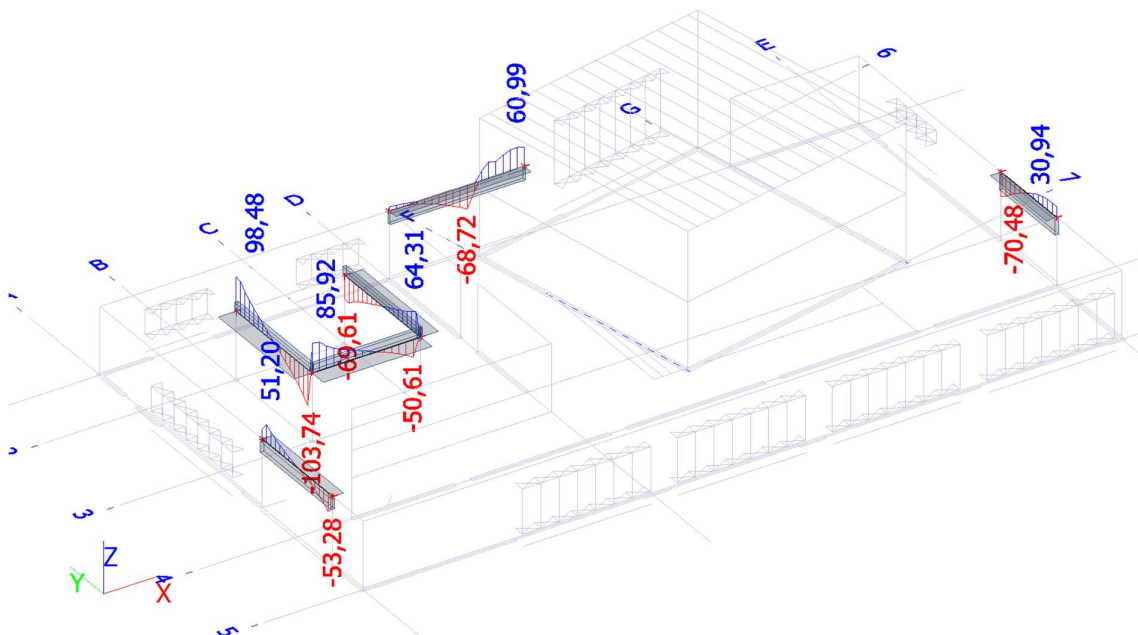
Progib zadovoljava

4.2.2 Rezne sile

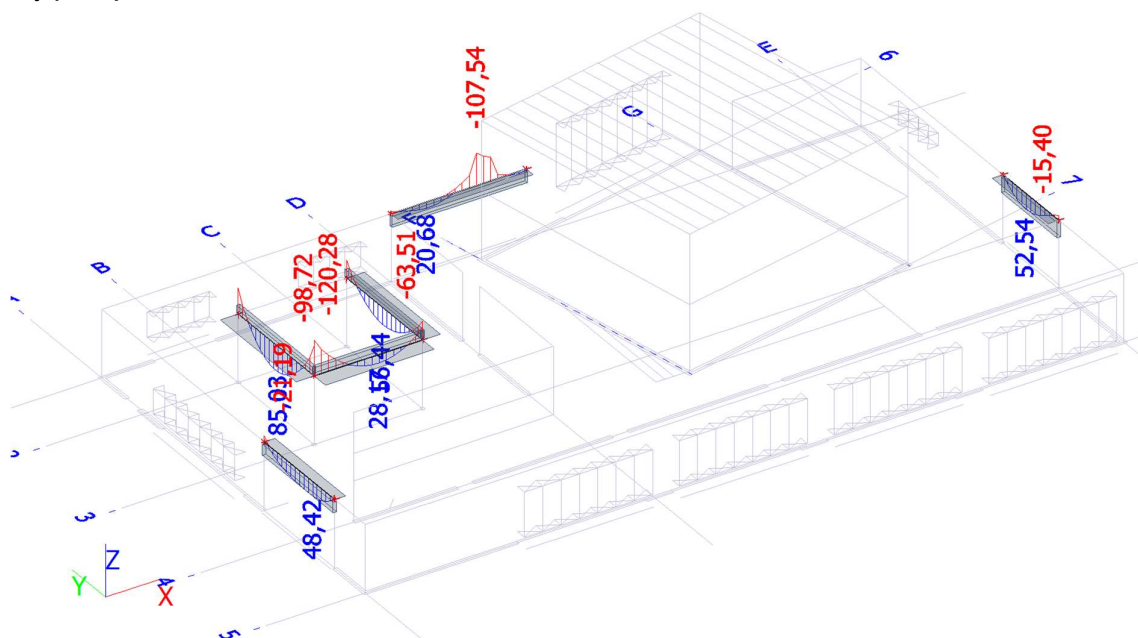
N (kN) za CO1



Vz (kN) za CO1

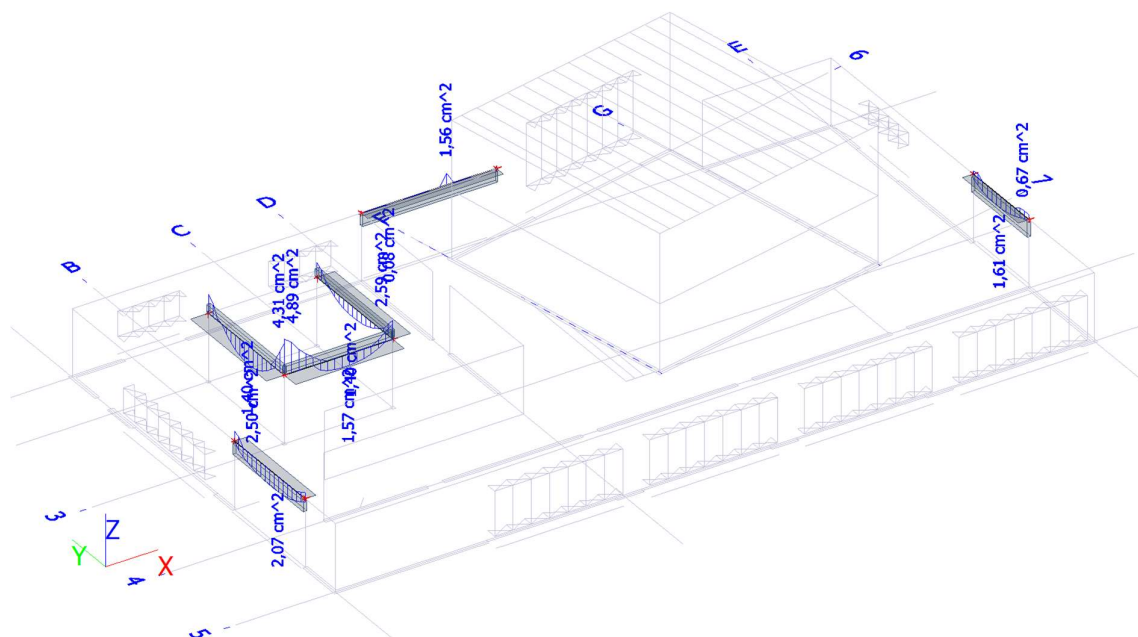


My (kNm) za CO1

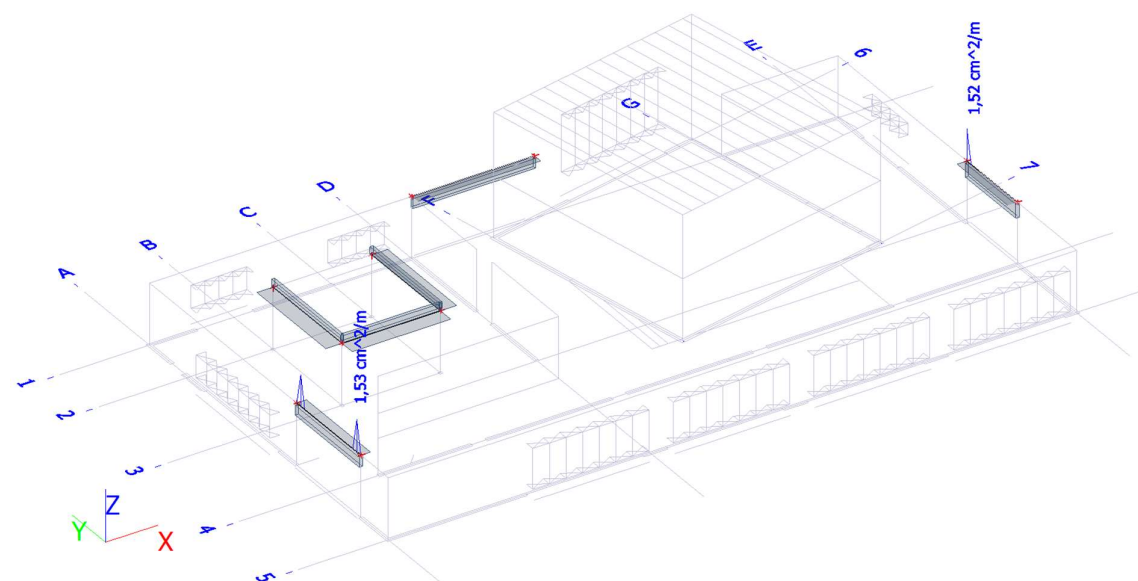


4.2.3 Potrebna armatura

Proračunska uzdužna armatura za kombinaciju opterećenja CO1



Proračunska poprečna armatura za kombinaciju opterećenja CO1



Odabrana armatura

Greda G1 20/60cm

Uzdužna armatura

Usvaja se minimalna armatura.

Poprečna armatura

Gredu armirati dvoreznim vilicama $\emptyset 8/30$ ($Ass=3,35\text{cm}^2/\text{m}$), dodatno pri ležaju (oslonac na stup i/ili zid) ili na mjestu oslonca stupa na gredu) progustiti vilice na $\emptyset 8/10$ na duljini od cca 100 cm.

Greda G2 20/85cm

Uzdužna armatura

Usvaja se minimalna armatura.

Poprečna armatura

Gredu armirati dvoreznim vilicama $\emptyset 8/30$ ($Ass=3,35\text{cm}^2/\text{m}$), dodatno pri ležaju (oslonac na stup i/ili zid) ili na mjestu oslonca stupa na gredu) progustiti vilice na $\emptyset 8/10$ na duljini od cca 100 cm.

Greda G3 20/42cm

Uzdužna armatura

Donju zonu grede armirati sa $2\emptyset 14$ ($As=3,08\text{ cm}^2$) po cijeloj duljini grede.

Gornju zonu grede armirati sa $3\emptyset 16$ ($As=6,03\text{ cm}^2$) na mjestima iznad ležajeva.

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 $\emptyset 8/30$ ($Ass=3,35\text{cm}^2/\text{m}$), dodatno pri ležaju (oslonac na stup i/ili zid) ili na mjestu oslonca stupa na gredu) progustiti vilice na $\emptyset 8/10$ na duljini od cca 100 cm.

4.3 Grede iznad istaka G4 i G5

Armiranobetonske grede G4 i G5 koje se izводе iznad staklenih istaka su dimenzija b/h=20/80 iz betona C30/37. Duljina grede G4 je 7,2 m, a greda G5 3,5 m. Grede su proračunate u ravninskom modelu na vlastitu težinu, stalna djelovanja, korisno djelovanje te snijeg.

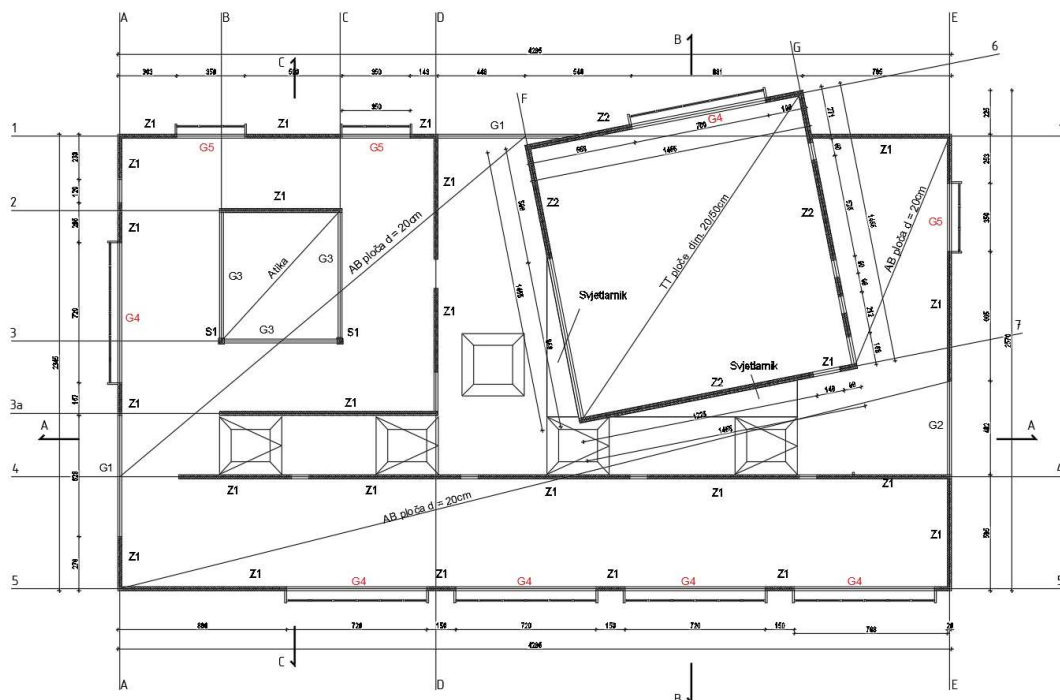
Geometrija: 20/80cm

Materijal: Beton C 30/37

Čelik B500B

Statička visina presjeka: $d=80-2,5-0,8-1,6/2=75,9$ cm

Tlocrt prizemlja



Minimalna armatura grede

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot b_w \cdot d = 0,0013 \cdot 20 \cdot 75,9 = 1,97 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot b_w \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 0,26 \cdot 20 \cdot 75,9 \cdot \frac{2,9}{500} = 2,29 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,min} = 0,002 \cdot A_c = 0,002 \cdot 20 \cdot 80 \cdot \frac{2,9}{500} = 3,2 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{mjerodavno}$$

Analiza opterećenja

LC1-vlastita težina grede

LC2- stalno djelovanje od težine ploče h=20 cm i slojeva

$$g_{pl} = 0,2 \cdot 25 = 5,0 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{slojevi} = 2,0 \text{ kN/m}^2$$

LC3-korisno djelovanje u iznosu od 2,0 kN/m²

LC4-djelovanje snijega u iznosu od 0,4 kN/m²

Kombinacije djelovanja

Za provjeru graničnog stanja nosivosti koristi se slijedeća kombinacija:

- Za linearnu **statičku provjeru graničnog stanja nosivosti** koristi se kombinacija **CO1-GSN**:

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

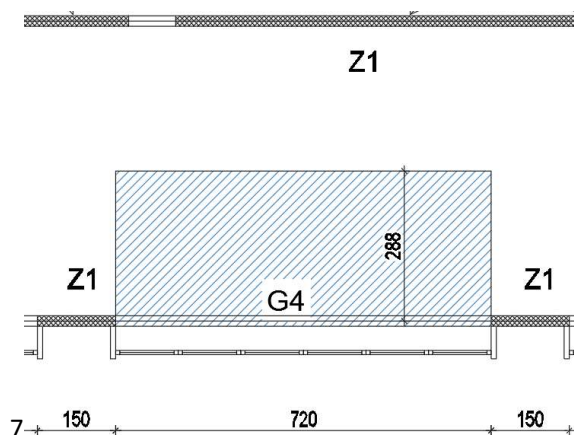
Za provjeru graničnog stanja naprezanja se koristi sljedeća kombinacija:

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

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

4.3.1 Greda G4 L=7,2 m

Sudjelujuća površina jedne grede G4



Analiza opterećenja

LC1-vlastita težina grede

LC2- stalno djelovanje od težine ploče h=20 cm i slojeva

$$g = (0,2 \cdot 25 + 2,0) \cdot 2,88 = 20,2 \text{ kN/m}$$

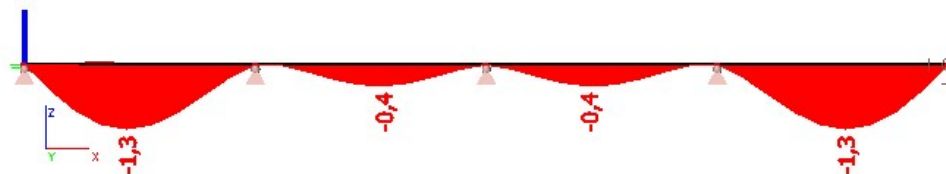
LC3-korisno djelovanje u iznosu od 2,0 kN/m²

$$q = 2,0 \cdot 2,88 = 5,7 \text{ kN/m}$$

LC4-djelovanje snijega u iznosu od 0,4 kN/m²

$$s = 0,4 \cdot 2,88 = 1,1 \text{ kN/m}$$

Progib za kombinaciju CO2 (mm)

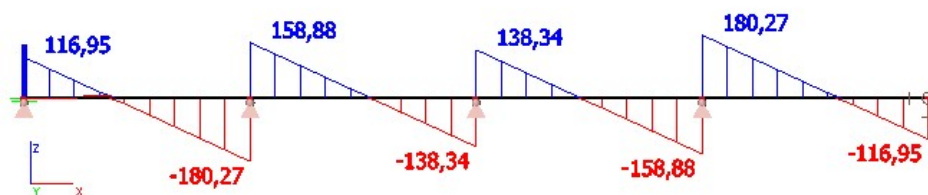


Očitani progib: 1,3 mm

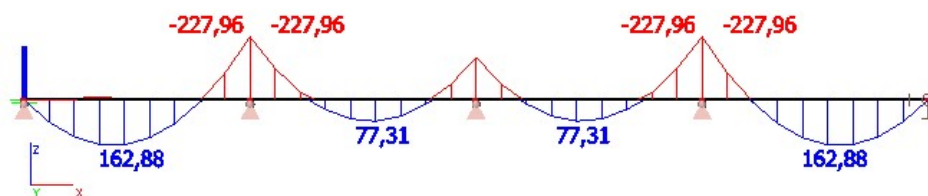
$$\text{Dopušteni progib: } \frac{L}{250} = \frac{7200}{250} = 28,8 \text{ mm}$$

1,3 mm < 28,8 mm Greda zadovoljava provjeru na granično stanje uporabivosti.

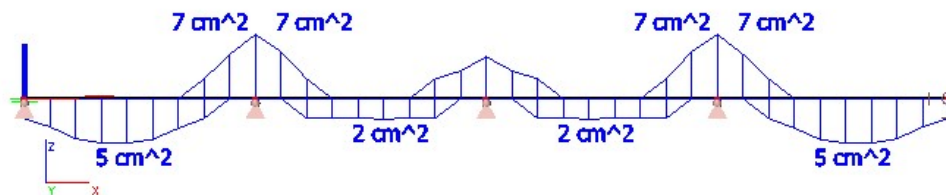
Poprečna sila Vz (kN) za kombinaciju CO1



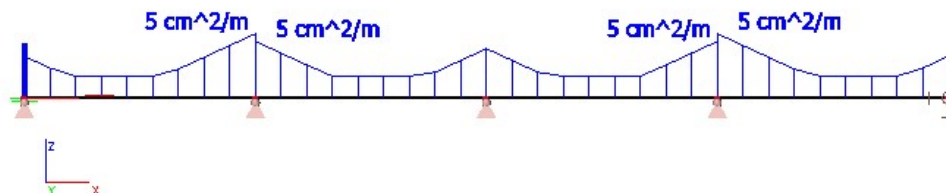
Moment savijanja My (kNm) za kombinaciju CO1



Potrebna uzdužna armatura u gredama za CO1



Potrebna poprečna armatura u gredama za CO1

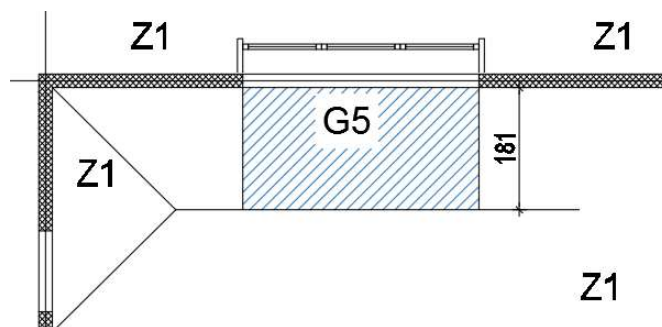


ZAKLJUČAK:

Grede G4 treba u polju armirati uzdužnom armaturom 4Ø16 u donjoj zoni i na mjestima oslonaca (zidovi) sa 4Ø16 u gornjoj zoni. Poprečna armatura su dvorezne vilice Ø8 na razmaku od 20 cm u polju. Vilice progustiti na razmak od 15 cm na mjestima ležajeva i na duljini od 1 m sa obje strane ležajeva.

4.3.2 Greda G5 L=3,5 m

Sudjelujuća površina jedne grede G5



Analiza opterećenja

LC1-vlastita težina grede

LC2- stalno djelovanje od težine ploče h=20 cm i slojeva

$$g = (0,2 \cdot 25 + 2,0) \cdot 1,8 = 12,6 \text{ kN/m}$$

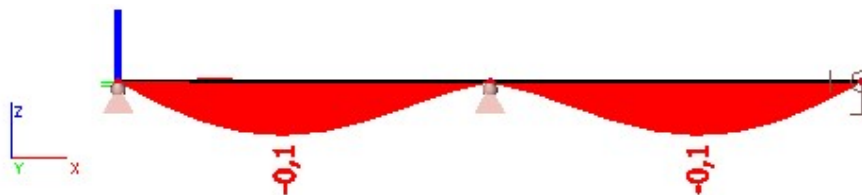
LC3-korisno djelovanje u iznosu od 2,0 kN/m²

$$q = 2,0 \cdot 1,8 = 3,6 \text{ kN/m}$$

LC4-djelovanje snijega u iznosu od 0,4 kN/m²

$$s = 0,4 \cdot 1,8 = 0,7 \text{ kN/m}$$

Progib za kombinaciju CO2 (mm)

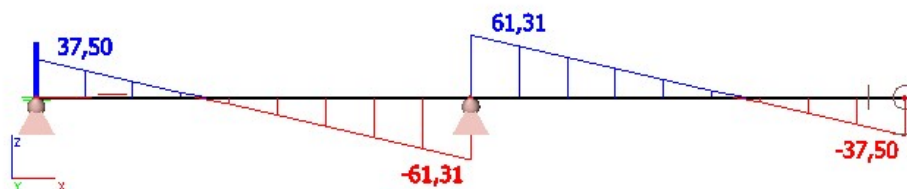


Očitani progib: 0,1 mm

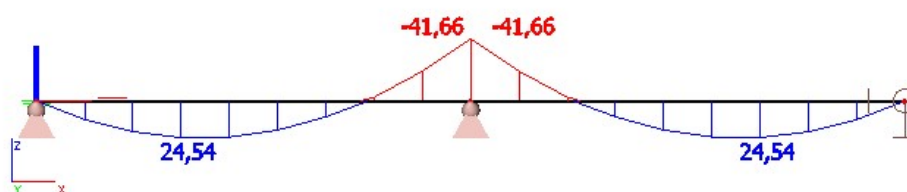
$$\text{Dopušteni progib: } \frac{L}{250} = \frac{3500}{250} = 14,0 \text{ mm}$$

0,1 mm < 14,0 mm Greda zadovoljava provjeru na granično stanje uporabivosti.

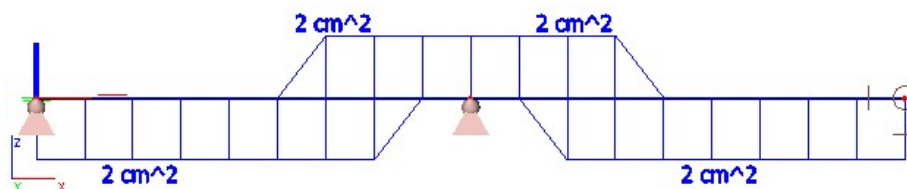
Poprečna sila Vz (kN) za kombinaciju CO1



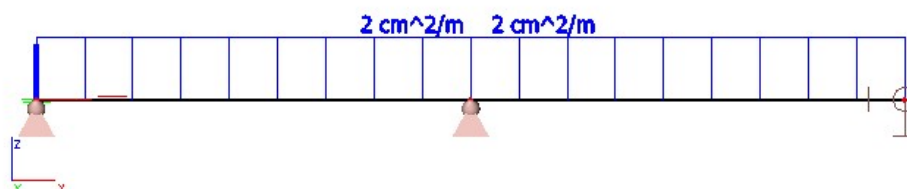
Momemt savijanja My (kNm) za kombinaciju CO1



Potrebna uzdužna armatura u gredama za CO1



Potrebna poprečna armatura u gredama za CO1



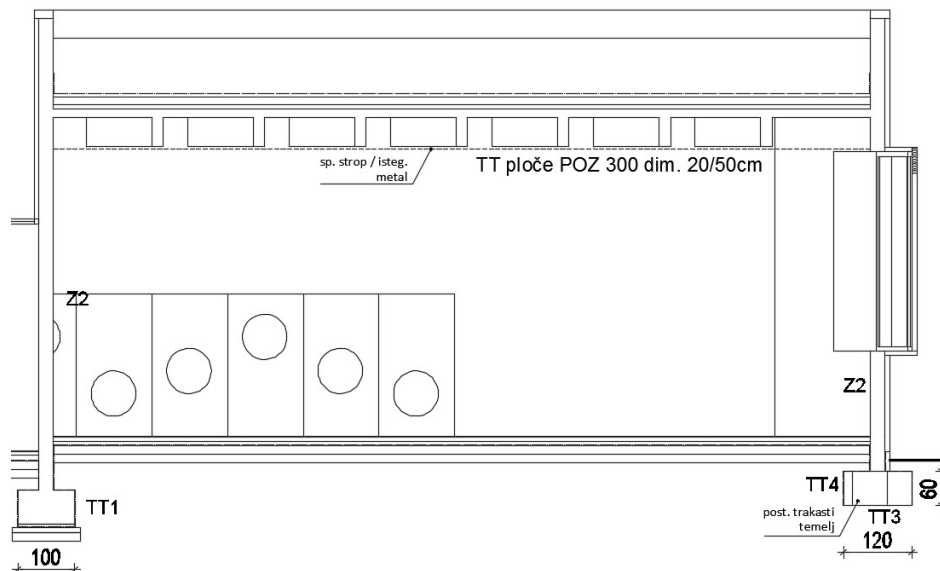
ZAKLJUČAK:

Grede G5 treba u polju armirati uzdužnom armaturom 3Ø16 u donjoj zoni i na mjestima oslonaca (zidovi) sa 3Ø16 u gornjoj zoni. Poprečna armatura su dvorezne vilice Ø8 na razmaku od 20 cm.

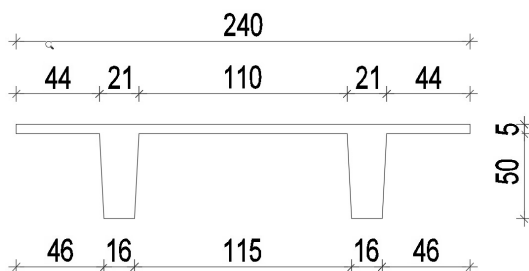
5 PRORAČUN TT PLOČA DVORANE POZ 300

Krov dvorane izvodit će se sa prenapregnutim montažnim TT pločama dimenzija 20/50cm s veličinom monolitizacije od 10cm. Klasa betona je C40/50, armatura je klase B500B, a tip kabela za prednapinjanje je St 1670/1860.

Presjek dvorane:

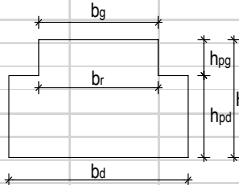


Presjek TT ploče:



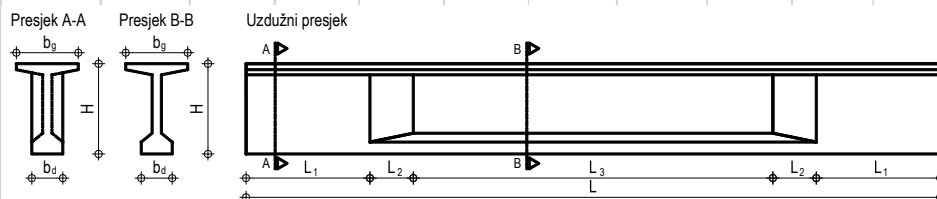
U nastavku je dan proračun i dimenzioniranje TT ploča te proračun oslonca TT ploče (kratka konzola).

5.1 Proračun TT ploče širine 20cm

1. KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA U 1. FAZI											TT ploča
			H - ukupna visina presjeka	50,0	cm	A - površina poprečnog presjeka					
			bg - širina gornjeg pojasa	120,0	cm	yd - udaljenost težišta do donjeg ruba presjeka					
			bd - širina donjeg pojasa	18,5	cm	yg - udaljenost težišta do gornjeg ruba presjeka					
			br - širina rebra	18,5	cm	Ixd - moment inercije s obzirom na donji rub					
			hpg - visina gornjeg pojasa	5,0	cm	Ix - moment inercije s obzirom na težište					
			hpd - visina donjeg pojasa	45,0	cm	Wd - moment otpora s obzirom na donji rub					
			hvg - visina gornje vule	0,0	cm	Wg - moment otpora s obzirom na gornji rub					
			hvd - visina donje vule	0,0	cm	kd - donji odsječak jezgre presjeka					
			yk - položaj težišta kabela u L/2	10,1	cm	kg - gornji odsječak jezgre presjeka					
			L - računska duljina nosača	14,50	m	x - udaljenost presjeka od kraja nosača					
			i - nagib gornje pojasnice	0,00	%						
			Hs - visina nosača u sr. raspona	50,0	cm						
x	0,00	0,73	1,45	2,18	2,90	3,63	4,35	5,08	5,80	6,53	7,25
H [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
bg [cm]	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0
bd [cm]	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
br [cm]	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
hpg [cm]	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
hpd [cm]	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
hvg [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
hvd [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
A [cm²]	1432,5	1432,5	1432,5	1432,5	1432,5	1432,5	1432,5	1432,5	1432,5	1432,5	1432,5
yd [cm]	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0
yg [cm]	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
Ixd [cm⁴]	1916937,5	1916937,5	1916937,5	1916937,5	1916937,5	1916937,5	1916937,5	1916937,5	1916937,5	1916937,5	1916937,5
Ix [cm⁴]	359666,3	359666,3	359666,3	359666,3	359666,3	359666,3	359666,3	359666,3	359666,3	359666,3	359666,3
Wd [cm³]	10908,5	10908,5	10908,5	10908,5	10908,5	10908,5	10908,5	10908,5	10908,5	10908,5	10908,5
Wg [cm³]	21121,1	21121,1	21121,1	21121,1	21121,1	21121,1	21121,1	21121,1	21121,1	21121,1	21121,1
kd [cm]	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7
kg [cm]	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6

3. KARAKTERISTIKE NOSAČA U UZDUŽNOM SMJERU

TT ploča



L - Ukupna duljina nosača	14,50 m
L ₁ - Duljina proširenog dijela	0,00 m
L ₂ - Duljina dijela suženja	0,00 m
L ₃ - Duljina suženog dijela	14,50 m

4. MATERIJALI

Beton:	Armatura:	Užad:
Klasa izloženost: C 40/50	Tip: B 500B	Tip: St 1670/1860
$f_{tk} = 40,0$ Mpa	$f_{yk} = 500,0$ Mpa	$f_{0,1k} = 1670,0$ Mpa
$f_{td} = 26,7$ Mpa	$f_{yd} = 434,8$ Mpa	$f_{yk} = 1860,0$ Mpa
$f_{ctm} = 3,5$ Mpa	$E_s = 200000,0$ MPa	$E_k = 195000,0$ MPa
$E_c = 34500,0$ MPa		$\sigma_{yd,max} = 1503,00$ MPa - najveće naprezanje na PRESI nakon prednaprezanja
$\gamma_c = 25,0$ kN/m ³		$\sigma_{pd,max} = 1395,00$ MPa - najveće naprezanje nakon sidrenja
$\tau_{Rd} = 0,41$ Mpa		
$\sigma_{c,max,j=0} = -24,0$ Mpa - tlak u fazi prednapinjanja		
$\sigma_{c,max,j=\infty} = -18,0$ Mpa - tlak u eksploataciji		
$\sigma_{s,max,j=0} = 3,5$ Mpa - vlak u fazi prednapinjanja		
$\sigma_{s,max,j=\infty} = 2,1$ Mpa - vlak u eksploataciji		

5. OPTEREĆENJE

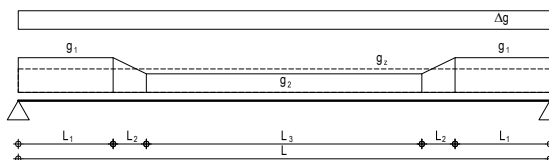
TT ploča

Vlastita težina (1. faza):

$g_1 = 3,58$ kN/m'
$g_2 = 3,58$ kN/m'
$g_z = 3,58$ kN/m'

Ukupna masa i volumen nosača

$G_{tot} = 5,3$ t
$V_{tot} = 2,1$ m ³



POPREČNI RASTER: 1,20 m

Vlastita težina ploče i monolitizacije:

$g_{pl+im} = 4,50$ kN/m ²	$g_{pl} = 5,40$ kN/m'
--------------------------------------	-----------------------

Dodatno stalno opterećenje:

$\Delta g = 2,50$ kN/m ²	$\Delta g = 3,00$ kN/m'
-------------------------------------	-------------------------

Izračunat ujecaji od dodatnog stalnog opterećenja (upetost na krajevima):

$M_{\Delta g,x=0} = 0,00$ kNm	$M_{\Delta g,x=L} = 0,00$ kNm
-------------------------------	-------------------------------

Korisno opterećenje:

$q = 2,00$ kN/m ²	$q = 2,40$ kN/m'
------------------------------	------------------

Izračunat ujecaji pokretnog opterećenja (upetost na krajevima):

$M_{q,x=0} = 0,00$ kNm	$M_{q,x=L} = 0,00$ kNm
------------------------	------------------------

x	0,00	0,73	1,45	2,18	2,90	3,63	4,35	5,08	5,80	6,53	7,25
$M_{g,z}$ [kNm]	0,0	17,9	33,9	48,0	60,2	70,6	79,1	85,6	90,4	93,2	94,1
$M_{g,p}$ [kNm]	0,0	27,0	51,1	72,4	90,8	106,4	119,2	129,1	136,2	140,5	141,9
$M_{\Delta g}$ [kNm]	0,0	15,0	28,4	40,2	50,5	59,1	66,2	71,7	75,7	78,1	78,8
M_q [kNm]	0,0	12,0	22,7	32,2	40,4	47,3	53,0	57,4	60,6	62,4	63,1
$M_{sd,1}$ [kNm]	0,0	98,7	187,1	265,0	332,6	389,8	436,6	472,9	498,9	514,5	519,7
$M_{sd,2}$ [kNm]	0,0	71,8	136,1	192,8	241,9	283,5	317,5	343,9	362,8	374,2	378,0
$M_{sd,3}$ [kNm]	0,0	68,2	129,3	183,1	229,8	269,3	301,6	326,7	344,7	355,4	359,0
$M_{sd,4}$ [kNm]	0,0	67,0	127,0	179,9	225,7	264,5	296,3	321,0	338,6	349,2	352,7

$M_{sd,1}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja nosivosti; $M_{sd,1} = 1,35 (M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1,50 M_q$

$M_{sd,2}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - rijetka kombinacija; $M_{sd,2} = 1,00 (M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1,00 M_q$

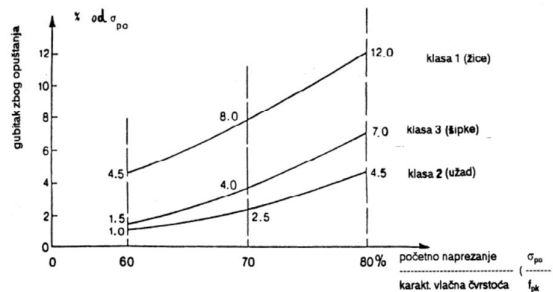
$M_{sd,3}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - česta kombinacija; $M_{sd,3} = 1,00 (M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1,00 \psi_{1,1} M_q$

$M_{sd,4}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - kvazistalna kombinacija; $M_{sd,4} = 1,00 (M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1,00 \psi_{2,1} M_q$

$\psi_{2,1} = 0,70$

$\psi_{2,1} = 0,60$

6. PRORAČUN SILE PREDNAPREZANJA						TT ploča																						
1. FAZA	Učecaj:	$M_{g,z}$	$M_{g,p}$	$M_{d,g}$	M_q	$M_{sd,2} = 1.00 (M_{g,z} + M_{g,p} + M_{d,g}) + 1.00 M_q$	Konvencija predznaka: - tlak + vlak																					
	Koeficijent:	1,0	0,0	0,0	0,0																							
	Moment:	94,1	0,0	0,0	0,0	94,1 kNm																						
a) Donji rub (tlak)	$\frac{P_{t=0}}{A_1} - \frac{P_{t=0} \cdot y_{k,1}}{W_{1,d}} + \frac{M_{sd,2}}{W_{1,d}} \geq \sigma_{c,pr,1=0}$					$P_{t=0} \leq 1166,73$ kN	Mjerodavna sila:																					
b) Gornji rub (vlak)	$\frac{P_{t=0}}{A_1} + \frac{P_{t=0} \cdot y_{k,1}}{W_{1,g}} - \frac{M_{sd,2}}{W_{1,g}} \geq \sigma_{t,pr,1=0}$					$P_{t=0} \leq 2062,64$ kN	$P_{t=0} \leq 1166,73$ kN																					
2. FAZA	Učecaj:	$M_{g,z}$	$M_{g,p}$	$M_{d,g}$	M_q	$M_{sd,2} = 1.00 (M_{g,z} + M_{g,p} + M_{d,g}) + 1.00 M_q$																						
	Koeficijent:	1,0	1,0	1,0	0,7																							
	Moment:	94,1	141,9	78,8	44,2	359,0 kNm																						
Pretpostavljeni gubici sile:		20,0 %																										
a) Donji rub (vlak)	$\frac{P_{t=0}}{A_{1+2}} + \frac{P_{t=0} \cdot y_{k,2}}{W_{d-2}} + \frac{M_{sd,2}}{W_{d-2}} \leq \sigma_{t,pr,1=0}$					$P_{t=0} \geq 834,74$ kN	Mjerodavna sila prednapinjanja: $P_{t=0} \geq 834,74$ kN $P_{t=0} \geq 1043,43$ kN																					
b) Gornji rub (tlak)	$\frac{P_{t=0}}{A_{1+2}} + \frac{P_{t=0} \cdot y_{k,2}}{W_{g-2}} - \frac{M_{sd,2}}{W_{g-2}} \leq \sigma_{c,pr,1=0}$					$P_{t=0} \geq -2095,75$ kN																						
pretpostaviti POTREBAN BROJ KABLOVA U DONJOJ ZONI		4,96	kom	RAČ. - Poče. sila po 1. užetu		208,92 kN																						
		Promjer užeta:	0,60		inča		Raspored kablova u sredini presjeka: <table border="1"> <thead> <tr> <th>RED</th> <th>Br. užadi</th> <th>y_k (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>red 6</td> <td>0</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>red 5</td> <td>0</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>red 4</td> <td>0</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>red 3</td> <td>1</td> <td>16,20</td> </tr> <tr> <td>red 2</td> <td>2</td> <td>11,10</td> </tr> <tr> <td>red 1</td> <td>2</td> <td>6,00</td> </tr> </tbody> </table>	RED	Br. užadi	y _k (cm)	red 6	0	0,00	red 5	0	0,00	red 4	0	0,00	red 3	1	16,20	red 2	2	11,10	red 1	2	6,00
		RED	Br. užadi	y _k (cm)																								
		red 6	0	0,00																								
red 5	0	0,00																										
red 4	0	0,00																										
red 3	1	16,20																										
red 2	2	11,10																										
red 1	2	6,00																										
Površina 1 užeta:	139,00		mm ²																									
USVOJENA Početna sila po 1. užetu	200,00		kN																									
Ukupni broj užadi u presjeku n=		5		(u polovini nosača)																								
Početna sila prednapinjanja P_{poc}		1000,00		kN		Rezultanta užadi	10,08 cm																					
				(u polovini nosača)																								
7. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - PROKLIZNUĆE KLINA						TT ploča																						
Pretpostavljeno prokliznuće klina ΔL_c		0,00 mm																										
Modul elastičnosti čelika užadi E_k		195000,00 Mpa																										
Dužina piste za prednapinjanje L		100,00 m																										
$\Delta \sigma_{z1} = \frac{\Delta L}{L} \cdot E_z$		0,00 Mpa																										
Gubitak sile od prokliznuća klina ΔP_{sf}		0,0		kN		0,00 %																						
Gubici su konstantni po čitavoj dužini nosača!																												
8. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - ELASTIČNE DEFORMACIJE BETONA																												
$\rho_1 = 1 + \frac{A_e}{I_e} \cdot y_{k,1}^2$		3,09		$y_{k,1} = 22,9$ cm		(za fazu 1.)																						
Odnos modula elastičnosti $\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}}$		5,65		$\sigma_{c0} = P_0 \cdot \frac{\rho_1}{A_c} = 2,16$ KN/cm ²																								
$\Delta P_c = \sigma_{c0} \cdot \frac{\alpha_e}{1 + \rho_1 \cdot \alpha_e} \cdot A_p$		4,59		kN		0,46 %																						
9. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - RELAKSACIJA (OPUSTANJE) ČELIKA																												
Prema tablici se uzimaju konačne vrijednosti gubitka napreznja za razred čelika 2 (niska relaksacija za užad) i za t=∞.																												
$f_{yk} = 1860,0$ MPa																												
$\sigma_{p0} = 0,9 f_{yk/1,15} = 1455,7$ MPa																												
$\sigma_{p0} / f_{yk} = 0,78$		iz slike za razred 2(užad) se očit																										
$\Delta \sigma_{pr,t=1000} = 0,025 \sigma_{p0} = 36,3913043$ MPa																												
$\Delta \sigma_{pr,t=\infty} = 3 \Delta \sigma_{pr,t=1000} = 109,17$ MPa																												
$\Delta P_r = A_p \cdot \sigma_{pr,t=\infty} = 75,00$ kN		7,50 %																										
10. UKUPNI GUBICI SILE PREDNAPREZANJA U TRENUTKU PREDNAPREZANJA						slika 1.																						
Gubici od prokliznuća klina $\Delta P_{sf} =$		0,00		kN		Sila prednapreznja umanjena za početni gubitak = 920,41 kN																						
Gubici od elastičnih deformacija $\Delta P_c =$		4,59		kN		Početni gubitak sile prednapreznja = 7,96 %																						
Gubici od relaksacije čelika $\Delta P_r =$		75,00		kN																								
Ukupni gubici =		79,59		kN																								



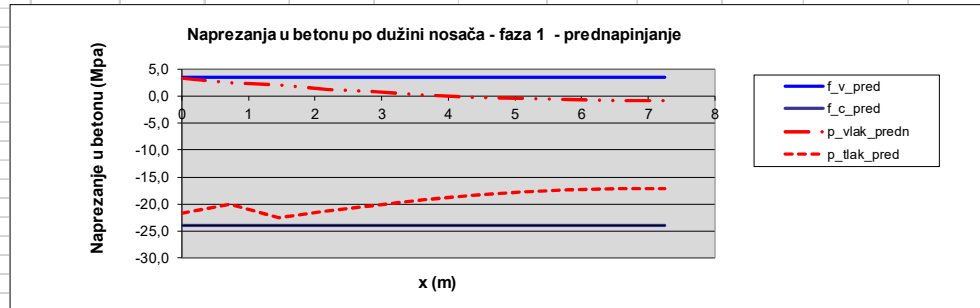
11. PADOVI SILE PREDNAPREZANJA U SREDINI NOSAČA - PUZANJE I SKUPLJANJE BETONA (prema Bažantu)				TT ploča	
(mjerodavna faza montaže i opterećenje od montaže nosača)					
za omjer	$\sigma_{pg0} / f_{tk} =$	0,78	iz slike 1. za razred 2 (užad), vrijednost gubitka naprezanja za $t = \infty$		
			$\Delta\sigma_{p(t=\infty)} =$	-109,17	MPa
	$\sigma_{cg} = \frac{M_{g+\Delta g}}{I_{x,1}} \cdot y_{k,1} =$	11,01	MPa	$y_{k,2} =$	32,9 cm (za fazu 2)
	$\sigma_{pg0} = -\frac{P_{pg0}}{A} \cdot \left(1 + \frac{A_p}{I_{x,1}} \cdot y_{k,1}^2\right) =$	-6,43	MPa		
	$\Delta\sigma_{p,crack} = \frac{\epsilon_s(t, t_0) E_s + \Delta\sigma_{pg} + \alpha_s \cdot \varphi(t, t_0) (\sigma_{cg} + \sigma_{pg0})}{1 + \alpha_s \frac{A_p}{A} \left(1 + \frac{A_p}{I_{x,1}} \cdot y_{k,1}^2\right) \cdot [1 + 0,8 \cdot \varphi(t, t_0)]} =$	-94,98	MPa		
	Koeficijent puzanja betona za $t = \infty$, $\varphi(t, t_0) :$	2			
	Konačna vrijednost skupljanja $t = \infty$, $\epsilon_{sh}(t, t_0) :$	-0,3	%		
	Pad naprezanja: $\Delta\sigma_{p,crack} =$	-94,98	Mpa		
	$\Delta P(t) = \sigma_{p,crack} \cdot A_p =$	66,01	kN	6,601	%
12. UKUPNI GUBICI I PADOVI SILE PREDNAPREZANJA U SREDINI NOSAČA - KONAČNI					
Gubici od prokliznuća kina $\Delta P_{sl} =$	0,00	kN	Konačna sila prednaprezanja umanjena za početne gubitke i padove $P_{p,crack} =$ 854,40 kN		
Gubici od elastičnih deformacija $\Delta P_e =$	4,59	kN	Konačni gubitak sile prednaprezanja = 14,56 % < 30 %		
Gubici od relaksacije čelika $\Delta P_{rs} =$	75,00	kN	Izračunati gubici u sredini raspona nosača će se usvojiti iste veličine za sve presjeke po dužini nosača !		
Padovi od puzanja i skupljanja $\Delta P_{ps} =$	66,01	kN			
Ukupni gubici sile =	145,60	kN			
				TT ploča	
13. KONTROLA BOČNE STABILNOSTI NOSAČA					
$b_{fla} =$	120,0	cm	širina gornjeg pojasa nosača		
$L =$	1450,0	cm	raspon nosača		
$H =$	50,0	cm	visina nosača na sredini raspona		
$b_{fs} \geq 4 \sqrt{\left(\frac{L}{50}\right)^3} \cdot H =$	25,82	cm			
Kontrola nije potrebna!					
14. PRORAČUN DODATNE KLASIČNE ARMATURE					
Beton:	C 40/50				
$f_{ck} =$	40,0	Mpa			
$f_{td} =$	26,7	Mpa			
Armatura:	B 500B				
$f_{yk} =$	500,0	Mpa			
$f_{yd} =$	434,8	Mpa			
Moment					
$M_{sd,1} =$	519,7	kNm			
$M_{sd} = M_{sd,1} - N_{sd} \cdot y_k =$	238,3	kNm			
$N_{sd} =$	854,4	kN			
$e = M_{sd}/N_{sd} =$	0,28	m			
$e_a = y_{s2} - y_a =$	0,40	m			
$e_{0a} = e + e_a =$	0,68	m			
$M_{sda} = N_{sd} \cdot e_{0a} =$	581,90	kNm			
$\epsilon_{s1} =$	5,0				
$\mu_{sdlim} =$	0,235				
$M_{Rd,lim} =$	2460,4				
$x/d =$	0,17				
H_u - ukupna visina presjeka	60,0	cm			
b_{rac} - min. širina gornjeg pojasa	120,0	cm			
d_1 - udaljenost težišta armature	2,8	cm			
d - statička visina presjeka	57,2	cm			
$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} =$	0,056				
$\xi_s =$	0,167				
$x =$	9,55	cm			
$\zeta_s =$	0,942				
$\epsilon_{s2} =$	1,0	%			
$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_s \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{sd}}{f_{yd}} =$	2,53	cm ²			
Odobrano:	3 Ø 12				
$d_1 =$	5,0	cm			

15. PRORAČUN POTREBNE POPREČNE ARMATURE (SPONA)

TT ploča

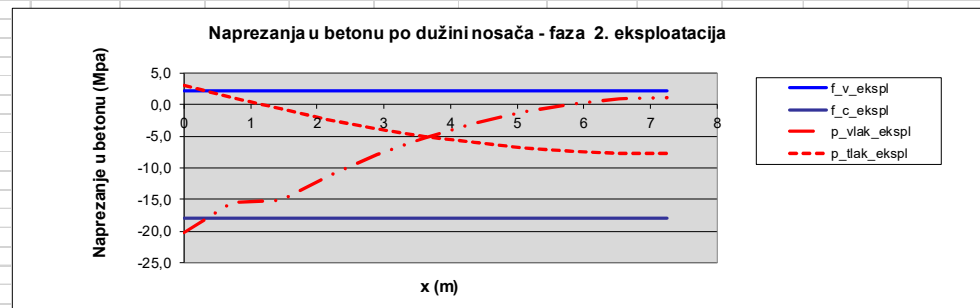
Presjek 1-1		Presjek 2-2		Uzdružni presjek											
PRESJEK 1-1															
V _{sd} =	143,37	kN			A _{s2} =	0	cm ²								
τ _{Rd} =	0,0410	kN/cm ²			V _{sd} /V _{Rd2} =	0,226									
ρ ₁ =	0,00129				s _{w,min} =	30,0	cm			Ø _{odab}	8,0	0,50	cm ²		
k =	1,03				ρ _{min} =	0,0013				s _{w,odab}	15,0	cm			
b _w =	18,5	cm								reznost	2,0	cm			
v =	0,50				A _{sw,min} =	$\frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m}$	0,36075	cm ²							
$V'_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1)] \cdot b_w \cdot d =$		55,82	kN												
$V_{Rd2} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z =$		634,92	kN			$V_{wd} = \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot z}{s_w} =$	150,01	kN							
					$V_{Rd} = V_{sd} + V_{wd} =$	205,83	kN								
PRESJEK 2-2															
α _{cp} =	0,325	kN/cm ²													
α _{cp,eff} =	0,325	kN/cm ²													
V _{sd} =	143,37	kN									Ø _{odab}	8,0	0,50	cm ²	
b _w =	18,5	cm									s _{w,odab}	20,0	cm		
											reznost	2,0	cm		
$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d =$		107,34	kN			$V_{wd} = \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot z}{s_w} =$	112,51	kN							
$V_{Rd2} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z =$		634,92	kN			$V_{Rd} = V_{sd} + V_{wd} =$	219,85	kN							
$V_{Rd2,red} = 1,67 \cdot V_{Rd2} \cdot \left(1 - \frac{\sigma_{cp,eff}}{f_{cd}} \right) =$		634,92	kN												

1. FAZA											
x	0,00	0,73	1,45	2,18	2,90	3,63	4,35	5,08	5,80	6,53	7,25
A ₁ [cm ²]	1432,5	1432,5	1432,5	1432,5	1432,5	1432,5	1432,5	1432,5	1432,5	1432,5	1432,5
y _{d1} [cm]	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0
W _{d1} [cm ³]	10908,5	10908,5	10908,5	10908,5	10908,5	10908,5	10908,5	10908,5	10908,5	10908,5	10908,5
W _{g1} [cm ³]	21121,1	21121,1	21121,1	21121,1	21121,1	21121,1	21121,1	21121,1	21121,1	21121,1	21121,1
P _{pod} [kN]	800,0	800,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
Rezultanta	8,6	8,6	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1
P _{net} [kN]	736,3	736,3	920,4	920,4	920,4	920,4	920,4	920,4	920,4	920,4	920,4
σ _y [Mpa]	3,4	2,5	1,9	1,3	0,7	0,2	-0,2	-0,5	-0,7	-0,9	-0,9
σ _x [Mpa]	-21,6	-20,0	-22,6	-21,3	-20,2	-19,3	-18,5	-17,9	-17,5	-17,2	-17,1
σ _{c,max,j=0}	-24,0	- maksimalno tlačno dopušteno naprezanje pri prednaprezanju									
σ _{l,max,j=0}	3,5	- maksimalno vlačno dopušteno naprezanje pri prednaprezanju									



2. FAZA											
x	0,00	0,73	1,45	2,18	2,90	3,63	4,35	5,08	5,80	6,53	7,25
A ₁₊₂ [cm ²]	2632,5	2632,5	2632,5	2632,5	2632,5	2632,5	2632,5	2632,5	2632,5	2632,5	2632,5
y _{d2} [cm]	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0
W _{d2} [cm ³]	15961,3	15961,3	15961,3	15961,3	15961,3	15961,3	15961,3	15961,3	15961,3	15961,3	15961,3
W _{g2} [cm ³]	40415,3	40415,3	40415,3	40415,3	40415,3	40415,3	40415,3	40415,3	40415,3	40415,3	40415,3
Rezultanta	8,6	8,6	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1
P _{net} [kN]	683,5	683,5	854,4	854,4	854,4	854,4	854,4	854,4	854,4	854,4	854,4
σ _y [Mpa]	-0,2	-1,5	-2,6	-3,6	-4,5	-5,2	-5,8	-6,3	-6,6	-7,3	-7,7
σ _{gn} [Mpa]	3,1	1,0	-0,7	-2,4	-3,8	-5,0	-6,0	-6,8	-7,3	-7,6	-7,7
σ _x [Mpa]	-20,3	-15,5	-15,0	-11,3	-8,0	-5,2	-2,9	-1,2	0,1	0,8	1,1
σ _{c,max,j=0}	-18,0	- maksimalno tlačno dopušteno naprezanje u uporabi									
σ _{l,max,j=0}	2,1	- maksimalno vlačno dopušteno naprezanje u uporabi									

TT ploča											
1. FAZA											
Donji rub: $\sigma_d = -\frac{P_{t=0}}{A_1} - \frac{P_{t=0} \cdot y_{k-1}}{W_{g-1}} + \frac{M_{d,r1}}{W_{d-1}} \geq \sigma_{c,max,j=0}$											
Gornji rub: $\sigma_g = -\frac{P_{t=0}}{A_1} + \frac{P_{t=0} \cdot y_{k-1}}{W_{g-1}} - \frac{M_{d,r1}}{W_{g-1}} \leq \sigma_{t,max,j=0}$											
2. FAZA											
Donji rub: $\sigma_d = -\frac{P_{t=0}}{A_2} - \frac{P_{t=0} \cdot y_{k-2}}{W_{g-2}} + \frac{M_{d,r2}}{W_{d-2}} \leq \sigma_{t,max,j=0}$											
Gornji rub: $\sigma_g = -\frac{P_{t=0}}{A_2} + \frac{P_{t=0} \cdot y_{k-2}}{W_{g-2}} - \frac{M_{d,r2}}{W_{g-2}} \geq \sigma_{c,max,j=0}$											
Konvencija predznaka: - tlak + vlak											



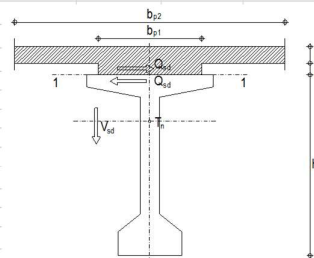
17. KONTROLA PROGIBA										TT ploča	
1. Pri prednaprezanju					2. Faza betoniranja ploče						
$P_{t=0}$	=	920,4	kN		$P_{t=0}$	=	920,4	kN			
$M_{sd,1}$	=	94,1	kNm		$M_{sd,1}$	=	236,0	kNm			
E_{c-1}	=	34500,0	MPa		$\rho_{ct,t=90}$	=	2,0				
I_{x-1}	=	359666,3	cm ⁴		E_{c-1}	=	34500,0	MPa			
y_{k-1}	=	22,9	cm		I_{x-1}	=	359666,3	cm ⁴			
$f_1 = \frac{5}{48} \cdot \frac{(-P_{t=0} \cdot y_{k-1} + M_{sd,1}) \cdot L^2}{E_{c-1} \cdot I_{x-1}}$	=	-2,06	cm		y_{k-1}	=	22,9	cm			
					$f_1 = \frac{5}{48} \cdot \frac{(-P_{t=0} \cdot y_{k-1} + M_{sd,1}) \cdot L^2}{E_{c-1} \cdot I_{x-1}}$	=	0,45	cm			
3. Konačno stanje - radno opterećenje					4. Konačno stanje - granično opterećenje						
$P_{t=0}$	=	854,4	kN		$P_{t=0}$	=	854,4	kN			
$M_{sd,2}$	=	359,0	kNm		$M_{sd,2}$	=	359,0	kNm			
$\rho_{ct,t=90}$	=	2,0			$\rho_{ct,t=90}$	=	2,0				
E_{c-2}	=	34500,0	MPa		E_{c-2}	=	34500,0	MPa			
I_{x-2}	=	686542,1	cm ⁴		I_{x-2}	=	686542,1	cm ⁴			
y_{k-2}	=	32,9	cm		y_{k-2}	=	32,9	cm			
$f_2 = \frac{5}{48} \cdot \frac{(-P_{t=0} \cdot y_{k-2} + M_{sd,2}) \cdot L^2}{E_{c-2} \cdot I_{x-2}}$	=	0,72	cm		$f_2 = \frac{5}{48} \cdot \frac{(-P_{t=0} \cdot y_{k-2} + M_{sd,2}) \cdot L^2}{E_{c-2} \cdot I_{x-2}}$	=	0,72	cm			
Ukupni progib:		$f_{ukupn} =$	1,17	cm							
Dozvoljeni progib:		$f_{dop} = \frac{L}{300} =$	4,83	cm	Dozvoljeni kontra progib:	$f_{dop} = \frac{L}{500} =$	2,90	cm			
Nosači pri izvedbi dati kontra progib:			0,0	cm							
NAPOMENA: U slučaju maksimalne računске sile progib nosača će se povećati. Međutim, takva stanja su rijetka i neracionalno je nosač kontrolirati na njih.											
18. KONTROLA PUKOTINA										TT ploča	
x (cm)	0,00	0,73	1,45	2,18	2,90	3,63	4,35	5,08	5,80	6,53	7,25
$M_{sd,2}$ (kNm)	0,0	68,2	129,3	183,1	229,8	269,3	301,6	326,7	344,7	355,4	359,0
b* (cm)	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
A_{ct} (cm ²)	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39
A_p (cm ²)	5,56	5,56	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95
σ_s (MPa)	-954,3	-784,7	-547,9	-432,0	-331,6	-246,6	-177,1	-123,0	-84,3	-61,2	-53,4
M_{cr} (kNm)	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9
σ_{sr} (MPa)	138,9	138,9	120,2	120,2	120,2	120,2	120,2	120,2	120,2	120,2	120,2
ζ	0,394	0,394	0,394	0,394	0,394	0,394	0,394	0,394	0,394	0,394	0,394
σ_{sm}	-0,0048551	-0,0039770	-0,0027592	-0,0021512	-0,0016166	-0,0011519	-0,0007510	-0,0004046	-0,0001030	0,0001408	0,0002461
ρ_r	0,10776	0,10776	0,11832	0,11832	0,11832	0,11832	0,11832	0,11832	0,11832	0,11832	0,11832
s_{rm} (mm)	66,7	66,7	65,2	65,2	65,2	65,2	65,2	65,2	65,2	65,2	65,2
w_k (mm)	-0,573	-0,469	-0,318	-0,248	-0,186	-0,133	-0,087	-0,047	-0,012	0,016	0,028
											< $w_g=0,2$ mm
$e_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_k} \cdot \left[1 - 0,75 \cdot 0,5 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right]$ $\sigma_s = \Delta \sigma_p = \frac{(M_{sd,2} / z + N_{sd})}{(A_{s1} + A_p)}$ $s_{sm} = 50 + 0,25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\Phi}{\rho_r}$ $w_k = \beta \cdot k_s \cdot s_{sm} \cdot e_{sm} = 1,7 \cdot 1,04 \cdot s_{sm} \cdot e_{sm} \leq w_g = 0,2 \text{ mm}$ $\rho_r = (A_s + A_p \cdot \xi_w) / A_{s,eff}$ $\xi_w = 0,5 \cdot \frac{\Phi}{\rho_p}$ $M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{I_x}{y_k}$ $\sigma_{sr} = \frac{f_{ctm} \cdot W_{pl}}{(A_{s1} + A_p) \cdot z}$											

Pukotine u betonu po dužini nosača

—	w_g
- - -	w_k

19. PRORAČUN ARMATURE ZA SPREZANJE SA MONOLITIZACIJOM

$V_{sd} =$	143,37	kN	Armatura:	B 500B
$I_{x-2} =$	686542,1	cm ⁴	$f_{yk} =$	500,0 Mpa
$S_{1-1} =$	26434,6	cm ³	$f_{td} =$	434,8 Mpa
$Q_{sd,1-1} =$	$V_{sd} \cdot S_{1-1} =$	276,01	kN/m	
$A_s =$	$Q_{sd,1-1} =$	6,35	cm ² /m	
Profil:	8,0		0,50	cm ²
Razmak:	15,0			cm
Reznost:	2			
Odob. arm.:	6,70			cm ² /m



20. PODRUČJE SIDRENJA NATEGA KOD PRETHODNOG NAPINJANJA

Duljina prijenosa prednaponske sile	$\Phi =$	1,524	cm
	d=	39,9	cm

$$I_{bp} = \beta_b \cdot \Phi = 106,68 \text{ cm}$$

Proračunska vrijednost za dužinu prenošenja sile sa užeta na beton

$$I_{bpd} = 0,8 \cdot I_{bp} = 85,344 \text{ cm}$$

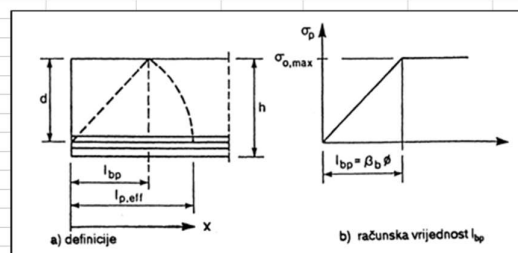
$$I_{bpd} = 1,2 \cdot I_{bp} = 128,016 \text{ cm}$$

Duljina uvođenja sile sa užeta na beton

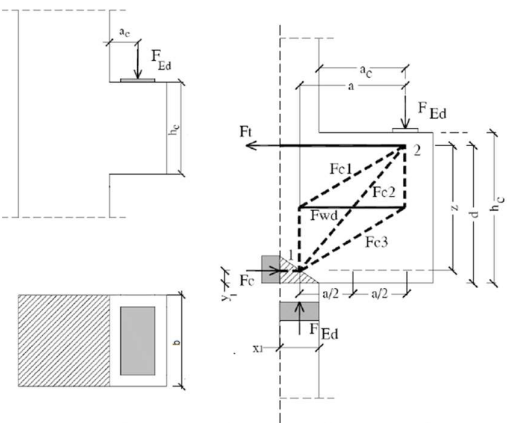
$$I_{p,eff} = \sqrt{I_{bpd}^2 + d^2} = 94,22 \text{ cm}$$

$$I_{p,eff} = \sqrt{I_{bpd}^2 + d^2} = 134,10 \text{ cm}$$

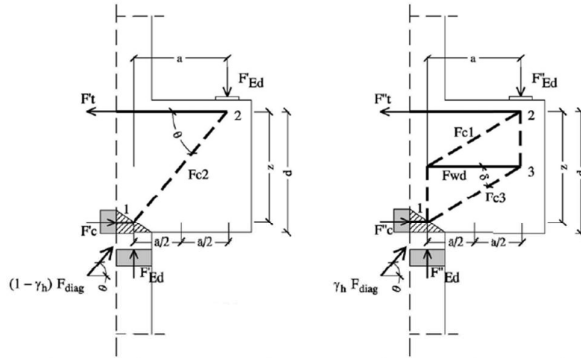
Usvaja se nepovoljnija vrijednost za promatrano djelovanje.



5.2 Proračun kratke konzole (oslonac za TT ploče)

DIMENZIONIRANJE KRATKE KONZOLE									
Geometrijske karakteristike konzole									
ac=	125	[mm]							
hc=	300	[mm]							
c=	30	[mm]							
d=	260	[mm]							
z=	208	[mm]							
b=	1000	[mm]							
lp=	300	[mm]							
bp=	150	[mm]							
$a_c < \frac{h_c}{2}$									
125 < 150									
									
Proračunske vrijednosti poprečne sile (reakcije):									
FEd=	150	[kN]							
	γs=	1,15							
	γc=	1,5							
Materijal:									
Beton:	C 35/45	fck=	35,00	[N/mm^2]	→	3,50	[kN/cm^2]		
		fck,cube=	45,00	[N/mm^2]	→	4,50	[kN/cm^2]		
		fctm=	3,20	[N/mm^2]	→	0,32	[kN/cm^2]		
		fcd=	23,33	[N/mm^2]	→	2,333	[kN/cm^2]		
Čelik:	B500B	fyk=	500,00	[N/mm^2]	→	50,00	[kN/cm^2]		
		fyd=	434,78	[N/mm^2]	→	43,478	[kN/cm^2]		
$\sigma_{1Rd,max} = k_1 \cdot v' \cdot f_{cd} = k_1 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \cdot f_{cd} = 20,07 \text{ N/mm}^2 \quad k_1 = 1,0$									
$\sigma_{2Rd,max} = k_2 \cdot v' \cdot f_{cd} = k_1 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \cdot f_{cd} = 17,06 \text{ N/mm}^2 \quad k_2 = 0,85$									
$\sigma_{3Rd,max} = k_3 \cdot v' \cdot f_{cd} = k_1 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \cdot f_{cd} = 15,05 \text{ N/mm}^2 \quad k_3 = 0,75$									

Dimenzioniranje:



Proračun glavne armature:

$$x_1 = \frac{F_{Ed}}{\sigma_{1Rd,max} \cdot b} = 7 \text{ mm}$$

$$y_1 = 0,2 \cdot d_c = 52 \text{ mm}$$

$$\text{Iz uvjeta ravnoteže: } F_{Ed} \cdot a = F_c \cdot z \longrightarrow F_c = F_t = 92,84 \text{ kN}$$

Provjera naprezanja u čvoru 1:

$$\sigma = \frac{F_c}{b \cdot (2 \cdot y_1)} = 0,89 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{1Rd,max} = 20,07 \text{ N/mm}^2 \text{ Zadovoljava}$$

Potrebna površina glavne armature:

$$A_s = \frac{F_t}{f_{yd}} = 2,14 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: 5 Φ 12 $A_s = 5,65 \text{ cm}^2$

Proračun poprečne armature:

$$F_{wd} = \frac{2 \cdot \frac{z}{a} - 1}{3 + F_{Ed}/F_c} \cdot F_c = 44,90 \text{ kN}$$

Potrebna površina poprečne armature:

$$A_{sw} = \frac{F_{wd}}{f_{yd}} = 1,03 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: 5 Φ 8 $A_{sw} = 5,03 \text{ cm}^2 \geq k_1 \cdot A_s = 1,41 \text{ cm}^2$ $k_1 = 0,25$

Reznost:

2

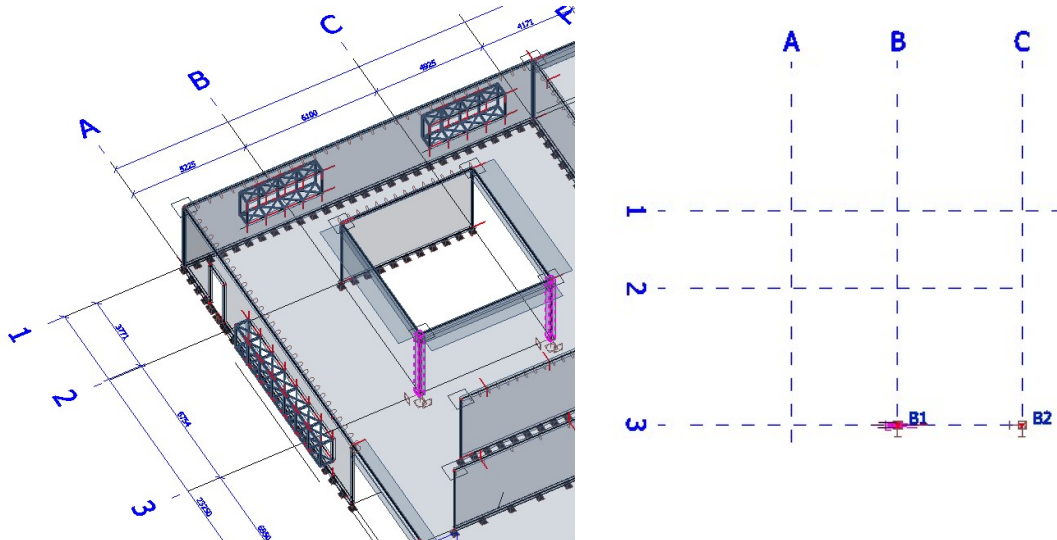
Provjera naprezanja u čvoru 2 (na mjestu djelovanja sile)

$$\sigma = \frac{F_{Ed}}{b \cdot d} = 3,33 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{2Rd,max} = 17,06 \text{ N/mm}^2 \text{ Zadovoljava}$$

6 DIMENZIONIRANJE STUPOVA

Stupovi su pravokutnog poprečnog presjeka dimenzija 30/30cm. Stupovi su raspoređeni u osi 3 na međusobnom razmaku od 6,1m. 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



Dimenzioniranje se provodi za kombinaciju graničnog stanja nosivosti CO1) 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.

6.1 Rezne sile

6.1.1 Kombinacija opterećenja CO1 (GSN)

Internal forces (Check)

Linear calculation
Combination: CO1
Extreme 1D: Global
Selection: B1,B2

Member B1, section no. 0, dx = 0 m

Input internal forces (forces from FEM analysis)

Content of combination: 1.35*LC1+1.35*LC2+1.50*LC3

Forces: N = -323 kN $M_y = -0.0506$ kNm $M_z = -0.201$ kNm $M_x = -0.335$ kNm $V_y = 0.053$ kNm $V_z = 0.0133$ kNm

Recalculation normal forces, shear forces and torsional moment

$$N_{Ed} = N = -323 \text{ kN}$$

$$M_{Edx} = M_x = -0.335 \text{ kNm}$$

$$V_{Edy} = V_y = 0.053 \text{ kN}$$

$$V_{Edz} = V_z = 0.0133 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = \sqrt{V_{Edy}^2 + V_{Edz}^2} = \sqrt{0.053^2 + 0.0133^2} = 0.0546 \text{ kN}$$

Recalculation bending moments (influence of II.order effect and imperfection)

N	M_y	M_{iy}	M_{oEdy}	M_{2y}	M_{Edy}	e_{oy}	e_{iy}	e_{oEdy}	e_{2y}	e_{dy}
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
-323	-0.0506	-6.15	-6.47	-37.7	-44.1	0.374	19	20	119	139
	-0.201	-6.15	-6.47	-38.4	-44.9	0.0939	19	20	117	137

Member B1, section no. 0, dx = 0 m

Input internal forces (forces from FEM analysis)

Content of combination: 1.35*LC1+1.35*LC2

Forces: $N = -252 \text{ kN}$ $M_y = -0.0386 \text{ kNm}$ $M_z = -0.16 \text{ kNm}$ $M_x = -0.252 \text{ kNm}$ $V_y = 0.042 \text{ kN}$ $V_z = 0.0101 \text{ kN}$

Recalculation normal forces, shear forces and torsional moment

$$N_{Ed} = N = -252 \text{ kN}$$

$$M_{Edx} = M_x = -0.252 \text{ kNm}$$

$$V_{Edy} = V_y = 0.042 \text{ kN}$$

$$V_{Edz} = V_z = 0.0101 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = \sqrt{V_{Edy}^2 + V_{Edz}^2} = \sqrt{0.042^2 + 0.0101^2} = 0.0432 \text{ kN}$$

Recalculation bending moments (influence of II.order effect and imperfection)

N	M_y	M_{iy}	M_{oEdy}	M_{2y}	M_{Edy}	e_{oy}	e_{iy}	e_{oEdy}	e_{2y}	e_{dy}
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
-252	-0.0386	-4.79	-5.04	-29.4	-34.4	0.38	19	20	119	139
	-0.16	-4.79	-5.04	-29.9	-35	0.0918	19	20	117	137

Member B2, section no. 0, dx = 0 m

Input internal forces (forces from FEM analysis)

Content of combination: $1.35 \cdot LC1 + 1.35 \cdot LC2 + 1.50 \cdot LC3$

Forces: $N = -205 \text{ kN}$ $M_y = -0.0409 \text{ kNm}$ $M_z = -0.177 \text{ kNm}$ $M_x = -0.0981 \text{ kNm}$ $V_y = 0.0464 \text{ kN}$ $V_z = 0.0108 \text{ kN}$

Recalculation normal forces, shear forces and torsional moment

$$N_{Ed} = N = -205 \text{ kN}$$

$$M_{Edx} = M_x = -0.0981 \text{ kNm}$$

$$V_{Edy} = V_y = 0.0464 \text{ kN}$$

$$V_{Edz} = V_z = 0.0108 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = \sqrt{V_{Edy}^2 + V_{Edz}^2} = \sqrt{0.0464^2 + 0.0108^2} = 0.0477 \text{ kN}$$

Recalculation bending moments (influence of II.order effect and imperfection)

N	M_y	M_{iy}	M_{oEdy}	M_{2y}	M_{Edy}	e_{oy}	e_{iy}	e_{oEdy}	e_{2y}	e_{dy}
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
-205	-0.0409	-3.9	-4.1	-34.2	-38.2	0.517	19	20	167	187
	-0.177	-3.9	-4.1	-34.2	-38.2	0.12	19	20	167	187

Member B2, section no. 0, dx = 0 m

Input internal forces (forces from FEM analysis)

Content of combination: 1.35*LC1+1.35*LC2

Forces: N = -163 kN $M_y = -0.0348$ kNm $M_z = -0.142$ kNm $M_x = -0.0729$ kNm $V_y = 0.0374$ kNm $V_z = 9.15 \cdot 10^{-3}$ kNm

Recalculation normal forces, shear forces and torsional moment

$$N_{Ed} = N = -163 \text{ kN}$$

$$M_{Edx} = M_x = -0.0729 \text{ kNm}$$

$$V_{Edy} = V_y = 0.0374 \text{ kN}$$

$$V_{Edz} = V_z = 9.15 \cdot 10^{-3} \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = \sqrt{V_{Edy}^2 + V_{Edz}^2} = \sqrt{0.0374^2 + 9.15 \cdot 10^{-3}^2} = 0.0385 \text{ kN}$$

Recalculation bending moments (influence of II.order effect and imperfection)

N [kN]	M_y [kNm]	M_{iy} [kNm]	M_{oEdy} [kNm]	M_{2y} [kNm]	M_{Edy} [kNm]	e_{oy} [mm]	e_{iy} [mm]	e_{oEdy} [mm]	e_{2y} [mm]	e_{dy} [mm]
	M_z [kNm]	M_{iz} [kNm]	M_{oEdz} [kNm]	M_{2z} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	e_{oz} [mm]	e_{iz} [mm]	e_{oEdz} [mm]	e_{2z} [mm]	e_{dz} [mm]
-163	-0.0348	0	-0.0348	0	-0.0348	-50	-15	-65	-43.6	-109
	-0.142	0	-0.142	0	-0.142	0	0	-20	0	-20

6.1.2 Kombinacija opterećenja C03 (potres)

Internal forces (Check)

Linear calculation
Combination: C03
Extreme 1D: Member
Selection: B1,B2

Member B1, section no. 0, dx = 0 m

Input internal forces (forces from FEM analysis)

Content of combination: LC1+LC2

Forces: $N = -187 \text{ kN}$ $M_y = -0.0286 \text{ kNm}$ $M_z = -0.118 \text{ kNm}$ $M_x = -0.186 \text{ kNm}$ $V_y = 0.0311 \text{ kNm}$ $V_z = 7.52 \cdot 10^{-3} \text{ kNm}$

Recalculation normal forces, shear forces and torsional moment

$$N_{Ed} = N = -187 \text{ kN}$$

$$M_{Edx} = M_x = -0.186 \text{ kNm}$$

$$V_{Edy} = V_y = 0.0311 \text{ kN}$$

$$V_{Edz} = V_z = 7.52 \cdot 10^{-3} \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = \sqrt{V_{Edy}^2 + V_{Edz}^2} = \sqrt{0.0311^2 + 7.52 \cdot 10^{-3}^2} = 0.032 \text{ kN}$$

Recalculation bending moments (influence of II.order effect and imperfection)

N [kN]	M_y [kNm]	M_{iy} [kNm]	M_{oEdy} [kNm]	M_{zy} [kNm]	M_{Edy} [kNm]	e_{oy} [mm]	e_{iy} [mm]	e_{oEdy} [mm]	e_{zy} [mm]	e_{dy} [mm]
	M_z [kNm]	M_{iz} [kNm]	M_{oEdz} [kNm]	M_{zz} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	e_{oz} [mm]	e_{iz} [mm]	e_{oEdz} [mm]	e_{zz} [mm]	e_{dz} [mm]
-187	-0.0286	-3.55	-3.73	-21.7	-25.5	0.38	19	20	119	139
	-0.118	-3.55	-3.73	-22.2	-25.9	0.0918	19	20	117	137

Member B1, section no. 2, dx = 1.52 m

Input internal forces (forces from FEM analysis)

Content of combination: LC1+LC2+LC9

Forces: $N = -180 \text{ kN}$ $M_y = -821 \cdot 10^{-6} \text{ kNm}$ $M_z = -0.0149 \text{ kNm}$ $M_x = -0.177 \text{ kNm}$ $V_y = 0.0557 \text{ kNm}$ $V_z = 0.0147 \text{ kNm}$

Recalculation normal forces, shear forces and torsional moment

$$N_{Ed} = N = -180 \text{ kN}$$

$$M_{Edx} = M_x = -0.177 \text{ kNm}$$

$$V_{Edy} = V_y = 0.0557 \text{ kN}$$

$$V_{Edz} = V_z = 0.0147 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = \sqrt{V_{Edy}^2 + V_{Edz}^2} = \sqrt{0.0557^2 + 0.0147^2} = 0.0576 \text{ kN}$$

Recalculation bending moments (influence of II.order effect and imperfection)

N [kN]	M_y [kNm]	M_{iy} [kNm]	M_{oE_dy} [kNm]	M_{2y} [kNm]	M_{E_dy} [kNm]	e_{oy} [mm]	e_{iy} [mm]	e_{oE_dy} [mm]	e_{2y} [mm]	e_{dy} [mm]
	M_z [kNm]	M_{iz} [kNm]	M_{oE_dz} [kNm]	M_{2z} [kNm]	M_{E_dz} [kNm]	e_{oz} [mm]	e_{iz} [mm]	e_{oE_dz} [mm]	e_{2z} [mm]	e_{dz} [mm]
-180	$-821 \cdot 10^{-6}$	-3.43	-3.61	-21	-24.6	0.0824	19	20	119	139
	-0.0149	-3.43	-3.61	-21.4	-25	$4.55 \cdot 10^{-3}$	19	20	117	137

Member B2, section no. 0, dx = 0 m

Input internal forces (forces from FEM analysis)

Content of combination: LC1+LC2

Forces: $N = -121$ kN $M_y = -0.0258$ kNm $M_z = -0.105$ kNm $M_x = -0.054$ kNm $V_y = 0.0277$ kNm $V_z = 6.78 \cdot 10^{-3}$ kNm

Recalculation normal forces, shear forces and torsional moment

$$N_{Ed} = N = -121 \text{ kN}$$

$$M_{Edx} = M_x = -0.054 \text{ kNm}$$

$$V_{Edy} = V_y = 0.0277 \text{ kN}$$

$$V_{Edz} = V_z = 6.78 \cdot 10^{-3} \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = \sqrt{V_{Edy}^2 + V_{Edz}^2} = \sqrt{0.0277^2 + 6.78 \cdot 10^{-3}^2} = 0.0285 \text{ kN}$$

Recalculation bending moments (influence of II.order effect and imperfection)

N [kN]	M_y [kNm]	M_{iy} [kNm]	M_{oE_dy} [kNm]	M_{2y} [kNm]	M_{E_dy} [kNm]	e_{oy} [mm]	e_{iy} [mm]	e_{oE_dy} [mm]	e_{2y} [mm]	e_{dy} [mm]
	M_z [kNm]	M_{iz} [kNm]	M_{oE_dz} [kNm]	M_{2z} [kNm]	M_{E_dz} [kNm]	e_{oz} [mm]	e_{iz} [mm]	e_{oE_dz} [mm]	e_{2z} [mm]	e_{dz} [mm]
-121	-0.0258	0	-0.0258	0	-0.0258	-50	-15	-65	-43.6	-109
	-0.105	0	-0.105	0	-0.105	0	0	-20	0	-20

Member B2, section no. 7, dx = 3.8 m

Input internal forces (forces from FEM analysis)

Content of combination: LC1+LC2+LC10

Forces: $N = -106 \text{ kN}$ $M_y = 42.2 \cdot 10^{-18} \text{ kNm}$ $M_z = 406 \cdot 10^{-18} \text{ kNm}$ $M_x = -0.0448 \text{ kNm}$ $V_y = 0.0819 \text{ kN}$ $V_z = 0.0124 \text{ kN}$

Recalculation normal forces, shear forces and torsional moment

$$N_{Ed} = N = -106 \text{ kN}$$

$$M_{Edx} = M_x = -0.0448 \text{ kNm}$$

$$V_{Edy} = V_y = 0.0819 \text{ kN}$$

$$V_{Edz} = V_z = 0.0124 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = \sqrt{V_{Edy}^2 + V_{Edz}^2} = \sqrt{0.0819^2 + 0.0124^2} = 0.0828 \text{ kN}$$

Recalculation bending moments (influence of II.order effect and imperfection)

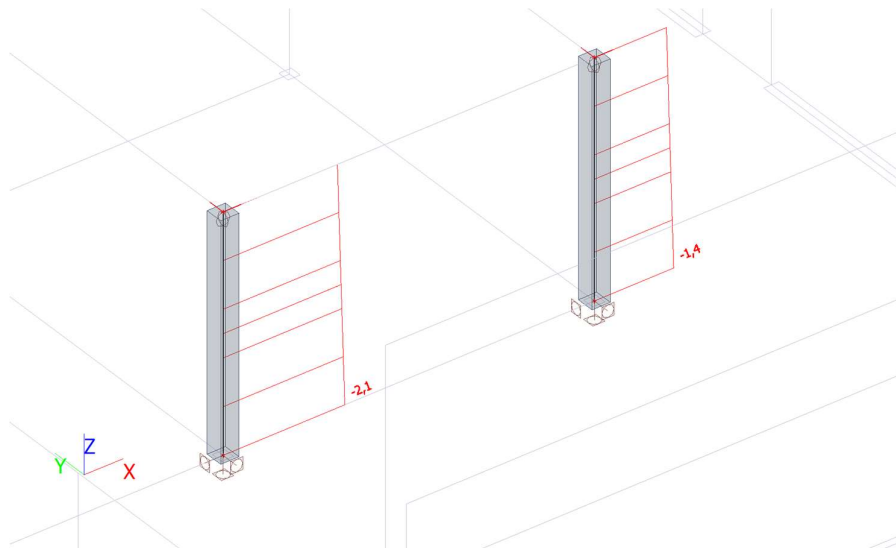
N [kN]	M_y [kNm]	M_{iy} [kNm]	M_{oEdy} [kNm]	M_{zy} [kNm]	M_{Edy} [kNm]	e_{oy} [mm]	e_{iy} [mm]	e_{oEdy} [mm]	e_{zy} [mm]	e_{dy} [mm]
	M_z [kNm]	M_{iz} [kNm]	M_{oEdz} [kNm]	M_{zz} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	e_{oz} [mm]	e_{iz} [mm]	e_{oEdz} [mm]	e_{zz} [mm]	e_{dz} [mm]
-106	$42.2 \cdot 10^{-18}$	0	$42.2 \cdot 10^{-18}$	0	$42.2 \cdot 10^{-18}$	-50	-15	-65	-43.6	-109
	$406 \cdot 10^{-18}$	0	$406 \cdot 10^{-18}$	0	$406 \cdot 10^{-18}$	0	0	-20	0	-20

6.2 Provjera naprezanja

Uzdužne se pukotine mogu pojaviti ako razina naprezanja za karakterističnu kombinaciju opterećenja premaši kritičnu vrijednost. Tlačno naprezanje se ograničava na vrijednost $0,45 \cdot f_{ck}$.

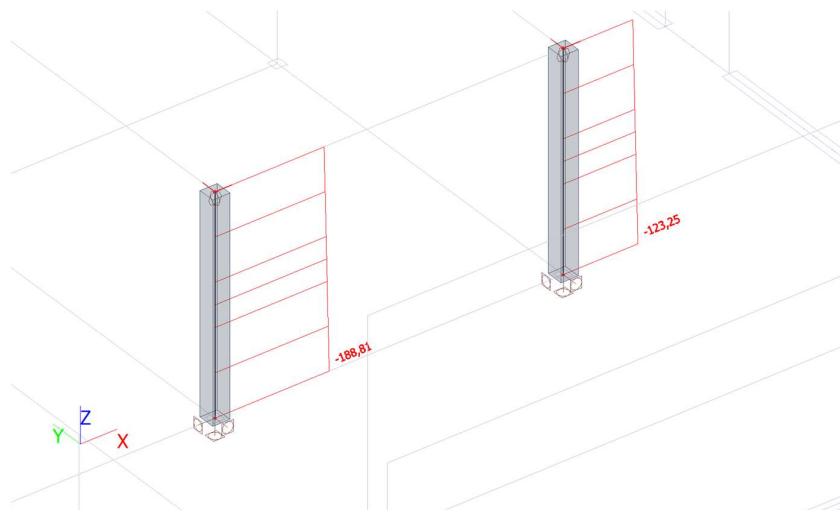
Za beton razreda C30/37 ograničenje naprezanja iznosi $0,45 \cdot 30 = 13,5$ MPa.

Naprezanja (MPa) u stupovima za karakterističnu kombinaciju opterećenje CO2



Naprezanja u stupu ne premašuju kritičnu vrijednost naprezanja od 13,5 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.

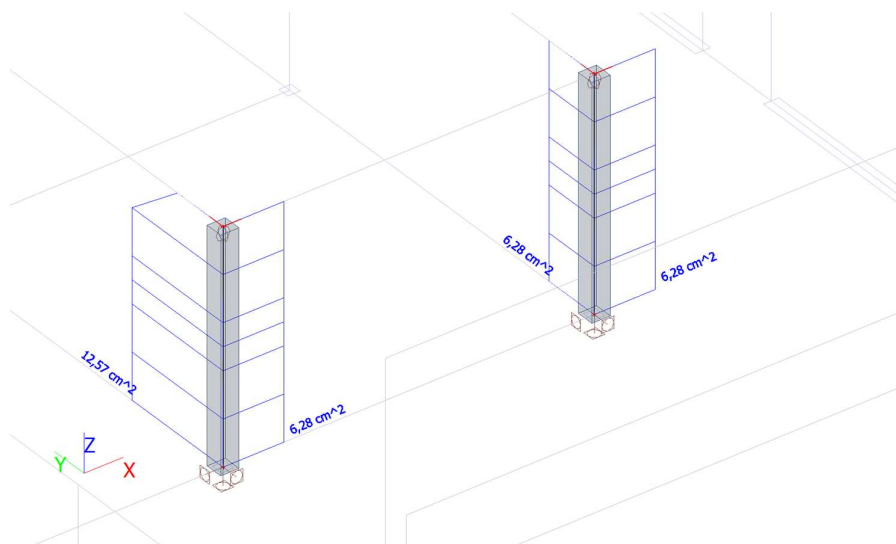
Maksimalna očitana uzdužna sila u stupu $N=188,81$ kN

$$v_{Ed} = \frac{N_{Ed}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{188,81}{300 \cdot 300 \cdot 20} \cdot 1000 = 0,105 \leq 0,65 \quad \text{Zadovoljava}$$

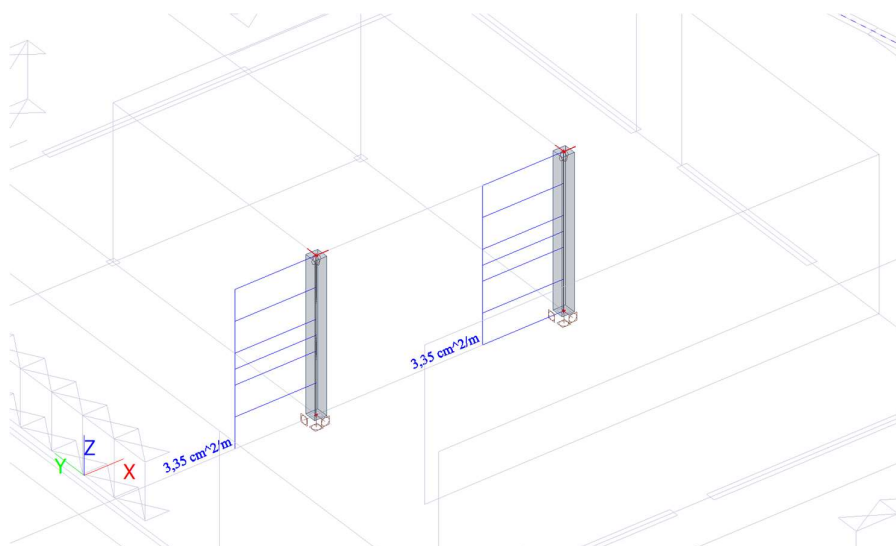
6.3 Proračunska armatura

6.3.1 Kombinacija djelovanja C01 (GSN)

Uzdužna armatura

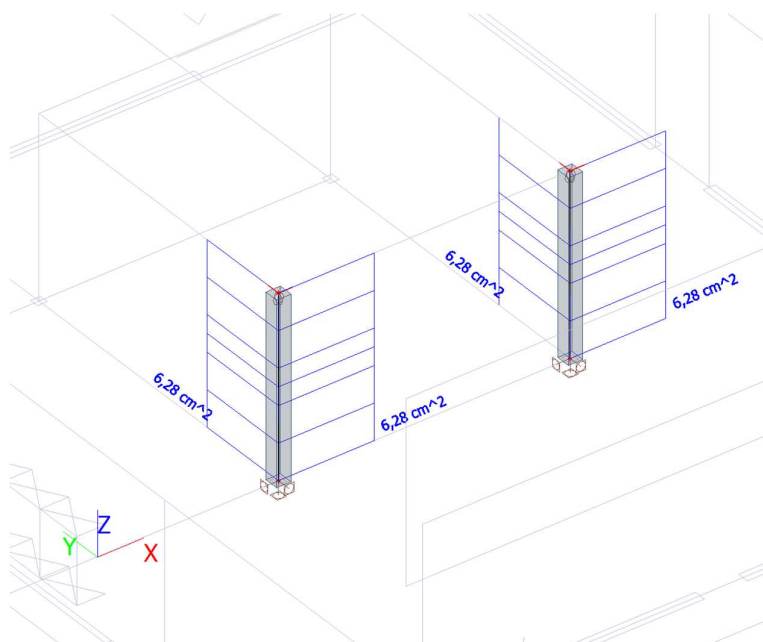


Poprečna armatura

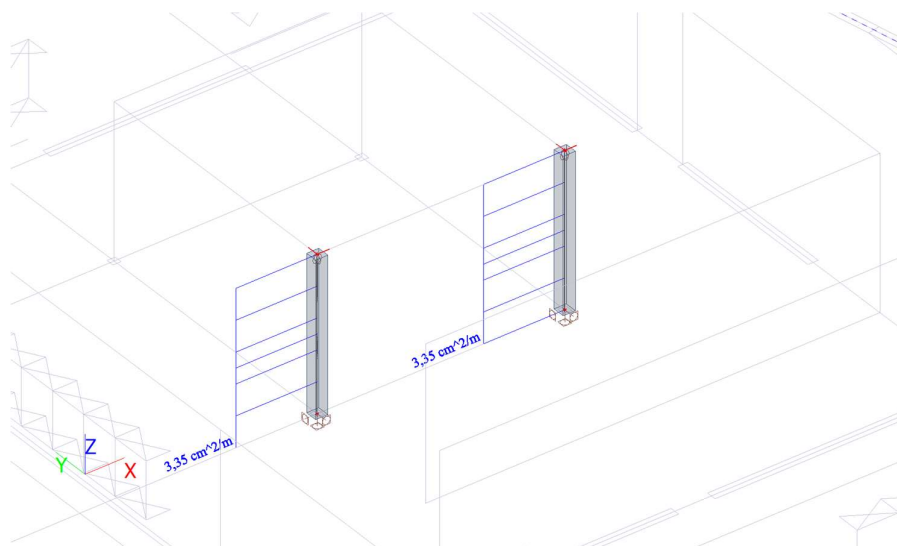


6.3.2 Potresna kombinacija djelovanja C03

Uzdužna armatura



Poprečna armatura



6.4 Odabrana armatura stupova

Minimalna armatura stupa

- poprečni presjek 30/30

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

$$A_{s,min} = 0,003 \times A_c = 0,003 \times 30 \times 30 = 2,7 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s,min} = 0,15 \times \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = 0,15 \times \frac{188,81}{43,5} = 0,65 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s,min} = 0,01 \times A_c = 0,01 \times 30 \times 30 = 9,0 \text{ cm}^2/\text{m}' \rightarrow \text{mjerodavno}$$

Maksimalna armatura stupa

- poprečni presjek 30/30cm

$$A_{s, \max} = 0,04 \times A_c = 0,04 \times (30 \times 30) = 36 \text{ cm}^2/\text{m}$$

6.4.1 Odabrana armatura stupa u osi B

Check capacity-response

Linear calculation
Combination: CO1
Extreme 1D: Global
Selection: B1

Member B1, section no. 0, dx = 0 m, Column

Member length	Ld = 3.8 m
Buckling length y	Ly = 7.61 m
Buckling length z	Lz = 7.61 m

Materials

Concrete	C30/37
Reinforcement	B 500B

Coefficients

Code	EC EN 1992-1-1
Concrete parameters	$\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1$
Reinforcement parameters	$\gamma_s = 1.15$
Coefficient for effective height	$\text{Coeff}_d = 0.9$
Coefficient for inner lever arm	$\text{Coeff}_z = 0.9$

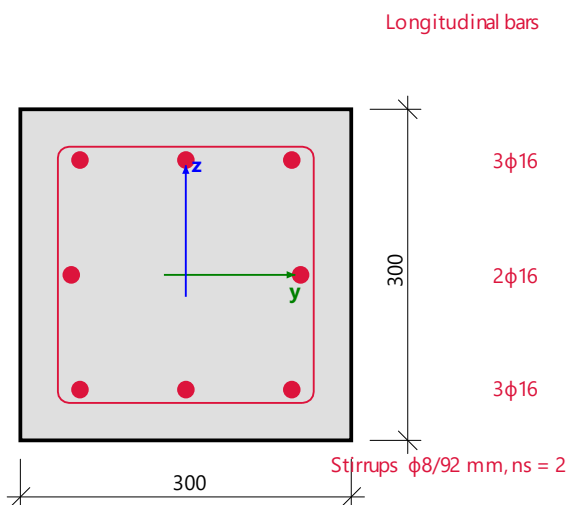
Reinforcement

Long. bars: 8 ϕ 16 mm, Tot. area = 1608 mm²

Stirrups: $\phi = 8$ mm, $A_{SW} = 101$ mm², $A_{SW,s} = 1089$ mm²/m

Cover of stirrup:

Top	30 mm
Bottom	30 mm
Left	30 mm
Right	30 mm



Material characteristics

Design concrete compressive strength

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 30}{1.5} = 20 \text{ MPa}$$

Design yield strength of longitudinal reinforcement

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500 \cdot 10^6}{1.15} = 435 \text{ MPa} \quad (3.15)$$

Forces

Content of combination: 1.35*LC1+1.35*LC2+1.50*LC3

From FEM analysis:

$$N = -323 \text{ kN} \quad M_y = -0.0506 \text{ kNm} \quad M_z = -0.201 \text{ kNm}$$

Recalculation of bending moments:

Second order effect: Yes

Imperfections: Yes

$$N_{Ed} = -323 \text{ kN} \quad M_{Edy} = -44.1 \text{ kNm} \quad M_{Edz} = -44.9 \text{ kNm}$$

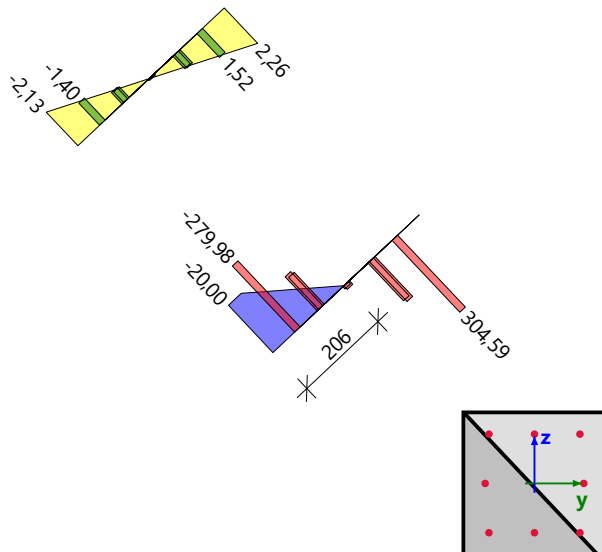
Member is taken as isolated member: Yes

Use for calculation equivalent moments: Yes

Summary of check

Type of component	Fibre / Bar	ϵ_{extr} [‰]	σ_{extr} [MPa]	Check strain [-]	Check stress [-]	U.C. [-]	Limit [-]	Status
Concrete	7	-2.13	-20	0,61	1,00	1,00	1	OK
Reinf.	3	1.52	305	0,03	0,65			

Stress and strain distribution



Extreme values of stress/strain in component

Type of component	Fibre / Bar	ϵ [‰]	ϵ_{lim} [‰]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	U.C. [-]	Status
Concrete - compression	7	-2.13	-3.5	-20	-20	1,00	OK
Concrete - tension	3	2.26	0	0	0	0,00	OK
Reinforcement - compression	1	-1.4	-45	-280	-466	0,60	OK
Reinforcement - tension	3	1.52	45	305	466	0,65	OK

Plane of deformation

Strain in centre of gravity	$\epsilon_x = 0.062 \text{ ‰}$
Curvature around (y) axis	$\epsilon_y = 7.1 \text{ ‰}$
Curvature around (z) axis	$\epsilon_z = 7.53 \text{ ‰}$
Height of compression zone	$x = 206 \text{ mm}$
Balanced height of compression zone	$x_{bal} = 189 \text{ mm}$
Limit height of compression zone	$x_{lim} = 23 \text{ mm}$
Declination of neutral axis	$\alpha_{NA} = -46.7^\circ$
Height of cross-section perpendicular to neutral axis	$h = 424 \text{ mm}$
Effective height of cross-section	$d = 314 \text{ mm}$
Inner lever arm	$z = 211 \text{ mm}$
Effective depth of the cross-section perpendicular to the neutral axis	$d_{rec} = 314 \text{ mm}$
Lever arm of the cross-section perpendicular to the neutral axis	$z_{rec} = 210 \text{ mm}$

Cross-section characteristics

Type of component	t_y [m]	t_z [m]	A [m ²]	I_y [m ⁴]	I_z [m ⁴]
Concrete - compression	-0.056	-0.05	0.0426	$319 \cdot 10^{-6}$	$321 \cdot 10^{-6}$
Concrete - tension	0.05	0.045	0.0475	$356 \cdot 10^{-6}$	$354 \cdot 10^{-6}$
Reinforcement - compression	-0.067	-0.069	$603 \cdot 10^{-6}$	$4.35 \cdot 10^{-6}$	$4.03 \cdot 10^{-6}$
Reinforcement - tension	0.04	0.042	$1.01 \cdot 10^{-3}$	$8.7 \cdot 10^{-6}$	$7.73 \cdot 10^{-6}$
Whole concrete	0	0	0.09	$675 \cdot 10^{-6}$	$675 \cdot 10^{-6}$
All reinf. bars	0	0	$1.61 \cdot 10^{-3}$	$13 \cdot 10^{-6}$	$11.8 \cdot 10^{-6}$

Forces in all cross-section components

Type of component	N_{res} [kN]	$M_{res,y}$ [kNm]	$M_{res,z}$ [kNm]	e_y [m]	e_z [m]
Concrete - compression	-344	-25.6	-27.1	-0.079	-0.075
Concrete - tension	0	0	0	0	0
Reinforcement - compression	-113	-8.68	-8.42	-0.075	-0.077
Reinforcement - tension	132	-9.84	-9.3	0.07	0.074
All in compression	-456	-34.3	-35.5	-0.078	-0.075
All in tension	132	-9.84	-9.3	0.07	0.074
Summary	-324	-44.1	-44.8		

Detailed results of stresses and strains in concrete fibres

Fibre	Material	y _i [m]	z _i [m]	ε [‰]	ε _{lim} [‰]	σ [MPa]	σ _{lim} [MPa]	ε / ε _{lim} [-]	σ / σ _{lim} [-]	Check
1	C30/37	0.15	-0.15	1.27	0	0	0	0	0	OK
2	C30/37	0.15	0	11.9	0	0	0	0	0	OK
3	C30/37	0.15	0.15	22.6	0	0	0	0	0	OK
4	C30/37	0	0.15	11.3	0	0	0	0	0	OK
5	C30/37	-0.15	0.15	-0.04	-35	-0.05	-20	0	0	OK
6	C30/37	-0.15	0	-10.7	-35	-12.2	-20	0.31	0.61	OK
7	C30/37	-0.15	-0.15	-21.3	-35	-20	-20	0.61	1	OK
8	C30/37	0	-0.15	-10	-35	-11.5	-20	0.29	0.57	OK

Detailed results of stresses and strains in reinforcement bars

Bar	Material	d _s [mm]	y _i [m]	z _i [m]	ε [‰]	ε _{lim} [‰]	σ [MPa]	σ _{lim} [MPa]	ε / ε _{lim} [-]	σ / σ _{lim} [-]	Check
1	B 500B	16	-0.096	-0.104	-1.4	-45	-280	-466	0.03	0.6	OK
2	B 500B	16	0.096	-0.104	0.05	45	9.33	466	0	0.02	OK
3	B 500B	16	0.096	0.104	1.52	45	305	466	0.03	0.65	OK
4	B 500B	16	-0.096	0.104	0.08	45	15.3	466	0	0.03	OK
5	B 500B	16	0	0.104	0.8	45	160	466	0.02	0.34	OK
6	B 500B	16	-0.104	0	-0.72	-45	-144	-466	0.02	0.31	OK
7	B 500B	16	0	-0.104	-0.68	-45	-135	-466	0.02	0.29	OK
8	B 500B	16	0.104	0	0.85	45	169	466	0.02	0.36	OK

Check capacity-interaction diagram

Linear calculation
Combination: CO1
Extreme 1D: Global
Selection: B1

Name	dx [m]	Case	N _{Ed} [kN]	M _{Edy} [kNm]	M _{Edz} [kNm]	N _{Rd+} [kN]	N _{Rd-} [kN]	M _{Rdy+} [kNm]	M _{Rdy-} [kNm]	M _{Rdz+} [kNm]	M _{Rdz-} [kNm]	Unity _{check} [-]
B1	0,000	CO1/1	-323,25	-44,13	-44,86	274,28	-460,96	37,44	-62,93	38,06	-63,96	0,70

Check Stress limitation

Linear calculation
Combination: CO2 quasi
Extreme 1D: Global
Selection: B1

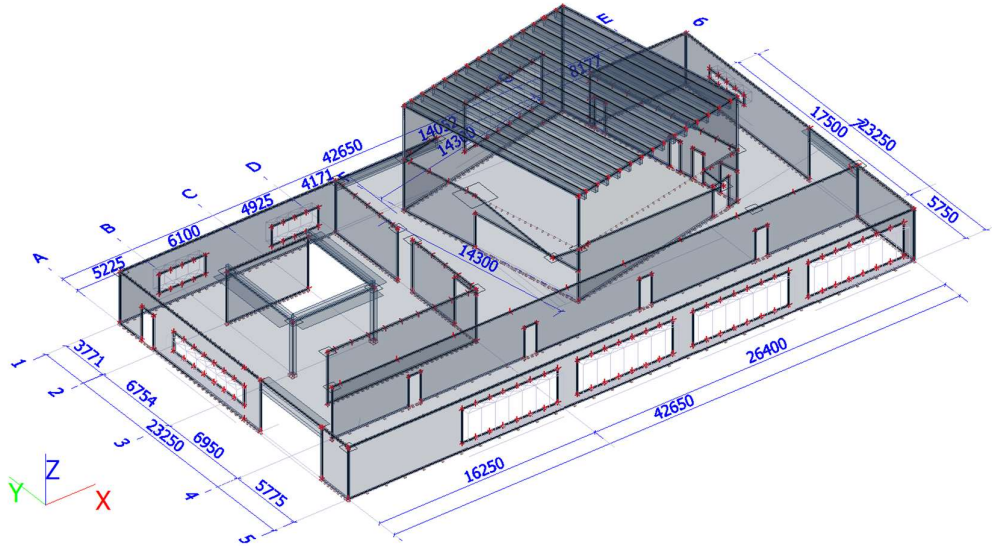
Name	dx [m]	Case	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	σ _{c, char} [MPa]	σ _{c, qp} [MPa]	σ _{s, char} [MPa]	σ _{c, char, lim} [MPa]	σ _{c, qp, lim} [MPa]	σ _{s, char, lim} [MPa]	Unity _{check} [-]
B1	3,800	CO2 quasi/1	-178,25	0,00	0,00	0,00	-1,79	-10,9	0,00	-13,50	400,0	0,13
B1	0,000	CO2 quasi/1	-186,64	-0,03	-0,12	0,00	-1,90	-11,3	0,00	-13,50	400,0	0,14

ZAKLJUČAK

Prema rezultatima proračuna stupove je potrebno armirati uzdužnom armaturom $8\phi 16$ ($A_{s,prov} = 14,07 \text{ cm}^2/\text{m}'$). Poprečna armatura su vilice $\phi 8/20$ koje se progušćuju na mjestima spoja stupa sa pločom na $\phi 8/10$.

7 ZIDOVİ

Monolitni AB zidovi prizemlja škole su debljine 20 cm, dok su zidovi dvorane debljine 25cm 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 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 25 cm

$$A_{S \min, v} = 0,002 \cdot A_c = 0,002 \cdot 25 \cdot 100 = 5,0 \text{ cm}^2 / m'$$

- 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 25 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 25 cm

$$A_{S \max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot (25 \cdot 100) = 100,0 \text{ cm}^2 / m'$$

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)

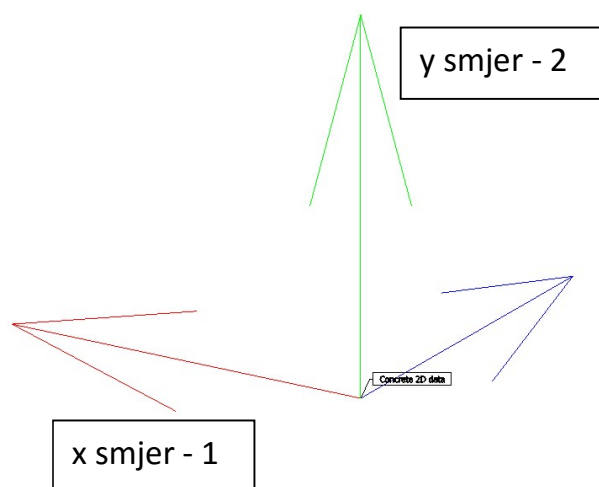
U nastavku je dan prikaz proračunske armature svih zidova po glavnim osima konstrukcije za pojedinu kombinaciju.

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)

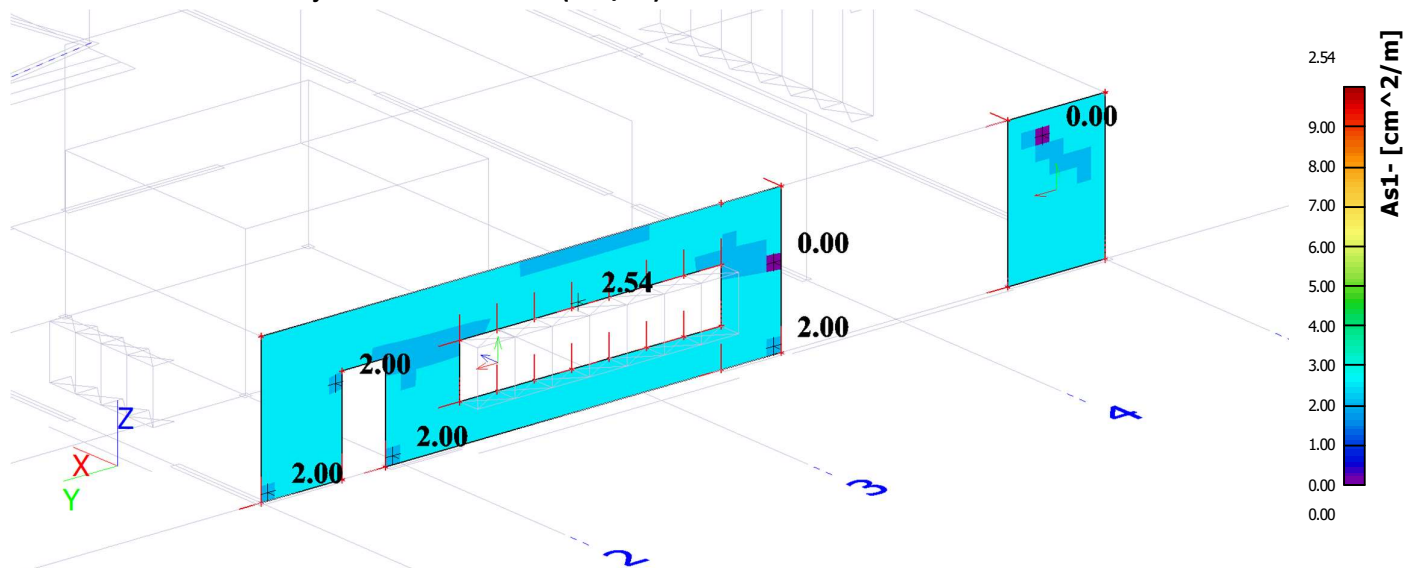
Smjer 3 (z smjer) – naznačen plavom strelicom (definira pozitivno (+) i negativno (–) lice zida)



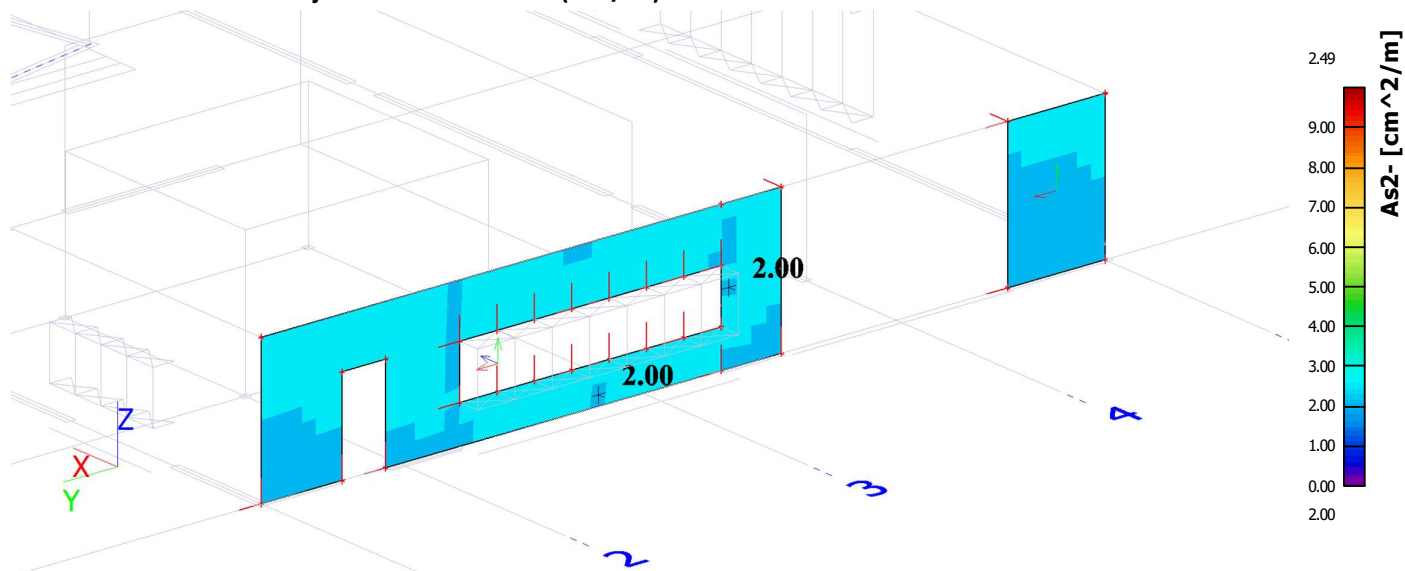
7.1 Zid u osi A

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

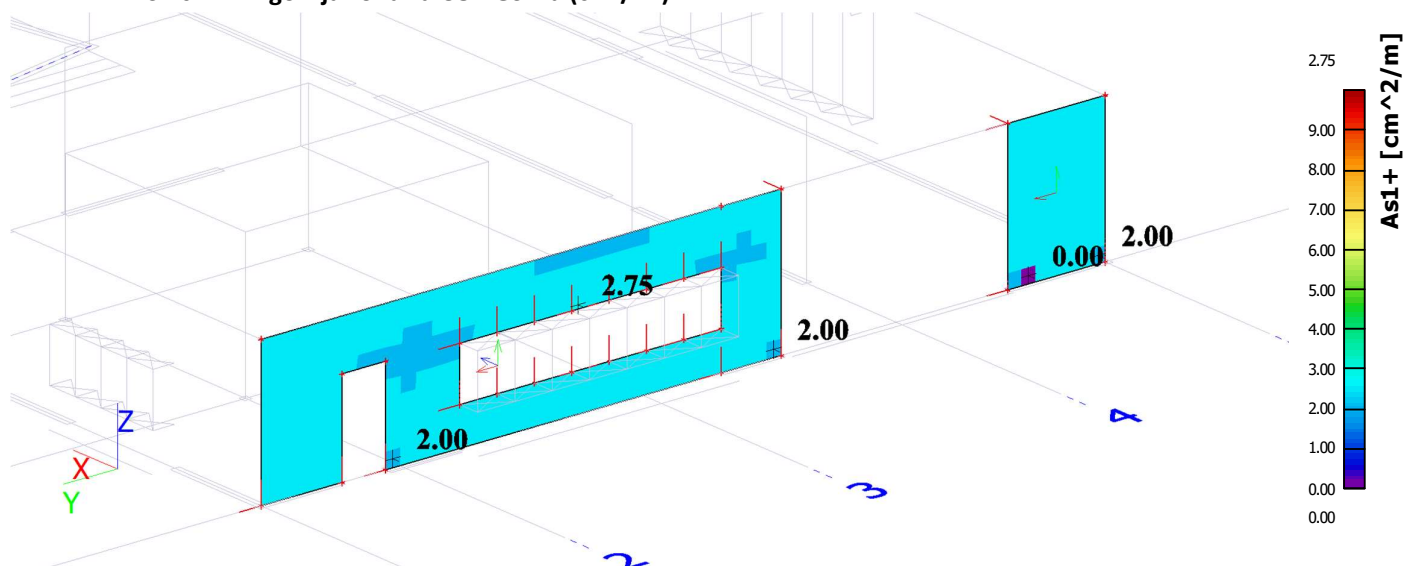
SMJER X – donja zona za CO1 GSN u (cm^2/m')



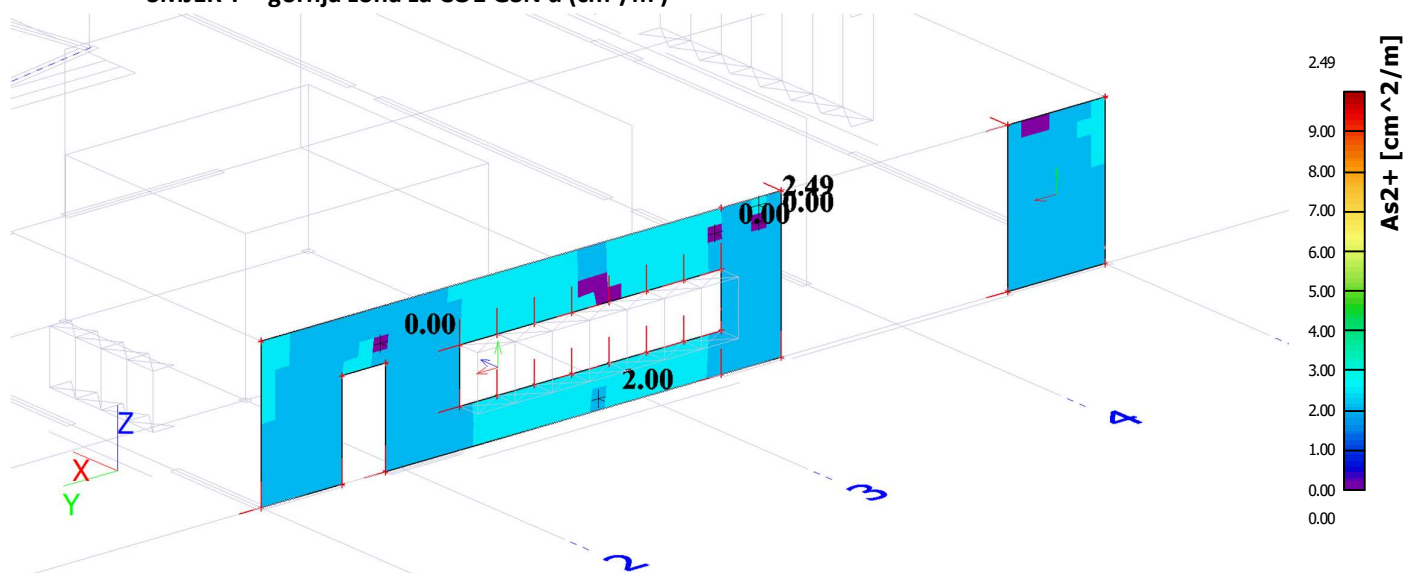
SMJER Y – donja zona za CO1 GSN u (cm^2/m')



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

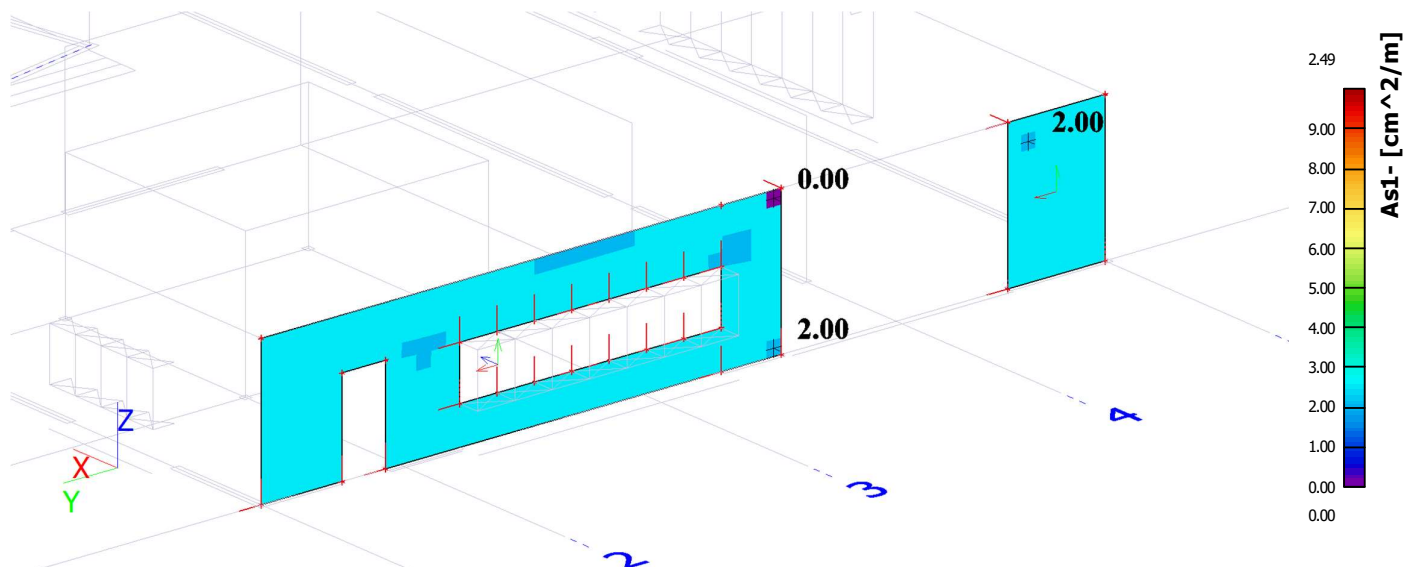


SMJER Y – gornja zona za CO1 GSN u (cm²/m')

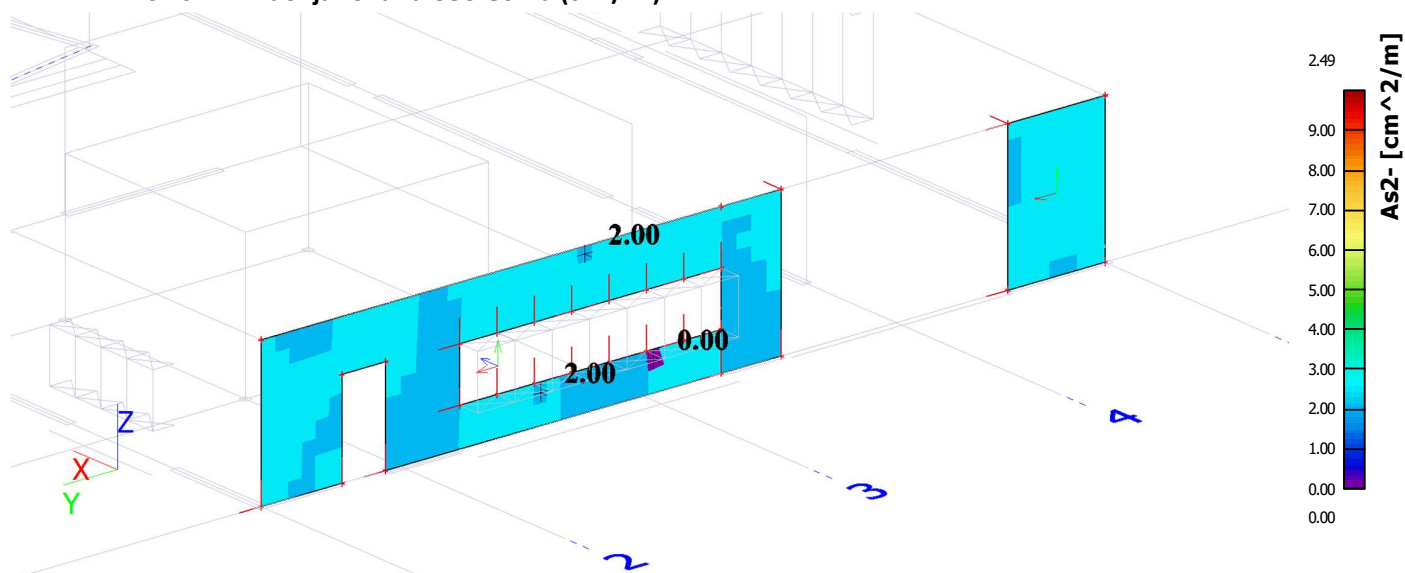


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

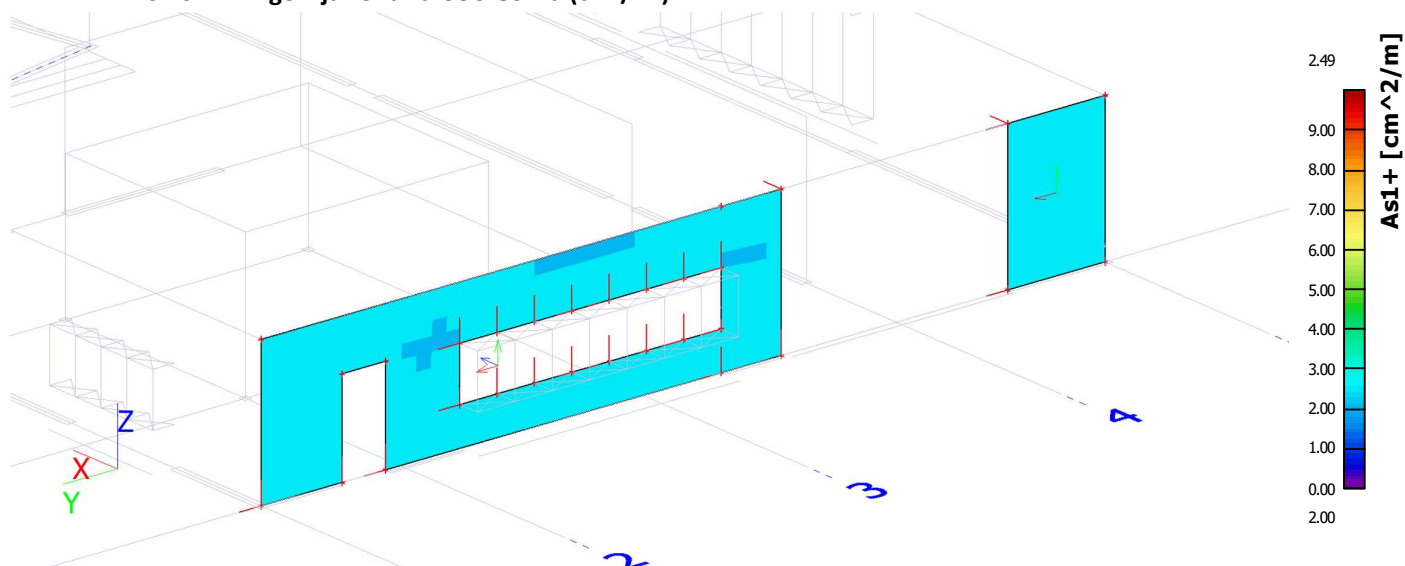
SMJER X – donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



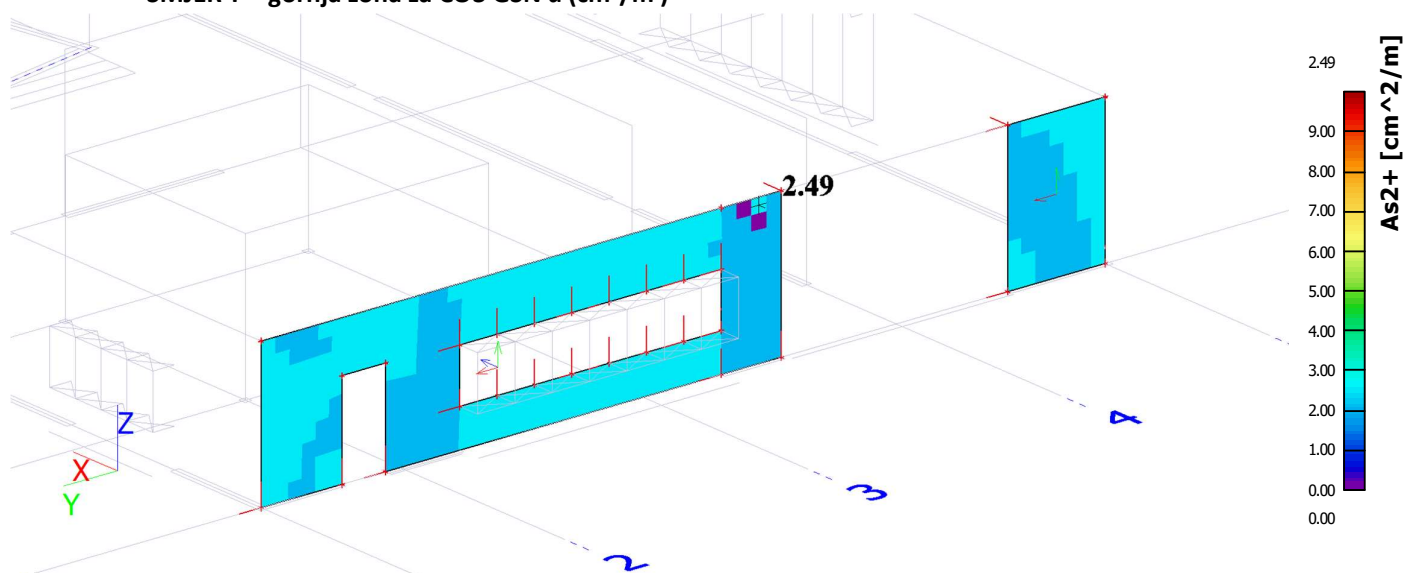
SMJER Y – donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



SMJER X – gornja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



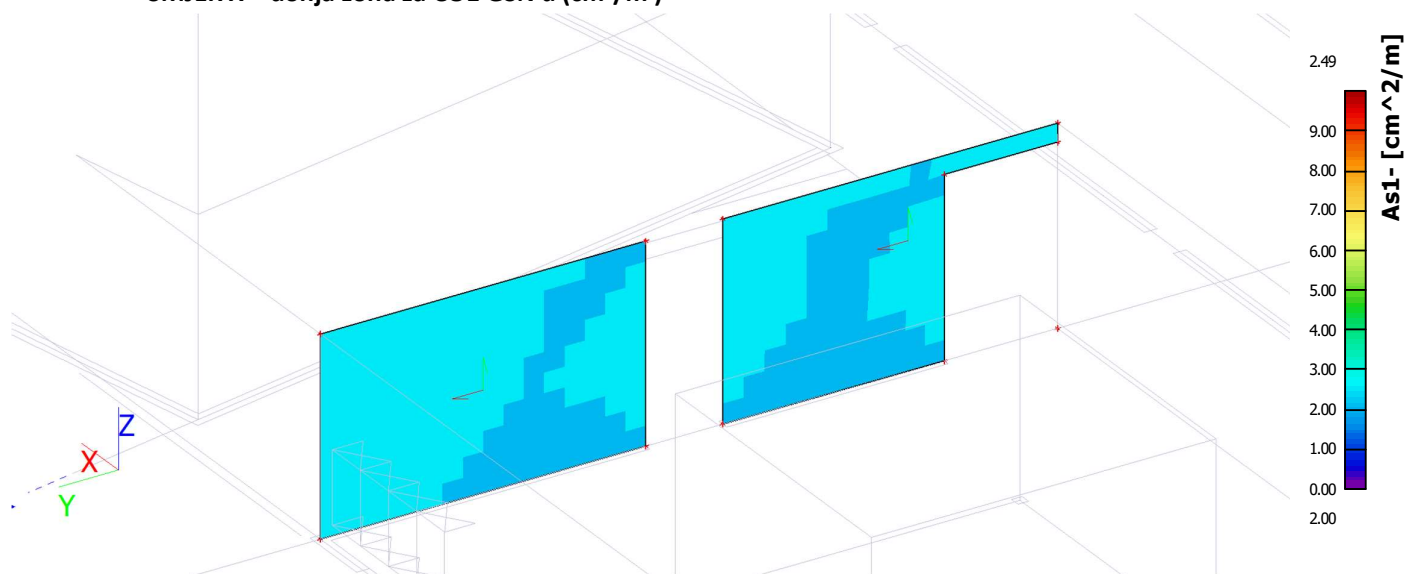
SMJER Y – gornja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



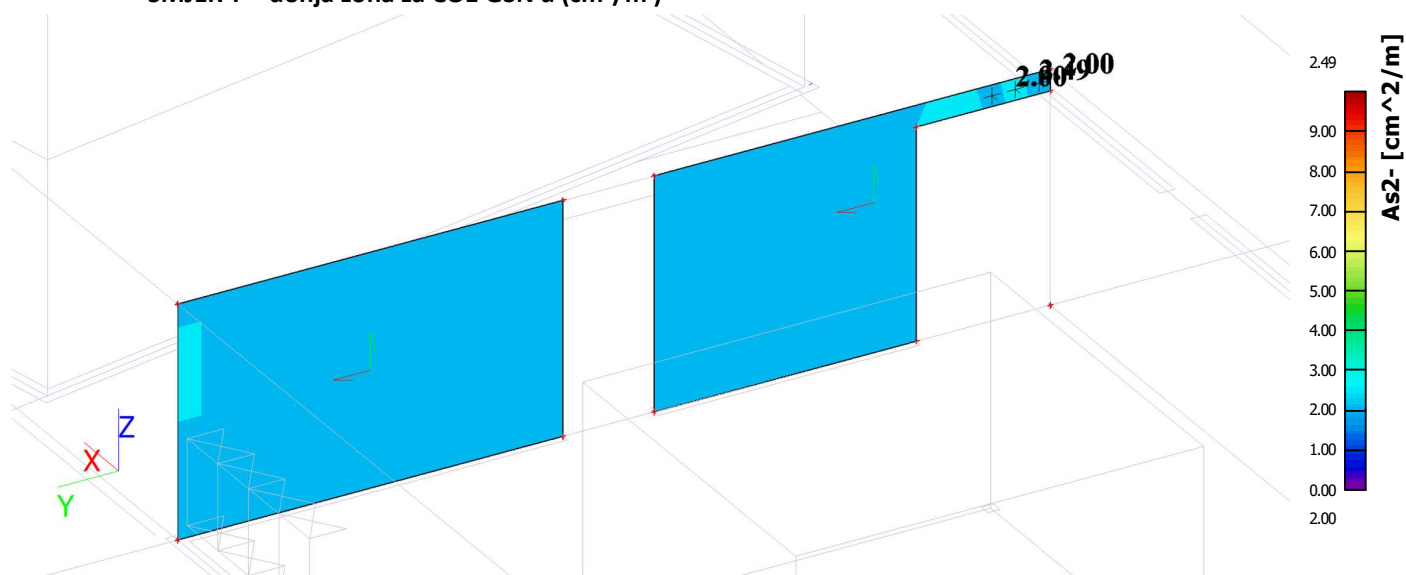
7.2 Zid u osi D

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

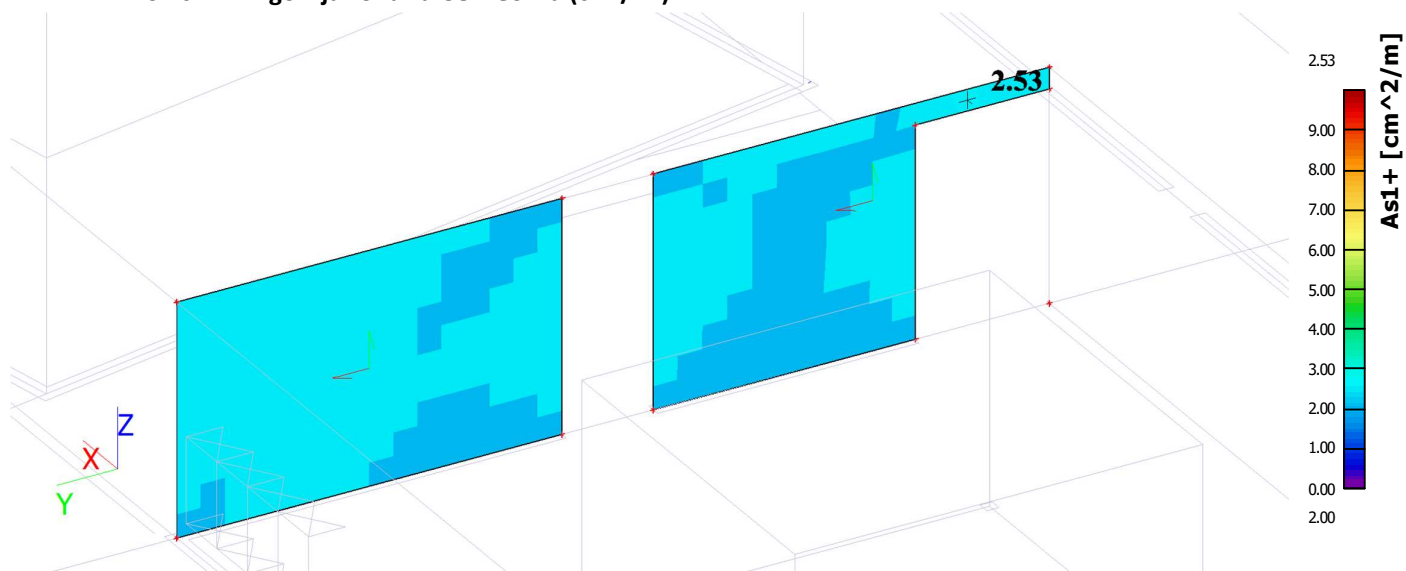
SMJER X – donja zona za CO1 GSN u (cm²/m')



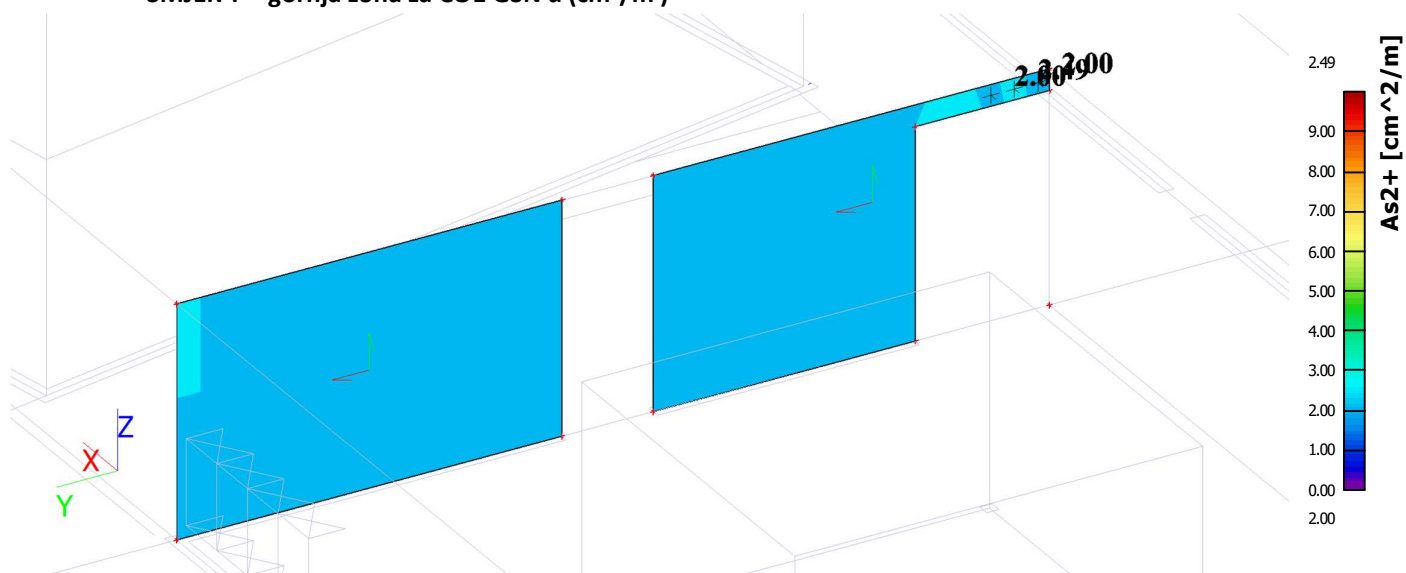
SMJER Y – donja zona za CO1 GSN u (cm²/m')



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

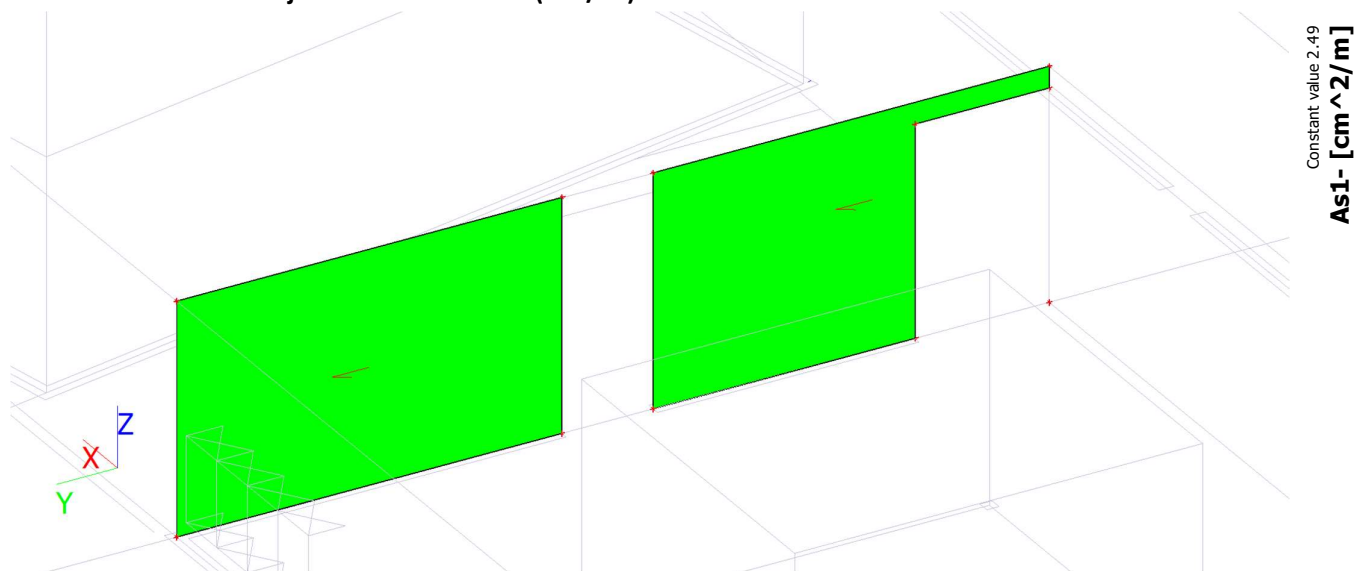


SMJER Y – gornja zona za CO1 GSN u (cm²/m')

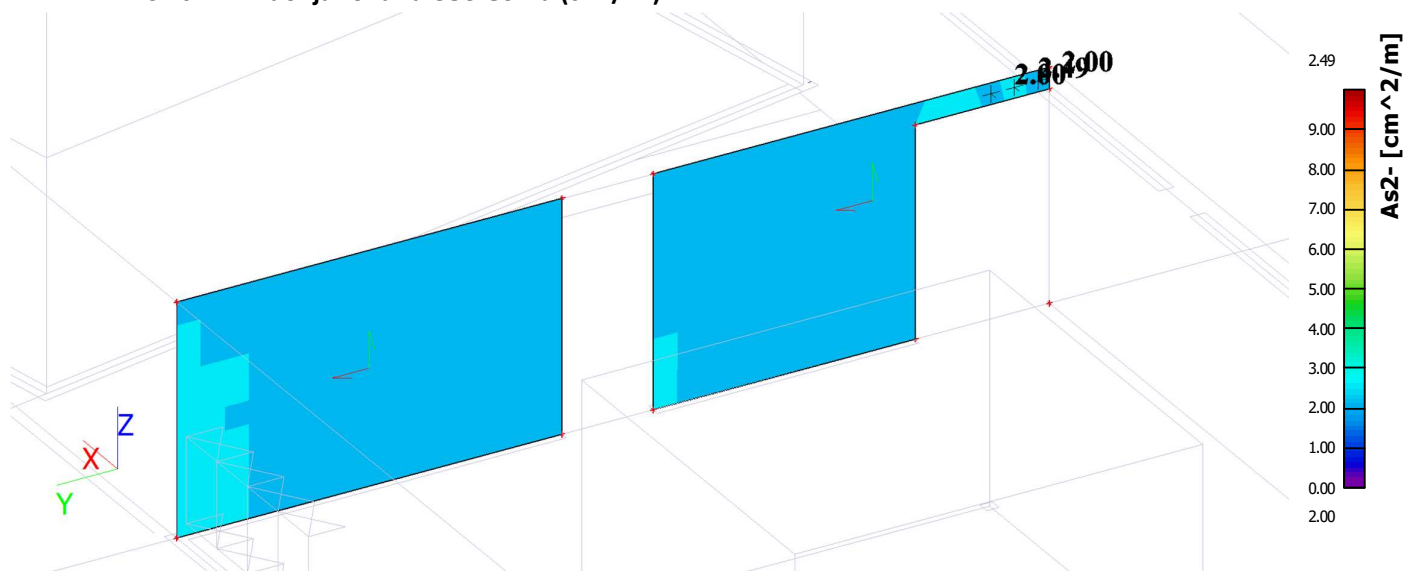


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

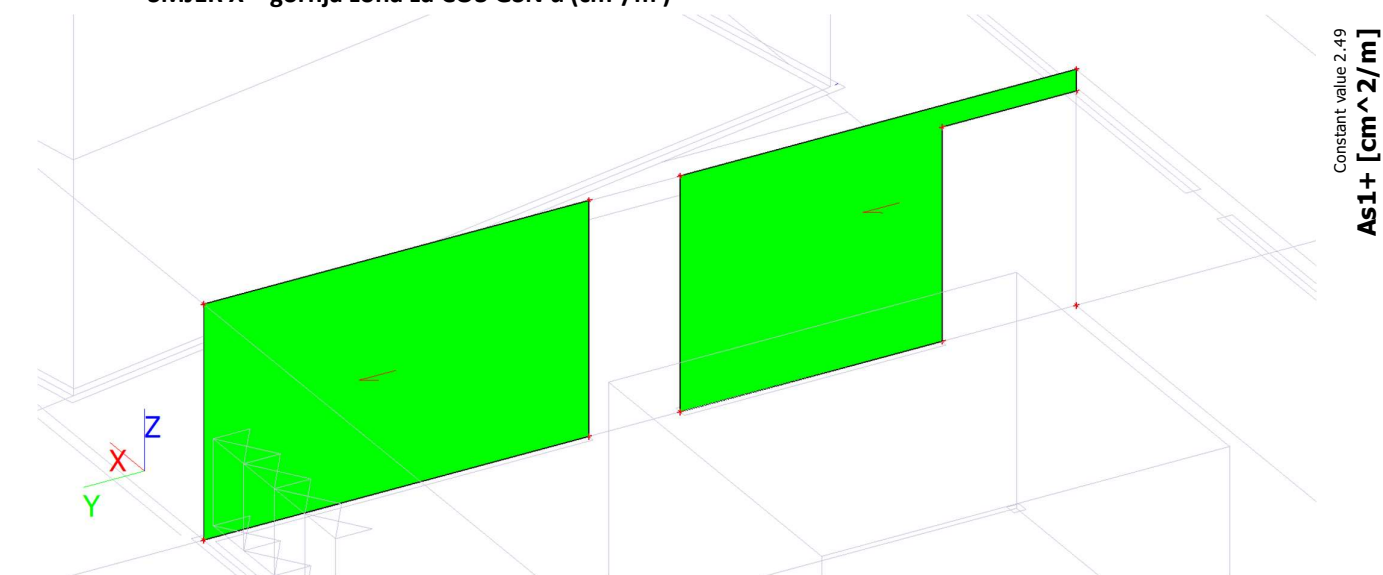
SMJER X – donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



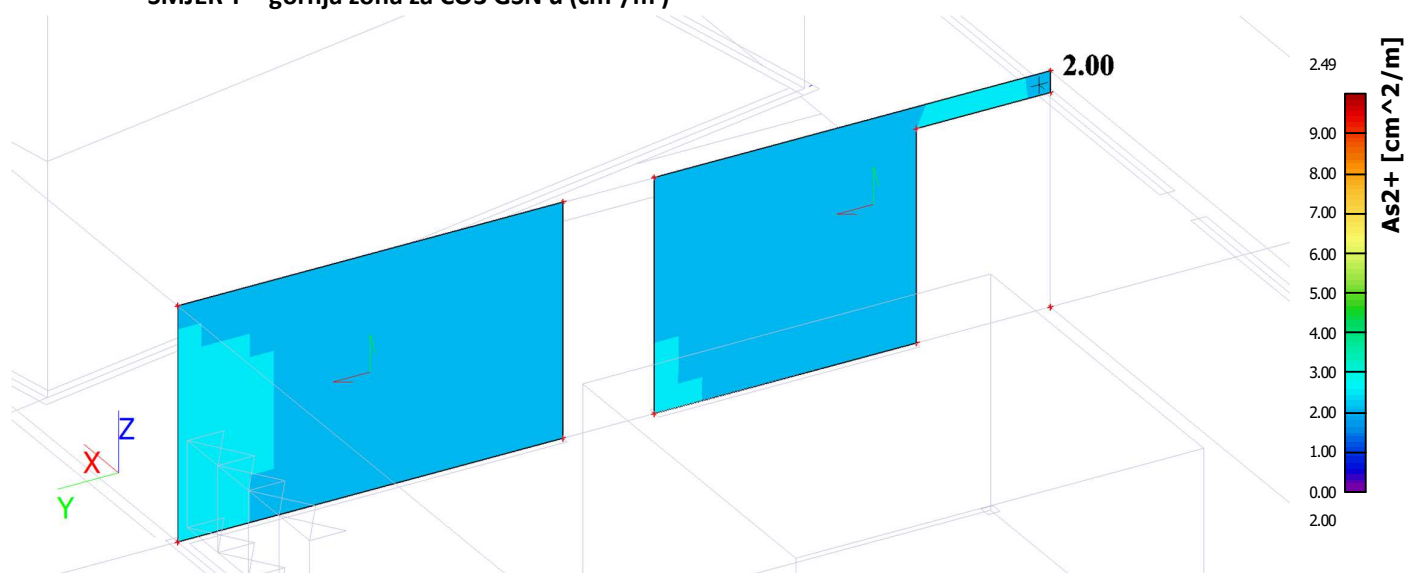
SMJER Y – donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



SMJER X – gornja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



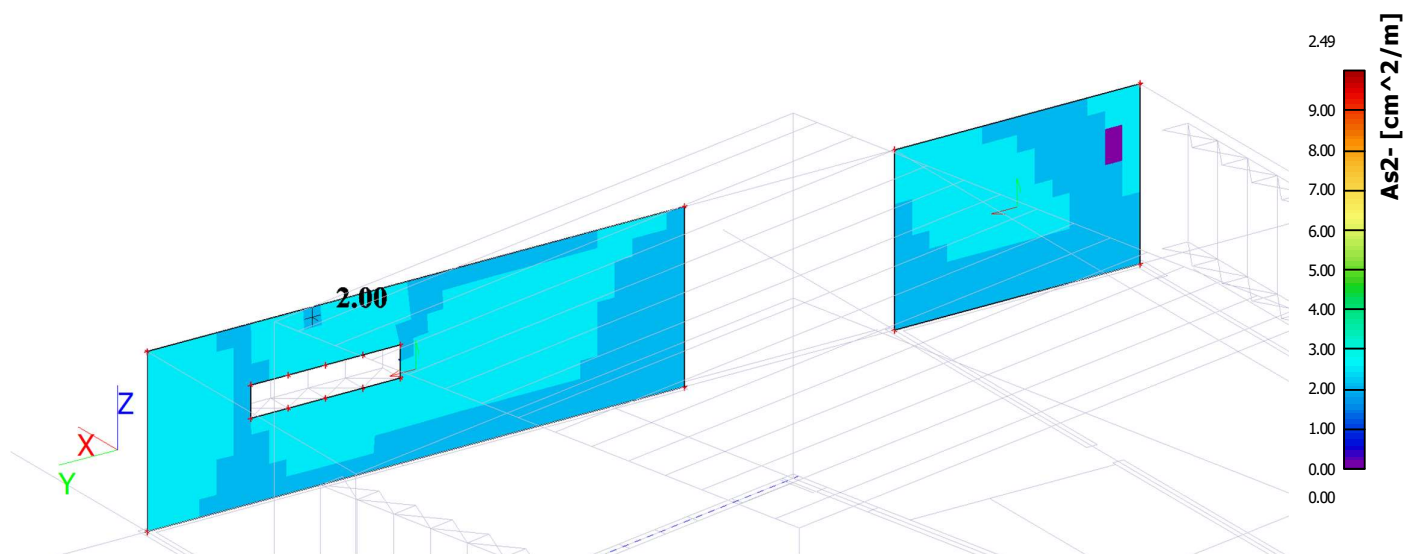
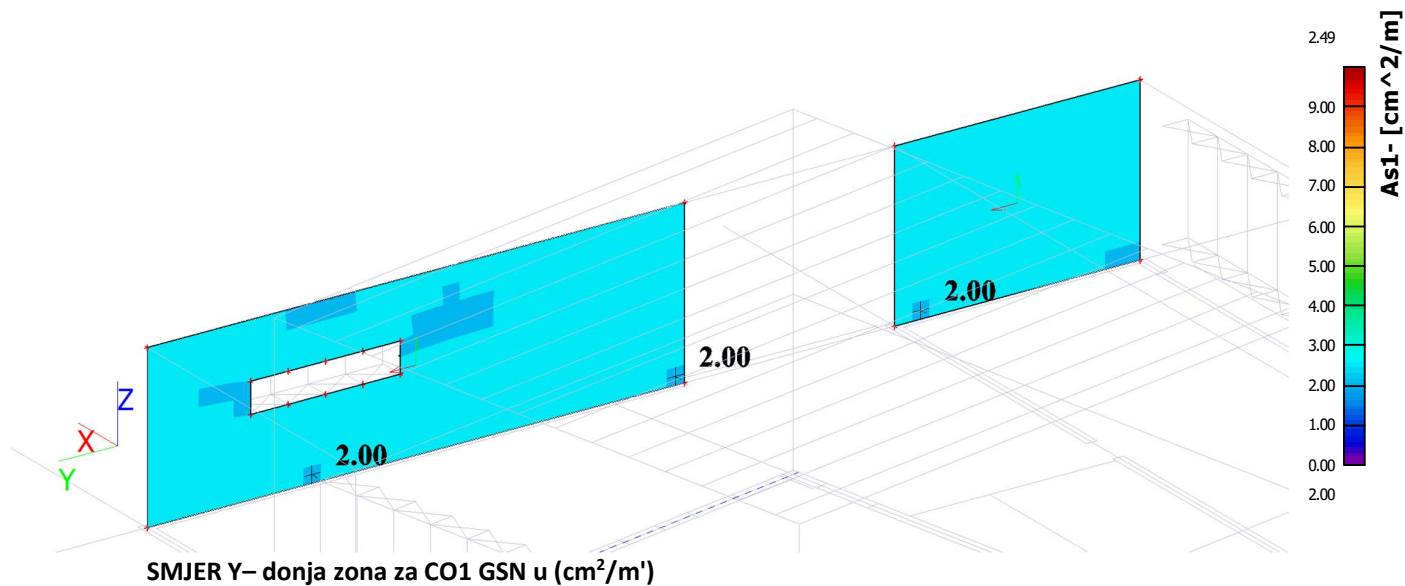
SMJER Y – gornja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



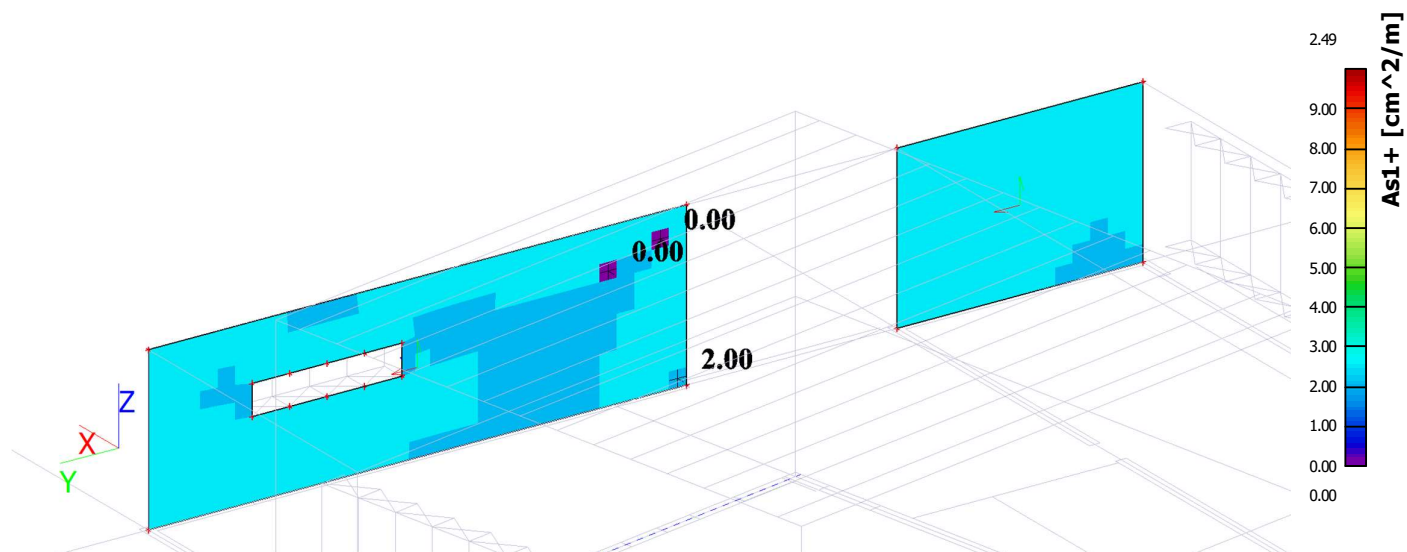
7.3 Zid u osi E

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

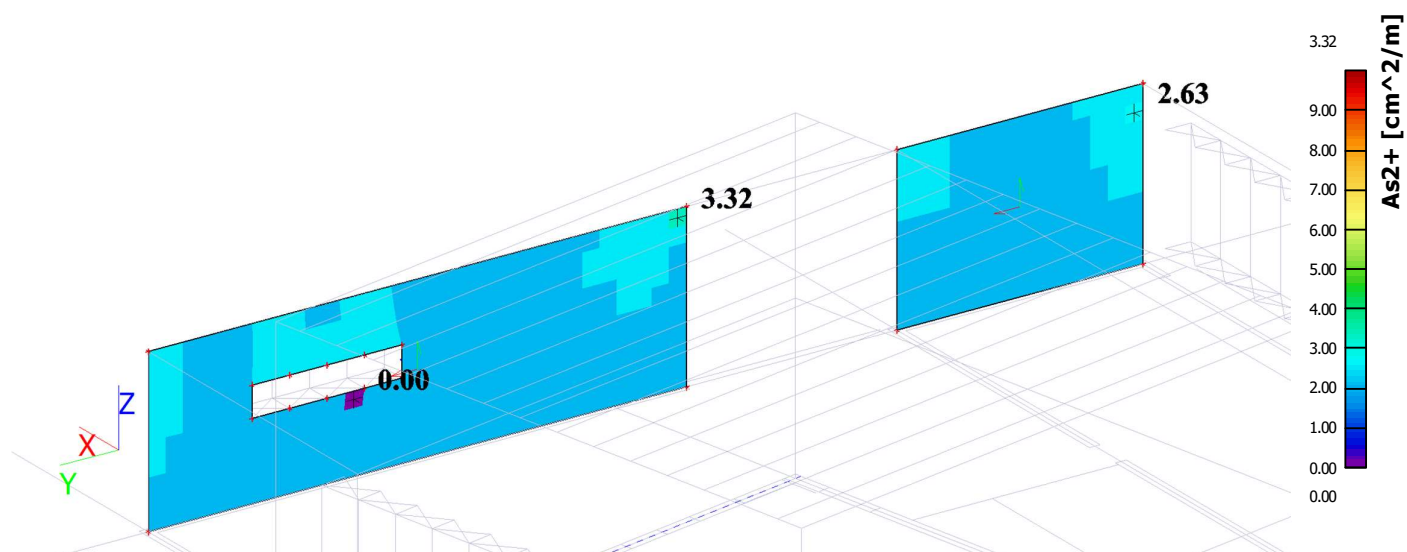
SMJER X – donja zona za CO1 GSN u (cm^2/m')



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

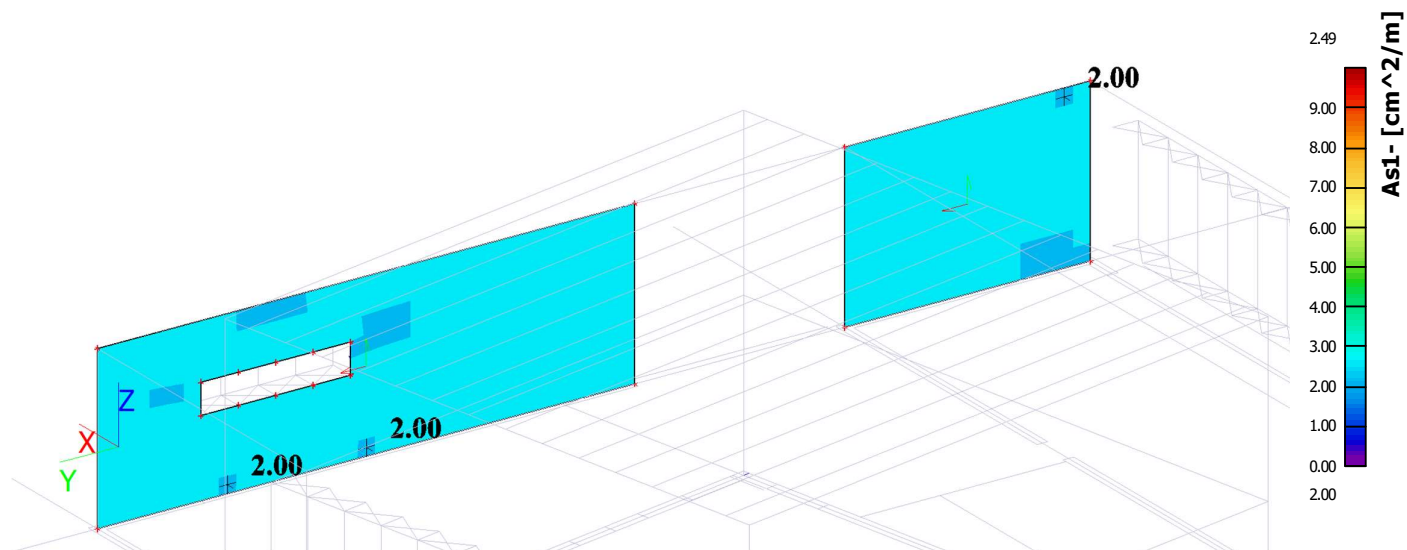


SMJER Y – gornja zona za CO1 GSN u (cm²/m')

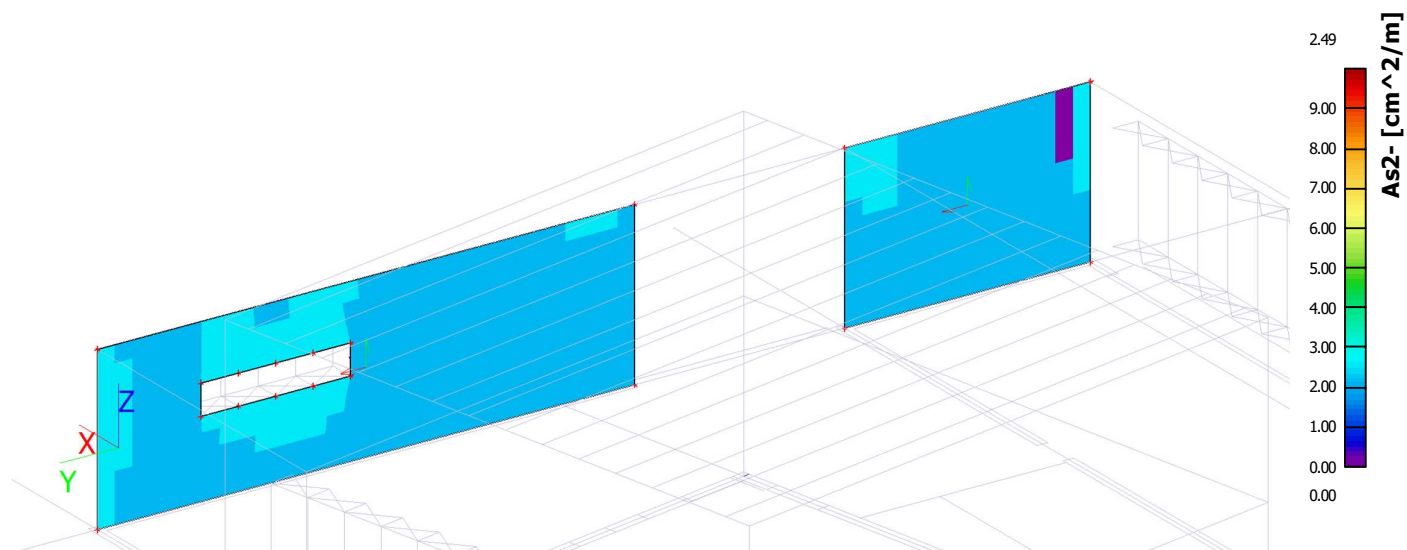


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

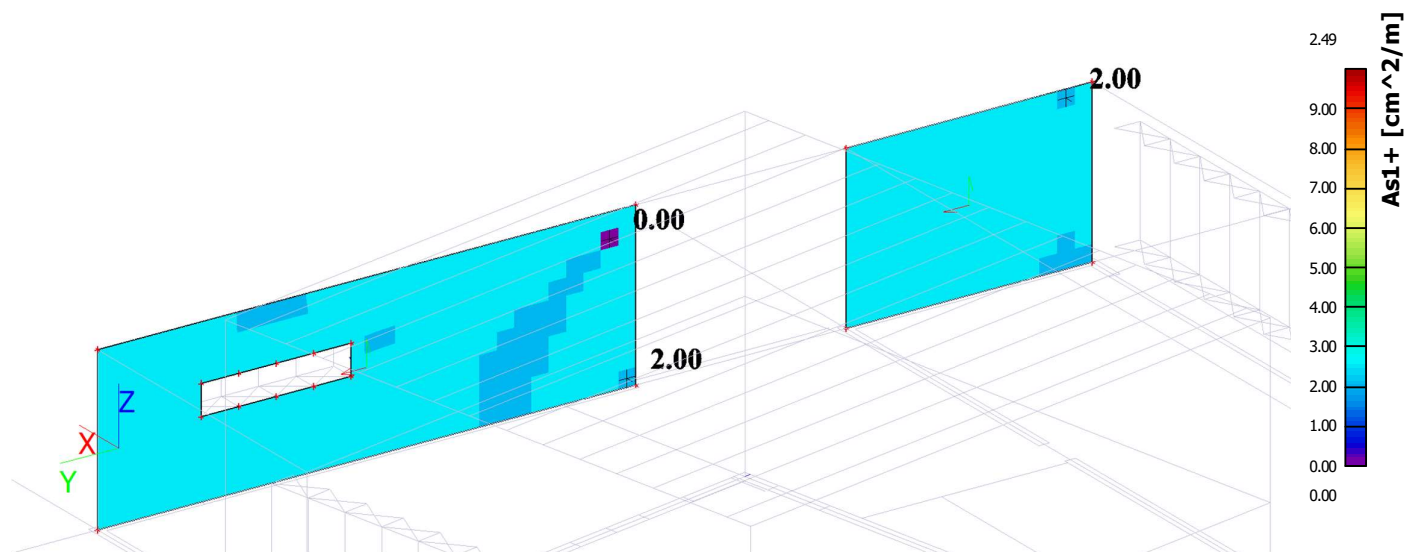
SMJER X – donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



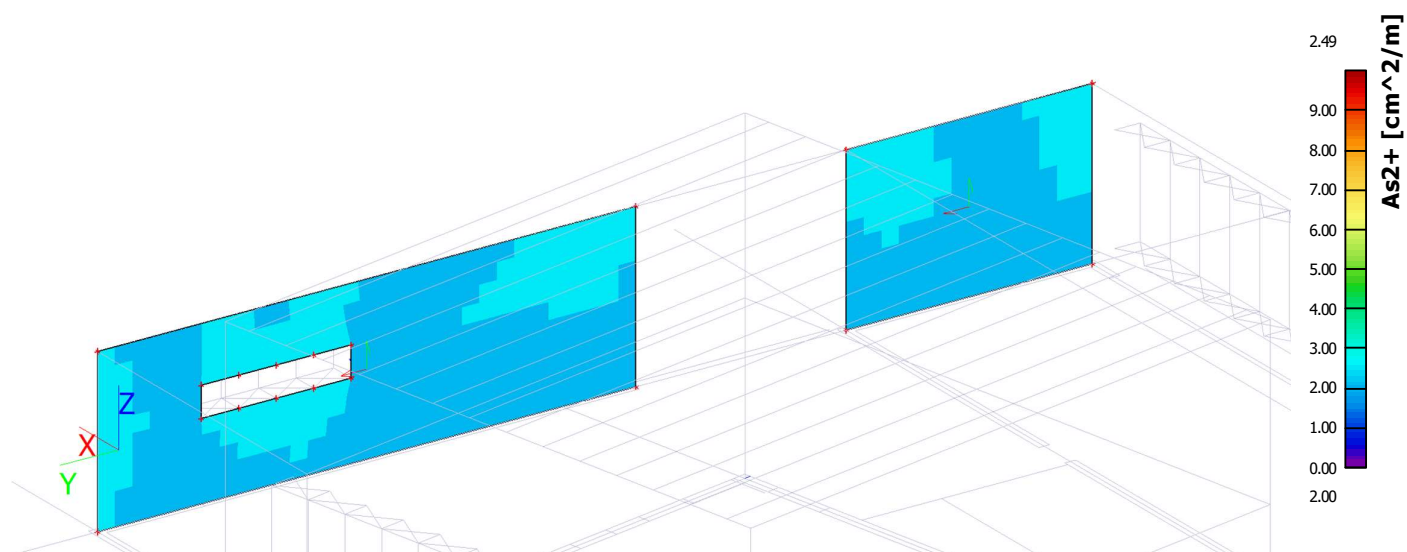
SMJER Y – donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



SMJER X – gornja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



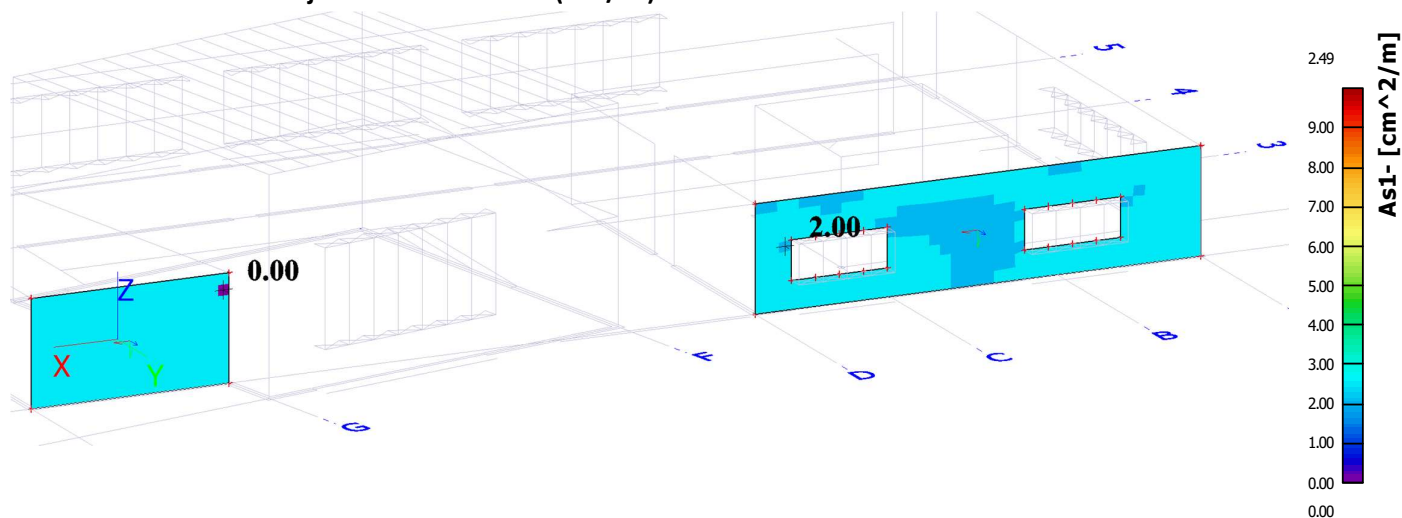
SMJER Y – gornja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



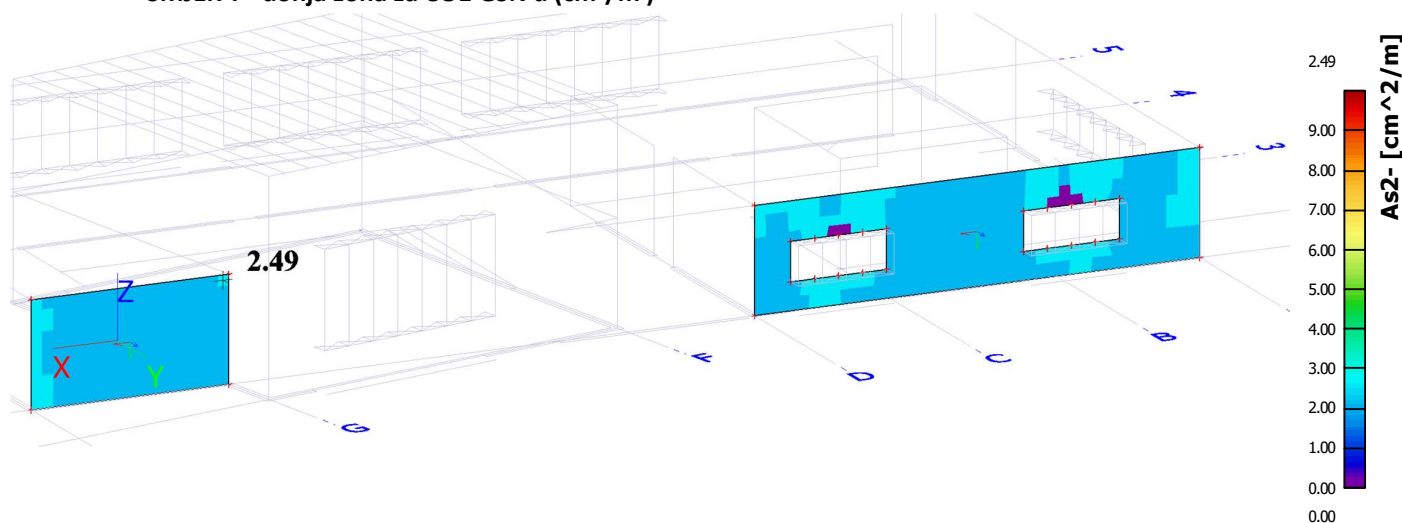
7.4 Zid u osi 1

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

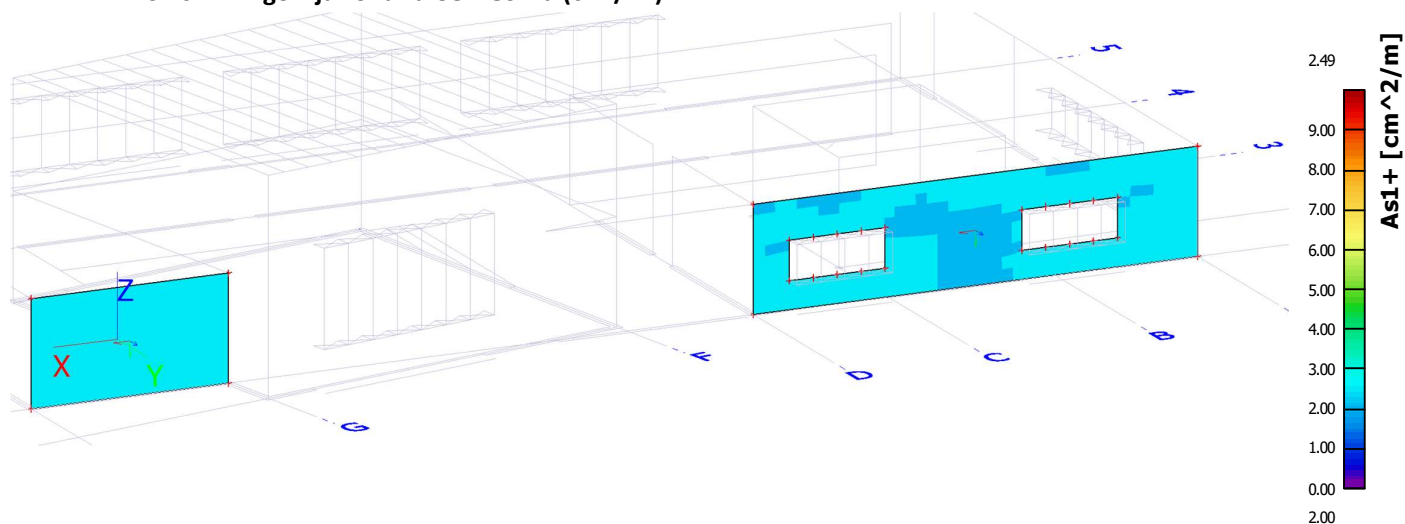
SMJER X – donja zona za CO1 GSN u (cm^2/m')



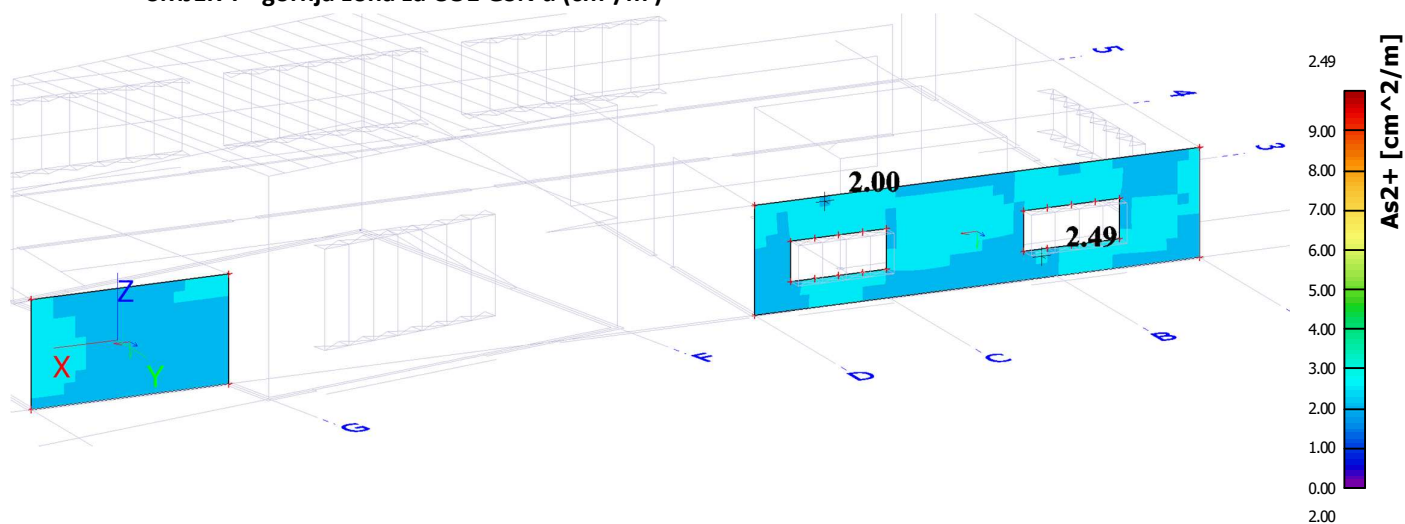
SMJER Y – donja zona za CO1 GSN u (cm^2/m')



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

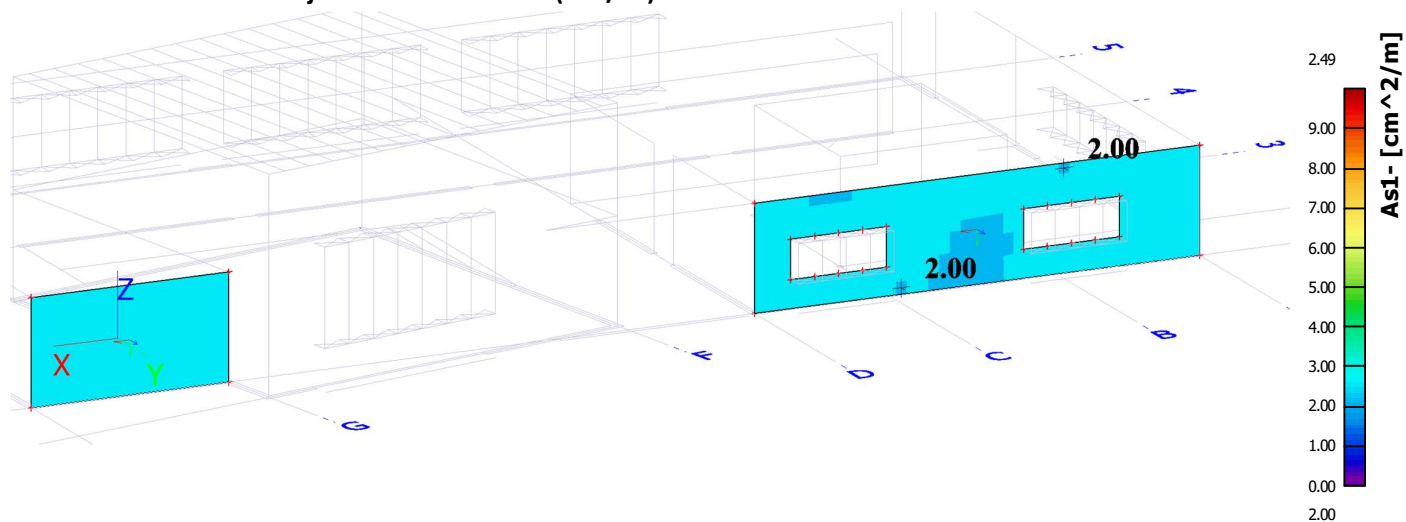


SMJER Y –gornja zona za CO1 GSN u (cm²/m')

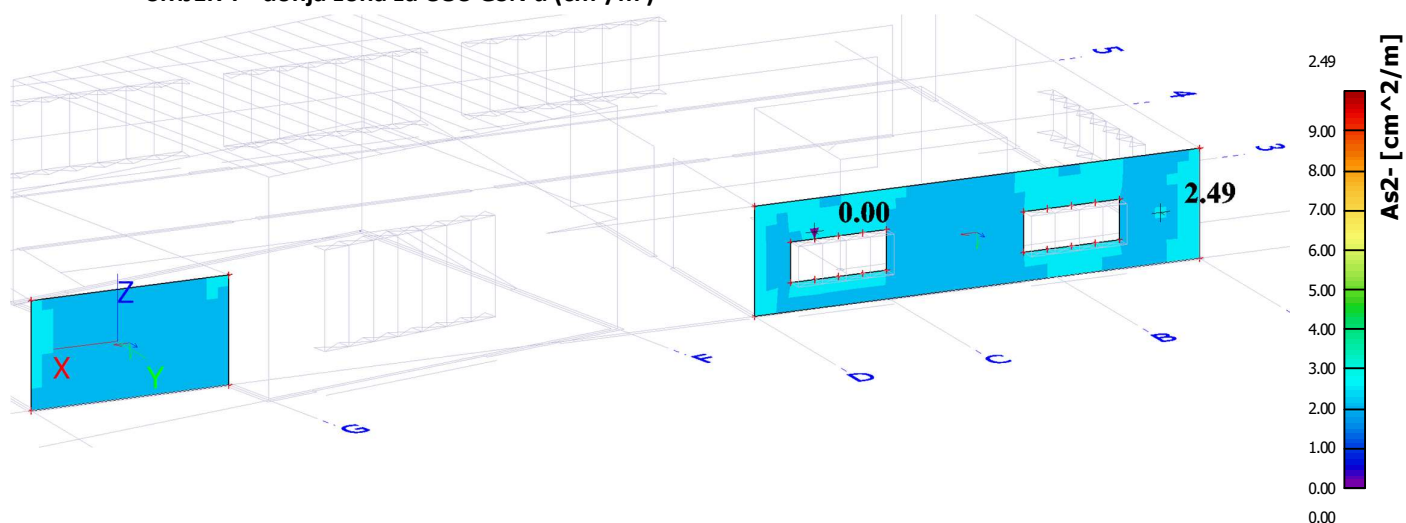


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

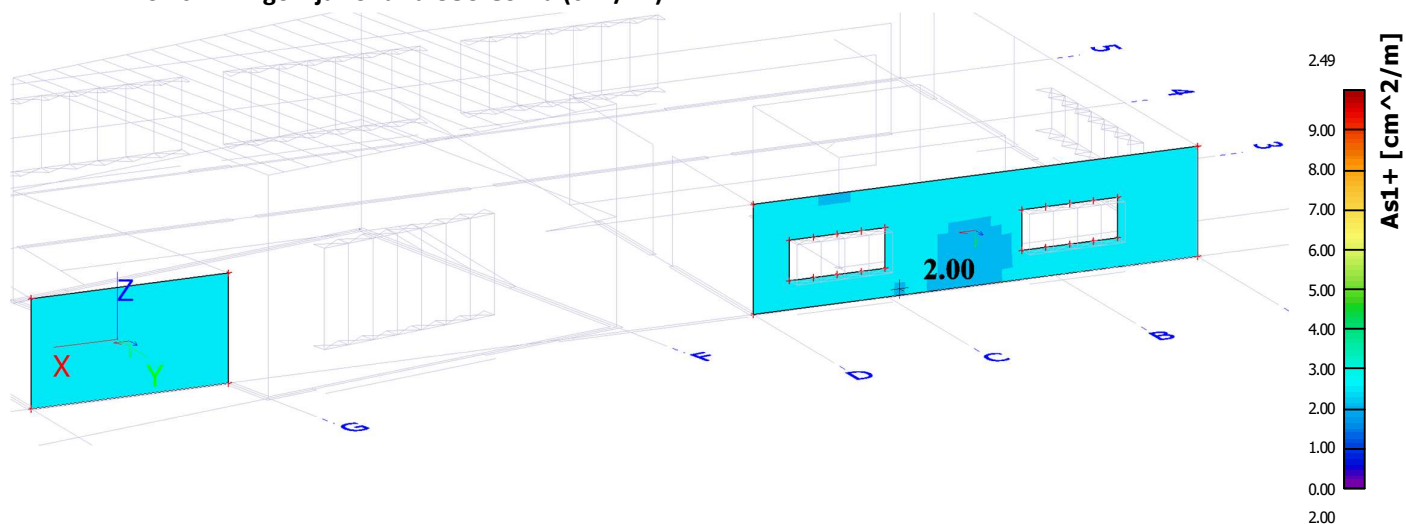
SMJER X – donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



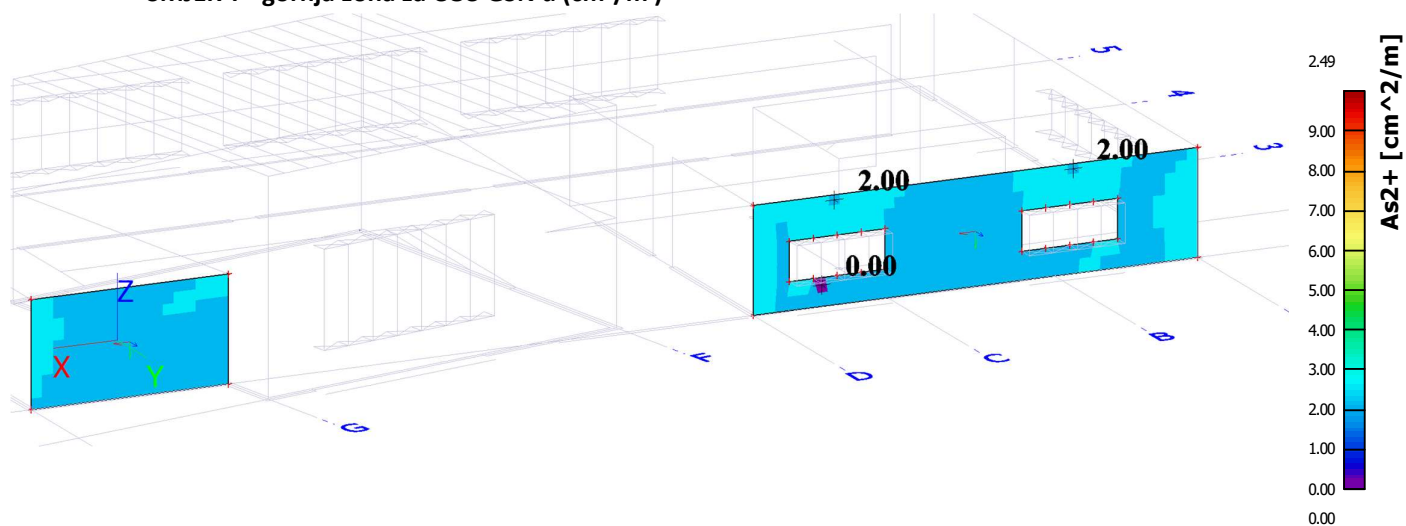
SMJER Y – donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



SMJER X –gornja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



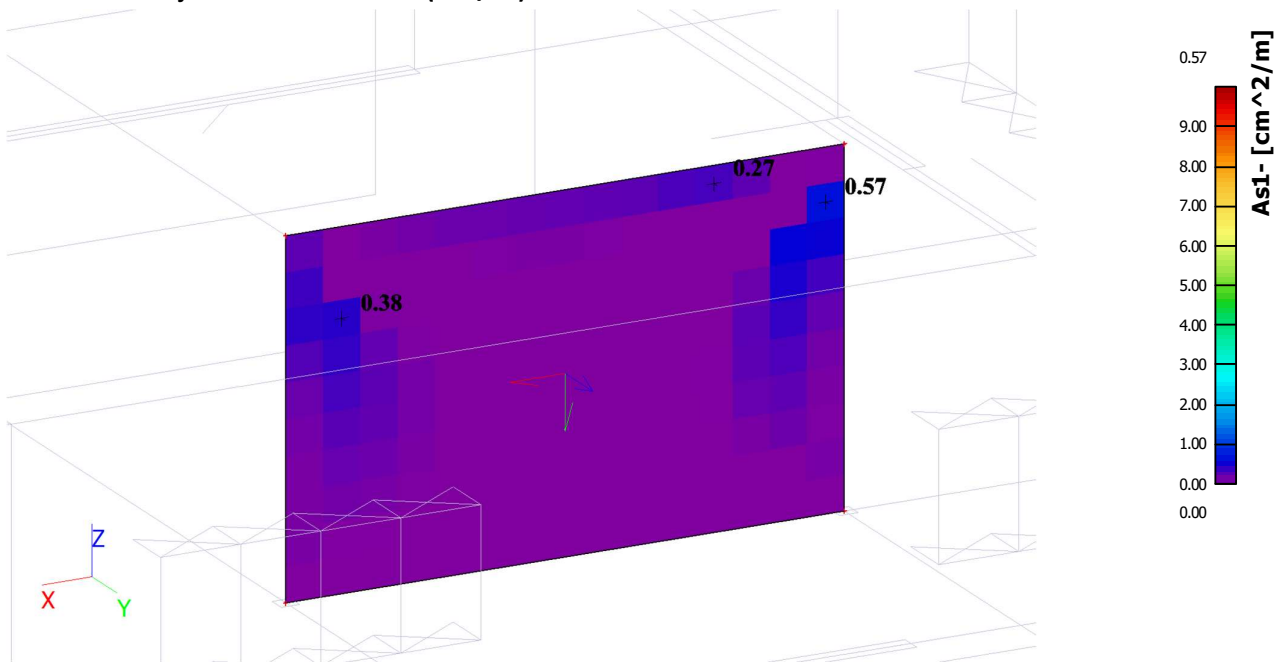
SMJER Y –gornja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



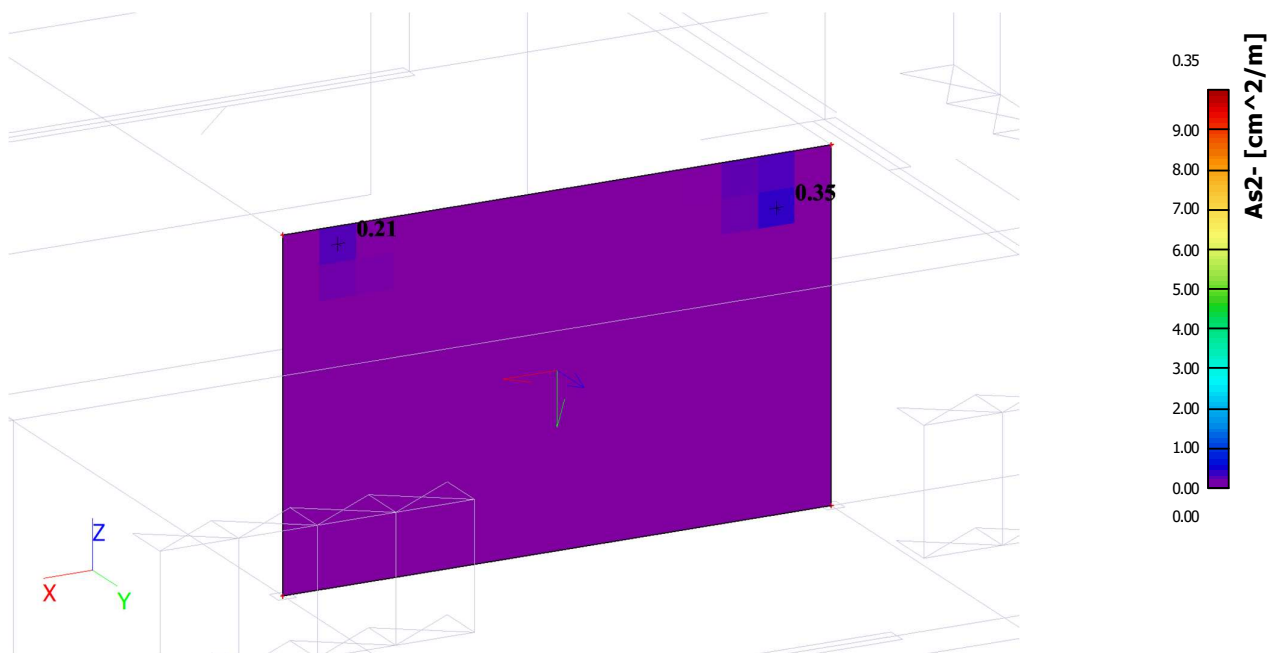
7.5 Zid u osi 2

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

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



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



0.57
9.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00
0.00

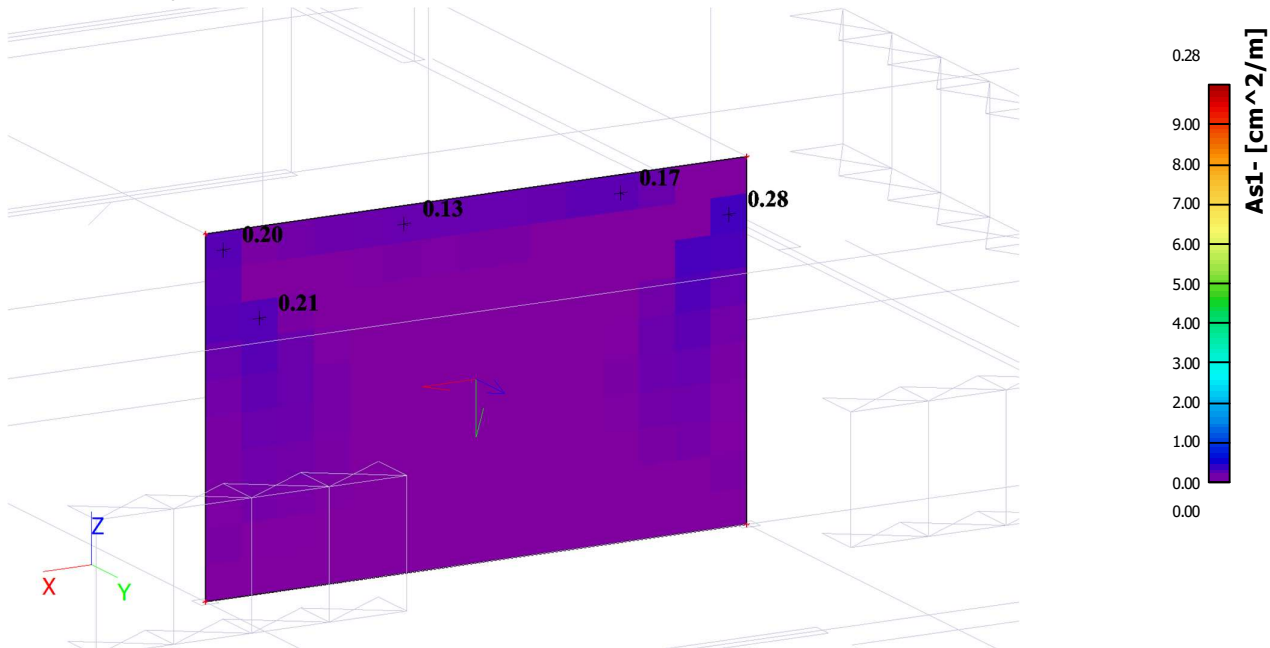
ASI+ [cm²/m]

1.20
9.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00
0.00

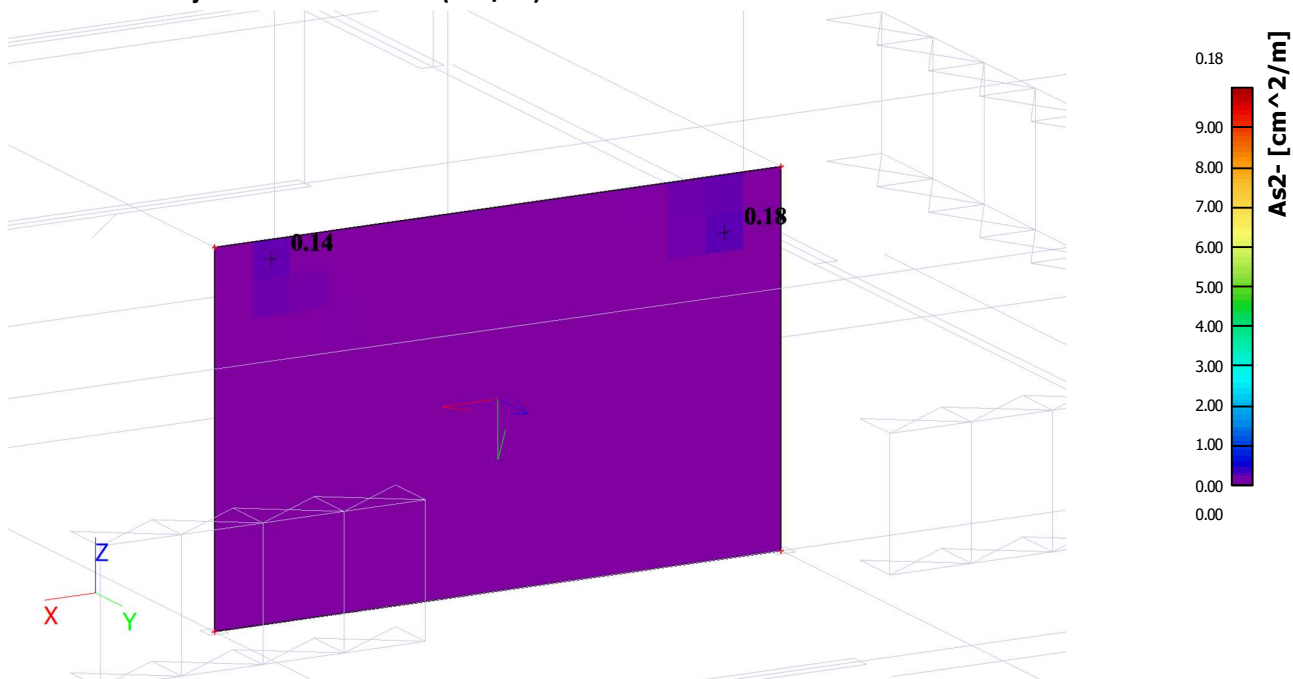
AS2+ [cm²/m]

Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

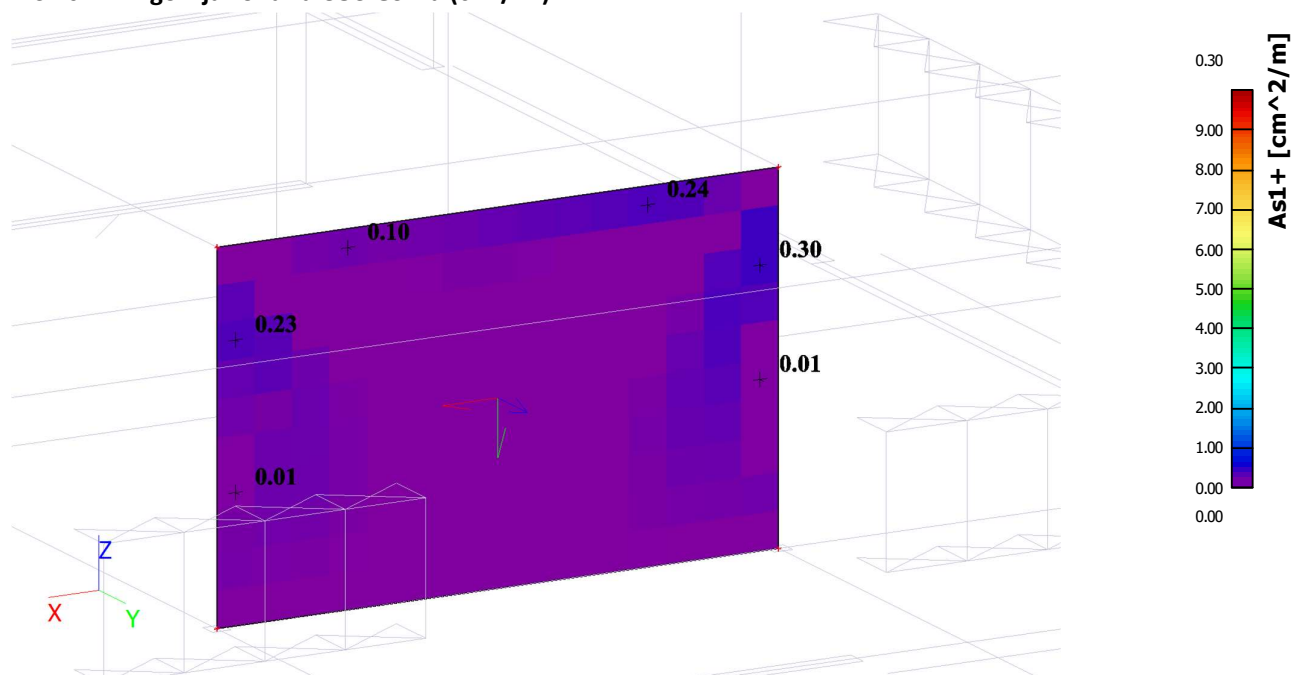
SMJER X – donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



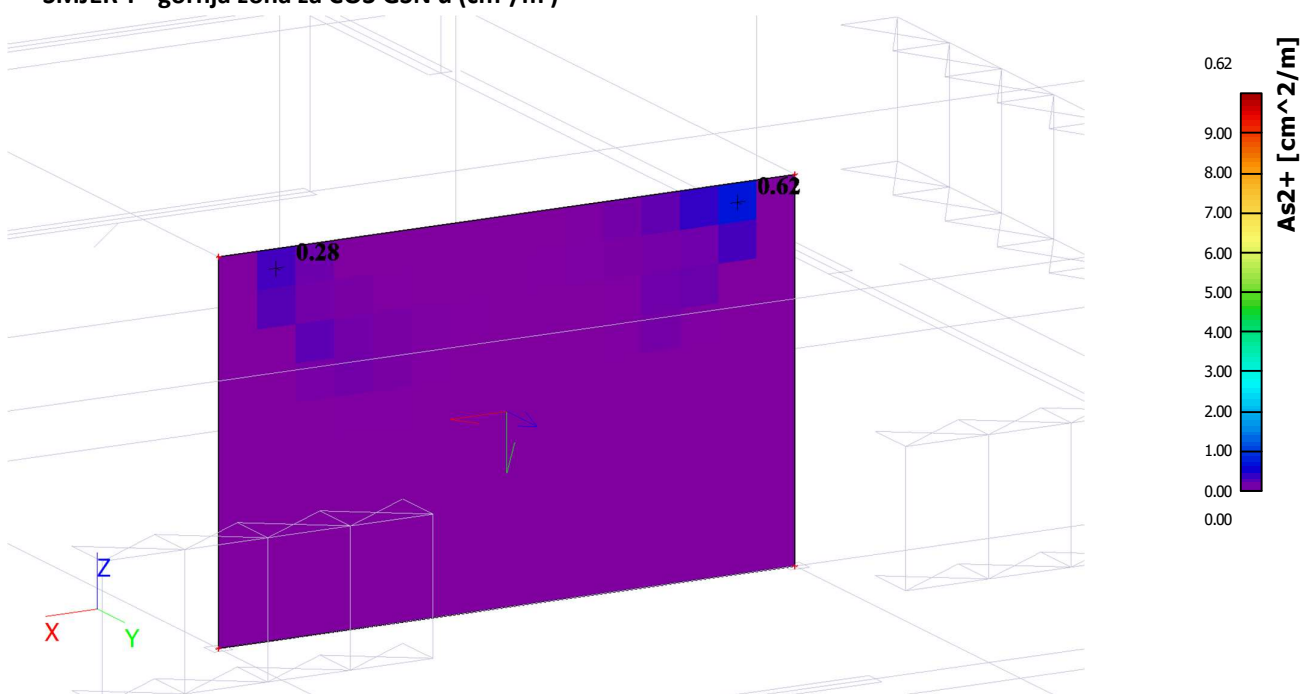
SMJER Y – donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



SMJER X –gornja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



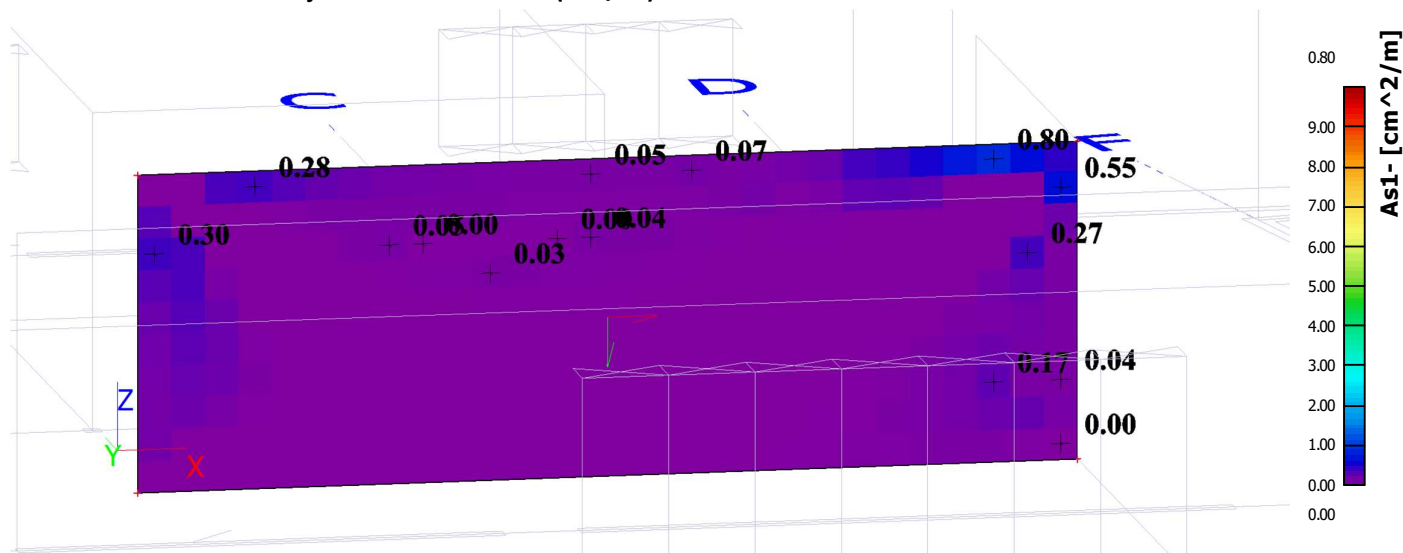
SMJER Y –gornja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



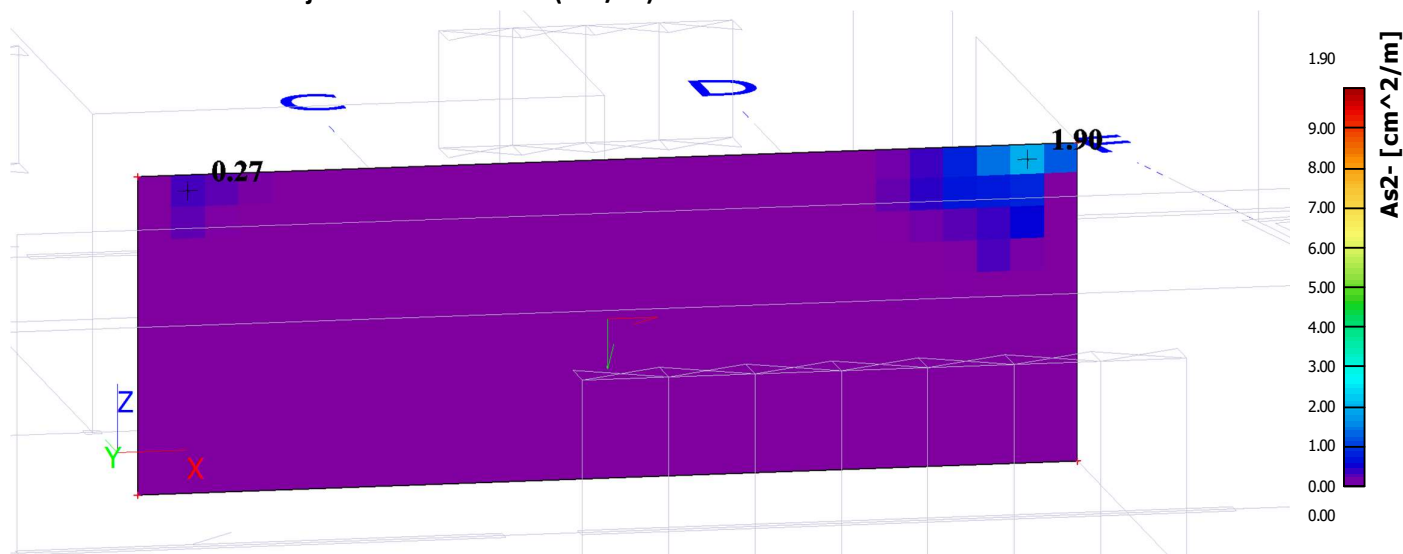
7.6 Zid u osi 3a

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

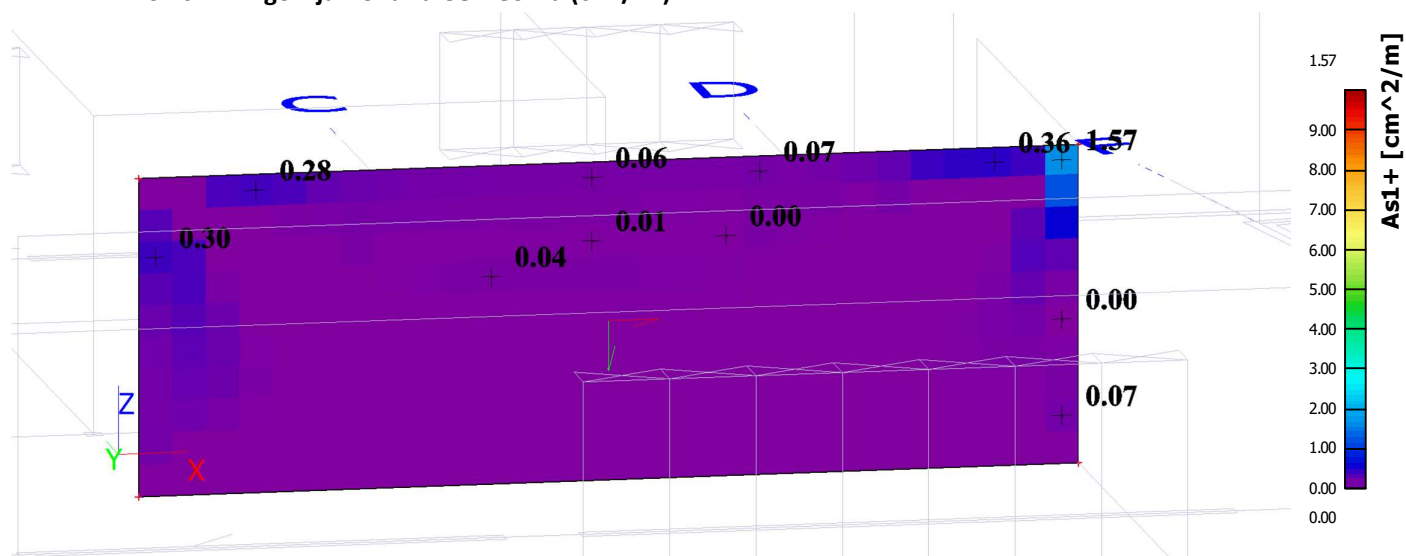
SMJER X – donja zona za CO1 GSN u (cm^2/m')



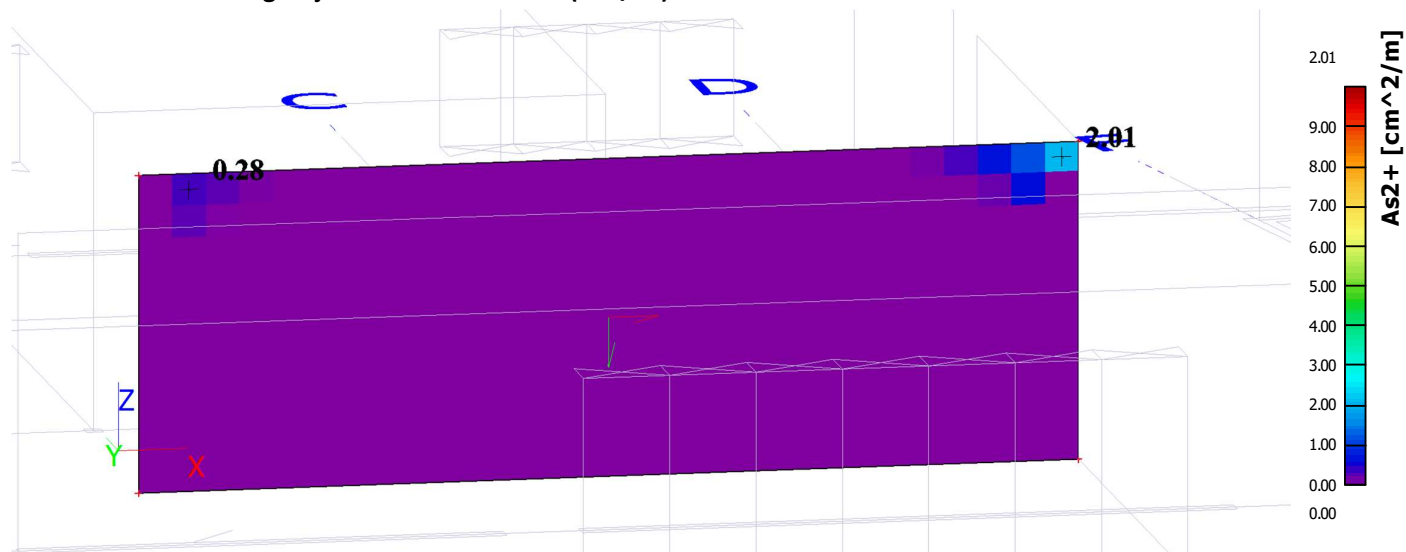
SMJER Y – donja zona za CO1 GSN u (cm^2/m')



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

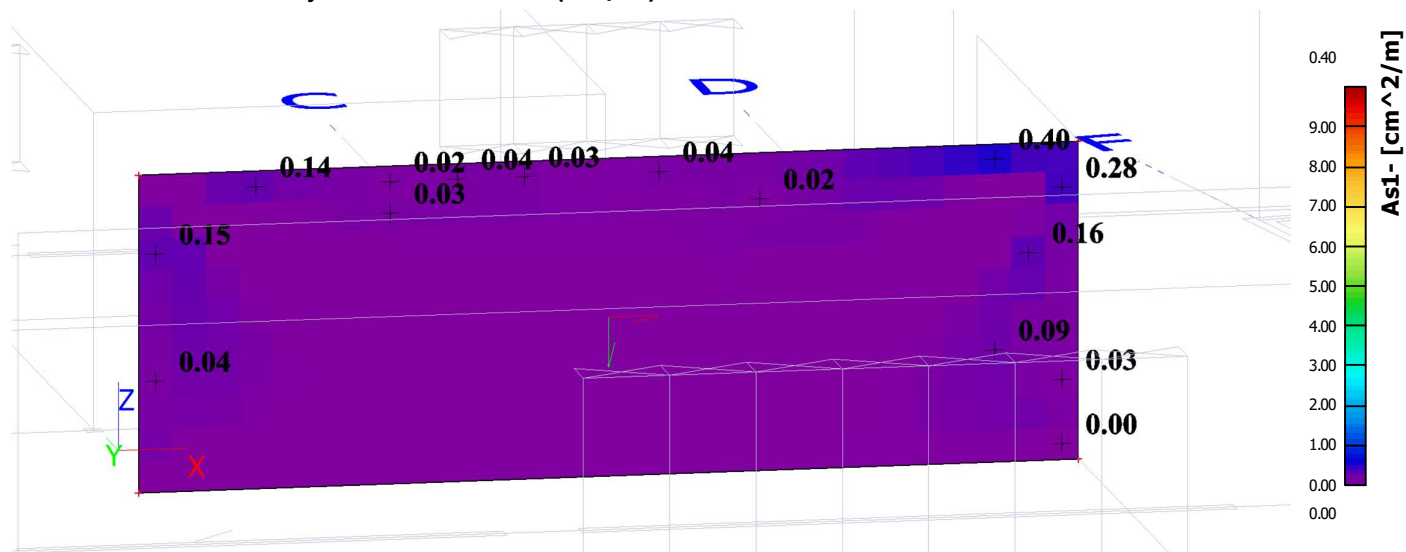


SMJER Y –gornja zona za CO1 GSN u (cm²/m')

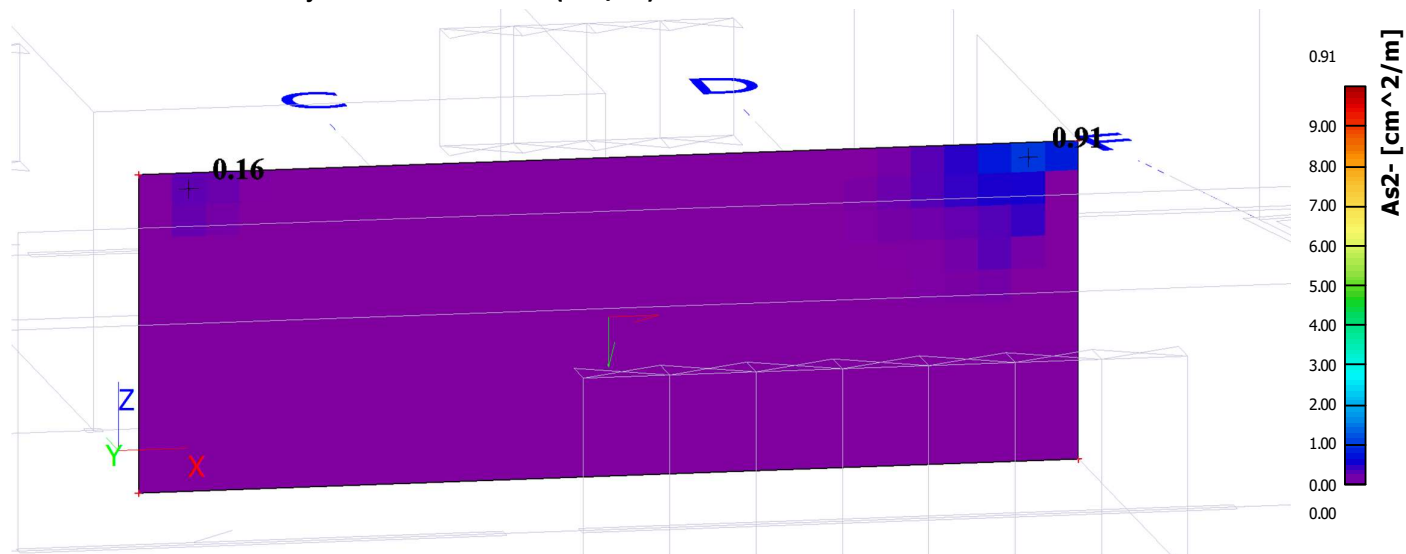


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

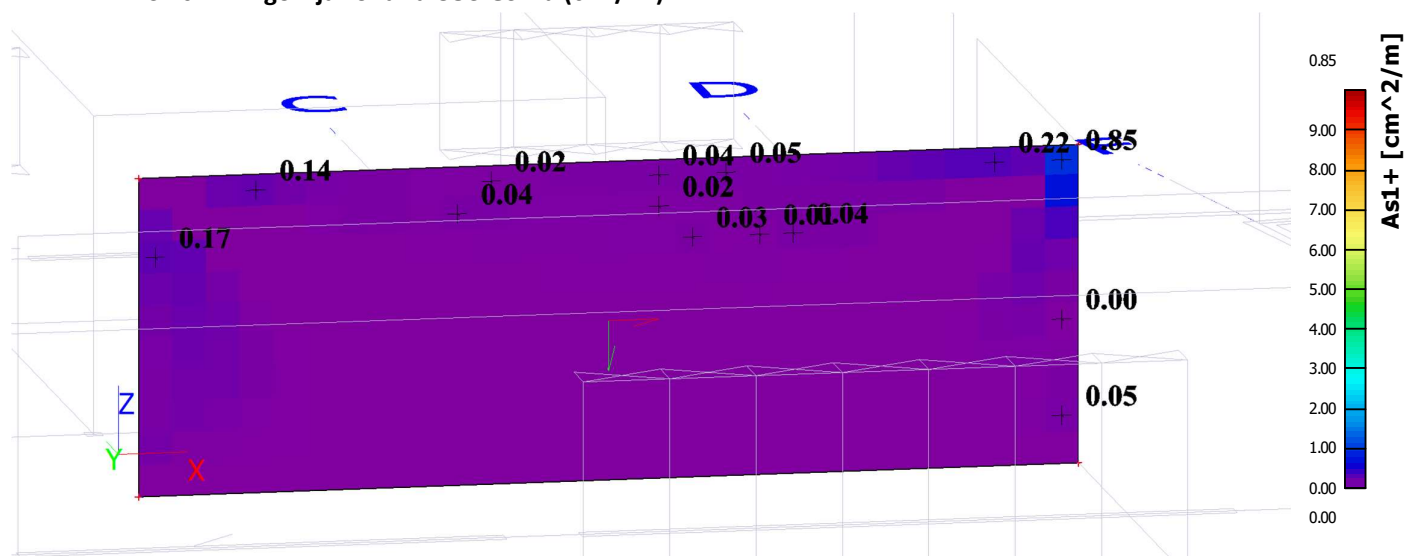
SMJER X – donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



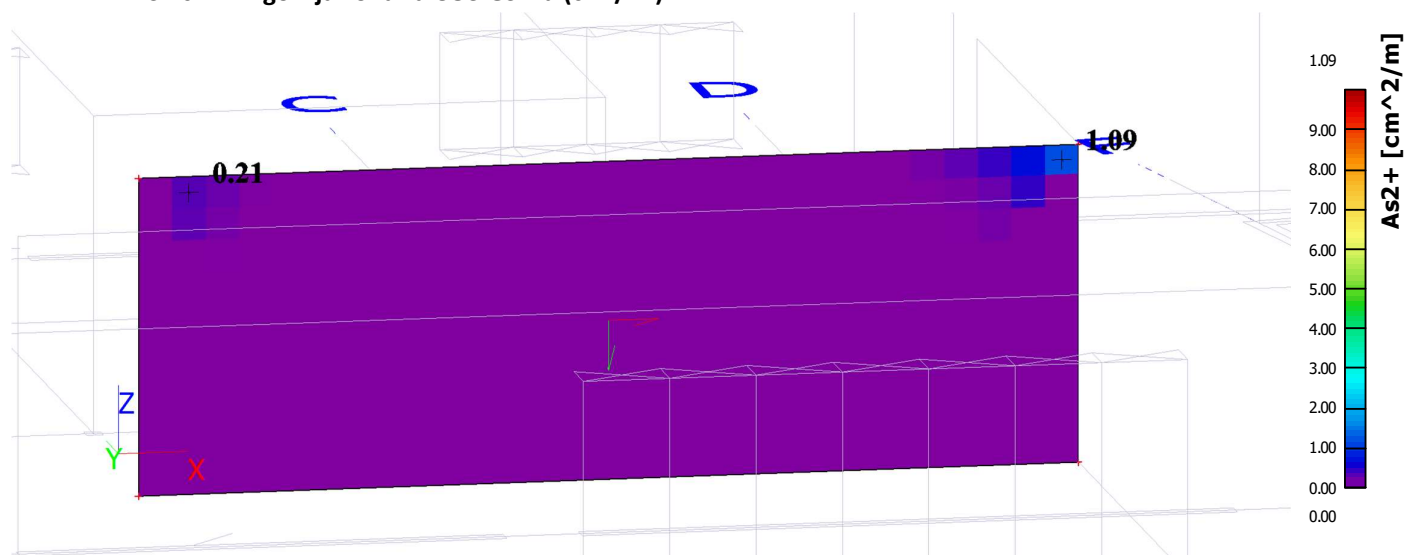
SMJER Y – donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



SMJER X –gornja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



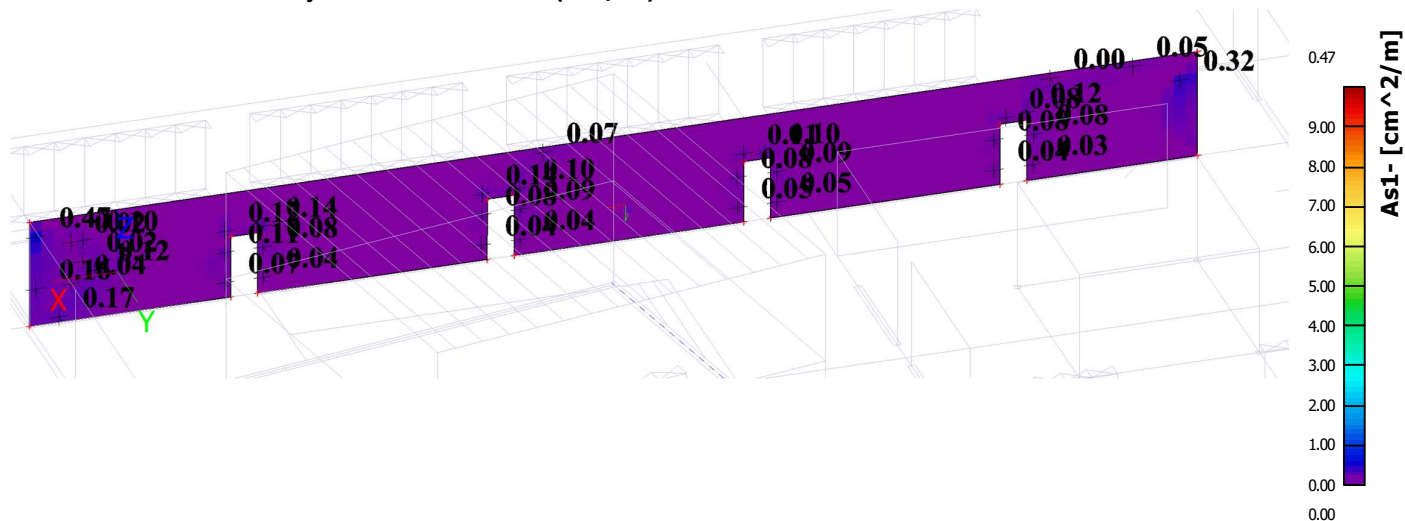
SMJER Y –gornja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



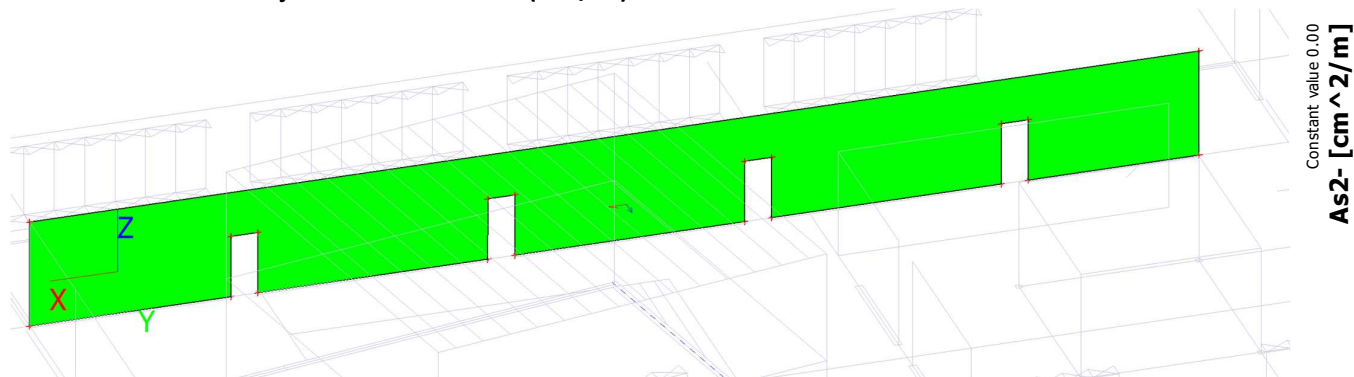
7.7 Zid u osi 4

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

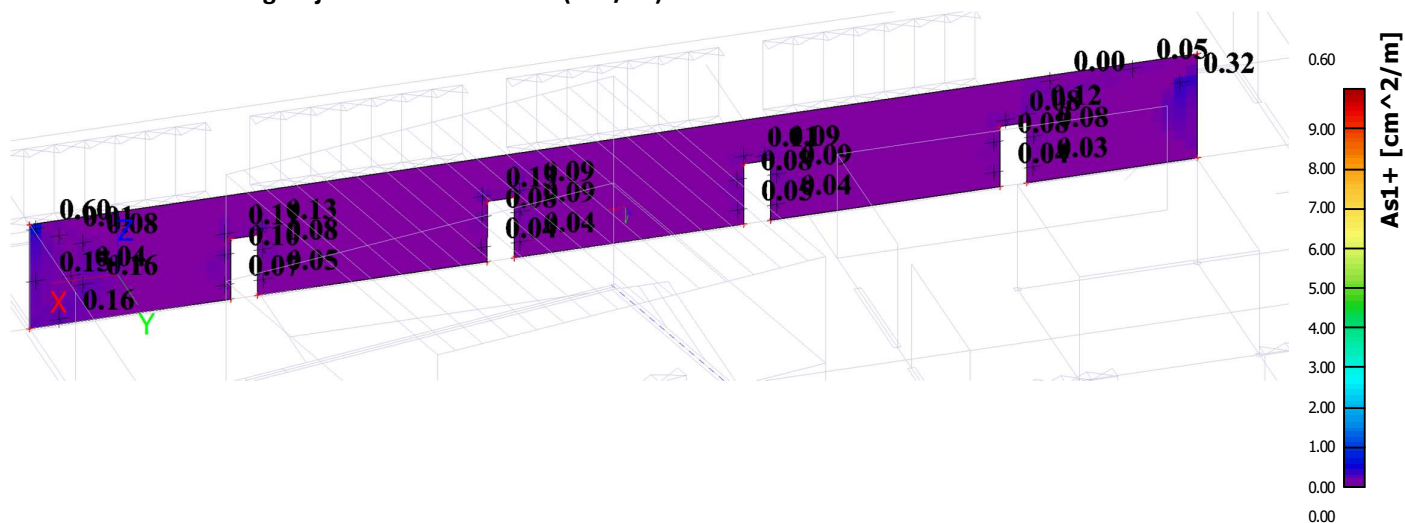
SMJER X –donja zona za CO1 GSN u (cm²/m')



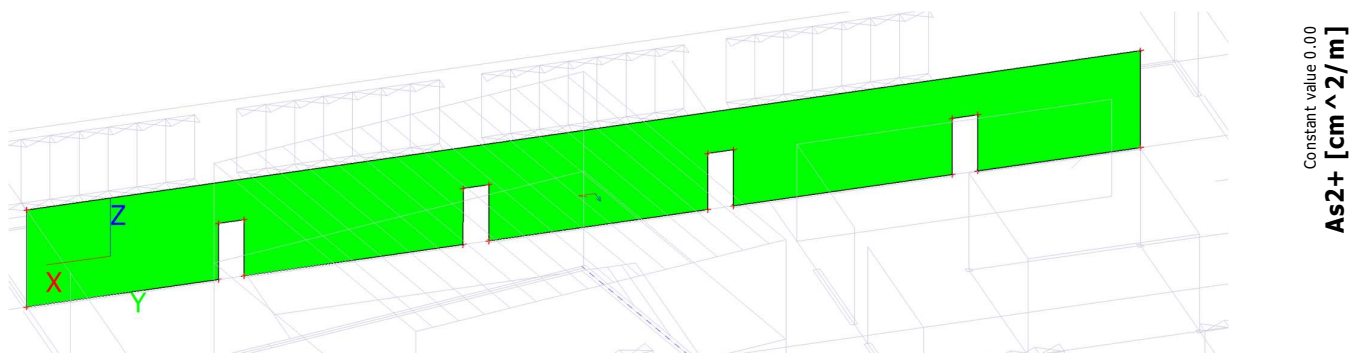
SMJER Y –donja zona za CO1 GSN u (cm²/m')



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

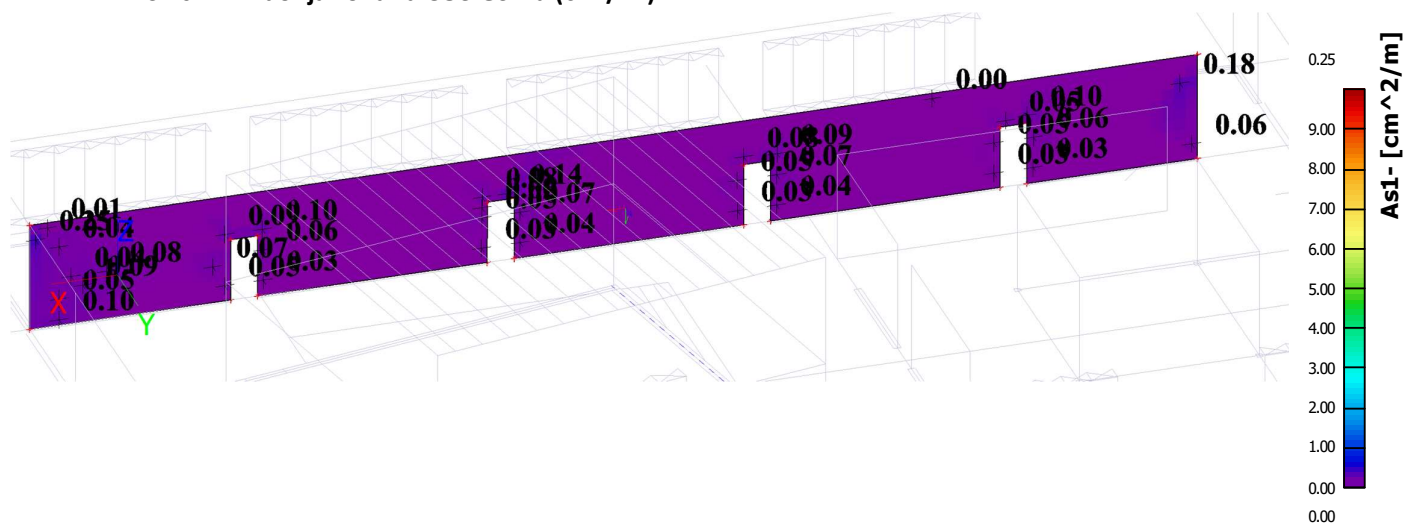


SMJER Y –gornja zona za CO1 GSN u (cm²/m')

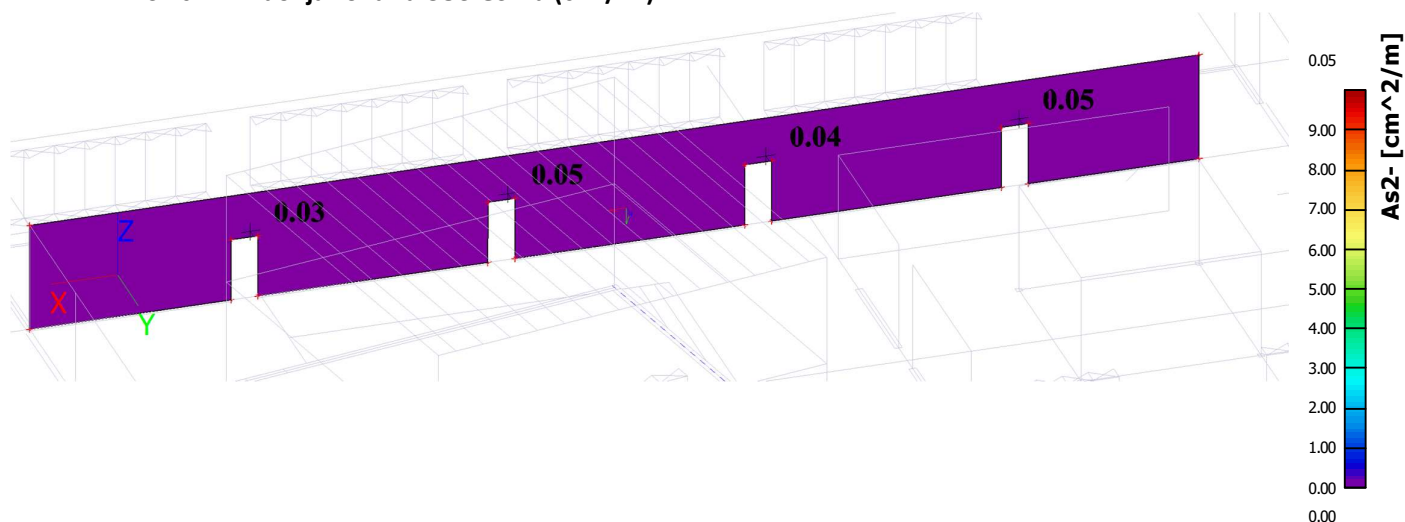


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

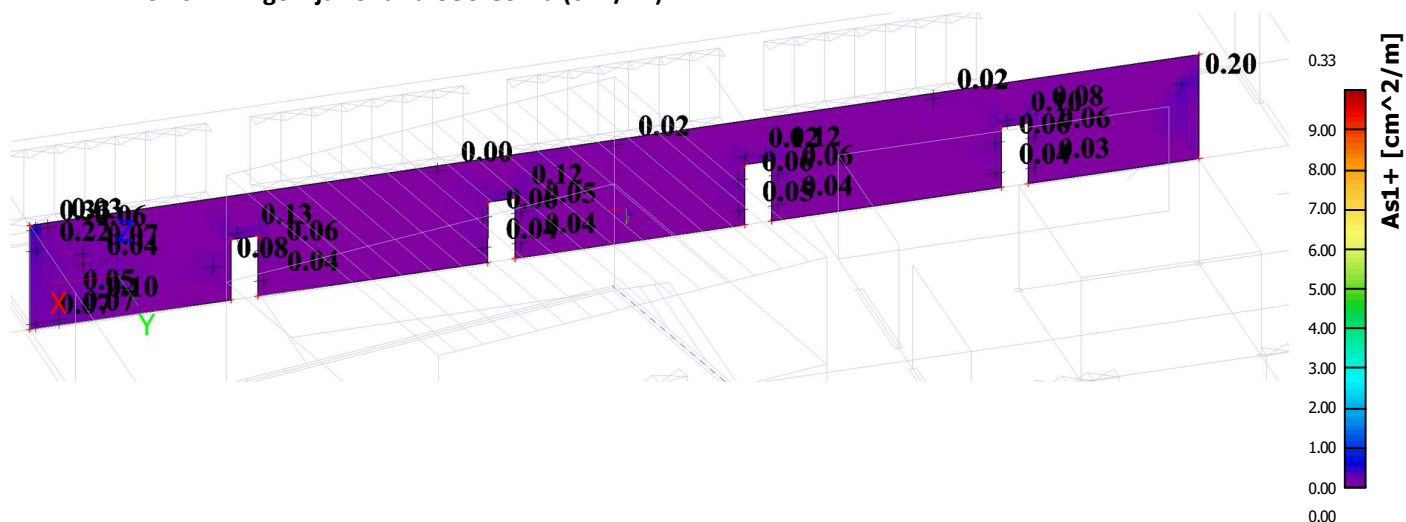
SMJER X –donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



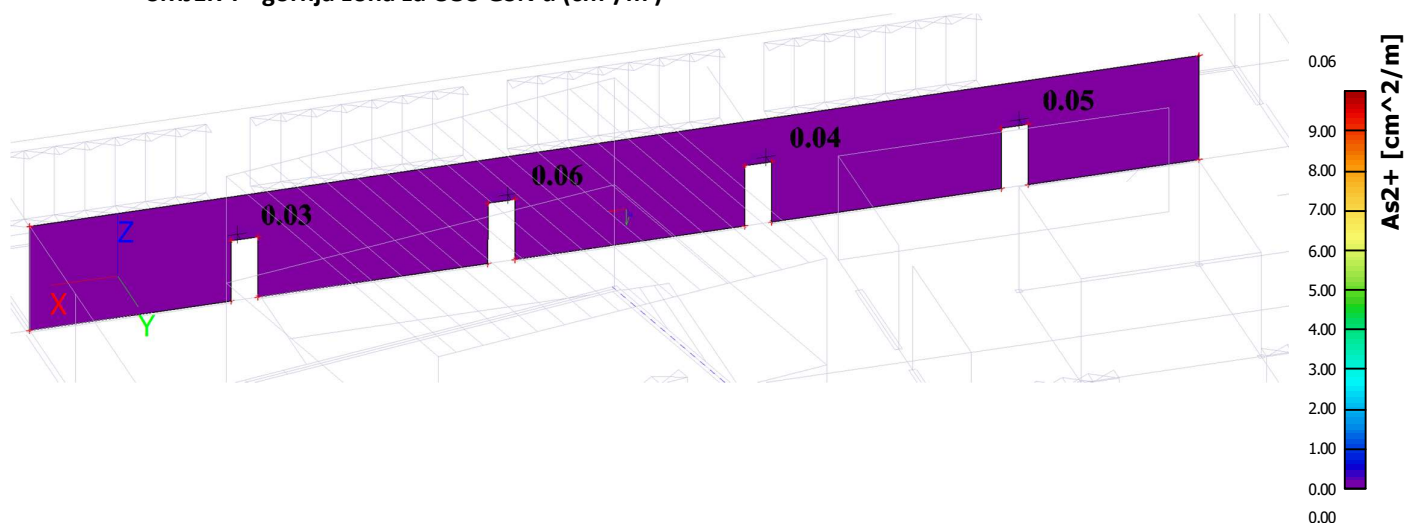
SMJER Y –donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



SMJER X –gornja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



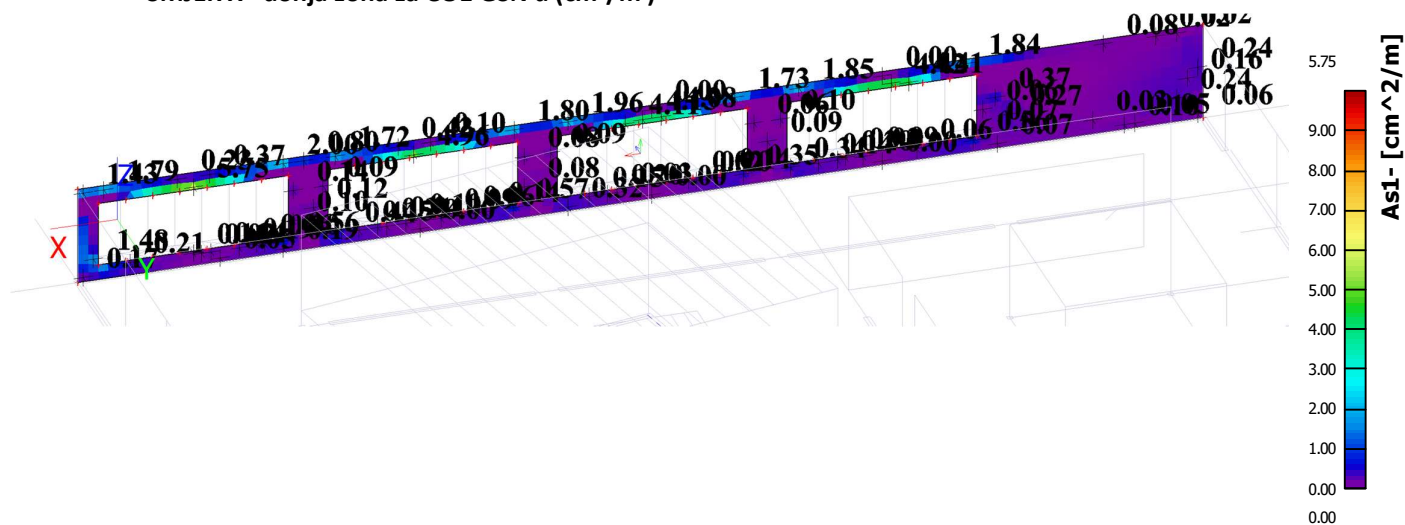
SMJER Y –gornja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



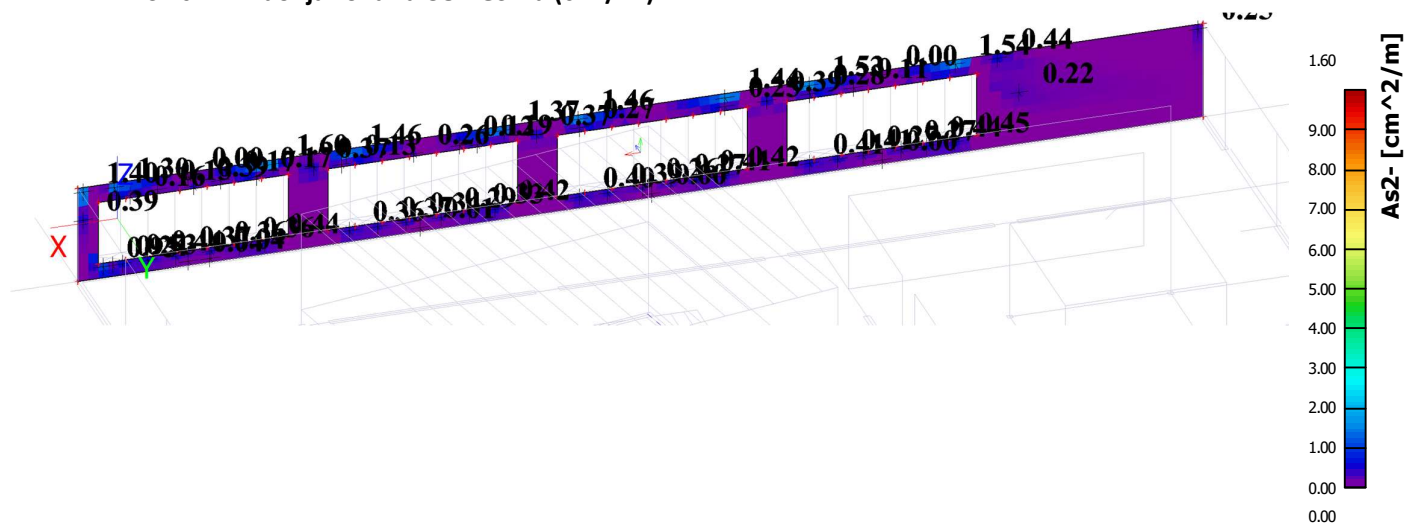
7.8 Zid u osi 5

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

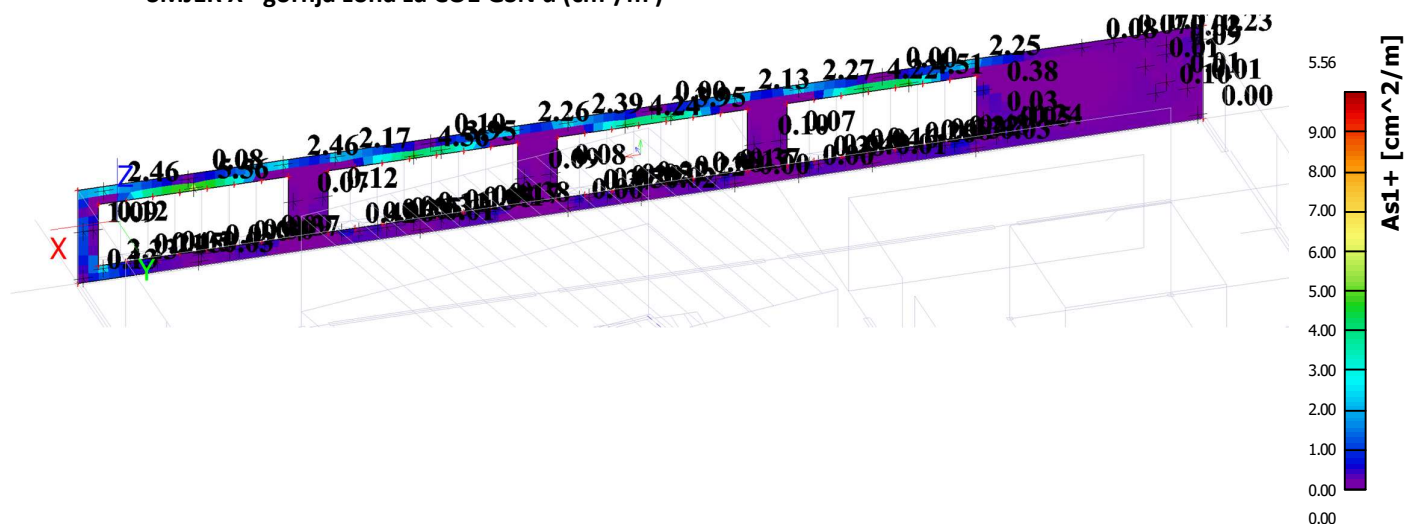
SMJER X –donja zona za CO1 GSN u (cm²/m')



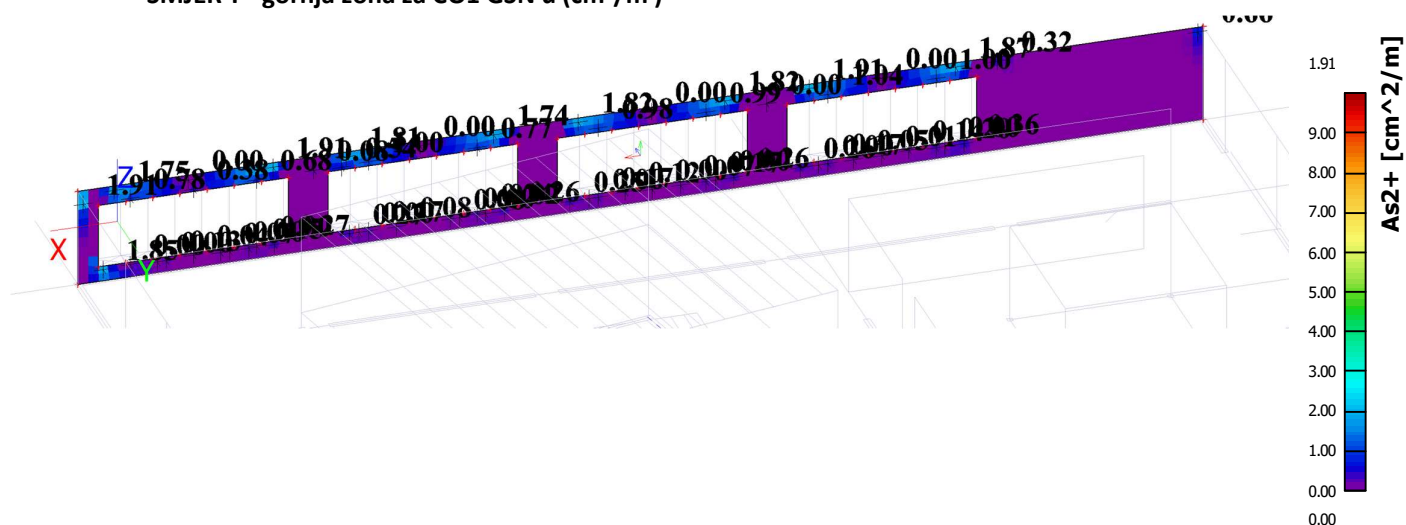
SMJER Y –donja zona za CO1 GSN u (cm²/m')



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

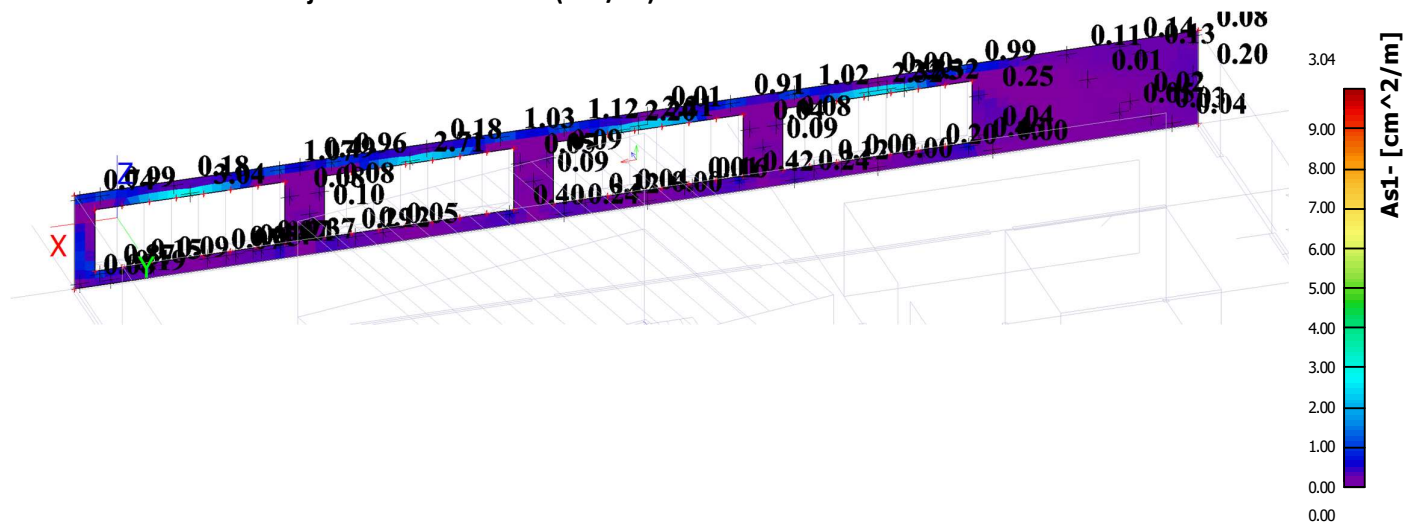


SMJER Y –gornja zona za CO1 GSN u (cm²/m')

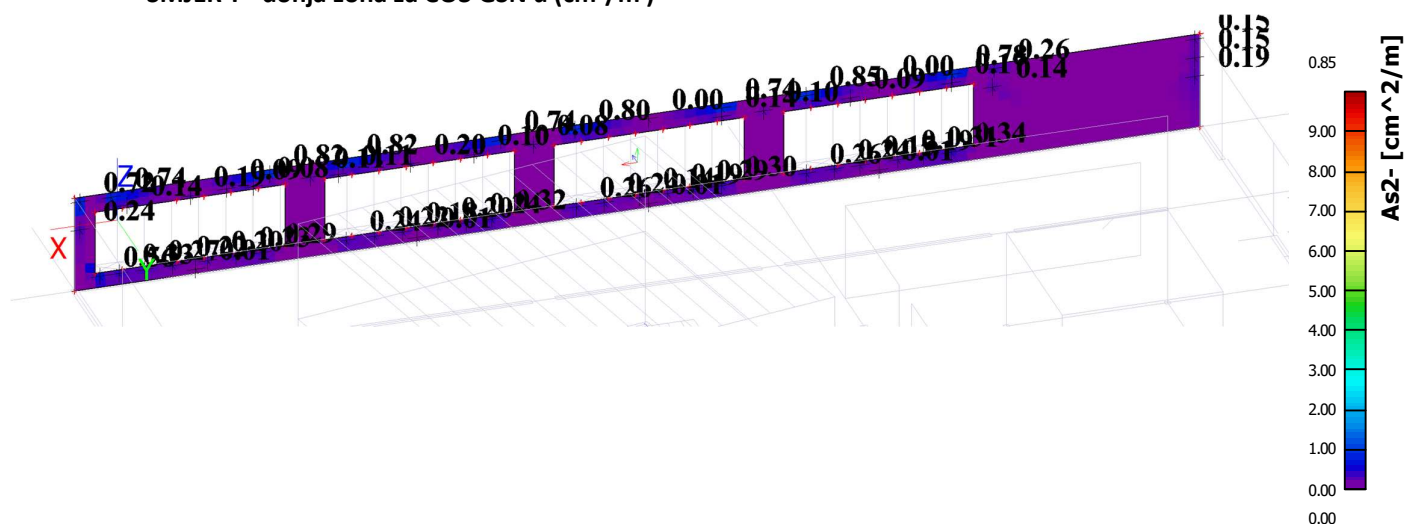


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

SMJER X – donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



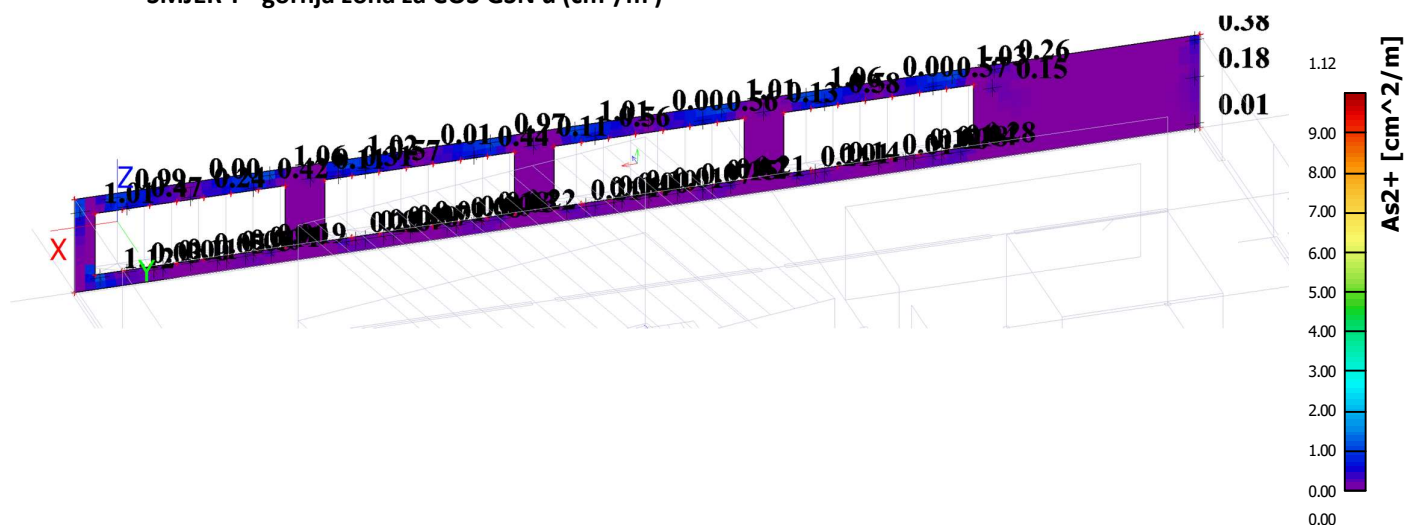
SMJER Y – donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



SMJER X –gornja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



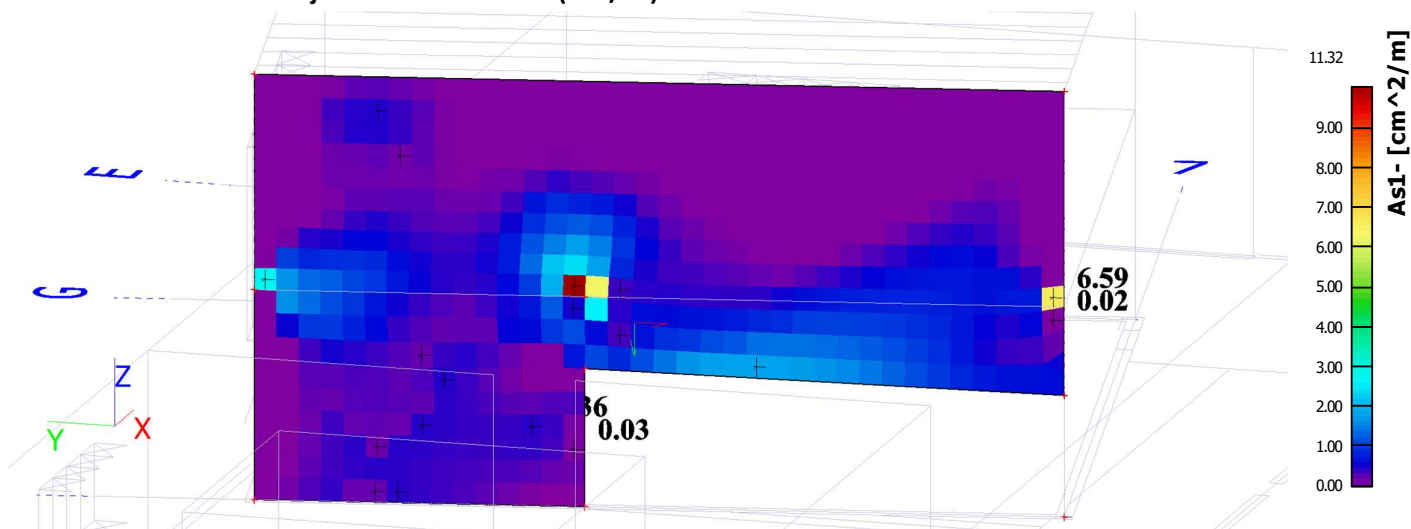
SMJER Y –gornja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



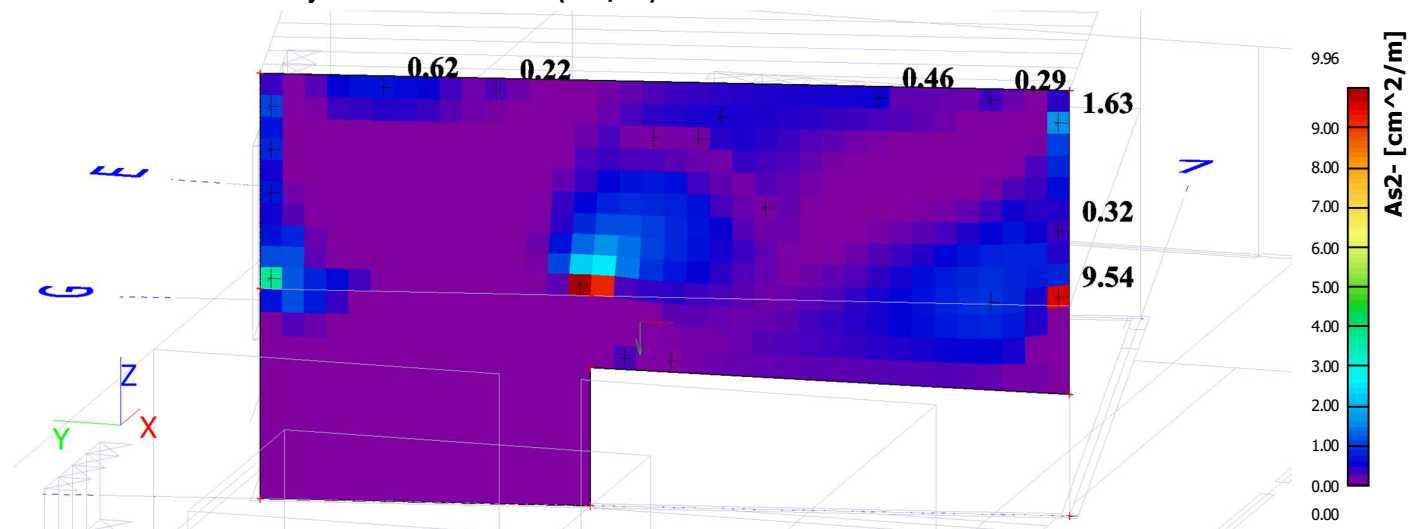
7.9 Zid dvorane u osi F

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

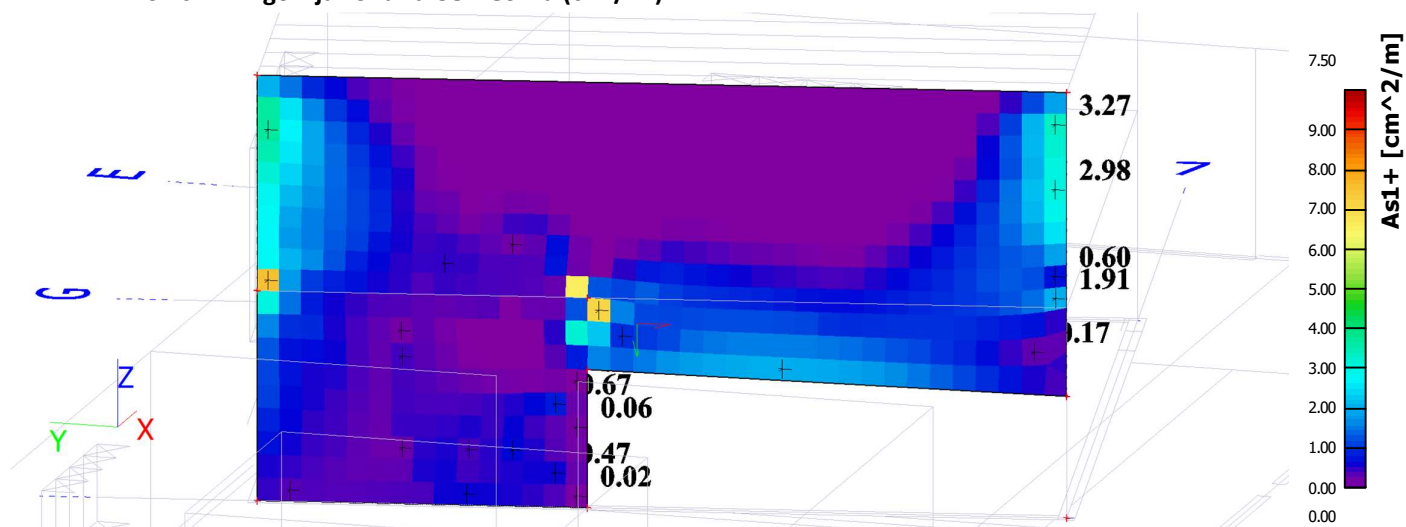
SMJER X –donja zona za CO1 GSN u (cm^2/m')



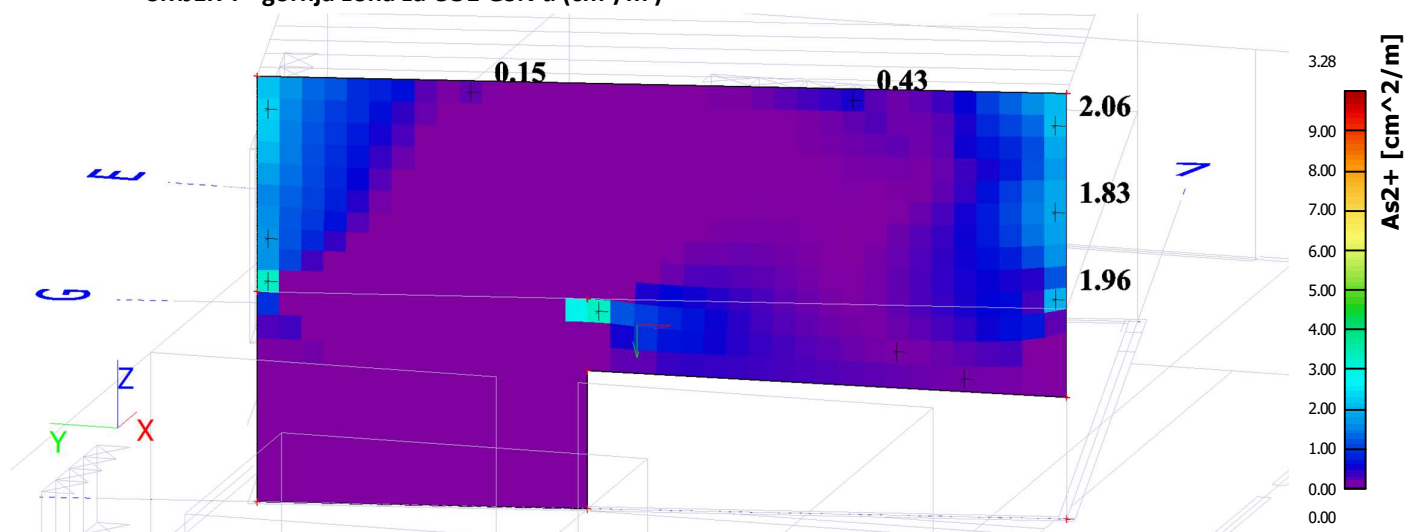
SMJER Y –donja zona za CO1 GSN u (cm^2/m')



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

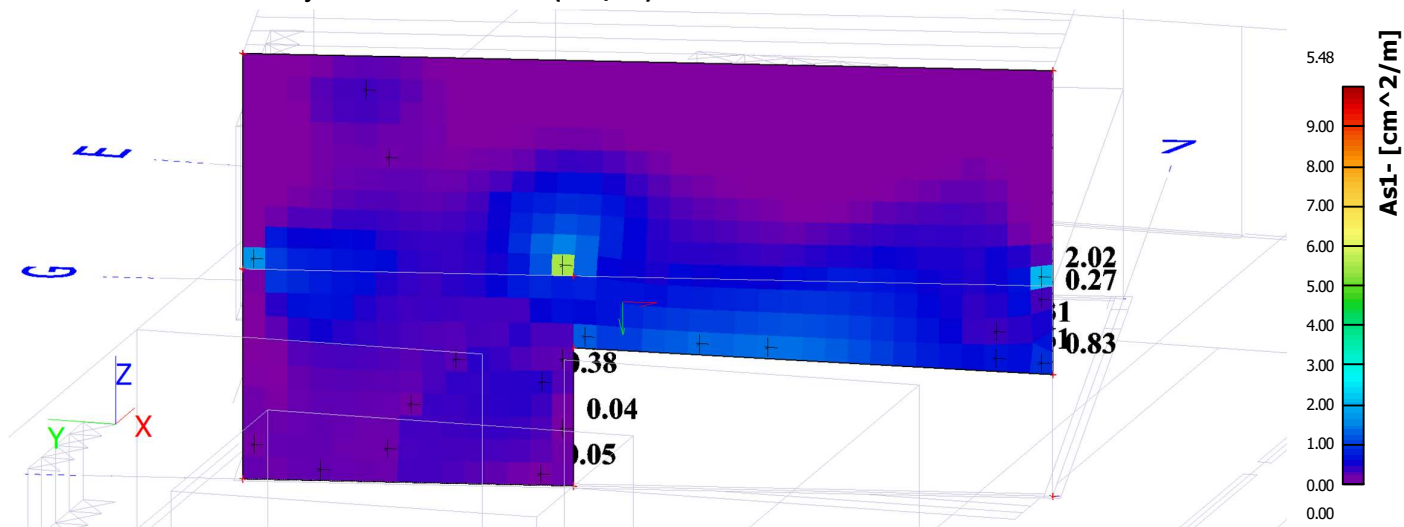


SMJER Y –gornja zona za CO1 GSN u (cm²/m')

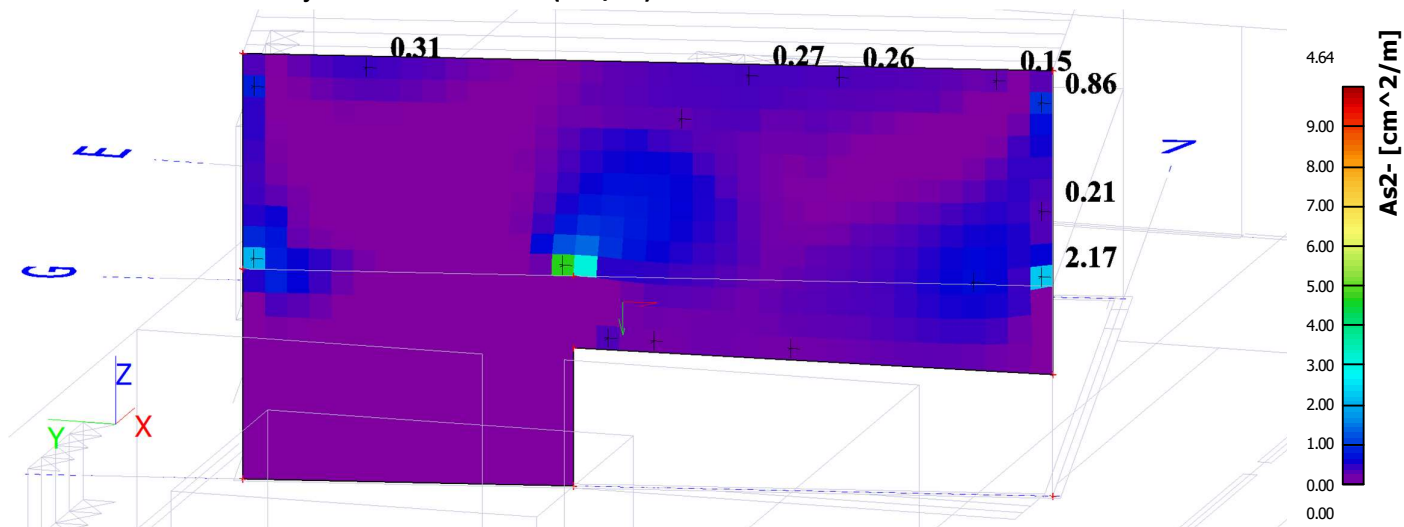


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

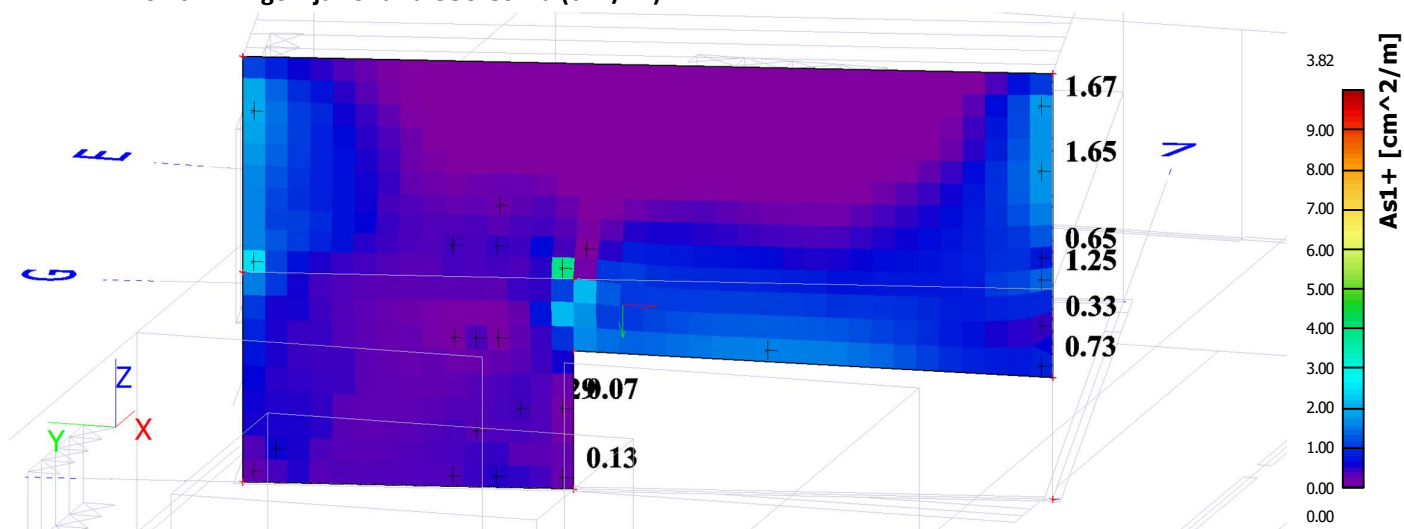
SMJER X – donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



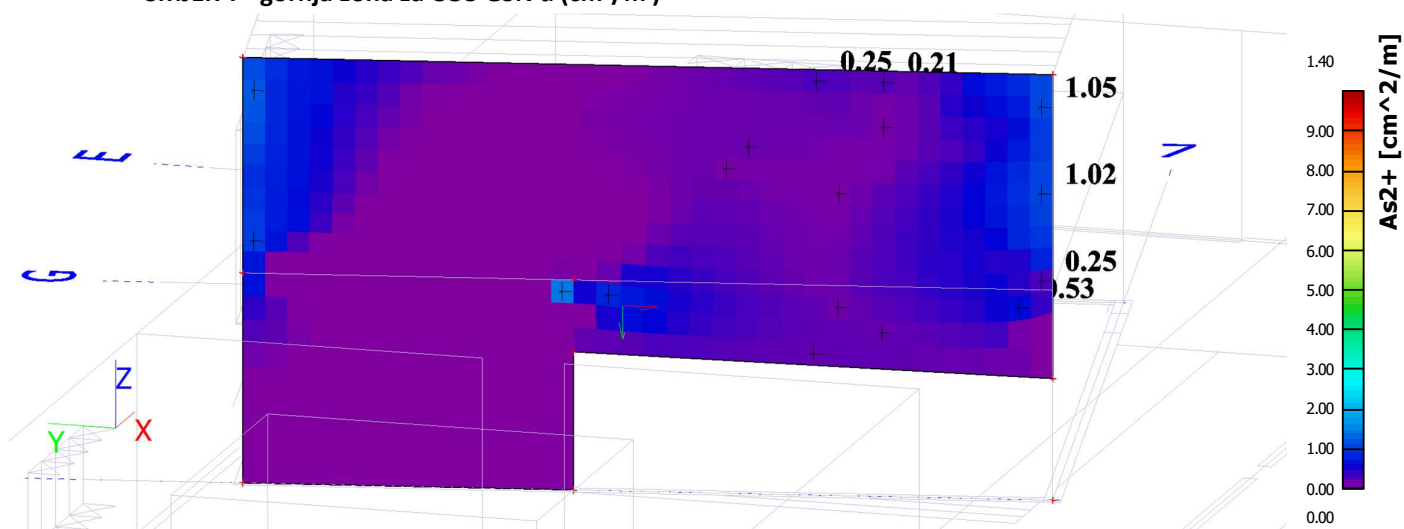
SMJER Y – donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



SMJER X –gornja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



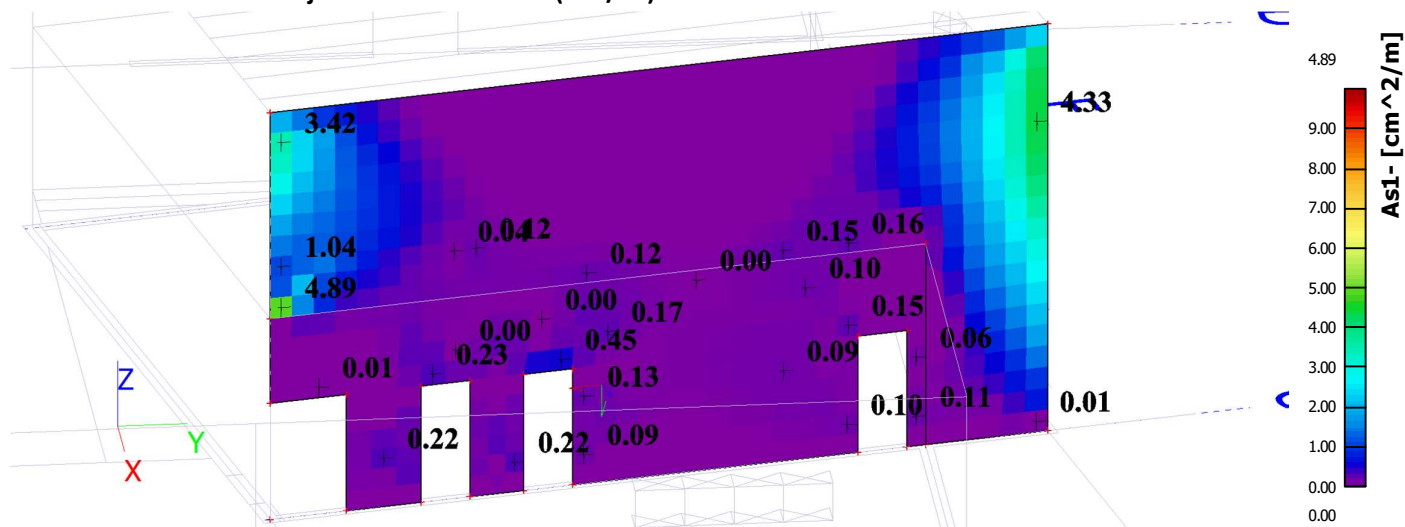
SMJER Y –gornja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



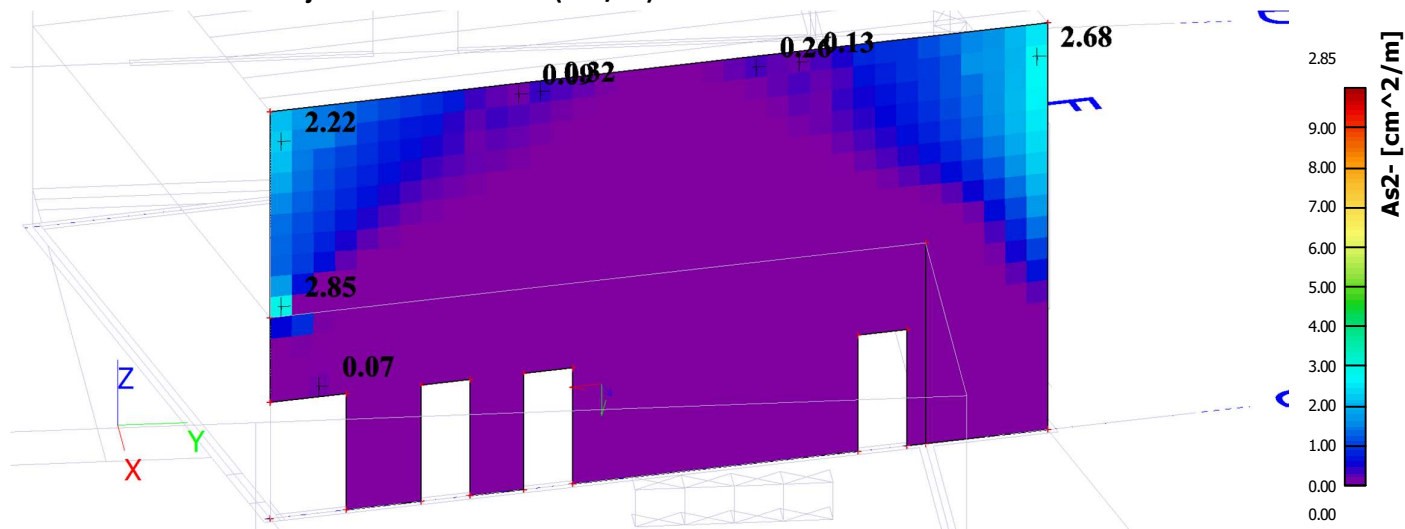
7.10 Zid dvorane u osi G

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

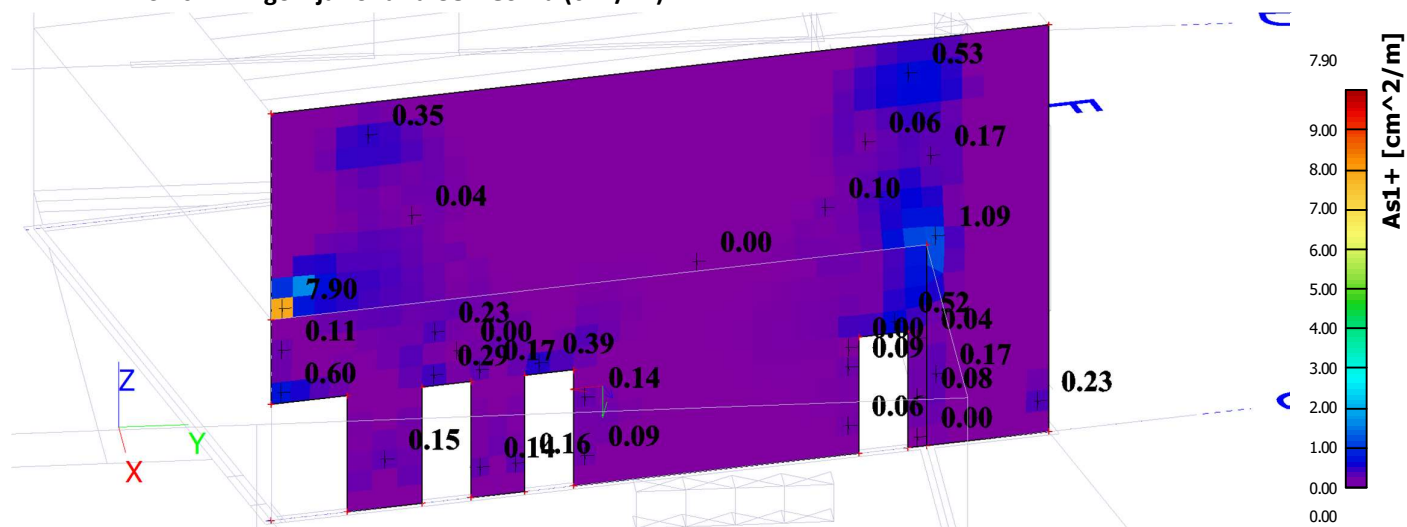
SMJER X – donja zona za CO1 GSN u (cm^2/m')



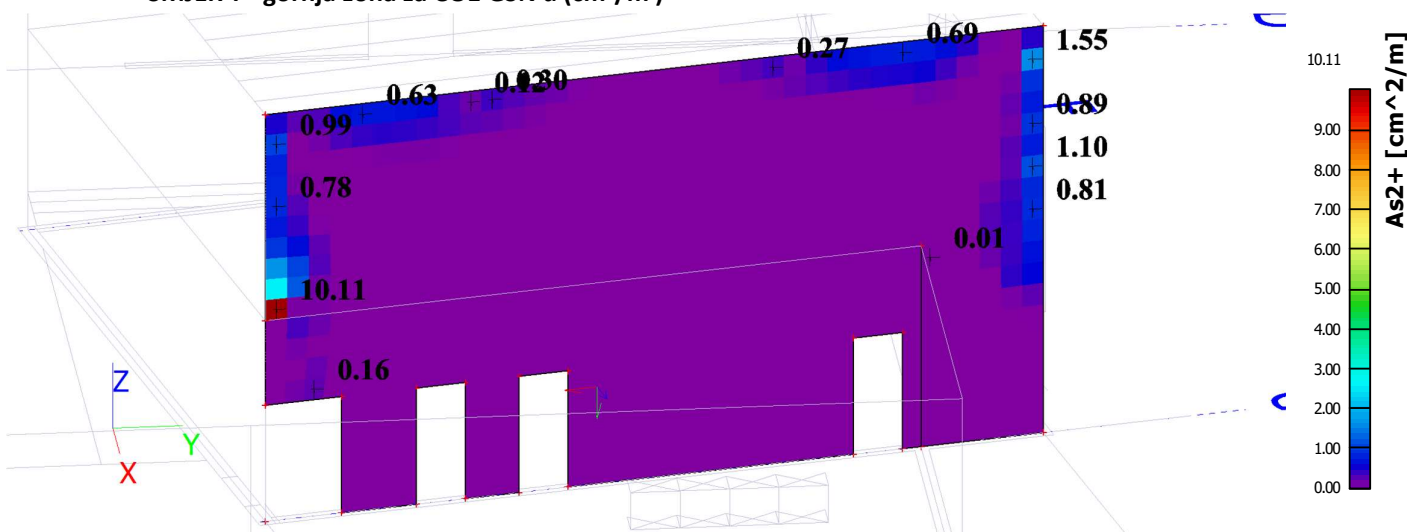
SMJER Y – donja zona za CO1 GSN u (cm^2/m')



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

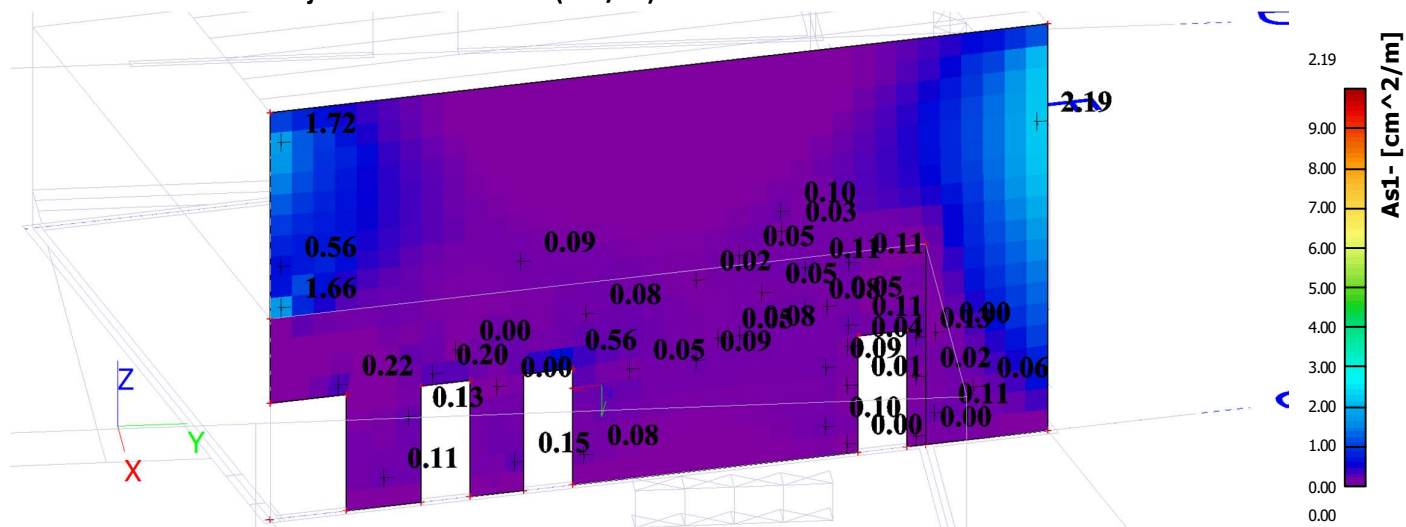


SMJER Y –gornja zona za CO1 GSN u (cm²/m')

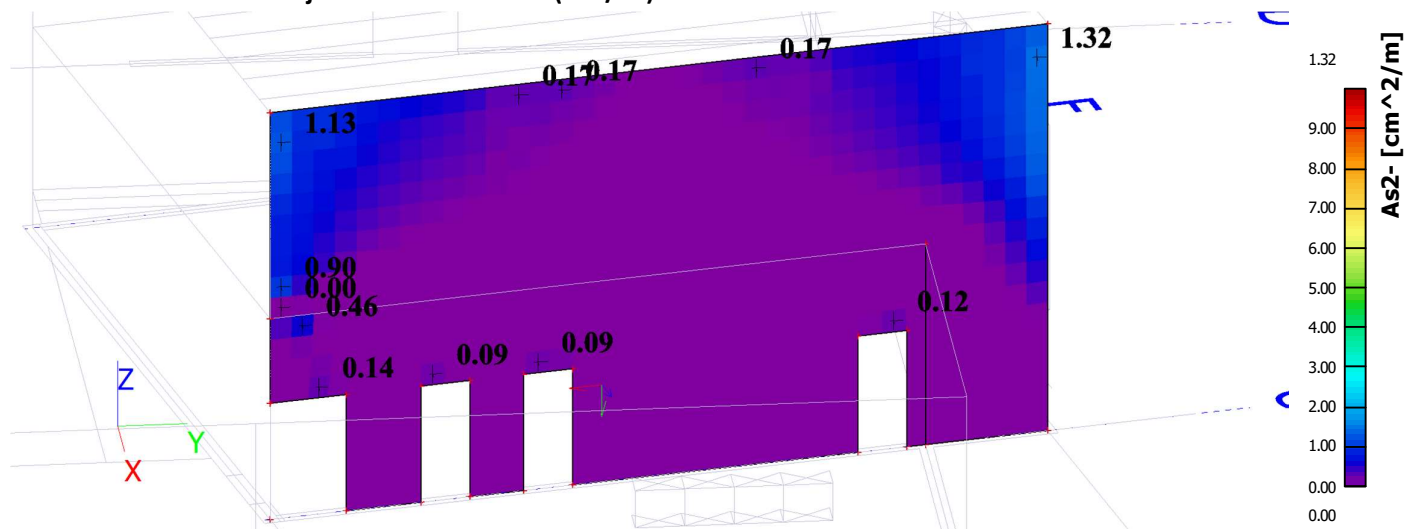


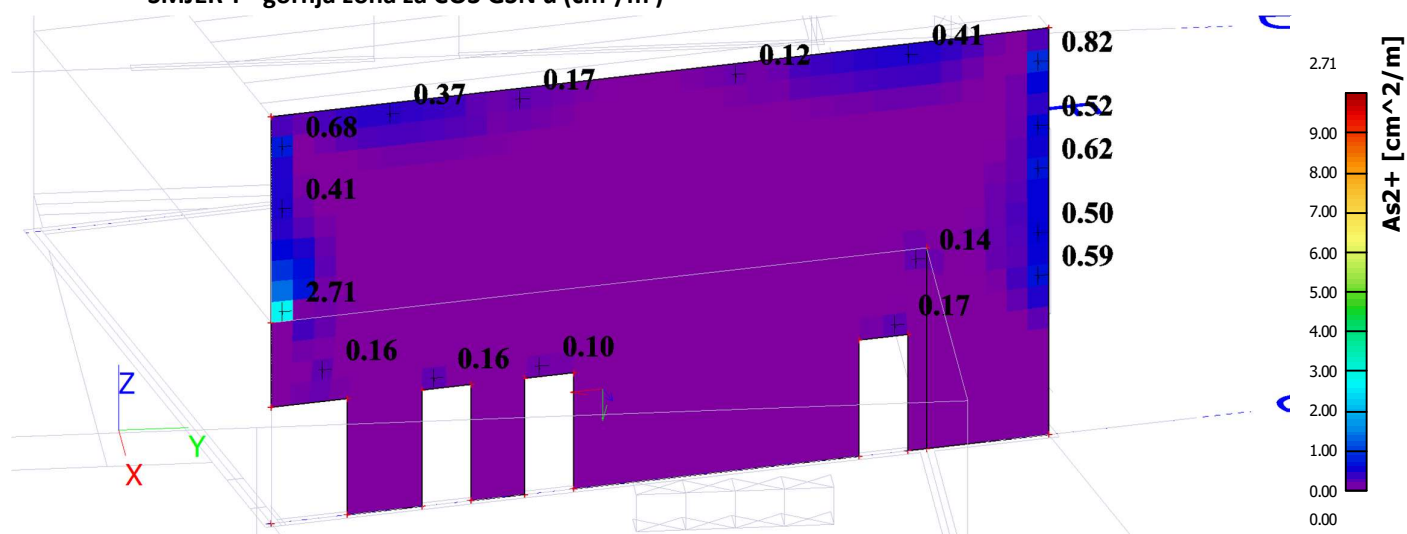
Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

SMJER X –donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



SMJER Y –donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')

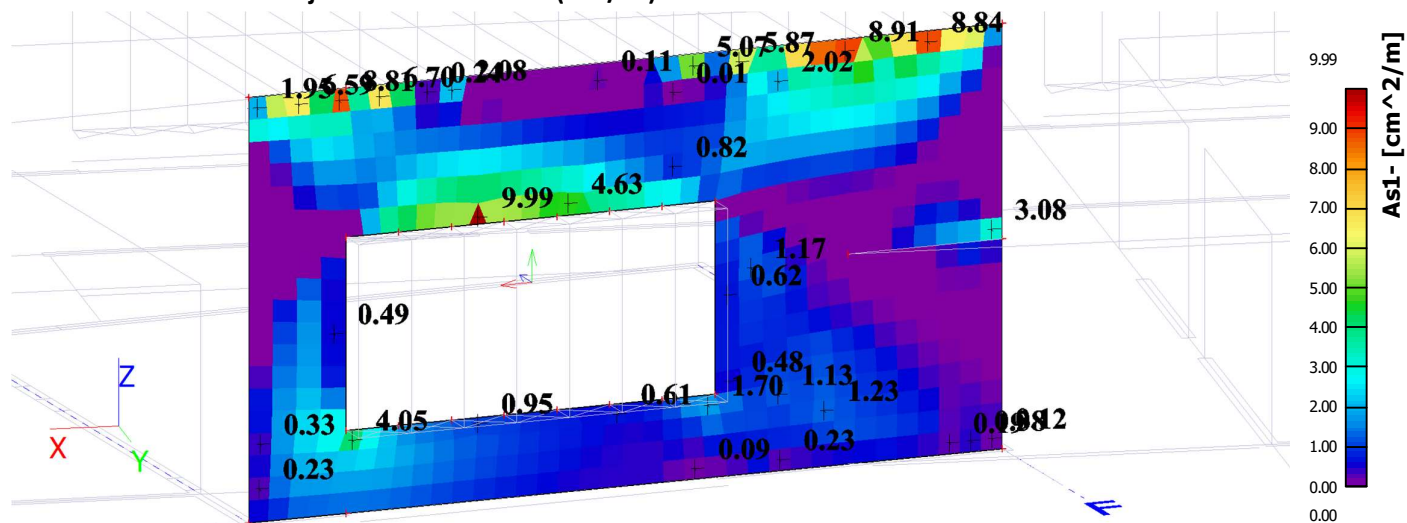




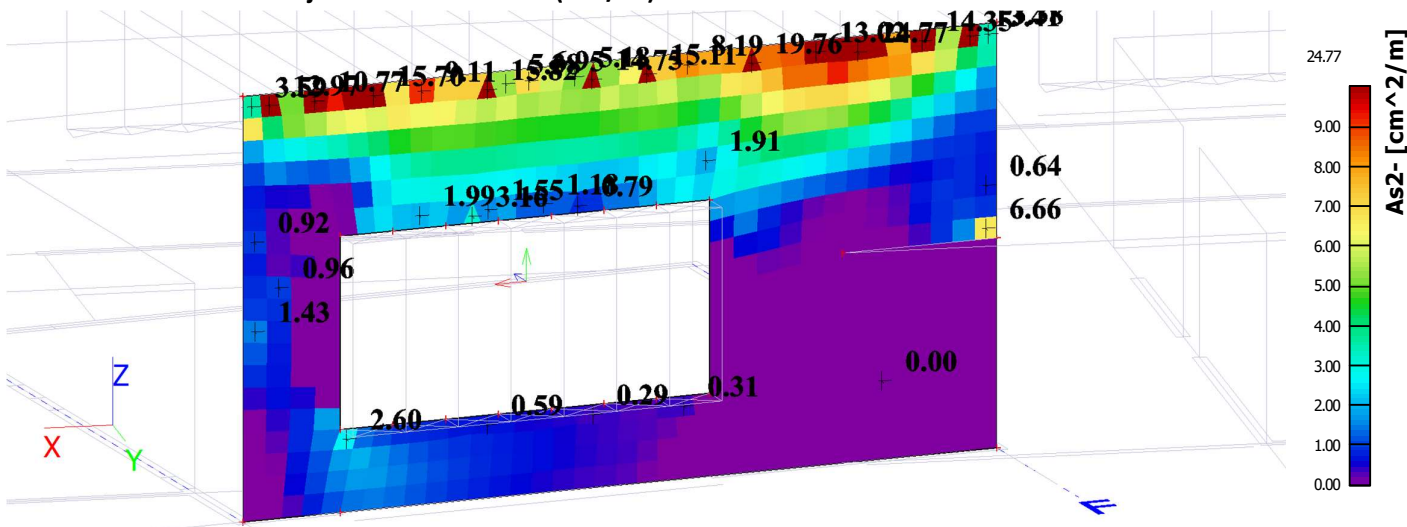
7.11 Zid dvorane u osi 6

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

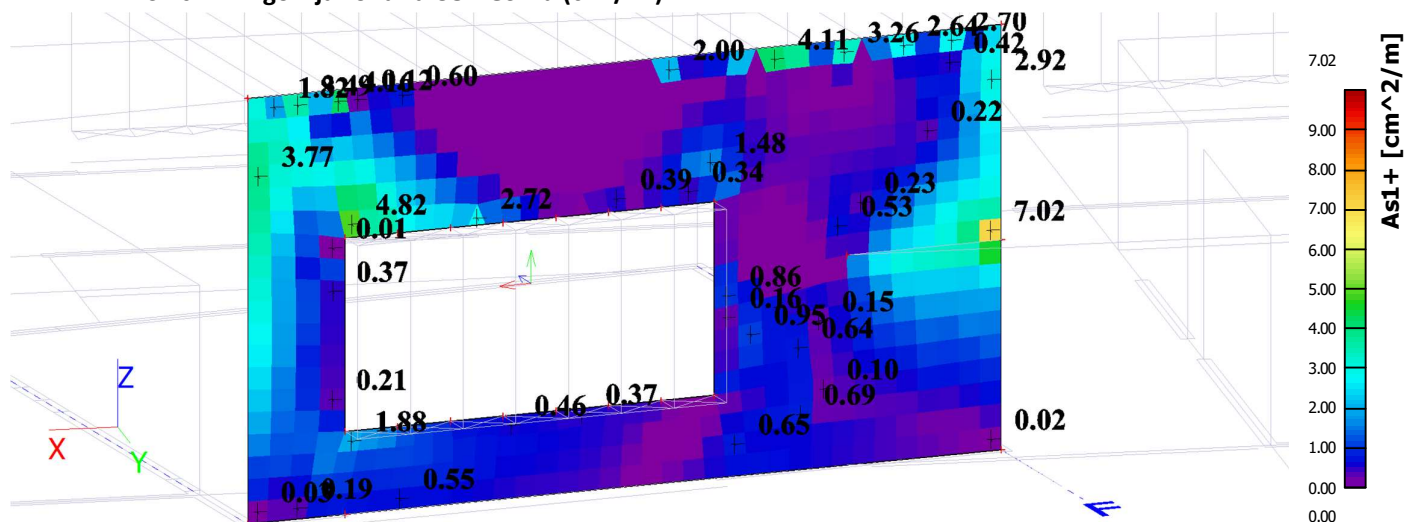
SMJER X –donja zona za CO1 GSN u (cm²/m')



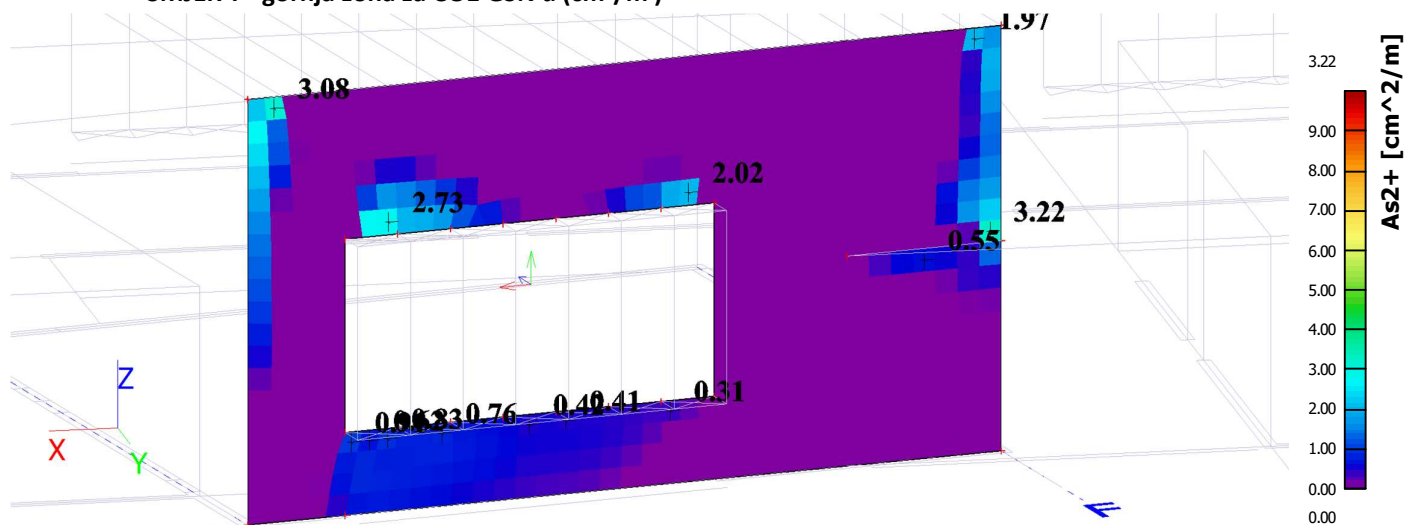
SMJER Y –donja zona za CO1 GSN u (cm²/m')



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

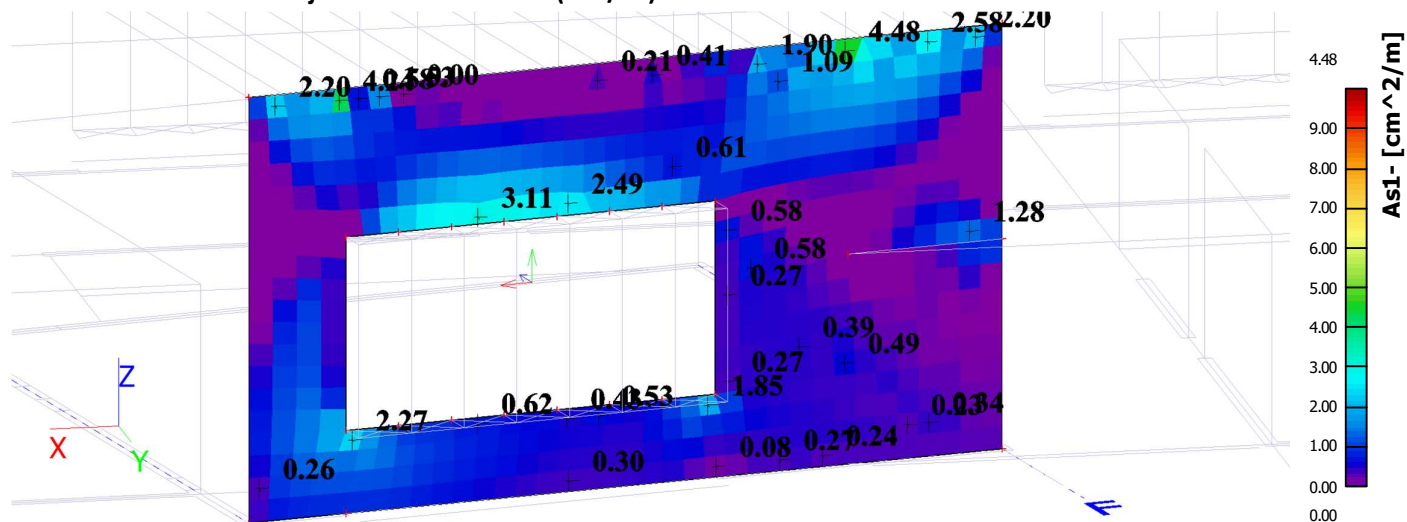


SMJER Y –gornja zona za CO1 GSN u (cm²/m')

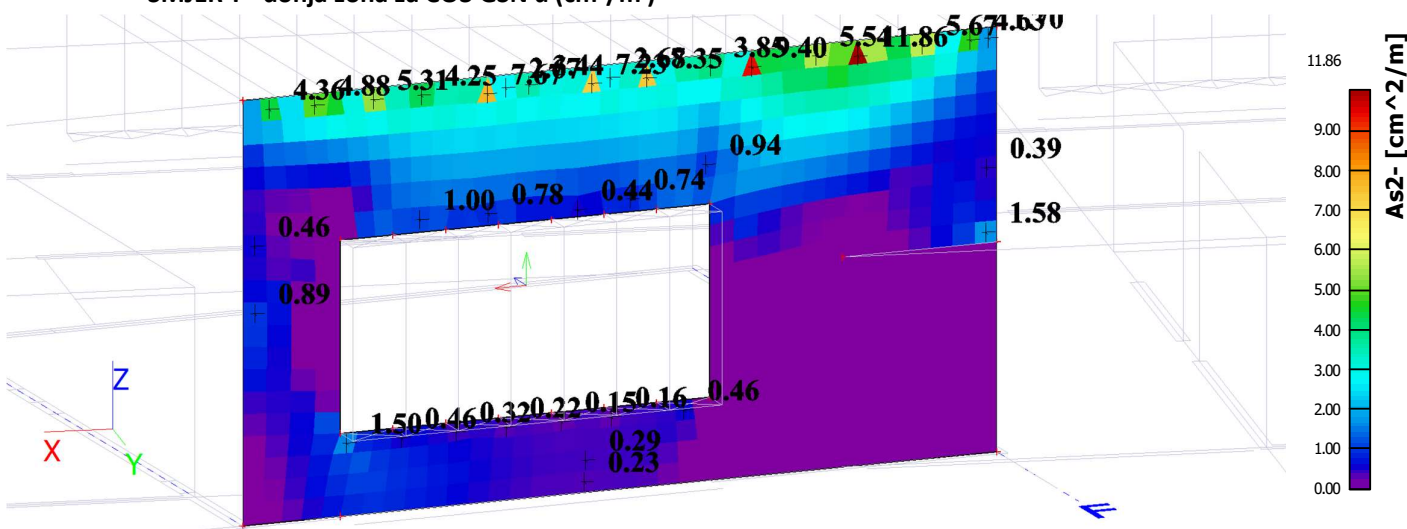


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

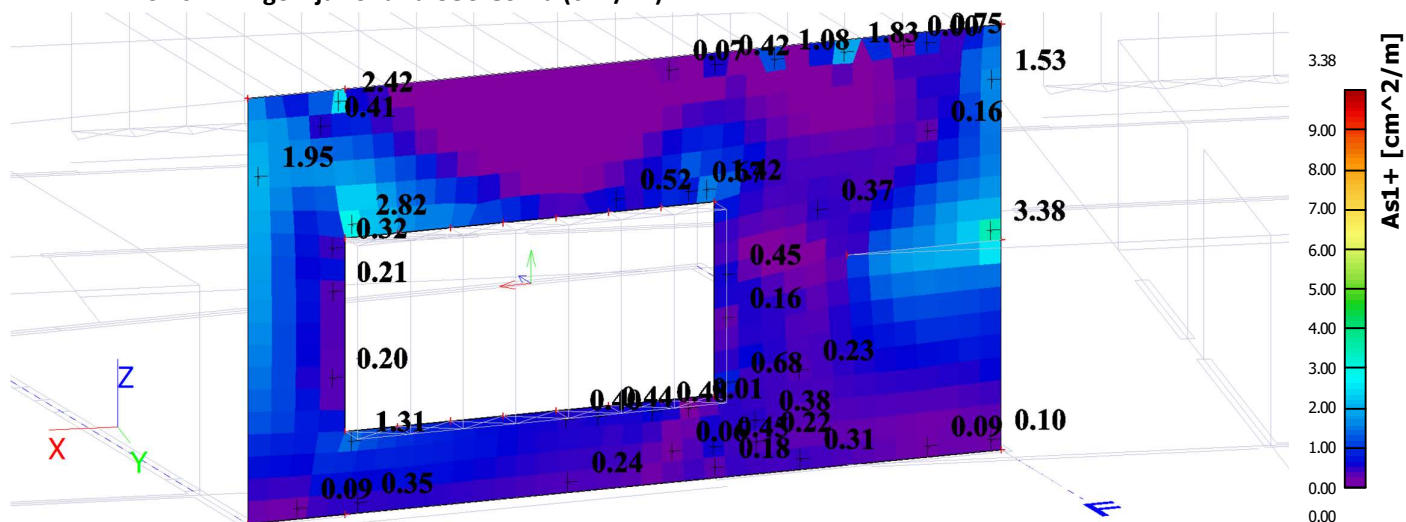
SMJER X – donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



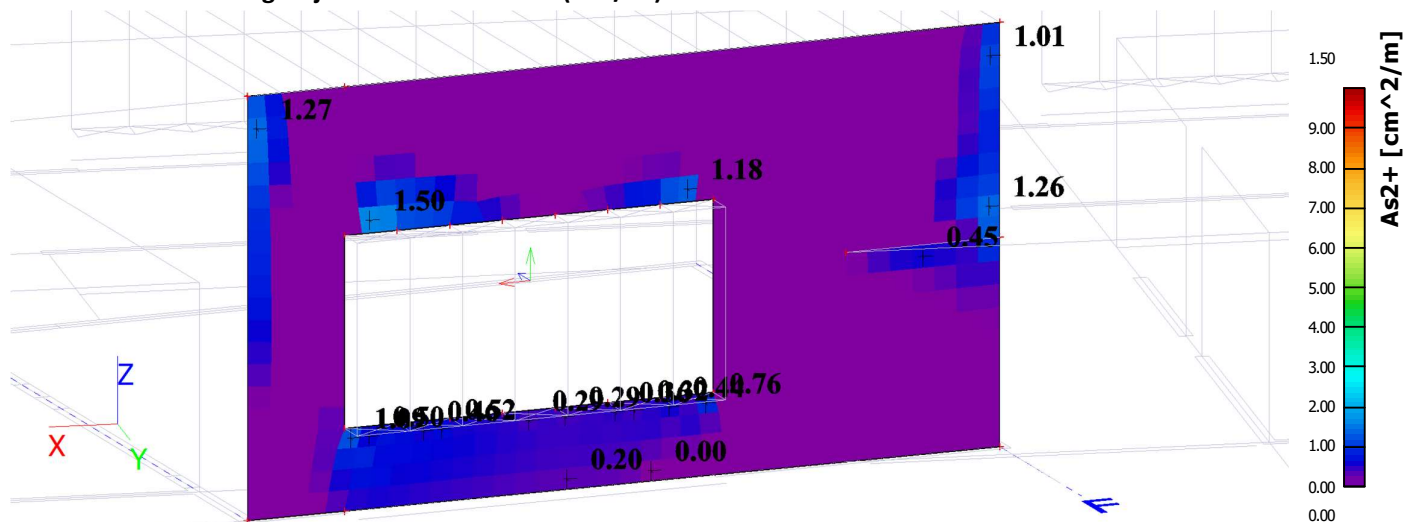
SMJER Y – donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



SMJER X –gornja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



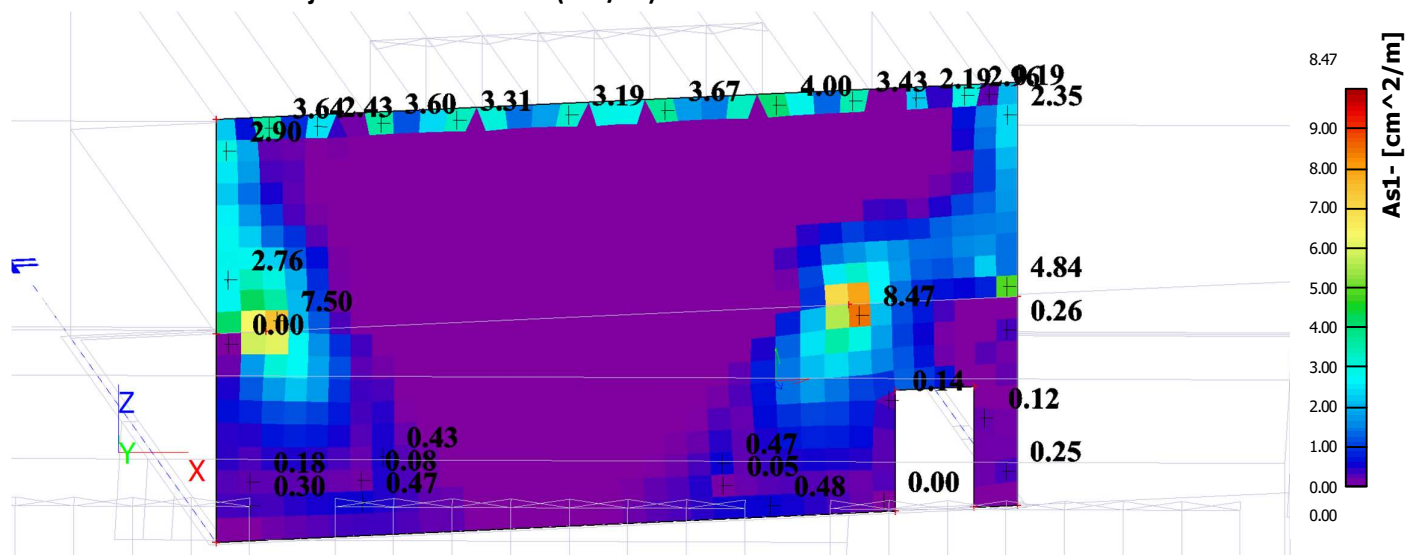
SMJER Y –gornja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



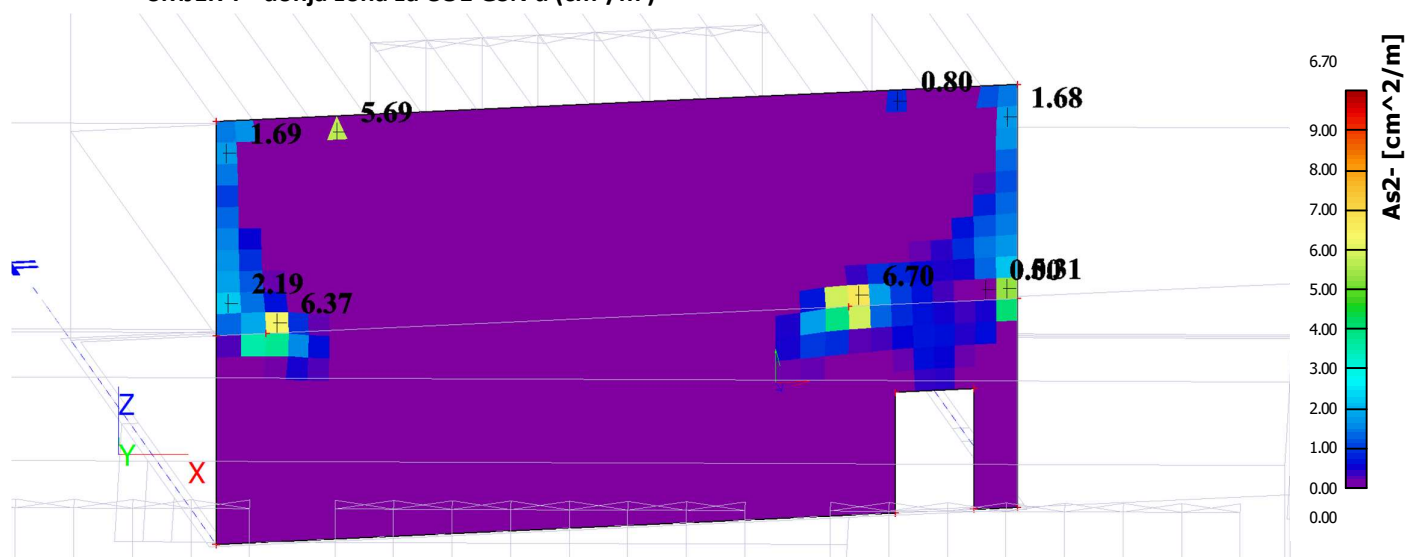
7.12 Zid dvorane u osi 7

Rezultati proračuna za kombinaciju CO1

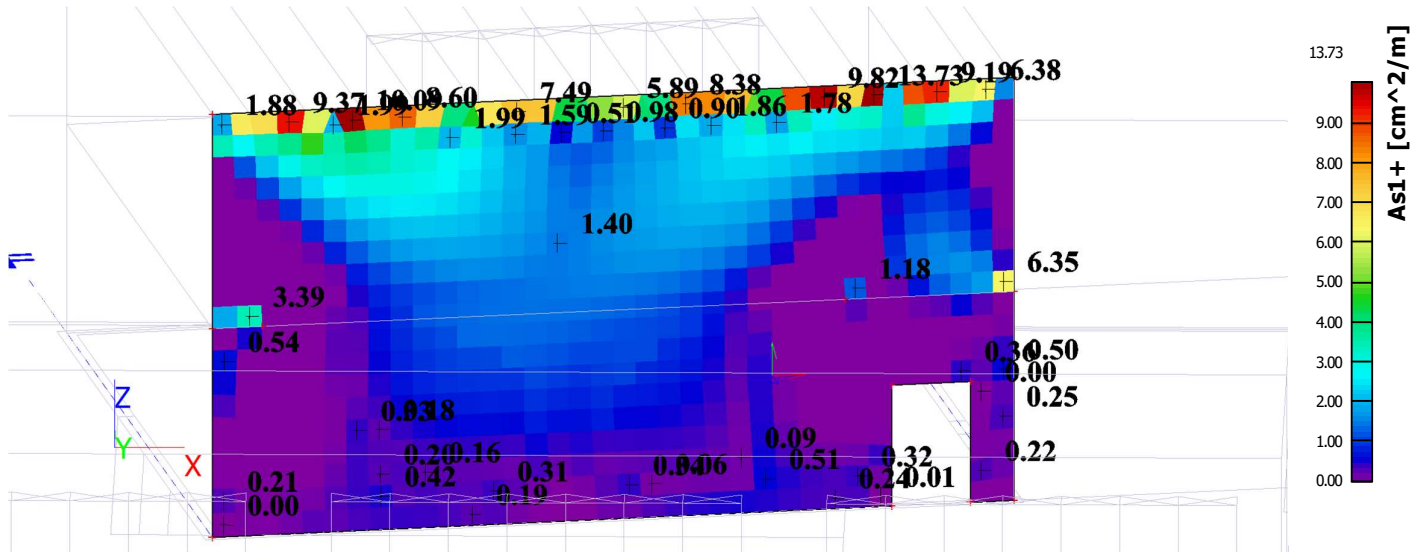
SMJER X – donja zona za CO1 GSN u (cm²/m')



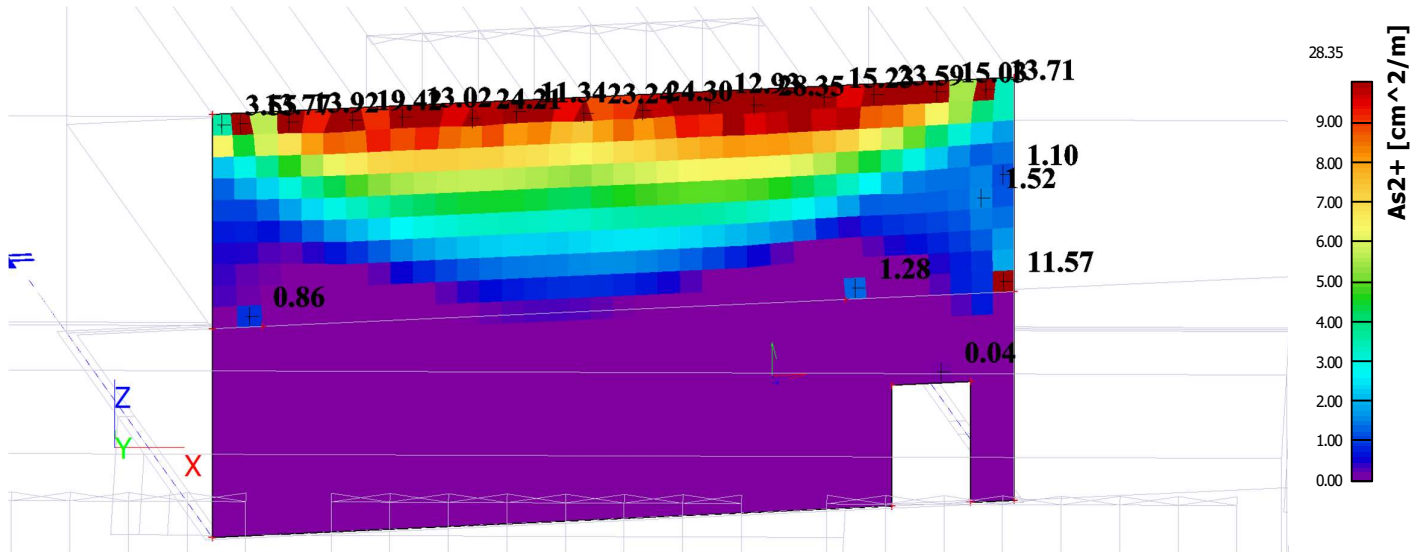
SMJER Y – donja zona za CO1 GSN u (cm²/m')



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

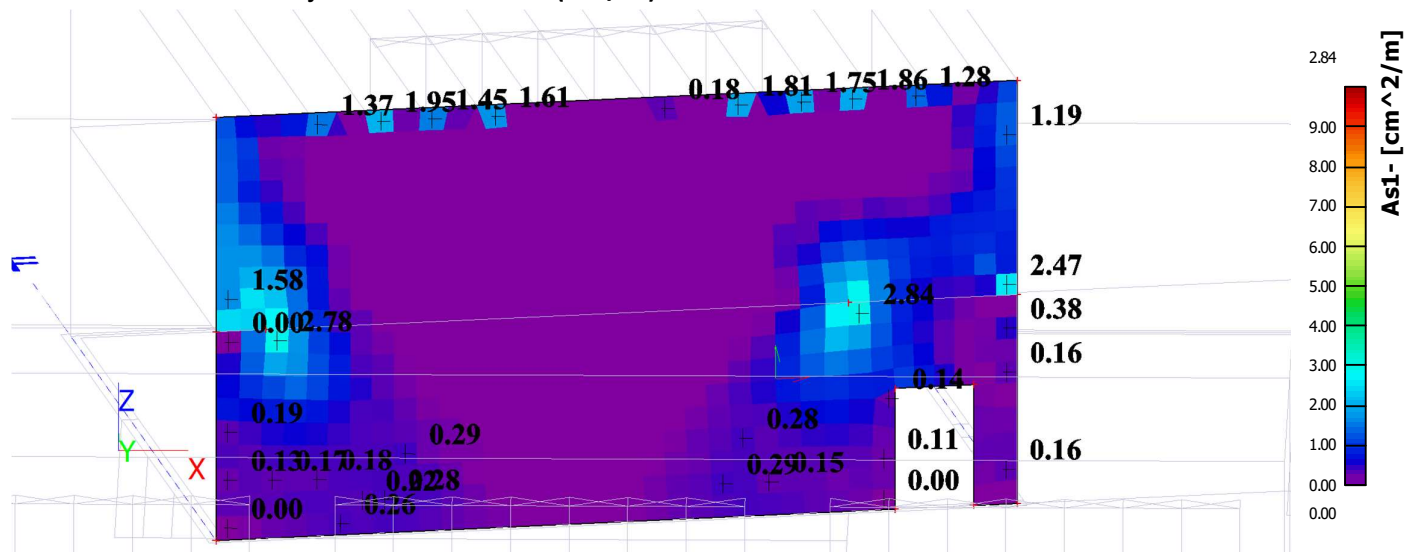


SMJER Y –gornja zona za CO1 GSN u (cm²/m')

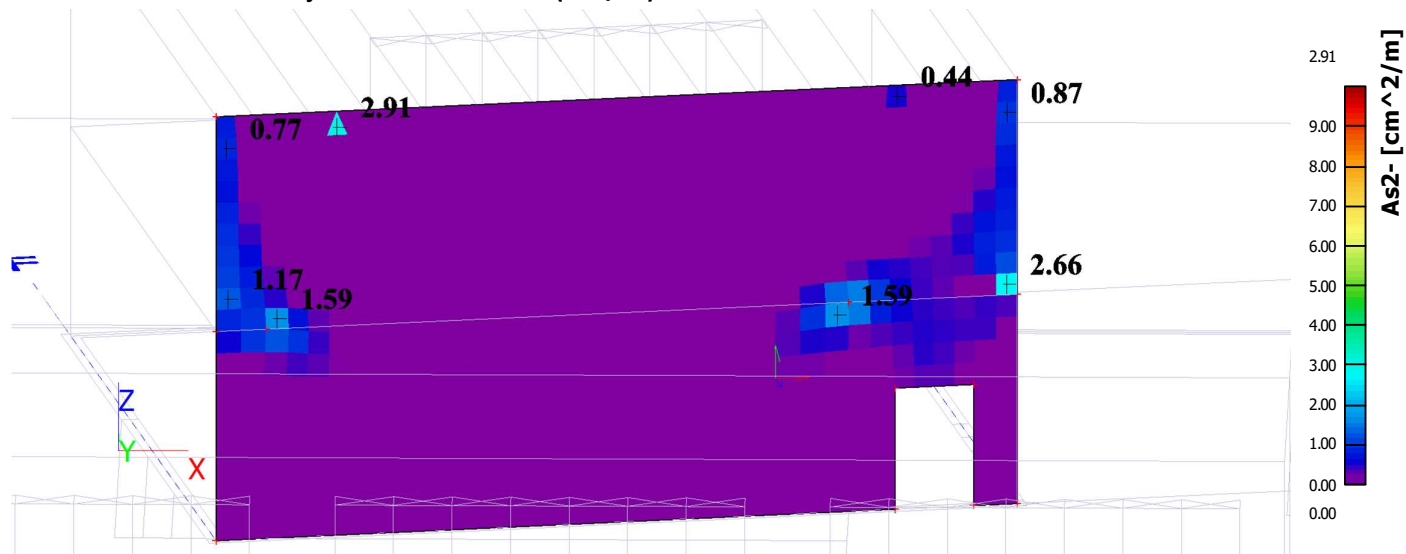


Rezultati proračuna za kombinaciju CO3

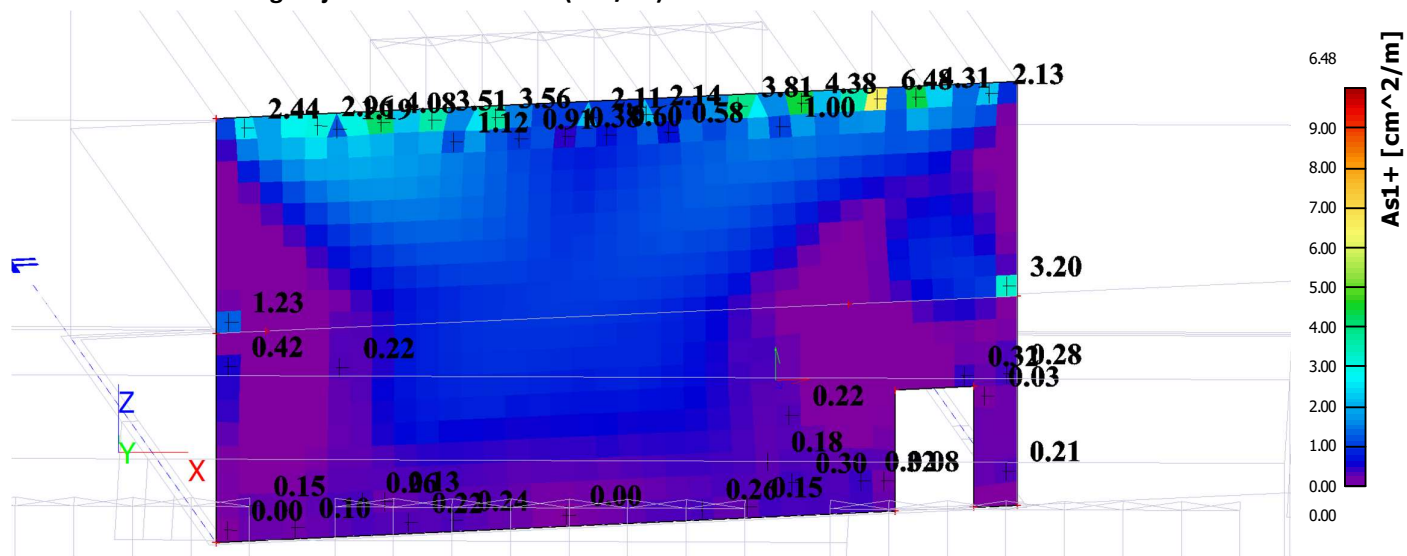
SMJER X – donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



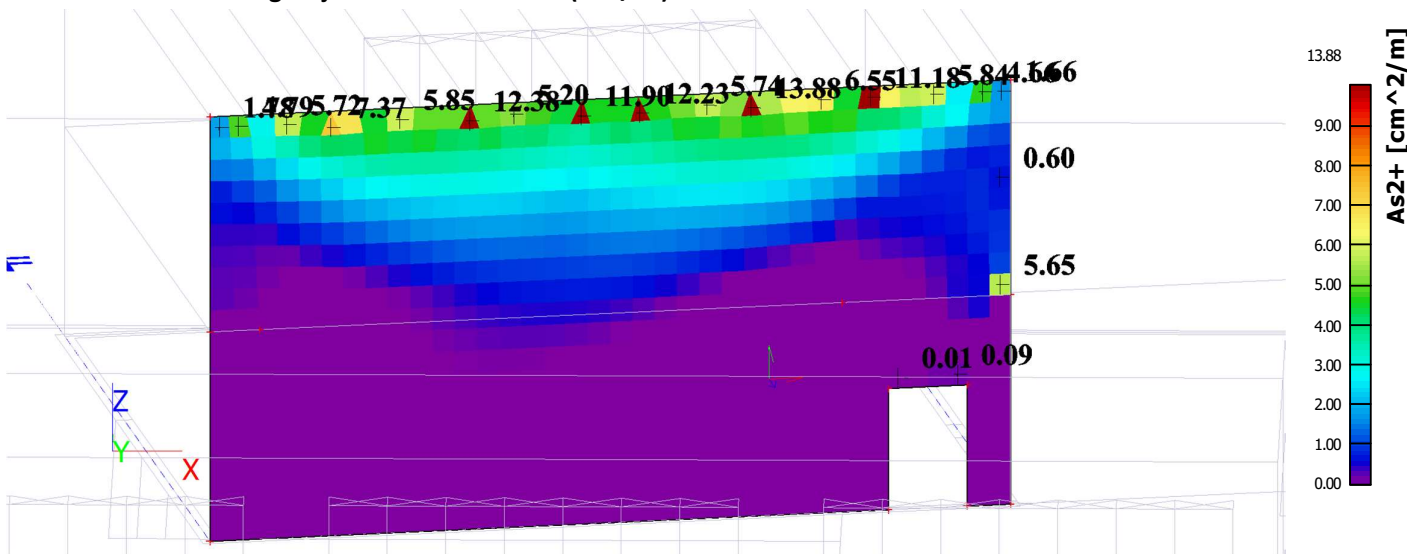
SMJER Y – donja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



SMJER X – gornjazona za CO3 GSN u (cm²/m')



SMJER Y – gornja zona za CO3 GSN u (cm²/m')



ZAKLJUČNO:

- U poglavlju zidovi dati su konačni rezultati dimenzioniranja zidova i to za sljedeće slučajeve:
 - o CO1- Granično stanje nosivosti sa djelovanjima temperature
 - o CO3- Granično stanje nosivosti za potresno djelovanje

te je dan Izračun minimalne i maksimalno potrebne količine armature za pojedini zid.

ZIDOVI 20cm

Vertikalna armatura:

Usvaja se minimalna armatura - armirati mrežom Q424 uz dodatnu armaturu prema prikazanim dijagramima.

Horizontalna armatura:

Usvaja se minimalna armatura - armirati mrežom Q283 uz dodatnu armaturu prema prikazanim dijagramima.

ZIDOVI 25cm

Vertikalna armatura:

Usvaja se minimalna armatura - armirati mrežom Q503 uz dodatnu armaturu prema prikazanim dijagramima.

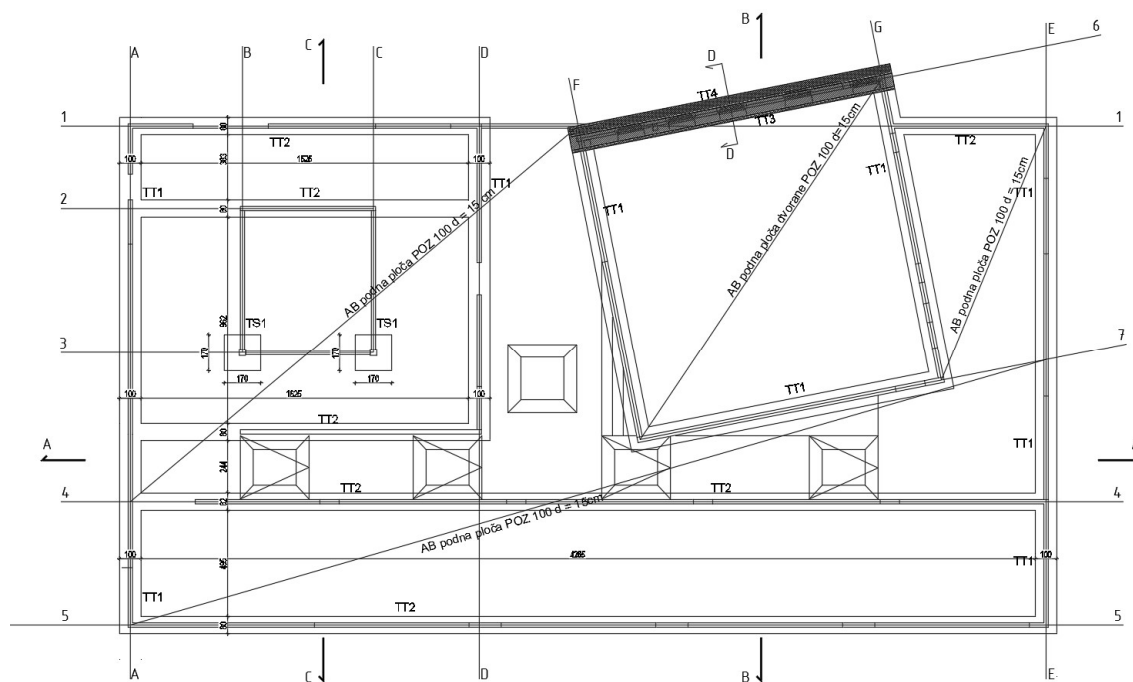
Horizontalna armatura:

Usvaja se minimalna armatura - armirati mrežom Q335 uz dodatnu armaturu prema prikazanim dijagramima.

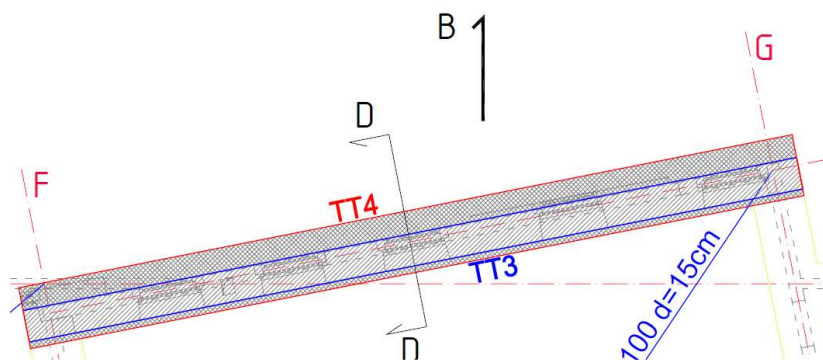
8 TEMELJI

Temeljenje stupova (dim. 30/30cm) se izvodi na monolitnim armiranobetonskim temeljnim stopa. Temeljenje zidova škole (d=20cm) i dvorane (d=25cm) izvodi se na monolitnim armiranobetonskim temeljnim trakama različitih širina. Dimenzije temeljnih stopa i traka proračunate su u nastavku. Postojeći temelj zida stare konstrukcije proširit će se i ojačati sukladno prema proračun u novi trakasti temelj zida dvorane u osi 6. Prilikom iskopa potrebno je utvrditi stvarnu veličinu temelja. Ukoliko se utvrdi da su potrebne veće dimenzije temelja potrebno je kontaktirati projektanta konstrukcije.

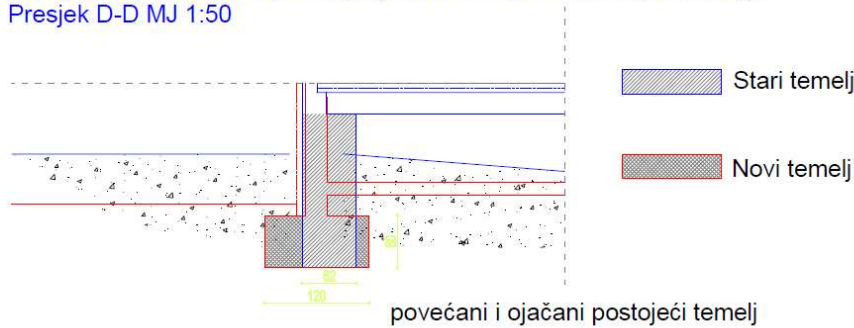
Tlocrtna dispozicija temelja



Tlocrtni prikaz ojačanja temelja:



Detalj postojećeg i novog temelja (povećani i ojačani postojeći temelj):
Presjek D-D MJ 1:50



NAPOMENA:

Prilikom iskopa potrebno je utvrditi stvarnu veličinu temelja. Ukoliko se utvrdi da su potrebne veće dimenzije temelja potrebno je kontaktirati projektanta konstrukcije.

Usvaja se dopušteno opterećenje temeljnog tla za temeljenje na temeljima samcima u iznosu $\sigma_{dop}=400$ kPa prema geomehaničkom elaboratu :

PODACI:

GEOS 
Društvo za geološka istraživanja i inženjering
Istarska 58
52 210 ROVINJ

UVOD

Temeljem narudžbe naručitelja **ŽUPANIJA ISTARSKA, GRAD POREČ**, Obala Maršala Tita 6, 52 440 POREČ, obavljeno je inženjersko-geološko-geotehničko istraživanje na lokalitetu **Osnovne škole u Žbandaju (k.č. 225, 270 i 2104 k.o. ŽBANDAJ)** na kojem se planira dogradnja postojeće škole katnosti Po+S+P+1 te izgradnja sportske dvorane katnosti Po+P.

NAPOMENA:

Prije izvođenja radova obavezan pregled terena od strane ovlaštenog geomehaničara. Potrebno je provjeriti stvarnu nosivost temeljnog tla s obzirom na stvarno stanje na terenu.

Izvadak iz geomehaničkog elaborata:

GEOMEHANIČKE ZNAČAJKE GRAĐEVNOG TLA I PRIJEDLOG IZBORA NAČINA TEMELJENJA

Na ispitivanom prostoru utvrđena su dva tipa temeljnog tla:

- 1) površinski trošni sloj – zemlja crvenica pomiješana s kršjem vapnenaca i
- 2) debelo uslojeni vapnenci, u plićim dijelovima terena izloženi snažnom korozivnom trošenju i kontaminirani naslagama crvenice.

Inženjersko-geološko-geotehnička istraživanja na k.č. 2104 k.o. Žbandaj – OSNOVNA ŠKOLA ŽBANDAJ

U cjelini gledano, uvjeti temeljenja su povoljni. U proračunu se mogu koristiti vrijednosti za dopušteno opterećenje od $q_{dop} = 400$ (ojačane i uređene podloge temeljnih stopa) do 650 kN/m^2 u debelo uslojenim vapnencima.

Za slučaj značajnijih odstupanja, koja se mogu pojaviti van trasa snimanja georadarskih i seizmičkih profila, te izbušenih bušotina, preporučuje se zatražiti ekspertno čitanje podataka istraživanja i pregled temeljnih jama.

U Rovinju, svibanj 2008. godine

Inženjersko-geološko-geotehnička istraživanja na k.č. 2104 k.o. Žbandaj – OSNOVNA ŠKOLA ŽBANDAJ

Odabir zaštitnih slojeva i klase betona temeljne AB konstrukcije

Za razred izloženosti XC2

- najmanji zaštitni sloj za armaturu 35 mm
- dopuštene odstubanja zaštitnog sloja 5 mm

Temeljne stope i trake

- zaštitni sloj je 35 mm za sve strane temeljnih traka i temeljnih stopa. Ispod temeljne stope i trake se postavlja mršavi beton debljine 10 cm (klasa C12/15) čime je spriječen direktni dodir sa tlom pa zaštitni sloj zadovoljava. Beton za izradu elemenata montažne čašice je C30/37.

Korištene kombinacije:

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

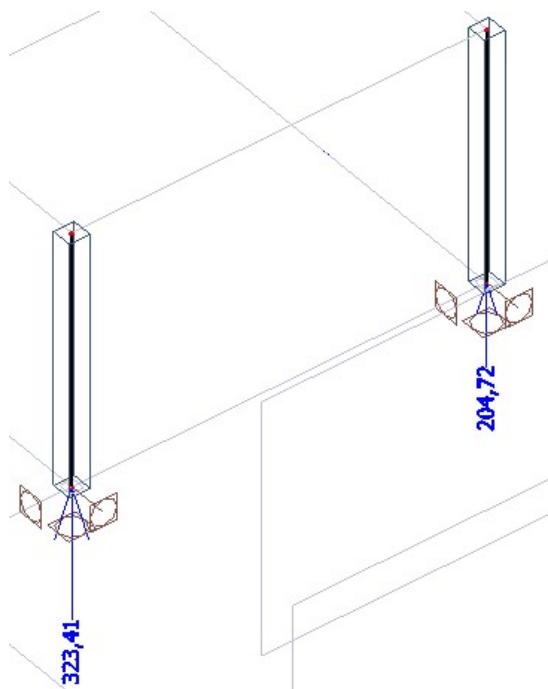
$$\sum_i (G_i) + \sum_i (\psi_{2,i} * Q_{k,i}) + \gamma_i * A_{Ed}$$

γ_i – koeficijent važnosti, uobičajene građevine 1,0
 A_{Ed} – potresna sila

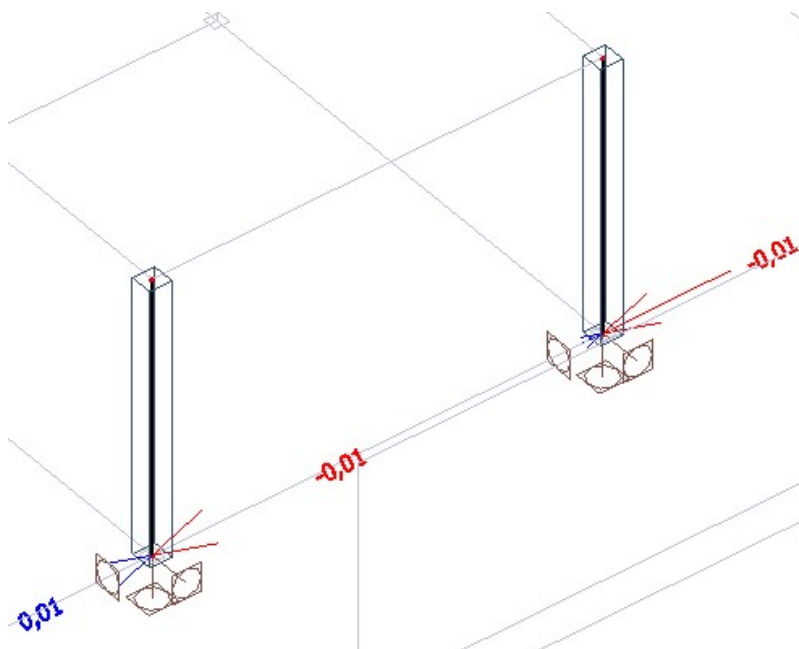
8.1 Proračun i dimenzioniranje temeljnih stopa

8.1.1 Reakcije

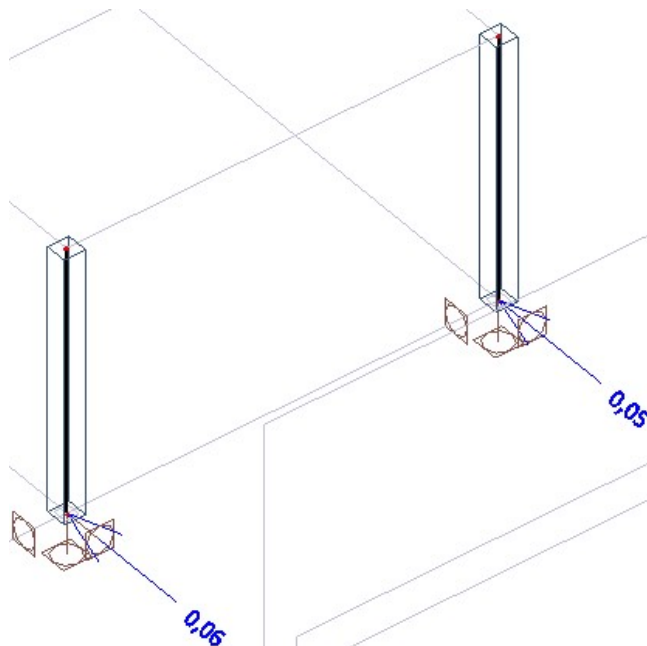
Rz (kN)



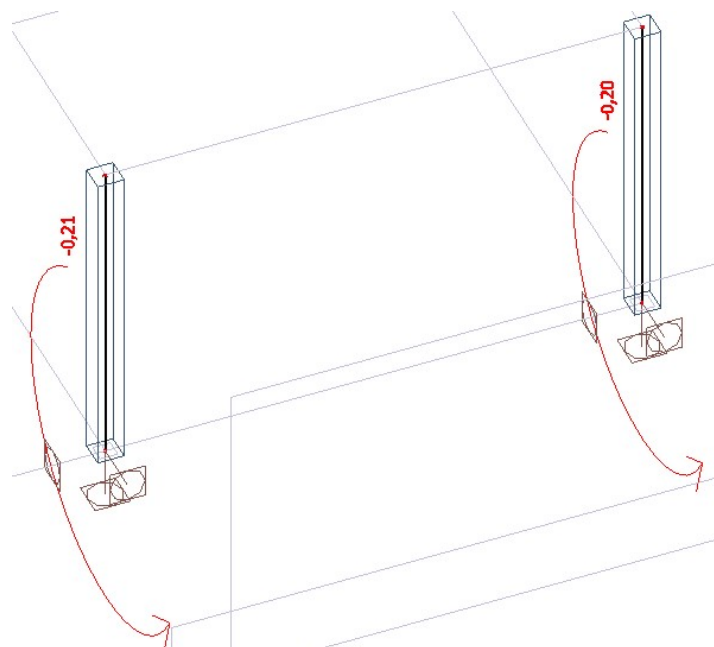
Rx (kN)



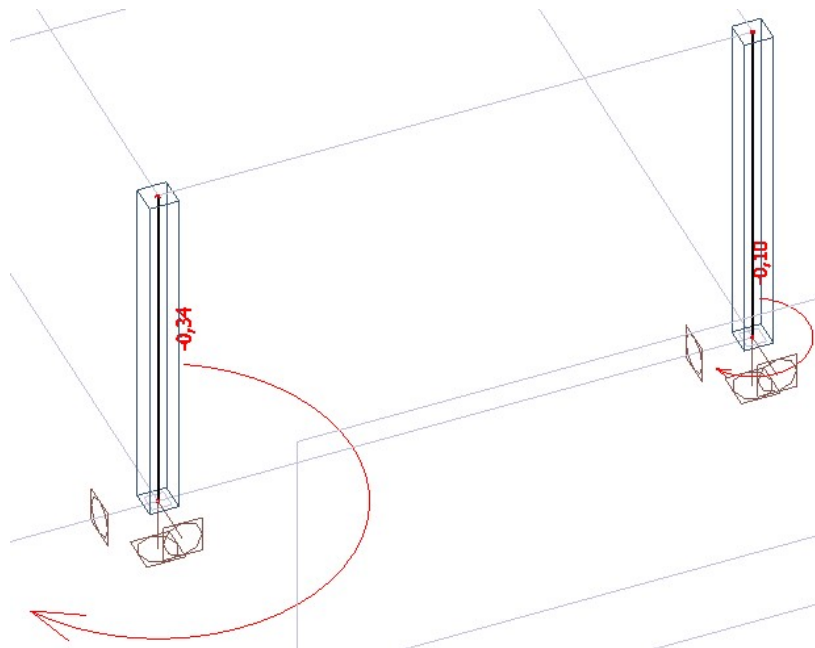
Ry(kN)



Mx (kNm)



Mz (kNm)



8.1.2 Temeljna stopa TS1

8.1.2.1 Kontrola nosivosti tla

STOPA TS1 KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO1 - GSN

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	1,70
b (m)	1,70
h (m)	0,60
t (m)	0,80
df (m)	1,40
bx (m)	0,30
by (m)	0,30
dk (m)	0,00
cx (m)	0,45
cy (m)	0,45

Granična nosivost temeljnog tla

qf (kPa)	400,00
----------	--------

Djelovanja na stopu

N _{sd} (kN)	288,00
M _{sd,x} (kNm)	0,11
M _{sd,y} (kNm)	0,30
V _{sd,x} (kN)	0,10
V _{sd,y} (kN)	0,10

Težina temeljne stope

γ _{beton} (kN/m ³)	25,00
g1 (kN)	47,40

Težina tla iznad stope

γ _{so} (kN/m ³)	20
g2 (kN)	43

Težina podne ploče iznad stope

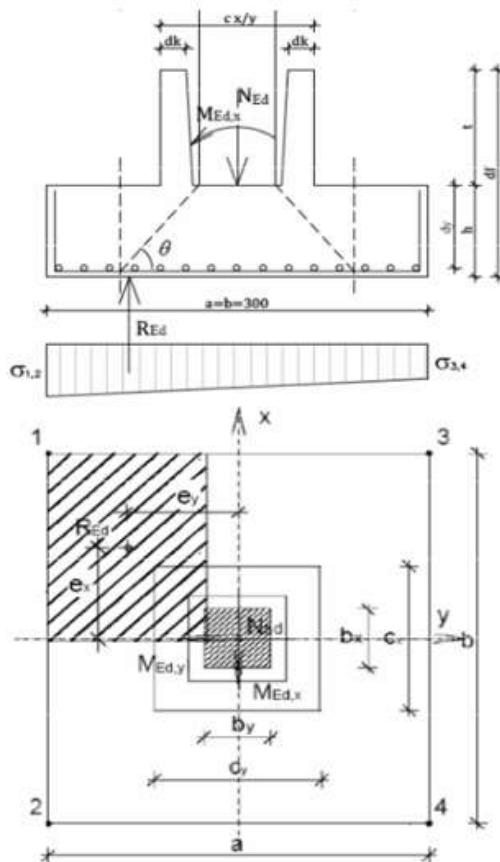
γ _{beton} (kN/m ³)	24,00
h ploče (m)	0,15
g3 (kN)	10,40

Dodatno opterećenja na temeljno tlo

g=g1+g2+g3	100,80 kN
------------	-----------

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

G=γ _G *g=	136,09 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	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

Uzdružna sila za proračun temeljne stope

$$N = N_{sd} + G \quad (\text{kN}) \quad 424,09$$

Horizontalne sile za proračun temeljne stope

$$V_x \quad (\text{kN}) \quad 0,1$$

$$V_y \quad (\text{kN}) \quad 0,1$$

Momenti za proračun temeljne stope

$$M_x \quad (\text{kNm}) \quad 0,25$$

$$M_x = M_{sd,x} + V_{sd,y} \cdot d_f$$

$$M_y \quad (\text{kNm}) \quad 0,44$$

$$M_y = M_{sd,y} + V_{sd,x} \cdot d_f$$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$$e_x = \frac{M_y}{N} \leq \frac{a}{6}; \quad e_y = \frac{M_x}{N} \leq \frac{b}{6}$$

$$e_x \quad (\text{m}) = 0,001 < a/6 \quad (\text{m}) = 0,283 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

$$e_y \quad (\text{m}) = 0,001 < b/6 \quad (\text{m}) = 0,283 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$$\frac{e_x}{b} + \frac{e_y}{a} \leq \frac{1}{6} = 0,001 \leq 1/6 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Efektivna površina temeljne stope

$$A' = a - 2 \cdot e_x = 1,698 \quad \text{m}$$

$$B' = b - 2 \cdot e_y = 1,699 \quad \text{m}$$

$$P' = A' \cdot B' = 2,884 \quad \text{m}^2$$

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

$$q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 400,00 \quad \text{kPa} \quad \text{za PP3 (DA3) parcijalni faktor otpora za nosivost tla iznosi } \gamma_R = 1$$

PP3 (DA3) $= A1d + M2 + R3 \rightarrow \gamma_R = 1,0$

efektivna naprežanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$$q_E = \frac{N}{P'} = 147,02 \quad \text{kPa} < q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 400,00 \quad \text{kPa}$$

ZADOVOLJAVA

Naprežanja ispod temeljne stope

$$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_1 = 147,585 \quad \text{kPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_2 = 146,510 \quad \text{kPa}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_3 = 146,974 \quad \text{kPa}$$

$$\sigma_4 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_4 = 145,900 \quad \text{kPa}$$

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 TS1 KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA POTRESNU KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO3 - potres

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	1,70
b (m)	1,70
h (m)	0,60
t (m)	0,80
df (m)	1,40
bx (m)	0,30
by (m)	0,30
dk (m)	0,00
cx (m)	0,45
cy (m)	0,45

Granična nosivost temeljnog tla

qf (kPa)	650,00
----------	--------

Djelovanja na stopu

N _{sd} (kN)	195,00
M _{sdx} (kNm)	0,20
M _{sdz} (kNm)	0,20
V _{sdx} (kN)	0,10
V _{sdz} (kN)	0,10

Težina temeljne stope

γ _{beton} (kN/m ³)	25,00
g1 (kN)	47,40

Težina tla iznad stope

γ _{tlo} (kN/m ³)	20
g2 (kN)	43

Težina podne ploče iznad stope

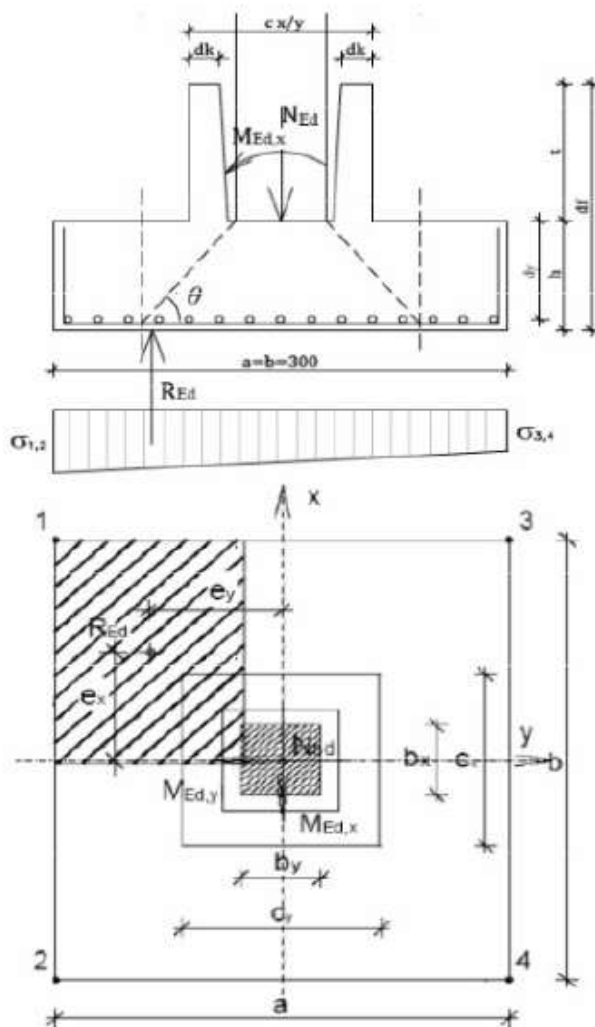
γ _{beton} (kN/m ³)	25,00
h ploče (m)	0,15
g3 (kN)	10,84

Dodatno opterećenja na temeljno tlo

g=g1+g2+g3	101,24 kN
------------	-----------

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

G=γ _G *g=	101,24 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

$$N = N_{sd} + G \text{ (kN)} = 296,24$$

Horizontale sile za proračun temeljne stope

$$V_x \text{ (kN)} = 0,1$$

$$V_y \text{ (kN)} = 0,1$$

Momenti za proračun temeljne stope

$$M_x \text{ (kNm)} = 0,34 \quad M_x = M_{sdx} + V_{sdy} \cdot d_f$$

$$M_y \text{ (kNm)} = 0,34 \quad M_y = M_{sdy} + V_{sdx} \cdot d_f$$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$$e_x = \frac{M_y}{N} \leq \frac{a}{3} ; e_y = \frac{M_x}{N} \leq \frac{b}{3}$$

$$e_x \text{ (m)} = 0,001 < a/3 \text{ (m)} = 0,567 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

$$e_y \text{ (m)} = 0,001 < b/3 \text{ (m)} = 0,567 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

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

$$A' = a - 2 \cdot e_x = 1,698 \text{ m}$$

$$B' = b - 2 \cdot e_y = 1,698 \text{ m}$$

$$P' = A' \cdot B' = 2,882 \text{ m}^2$$

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')

$$q_E = \frac{N}{P'} = 102,78 \text{ kPa} < q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 650,00 \text{ kPa}$$

ZADOVOLJAVA

Naprezanja ispod temeljne stope

$$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_1 = 103,335 \text{ kPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_2 = 102,504 \text{ kPa}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_3 = 102,504 \text{ kPa}$$

$$\sigma_4 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_4 = 101,674 \text{ kPa}$$

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.

8.1.3 Dimenzioniranje

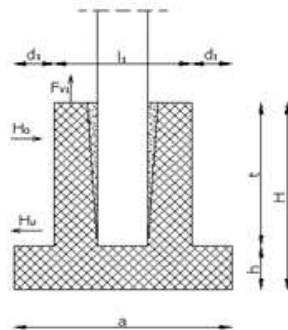
TEMELJNE ČAŠICE TS1

Određivanje potrebne armature

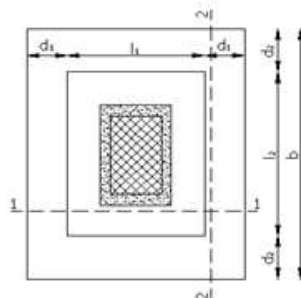
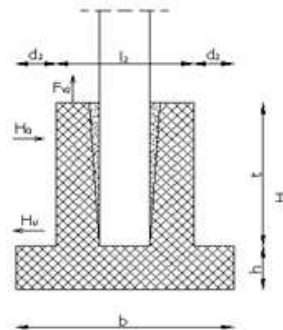
A) Ulažni podaci

- moment savijanja na stupu	(oko presjeka 1-1)	$M_1 = 0,20$ [kNm]
	(oko presjeka 2-2)	$M_2 = 0,20$ [kNm]
- uzdužna sila u stupu		$N = 288,00$ [kN]
- poprečna sila na stupu	(okomito na presjek 1-1)	$V_1 = 0,10$ [kN]
	(okomito na presjek 2-2)	$V_2 = 0,10$ [kN]
- dimenzije temeljne čašice		$a = 1,70$ [m]
		$b = 1,70$ [m]
		$d_1 = 0,70$ [m]
		$d_2 = 0,70$ [m]
		$h = 0,60$ [m]
		$t = 0,80$ [m]
		$H = 1,40$ [m]
		$l_1 = 0,30$ [m]
		$l_2 = 0,30$ [m]
- računska granica popuštanja čelika		$f_{yk} = 434,80$ [N/mm ²]
- zaštitni sloj betona		$c = 0,03$ [m]
- armirati simetrično (DA / NE)		DA

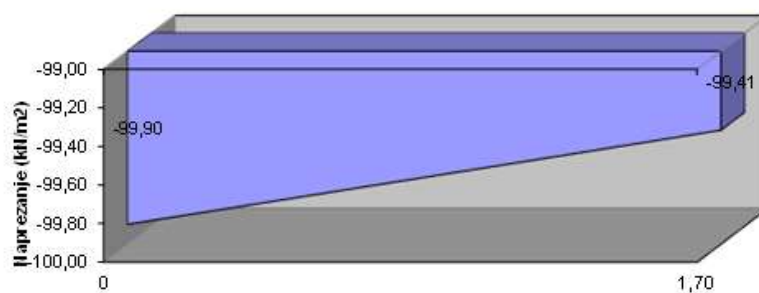
Presjek 1-1



Presjek 2-2

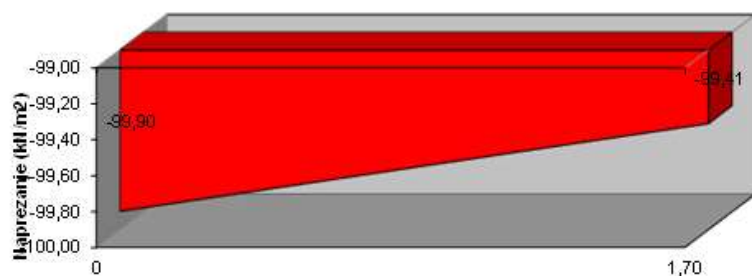


Naprezanja u tlu za presjek 1-1



Dimenzija temelja (m)

Naprezanja u tlu za presjek 2-2



Dimenzija temelja (m)

B) Određivanje geometrijskih karakteristika i naprezanja

momenti tromosti	$W_1 = a \cdot b^2 / 6 \text{ [m}^3\text{]}$	$\Rightarrow$	$W_1 =$	0,82 [m ³]
	$W_2 = b \cdot a^2 / 6 \text{ [m}^3\text{]}$	$\Rightarrow$	$W_2 =$	0,82 [m ³]
naponi od uzdužne sile	$\sigma_n = N / a / b \text{ [kN/m}^2\text{]}$	$\Rightarrow$	$\sigma_n =$	99,65 [kN/m ²]
naponi od momenta	$\sigma_{m1} = M_1 / W_1 \text{ [kN/m}^2\text{]}$	$\Rightarrow$	$\sigma_{m1} =$	0,24 [kN/m ²]
	$\sigma_{m2} = M_2 / W_2 \text{ [kN/m}^2\text{]}$	$\Rightarrow$	$\sigma_{m2} =$	0,24 [kN/m ²]

presjek 1-1

$\sigma_{max1} = \sigma_n + \sigma_{m1} \text{ [kN/m}^2\text{]}$	$\Rightarrow$	$\sigma_{max1} =$	99,90 [kN/m ²]
$\sigma_{min1} = \sigma_n - \sigma_{m1} \text{ [kN/m}^2\text{]}$	$\Rightarrow$	$\sigma_{min1} =$	99,41 [kN/m ²]

presjek 2-2

$\sigma_{max2} = \sigma_n + \sigma_{m2} \text{ [kN/m}^2\text{]}$	$\Rightarrow$	$\sigma_{max2} =$	99,90 [kN/m ²]
$\sigma_{min2} = \sigma_n - \sigma_{m2} \text{ [kN/m}^2\text{]}$	$\Rightarrow$	$\sigma_{min2} =$	99,41 [kN/m ²]

C) Potrebna armatura s obzirom na moment

presjek 1-1

iz uvjeta geometrije	$(\sigma_{max1} - \sigma_{min1}) / a = x_1 / (a - d_1)$	$\Rightarrow$	$x_1 =$	0,29 [kN/m ²]	
	$y_1 = x_1 + \sigma_{min1}$	$\Rightarrow$	$y_1 =$	99,70 [kN/m ²]	
	$\Rightarrow$	$\sigma_{s1} = (\sigma_{max1} + y_1) / 2$	$\Rightarrow$	$\sigma_{s1} =$	99,80 [kN/m ²]
(za 1m')	$\Rightarrow$	$R_1 = d_1 \cdot 1 \text{ m} \cdot \sigma_{s1}$	$\Rightarrow$	$R_1 =$	69,86 [kN]
	$\Rightarrow$	$M_1 = R_1 \cdot d_1 / 2$	$\Rightarrow$	$M_1 =$	24,45 [kNm]
$A_{s1} = M_1 / (0,9 \cdot d_1 / 2 \cdot f_{yd} \cdot 10^{-1})$	[cm ² /m ¹]	$\Rightarrow$	$A_{s1} =$	1,79 [cm ² /m ¹]	

presjek 2-2

iz uvjeta geometrije	$(\sigma_{max2} - \sigma_{min2}) / b = x_2 / (b - d_2)$	$\Rightarrow$	$x_2 =$	0,29 [kN/m ²]	
	$y_2 = x_2 + \sigma_{min2}$	$\Rightarrow$	$y_2 =$	99,70 [kN/m ²]	
	$\Rightarrow$	$\sigma_{s2} = (\sigma_{max2} + y_2) / 2$	$\Rightarrow$	$\sigma_{s2} =$	99,80 [kN/m ²]
(za 1m')	$\Rightarrow$	$R_2 = d_2 \cdot 1 \text{ m} \cdot \sigma_{s2}$	$\Rightarrow$	$R_2 =$	69,86 [kN]
	$\Rightarrow$	$M_2 = R_2 \cdot d_2 / 2$	$\Rightarrow$	$M_2 =$	24,45 [kNm]
$A_{s2} = M_2 / (0,9 \cdot d_2 / 2 \cdot f_{yd} \cdot 10^{-1})$	[cm ² /m ¹]	$\Rightarrow$	$A_{s2} =$	1,79 [cm ² /m ¹]	

ODABRANA ARMATURA STOPE As= 1,79 [cm2]

D) Potrebna armatura s obzirom na H_o

(okomito na presjek 1-1)
horizontalna sila $H_{o1} = 3/2 \cdot M_1/t + 5/4 \cdot V_1$ [kN] $\Rightarrow H_{o1} = 0,50$ [kN]

$A_{s,o1} = H_{o1}/f_{yk} \cdot 10^1$ [cm²] $\Rightarrow A_{s,ukupno} = 0,01$ [cm²]

za jednu stijenu $\Rightarrow A_{s,o1} = 0,01$ [cm²]

(okomito na presjek 2-2)
horizontalna sila $H_{o2} = 3/2 \cdot M_2/t + 5/4 \cdot V_2$ [kN] $\Rightarrow H_{o2} = 0,50$ [kN]

$A_{s,o2} = H_{o2}/f_{yk} \cdot 10^1$ [cm²] $\Rightarrow A_{s,ukupno} = 0,01$ [cm²]

za jednu stijenu $\Rightarrow A_{s,o2} = 0,01$ [cm²]

ODABRANA ARMATURA STIJENKE GORE $A_s = 0,01$ [cm²]

E) Potrebna armatura s obzirom na H_u

(okomito na presjek 1-1)
horizontalna sila $H_{u1} = 3/2 \cdot M_1/t + 1/4 \cdot V_1$ [kN] $\Rightarrow H_{u1} = 0,40$ [kN]

$A_{s,u1} = H_{u1}/f_{yk} \cdot 10^1$ [cm²] $\Rightarrow A_{s,ukupno} = 0,01$ [cm²]

za jednu stijenu $\Rightarrow A_{s,u1} = 0,00$ [cm²]

(okomito na presjek 2-2)
horizontalna sila $H_{u2} = 3/2 \cdot M_2/t + 1/4 \cdot V_2$ [kN] $\Rightarrow H_{u2} = 0,40$ [kN]

$A_{s,u2} = H_{u2}/f_{yk} \cdot 10^1$ [cm²] $\Rightarrow A_{s,ukupno} = 0,01$ [cm²]

za jednu stijenu $\Rightarrow A_{s,u2} = 0,00$ [cm²]

ODABRANA ARMATURA STIJENKE DOLJE $A_s = 0,00$ [cm²]

F) Potrebna armatura s obzirom na F_v

presjek 1-1
vertikalna sila $F_{v1} = H_{o1} \cdot (t-c)/(l_1-3 \cdot c)$ [kN] $\Rightarrow F_{v1} = 1,72$ [kN]

$A_{s,v1} = F_{v1}/f_{yk} \cdot 10^1$ [cm²] $\Rightarrow A_{s,v1} = 0,04$ [cm²]

presjek 2-2
vertikalna sila $F_{v2} = H_{o2} \cdot (t-c)/(l_2-3 \cdot c)$ [kN] $\Rightarrow F_{v2} = 1,72$ [kN]

$A_{s,v2} = F_{v2}/f_{yk} \cdot 10^1$ [cm²] $\Rightarrow A_{s,v2} = 0,04$ [cm²]

ODABRANA ARMATURA $A_s = 0,04$ [cm²]

8.1.4 Kontrola proboja

Provjera na proboj temeljne stope TS1

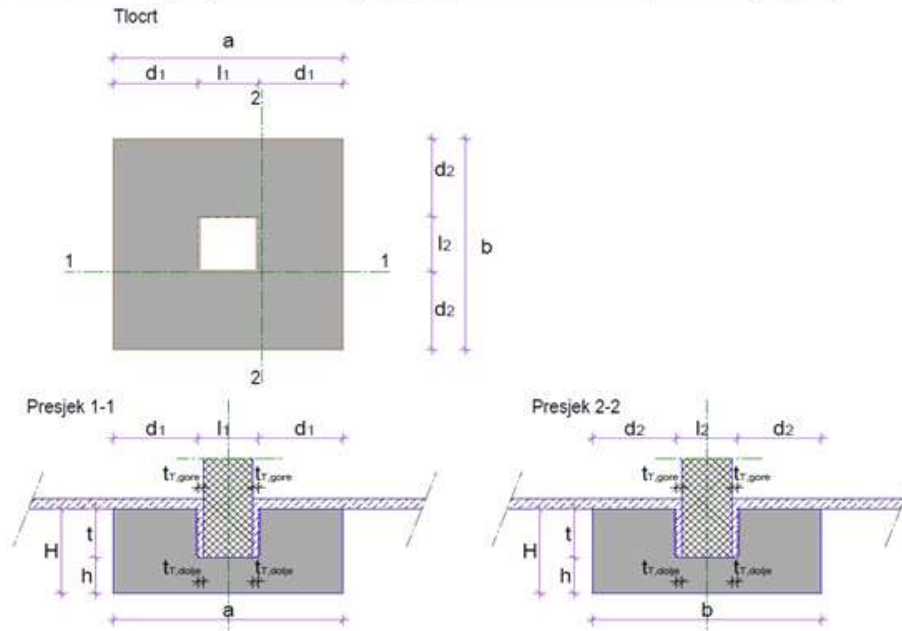
A) Ulazni podaci

- uzdužna sila u stupu
- dimenzije temeljne čašice u temeljnoj ploči ojačanja u ploči oko stupa

N=	288,00	[kN]
a=	1,70	[m]
b=	1,70	[m]
d ₁ =	0,70	[m]
d ₂ =	0,70	[m]
H=	0,60	[m]
l ₁ =	0,30	[m]
l ₂ =	0,30	[m]
t _{top} =	0,00	[cm]
t _{bottom} =	0,00	[cm]
d=	55,00	[cm]
f _{yk} =	500,00	[N/mm ²]
f _{yd} =	434,78	[N/mm ²]
f _{td} =	30,00	[N/mm ²]
f _{cd} =	17,00	[N/mm ²]
c=	3,50	[cm]
A _{s1} =	2,26	[cm ²]
A _{s2} =	2,26	[cm ²]

- statička visina
- čelik B500B
- računska granica popuštanja čelika
- klasa betona C30/37
- računska tlačna čvrstoća betona
- zaštitni sloj betona za teme
- površina armature u x smjer unutar kritičnog opsega 1,5 d
- površina armature u y smjer unutar kritičnog opsega 1,5 d

$$f_{td} = \frac{f_{yk} \cdot \alpha}{\gamma_c}; \alpha = 0,85$$



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 $a_{crit} = 1,5 \cdot d$

$$\Rightarrow a_R = 0,70 \quad [m]$$

$$\Rightarrow 2 \cdot d = 1,10 \quad [m]$$

udaljenost slobodnog ruba ($1,0 \cdot d$)

$$\Rightarrow a_{crit,1,0d} = 0,55 \quad [m]$$

udaljenost slobodnog ruba ($1,5 \cdot d$)

$$\Rightarrow a_{crit,1,5d} = 0,83 \quad [m]$$

kritični opseg ($1,0 \cdot d$)

$$u_{crit,1,0d} = 2 \cdot (l_1 + l_2) + 2 \cdot a_{crit,1,0d} \cdot \pi \Rightarrow u_{crit,1,0d} = 4,66 \quad [m]$$

kritična površina ($1,0 \cdot d$)

$$A_{crit,1,0d} = (l_1 \cdot l_2) + (2 \cdot l_1 \cdot a_{crit,1,0d}) + (2 \cdot l_2 \cdot a_{crit,1,0d}) + a_{crit,1,0d}^2 \cdot \pi \Rightarrow A_{crit,1,0d} = 1,70 \quad [m^2]$$

kritični opseg ($1,5 \cdot d$)

$$u_{crit,1,5d} = 2 \cdot (l_1 + l_2) + 2 \cdot a_{crit,1,5d} \cdot \pi \Rightarrow u_{crit,1,5d} = 6,38 \quad [m]$$

Proračunsko djelovanje

$$V_{Ed,temelj} = N_{Ed,slup} \Rightarrow V_{Ed,temelj} = 288,00 \quad [kN]$$

Povoljno djelovanje tlaka - reakcija tla na kritičnu površinu

$$V_{Ed,red} = 80\% V_{Ed} \Rightarrow V_{Ed,red} = 230,40 \quad [kN]$$

Poprečna sila po jedinici duljine kritičnog opsega

$$V_{Ed} = V_{Ed,red} \cdot \beta / u_{crit,1,0d} \Rightarrow V_{Ed} = 56,91 \quad [kN/m]$$

$\beta = 1,15$ Za unutrašnje stupove nesimetrično naprezane

β - korekcijski faktor koji uzima u obzir ekscentrično djelovanje sile proboda u odnosu na kritični presjek

Nosivost na proboj bez probojne armature

$$V_{Rd1,1,5d} = \tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot p_1) \cdot d$$

$$k = 1,6 - d > 1,0$$

usvojeno

$$\Rightarrow k = 1,05$$

$$\Rightarrow k = 1,05$$

Koeficijent armiranja ploče u međusobno dva okomita smjera

$$\rho_x = A_{sx} / b_x \cdot d_x \Rightarrow \rho_x = 0,0002$$

$$\rho_y = A_{sy} / b_y \cdot d_y \Rightarrow \rho_y = 0,0002$$

Koeficijent armiranja presjeka u dva međusobno okomita smjera

$$\rho = \sqrt{(\rho_x \cdot \rho_y)} \leq 0,015 \Rightarrow \rho = 0,0002$$

usvojeno

$$\Rightarrow \rho = 0,0002$$

τ_{Rd} = posmično naprezanje koje može preuzeti beton

$$\Rightarrow \tau_{Rd} = 0,34 \quad [N/mm^2]$$

$$V_{Rd1,1,5d} = \tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot p_1) \cdot d$$

$$\Rightarrow V_{Rd1,1,5d} = 2,38 \quad [kN/cm]$$

$$\Rightarrow V_{Rd1,1,5d} = 237,52 \quad [kN/m]$$

Nosivost na posmik temelja bez armature po jedinici kritičnog opsega

$$V_{Rd1,1,0d} = (u_{crit,1,5d} / u_{crit,1,0d}) \cdot V_{Rd1,1,5d} \Rightarrow V_{Rd1,1,0d} = 325,67 \quad [kN/m]$$

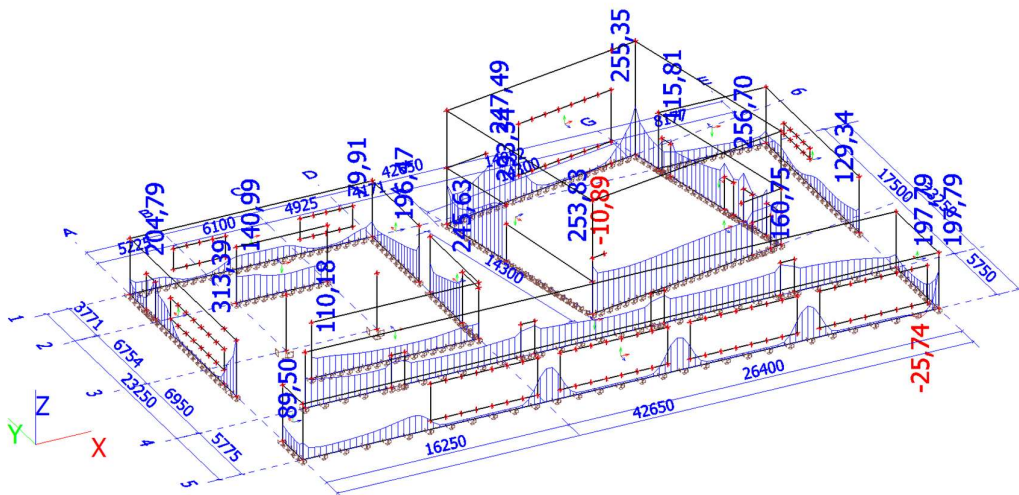
$$V_{Rd1,1,0d} = 325,67 > V_{Ed} = 56,91$$

NIJE POTREBNA ARMATURA ZA OSIGURANJE PROBOJA

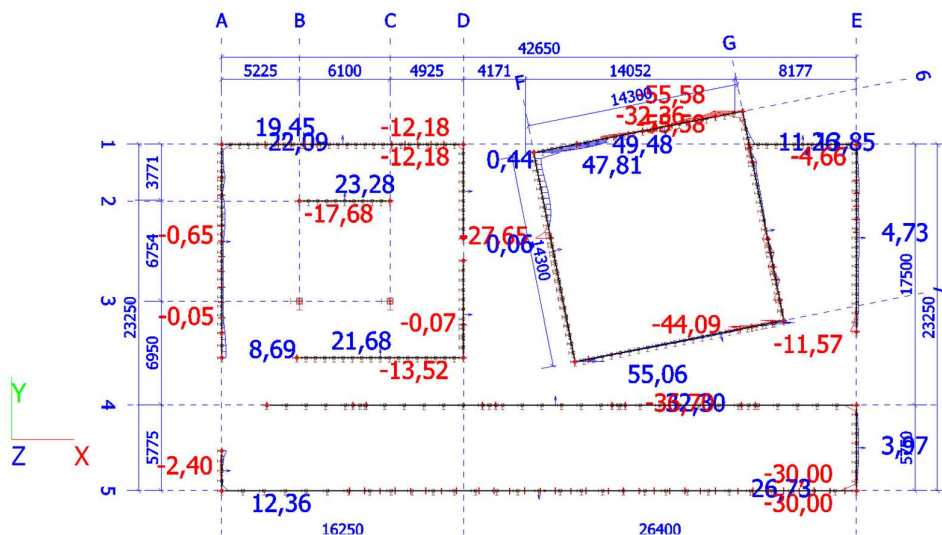
8.2 Proračun i dimenzioniranje temeljnih traka

8.2.1 Reakcije

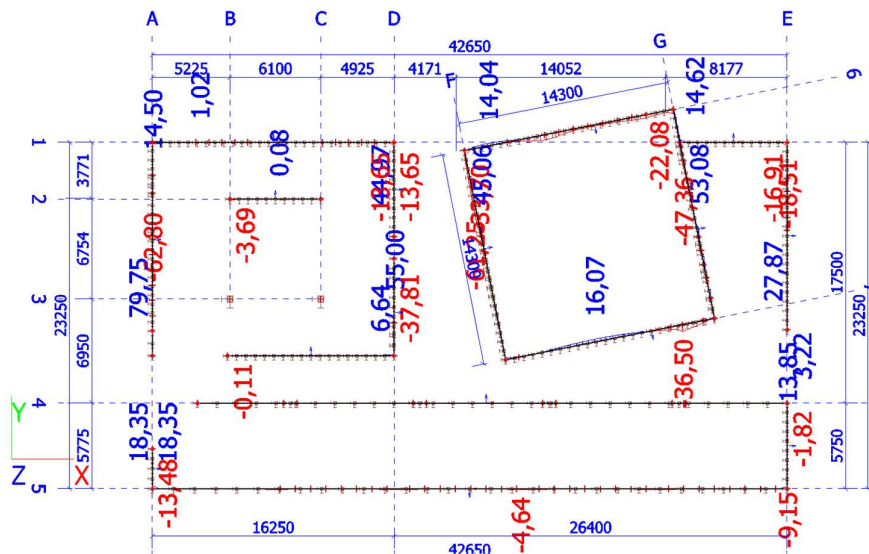
Rz (kN)



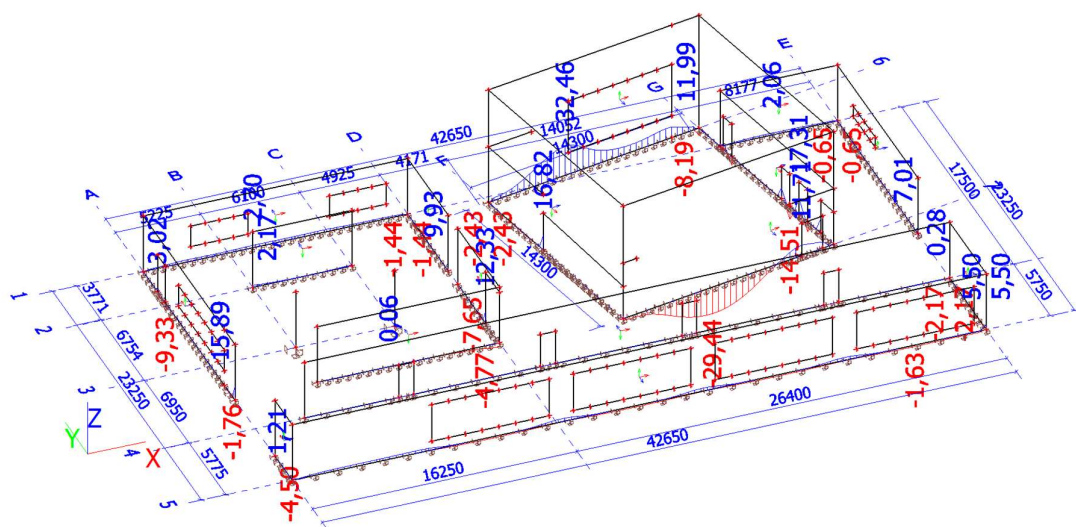
Rx(kN)



Ry(kN)



Mx (kNm)



A 3D perspective view of the building model, showing dimensions and elevation data. The model is a complex structure with multiple levels and setbacks. Dimensions are indicated by blue lines and numbers. Elevation data is shown in red and blue numbers along the edges of the building. A coordinate system is visible in the bottom left corner, with axes labeled 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

8.2.2 Temeljne trake TT1 100/60cm (d=20 cm)

TRAKASTI TEMELJ

TT1 - zidovi škole d =20cm

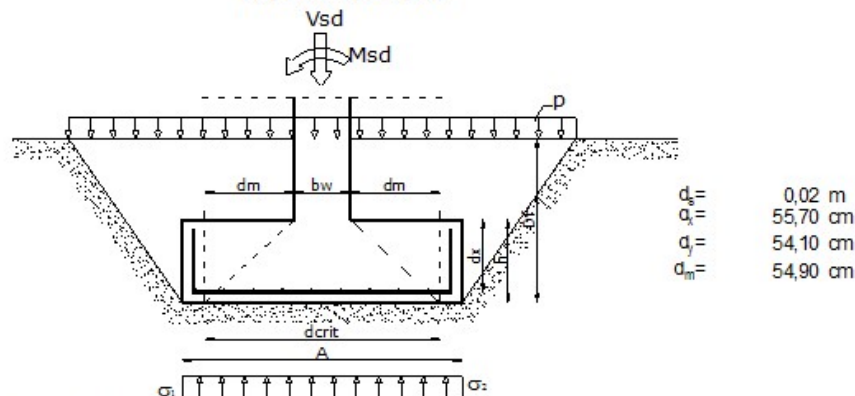
1. Dimenzioniranje trakastih temelja

Ulazni podaci:

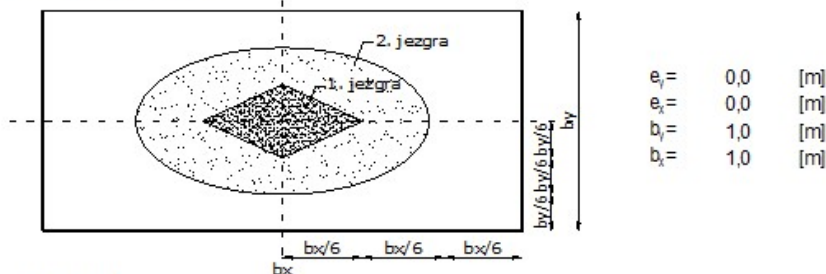
- Djelujuća sila
- Djelujući moment
- širina temelja
- širina zida
- visina temelja
- duljina temelja
- ukupna težina poda i korisno opterećenje na podu
- dopušteni napon u tlu na dubini temeljenja
- zapreminska masa tla
- zaštitni sloj betona
- dubina temeljenja

Beton=	C30/37
N_{ed} =	260,00 [kN/m]
M_{ed} =	6,00 [kNm]
a =	1,00 [m]
b_w =	0,20 [m]
h =	0,60 [m]
b =	1,00 [m]
p =	3,00 [kN/m ²]
$\sigma_{z,dep}$ =	0,40 [MPa]
γ =	22,00 [kN/m ³]
c =	0,035 [m]
D_r =	0,80 [m]

Poprečni presjek



Provjera stabilnosti temelja



$$\frac{e_x}{b_x} + \frac{e_y}{b_y} < \frac{1}{6} \quad \text{za osnovna opterećenja} \quad 0,05 \quad \text{zadovoljava!}$$

$$\left(\frac{e_x}{b_x} \right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y} \right)^2 < \frac{1}{9} \quad \text{za seizmička opterećenja} \quad 0,00 \quad \text{zadovoljava!}$$

Provjera naprezanja ispod temeljne trake (bez slojeva iznad temelja)

$$\begin{aligned} A_{\text{temelja}} &= 1 \text{ [m}^2\text{]} \\ W_y &= 0,17 \text{ [m}^3\text{]} \\ \sigma_1 &= 296,00 \text{ [kN/m}^2\text{]} \\ \sigma_2 &= 224,00 \text{ [kN/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Proračunska širina temelja} & & a' &= 0,95 \text{ [m]} \\ \text{Proračunska ploština} & & A'_{\text{temelja}} &= 0,95 \text{ [m}^2\text{]} \\ \text{Naprezanje} & & \sigma_0 &= 272,58 \text{ [kN/m}^2\text{]} \\ \text{Proračunska otpornost tla} & & \sigma_{z, \text{dop}} &= 400,00 \text{ [kN/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

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	260,00 [kN]
- vlastita težina trakastog temelja	15,00 [kN]
- težina tla iznad trakastog temelja	3,52 [kN]
- težina poda	2,40 [kN]

Ukupno opterećenje $\Sigma V = 280,92 \text{ [kN]}$

$$\sigma_{z, \text{stv}} = \Sigma V \cdot 10^{-3} / A$$

$$\sigma_{z, \text{stv}} = 0,29 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{z, \text{stv}} = 0,29 < \sigma_{z, \text{dop}} = 0,40 \text{ [MPa]}$$

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Dimenzioniranje temeljne trake

Proračunski moment u traci:

$$M_{ed,y} = \frac{1}{48} (5\sigma_1 + \sigma_2) a^3$$

$$M_{ed,y} = 32,30 \quad [\text{kNm/m}]$$

$$f_{cd} = 20,00 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$f_{yd} = 434,78 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\mu_{ed} = \frac{M_{ed,y}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$$

$$\mu_{ed} = 0,0056$$

$$\mu_{Rd,lim} = 0,252$$

OČITANO:

koeficijent kraka unutarnjih sila $\zeta = 0,993$

koeficijent položaja neutralne osi $\xi = 0,024$

deformacija betona $\varepsilon_{c2} = 0,500 \quad [\%]$

deformacija čelika $\varepsilon_{s1} = 20 \quad [\%]$

$$A_{s1} = \frac{M_{ed,y}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,383 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

$$\text{Minimalna armatura: } A_{s,min} = 0,022 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} b d = 7,14 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

$$A_{s,min} = \frac{0,6 \cdot b \cdot d}{f_{yd}} = 6,49 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

$$\text{Maksimalna armatura: } A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d = 131,76 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

$$A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d = 77,15 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

POTREBNO: $A_{s1x} = 7,14 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

ODABRANO IZ TABLICA: **10,05** $[\text{cm}^2/\text{m}]$

16 / 20,00 [cm]

Razdjelna armatura (uzduž temeljne trake)

$$A_{sly} = \min 20\% A_{s1x}$$

$$A_{sly} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

POTREBNO: $A_{sly} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

ODABRANO IZ TABLICA: **4,02** $[\text{cm}^2/\text{m}]$

8 / 25,00 [cm]

Proračun proboja temeljne trake

$$r_{crit} = 55 \quad [\text{cm}]$$

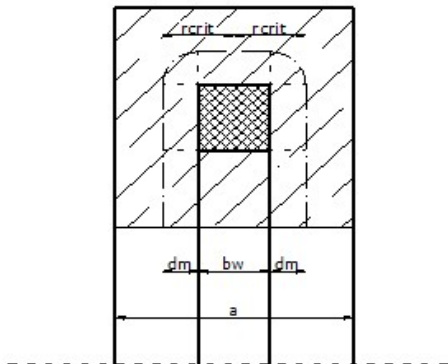
proračun se ne provodi ako je ispunjen uvjet:

$$r_{crit} \geq (a-b_w)/2$$

$$(a-b_w)/2 = 40,0 \quad [\text{cm}]$$

Proračun se ne provodi

Proračunski model s kritičnim opsegom



Kritični opseg:

$$u_{crit} = 2(a_y + b_w) + b_w + d_m \cdot \pi = 3,12 \quad [m]$$

Kritična ploština:

$$A_{crit} = (b_w + 2d_m)(b_w + a_y) + d_m \cdot b_w + d_m^2 \cdot \pi / 2 = 1,36 \quad [m^2]$$

Proračunska uzdužna sila:

$$N_{sd} = \sigma^* a (2a_y + b_w) = 260 \quad [kN]$$

Sila mjerodavna za proboj:

$$V_{sd} = N_{sd} - \sigma^* A_{crit} = -94,13 \quad [kN]$$

Proračunska poprečna sila proboja po jedinici kritičnog opsega:

$$v_{sd} = V_{sd} / u_{crit} = -42,17 \quad [kN/m]$$

Korekcijski faktor:

$$\beta = 1,4$$

$$\tau_r = 0,34 \quad [MPa]$$

$$v_{sd1} = \tau_{sd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) \cdot d_m = 240,83 \quad [kN/m]$$

$$k = (1,6 - d_m) \geq 1$$

$$k = 1,05$$

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{1x} \cdot \rho_{1y}} \leq 0,015 \Rightarrow 0,0007$$

$$\rho_{1x} = \frac{A_{x,y}}{b \cdot d_m} \quad \rho_x = 0,0013$$

$$\rho_y = 0,0004$$

$$-42 \text{ kN/m} < 241 \text{ kN/m}$$

Nije potrebna dodatna poprečna armatura

8.2.3 Temeljne trake TT1 dim. 100/60cm (d=25cm)

TRAKASTI TEMELJ

TT1 - zidovi dvorane

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

$N_{ed} = 250,00$ [kNm]

$M_{ed} = 10,00$ [kNm]

$a = 1,00$ [m]

$b_w = 0,25$ [m]

$h = 0,60$ [m]

$b = 1,00$ [m]

$p = 5,00$ [kN/m²]

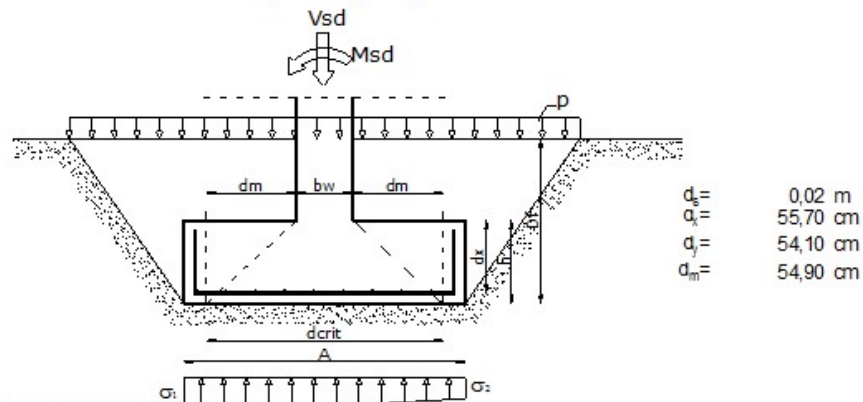
$\sigma_{z, dop} = 0,40$ [MPa]

$\gamma = 22,00$ [kN/m³]

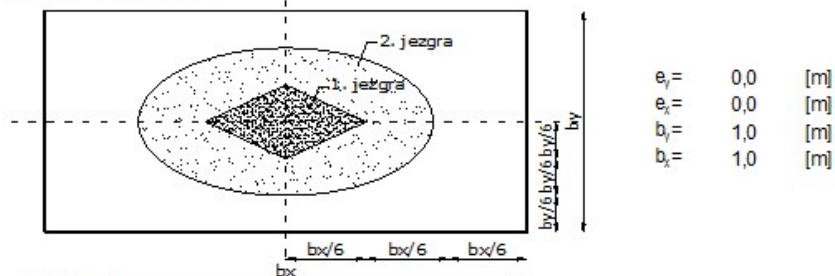
$c = 0,035$ [m]

$D_f = 0,80$ [m]

Poprečni presjek



Provjera stabilnosti temelja



$$\frac{e_x}{b_x} + \frac{e_y}{b_y} < \frac{1}{6} \quad \text{za osnovna opterećenja} \quad 0,08 \quad \text{zadovoljava!}$$

$$\left(\frac{e_x}{b_x} \right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y} \right)^2 < \frac{1}{9} \quad \text{za seizmička opterećenja} \quad 0,00 \quad \text{zadovoljava!}$$

Provjera naprezanja ispod temeljne trake (bez slojeva iznad temelja)

$$\begin{aligned} A_{\text{temelja}} &= 1 \text{ [m}^2\text{]} \\ W_f &= 0,17 \text{ [m}^3\text{]} \\ \sigma_1 &= 310,00 \text{ [kN/m}^2\text{]} \\ \sigma_2 &= 190,00 \text{ [kN/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Proračunska širina temelja} \quad a' &= 0,92 \text{ [m]} \\ \text{Proračunska ploština} \quad A'_{\text{temelja}} &= 0,92 \text{ [m}^2\text{]} \\ \text{Naprezanje} \quad \sigma_0 &= 271,74 \text{ [kN/m}^2\text{]} \\ \text{Proračunska otpornost tla} \quad \sigma_{z, \text{otp}} &= 400,00 \text{ [kN/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

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	250,00 [kN]
- vlastita težina trakastog temelja	15,00 [kN]
- težina tla iznad trakastog temelja	3,30 [kN]
- težina poda	3,75 [kN]

$$\text{Ukupno opterećenje} \quad \Sigma V = 272,05 \text{ [kN]}$$

$$\sigma_{z, \text{stv}} = \Sigma V \cdot 10^{-3} / A$$

$$\sigma_{z, \text{stv}} = 0,30 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{z, \text{stv}} = 0,30 < \sigma_{z, \text{otp}} = 0,40 \text{ [MPa]}$$

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Dimenzioniranje temeljne trake

Proračunski moment u traci:

$$M_{ed,y} = \frac{1}{48} (5\sigma_1 + \sigma_2) \alpha^2$$

$$M_{ed,y} = 30,68 \quad [\text{kNm/m}]$$

$$f_{cd} = 20,00 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$f_{yd} = 434,78 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\mu_{ed} = \frac{M_{ed,y}}{b \cdot d^2 \cdot f_{yd}}$$

$$\mu_{ed} = 0,0053$$

$$\mu_{Rd,lim} = 0,252$$

OČITANO:

koeficijent kraka unutarnjih sila

$$\zeta = 0,993$$

koeficijent položaja neutralne osi

$$\xi = 0,024$$

deformacija betona

$$\epsilon_{c2} = 0,500 \quad [\text{‰}]$$

deformacija čelika

$$\epsilon_{s1} = 20 \quad [\text{‰}]$$

$$A_{s1} = \frac{M_{ed,y}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,314 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

Minimalna armatura: $A_{s,min} = 0,022 \frac{f_{ct}}{f_{yk}} bd = 7,14 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

$$A_{s,min} = \frac{0,6 \cdot b \cdot d}{f_{yk}} = 6,49 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

Maksimalna armatura: $A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{ct}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 131,76 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

$$A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{ct}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 77,15 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

POTREBNO: $A_{s1x} = 7,14 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

ODABRANO IZ TABLICA: **10,05** $[\text{cm}^2/\text{m}]$
16 / 20,00 [cm]

Razdjelna armatura (uzduž temeljne trake)

$$A_{s1y} = \min 20\% A_{s1x}$$

$$A_{s1y} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

POTREBNO: $A_{s1y} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

ODABRANO IZ TABLICA: **4,02** $[\text{cm}^2/\text{m}]$
8 / 25,00 [cm]

Proračun proboja temeljne trake

$$r_{crit} = 55,025 \quad [\text{cm}]$$

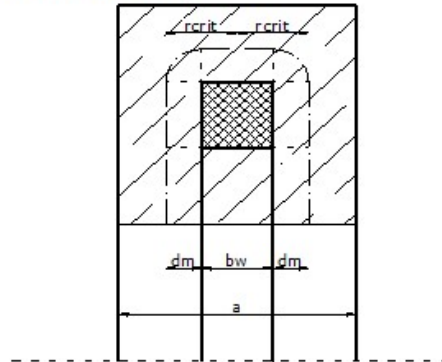
proračun se ne provodi ako je ispunjen uvjet:

$$r_{crit} \geq (a-b_w)/2$$

$$(a-b_w)/2 = 37,5 \quad [\text{cm}]$$

Proračun se ne provodi

Proračunski model s kritičnim opsegom



Kritični opseg:

$$u_{crit} = 2(a_y + b_w) + b_w + d_m \cdot \pi = 3,22 \quad [\text{m}]$$

Kritična ploština:

$$A_{crit} = (b_w + 2d_m)(b_w + a_y) + d_m^2 \cdot \pi / 2 = 1,45 \quad [\text{m}^2]$$

Proračunska uzdužna sila:

$$N_{sd} = \sigma' \cdot a(2a_y + b_w) = 250 \quad [\text{kN}]$$

Sila mjerodavna za proboj:

$$V_{sd} = N_{sd} - \sigma' A_{crit} = -113,30 \quad [\text{kN}]$$

Proračunska poprečna sila proboja po jedinici kritičnog opsega:

$$v_{sd} = V_{sd} / u_{crit} = -49,19 \quad [\text{kN/m}]$$

Korekcijski faktor:

$$\beta = 1,4$$

$$\tau_r = 0,34 \quad [\text{MPa}]$$

$$v_{rd1} = \tau_{rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) \cdot d_m = 240,83 \quad [\text{kN/m}]$$

$$k = (1,6 - d_m) \geq 1$$

$$k = 1,05$$

$$\rho_t = \sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}} \leq 0,015 \Rightarrow 0,0007$$

$$\rho_{lx} = \frac{A_{sx,y}}{b \cdot d_m} \quad \rho_k = 0,0013$$

$$\rho_y = 0,0004$$

$$-49 \text{ kN/m} < 241 \text{ kN/m}$$

Nije potrebna dodatna poprečna armatura

8.2.4 Temeljne trake TT2 dim. 80/60cm

TRAKASTI TEMELJ

TT2 - zidovi škole d = 20cm

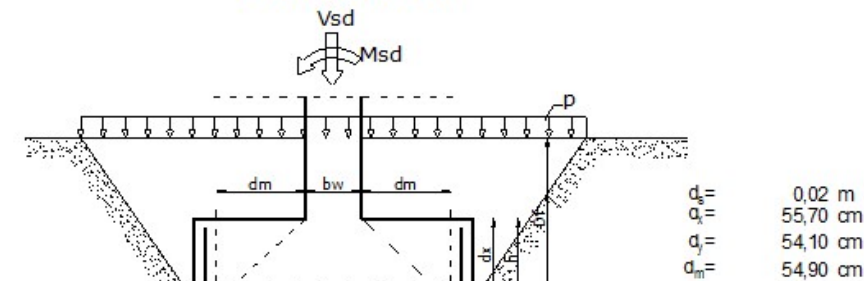
1. Dimenzioniranje trakastih temelja

Ulazni podaci:

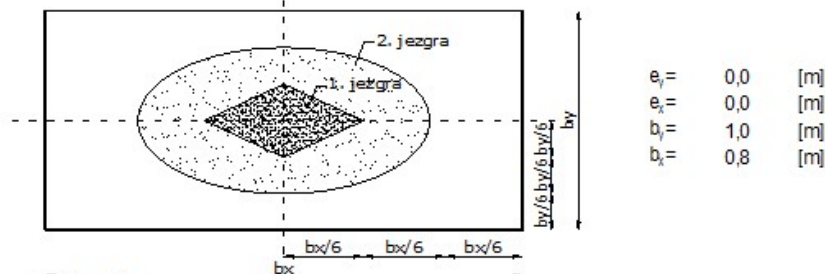
- Djelujuća sila
- Djelujući moment
- širina temelja
- širina zida
- visina temelja
- duljina temelja
- ukupna težina poda i korisno opterećenje na podu
- dopušteni napon u tlu na dubini temeljenja
- zapreminska masa tla
- zaštitni sloj betona
- dubina temeljenja

Beton=	C30/37
N_{sd} =	145,00 [kN/m]
M_{sd} =	3,00 [kNm]
a =	0,80 [m]
b_w =	0,20 [m]
h =	0,60 [m]
b =	1,00 [m]
p =	3,00 [kN/m ²]
$\sigma_{z, dop}$ =	0,40 [MPa]
γ =	22,00 [kN/m ³]
c =	0,035 [m]
D_r =	0,80 [m]

Poprečni presjek



Provjera stabilnosti temelja



$$\frac{e_x}{b_x} + \frac{e_y}{b_y} < \frac{1}{6} \quad \text{za osnovna opterećenja} \quad 0,05 \quad \text{zadovoljava!}$$

$$\left(\frac{e_x}{b_x} \right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y} \right)^2 < \frac{1}{9} \quad \text{za seizmička opterećenja} \quad 0,00 \quad \text{zadovoljava!}$$

Provjera naprezanja ispod temeljne trake (bez slojeva iznad temelja)

$$\begin{aligned} A_{\text{temelja}} &= 0,8 \text{ [m}^2\text{]} \\ W_y &= 0,11 \text{ [m}^3\text{]} \\ \sigma_1 &= 209,38 \text{ [kN/m}^2\text{]} \\ \sigma_2 &= 153,13 \text{ [kN/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

Proračunska širina temelja	$a' =$	0,76 [m]
Proračunska ploština	$A'_{\text{temelja}} =$	0,76 [m ²]
Naprezanje	$\sigma_0 =$	191,14 [kN/m²]
Proračunska otpornost tla	$\sigma_{z, \text{dop}} =$	400,00 [kN/m²]

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	145,00 [kN]
- vlastita težina trakastog temelja	12,00 [kN]
- težina tla iznad trakastog temelja	2,64 [kN]
- težina poda	1,80 [kN]

Ukupno opterećenje $\Sigma V =$ **161,44 [kN]**

$$\sigma_{z, \text{stv}} = \Sigma V \cdot 10^{-3} / A$$

$$\sigma_{z, \text{stv}} = 0,21 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{z, \text{stv}} = 0,21 < \sigma_{z, \text{dop}} = 0,40 \text{ [MPa]}$$

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Dimenzioniranje temeljne trake

Proračunski moment u traci:

$$M_{ed,y} = \frac{1}{48} (5\sigma_1 + \sigma_2) \alpha^2$$

$$M_{ed,y} = 14,39 \quad [\text{kNm/m}]$$

$$f_{cd} = 20,00 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$f_{yd} = 434,78 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\mu_{ed} = \frac{M_{ed,y}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$

$$\mu_{ed} = 0,0025$$

$$\mu_{Rd,lim} = 0,252$$

OČITANO:

koeficijent kraka unutarnjih sila

$$\zeta = 0,993$$

koeficijent položaja neutralne osi

$$\xi = 0,015$$

deformacija betona

$$\varepsilon_{c2} = 0,300 \quad [\text{‰}]$$

deformacija čelika

$$\varepsilon_{s1} = 20 \quad [\text{‰}]$$

$$A_{s1} = \frac{M_{ed,y}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,616 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

Minimalna armatura: $A_{s,min} = 0,022 \frac{f_{cd}}{f_{yk}} bd = 7,14 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

$$A_{s,min} = \frac{0,6 \cdot b \cdot d}{f_{yk}} = 6,49 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

Maksimalna armatura: $A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 131,76 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

$$A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 77,15 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

POTREBNO: $A_{sLx} = 7,14 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

ODABRANO IZ TABLICA: **10,05** $[\text{cm}^2/\text{m}]$
16 / 20,00 [cm]

Razdjelna armatura (uzduž temeljne trake)

$$A_{sly} = \min 20\% A_{sLx}$$

$$A_{sly} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

POTREBNO: $A_{sly} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

ODABRANO IZ TABLICA: **4,02** $[\text{cm}^2/\text{m}]$
8 / 25,00 [cm]

Proračun proboja temeljne trake

$$r_{crit} = 55 \quad [\text{cm}]$$

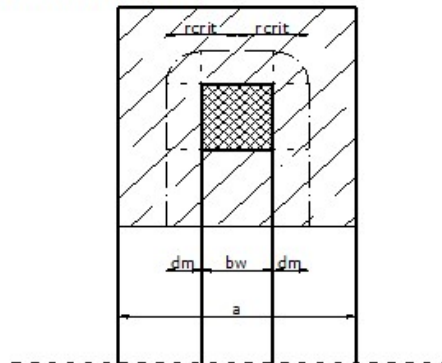
proračun se ne provodi ako je ispunjen uvjet:

$$r_{cm} \geq (a-b_w)/2$$

$$(a-b_w)/2 = 30,0 \quad [\text{cm}]$$

Proračun se ne provodi

Proračunski model s kritičnim opsegom



Kritični opseg:

$$u_{crit} = 2(a_y + b_w) + b_w + d_m \cdot \pi = 2,92 \quad [m]$$

Kritična ploština:

$$A_{crit} = (b_w + 2d_m)(b_w + a_y) + d_m \cdot b_w + d_m^2 \cdot \pi / 2 = 1,23 \quad [m^2]$$

Proračunska uzdužna sila:

$$N_{sd} = \sigma' \cdot a(2a_y + b_w) = 116 \quad [kN]$$

Sila mjerodavna za proboj:

$$V_{sd} = N_{sd} - \sigma' A_{crit} = -107,34 \quad [kN]$$

Proračunska poprečna sila proboja po jedinici kritičnog opsega:

$$v_{sd} = V_{sd} / u_{crit} = -51,38 \quad [kN/m]$$

Korekcijski faktor:

$$\beta = 1,4$$

$$\tau_r = 0,34 \quad [MPa]$$

$$v_{sd1} = \tau_r \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1)^{-1} \cdot d_m = 240,83 \quad [kN/m]$$

$$k = (1,6 - d_m) \geq 1$$

$$k = 1,05$$

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{1x} \cdot \rho_{1y}} \leq 0,015 \Rightarrow 0,0007$$

$$\rho_{1x} = \frac{A_{sx,y}}{b \cdot d_m}$$

$$\rho_k = 0,0013$$

$$\rho_y = 0,0004$$

$$-51 \text{ kN/m} < 241 \text{ kN/m}$$

Nije potrebna dodatna poprečna armatura

8.2.5 Temeljne trake TT4 dim. 120/60 cm

TRAKASTI TEMELJ

1. Dimenzioniranje trakastih temelja

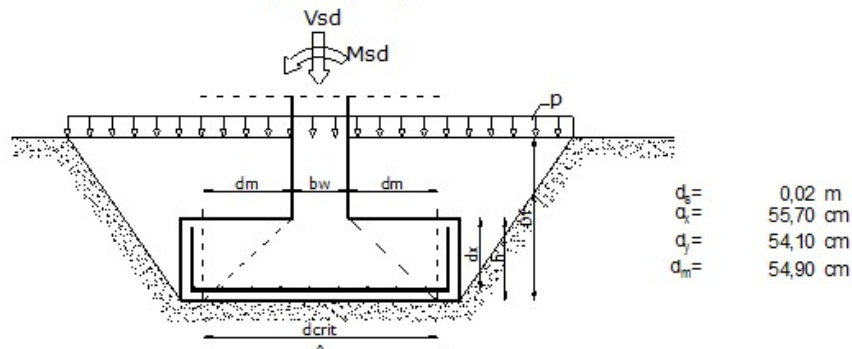
Ulazni podaci:

- 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

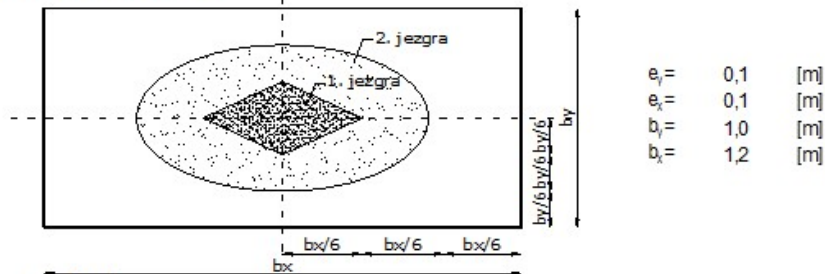
TT4 - novi prošireni temelj zida dvorane d=25cm

Beton=	C30/37
N_{ed} =	230,00 [kN/m]
M_{ed} =	15,00 [kNm]
a =	1,20 [m]
b_w =	0,25 [m]
h =	0,60 [m]
b =	1,00 [m]
p =	5,00 [kN/m ²]
$\sigma_{z,dep}$ =	0,40 [MPa]
γ =	22,00 [kN/m ³]
c =	0,035 [m]
D_f =	0,80 [m]

Poprečni presjek



Provjera stabilnosti temelja



$$\frac{e_x}{b_x} + \frac{e_y}{b_y} < \frac{1}{6} \quad \text{za osnovna opterećenja} \quad 0,11 \quad \text{zadovoljava!}$$

$$\left(\frac{e_x}{b_x}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y}\right)^2 < \frac{1}{9} \quad \text{za seizmička opterećenja} \quad 0,01 \quad \text{zadovoljava!}$$

Provjera naprezanja ispod temeljne trake (bez slojeva iznad temelja)

$$\begin{aligned} A_{\text{temelja}} &= 1,2 \text{ [m}^2\text{]} \\ W_y &= 0,24 \text{ [m}^3\text{]} \\ \sigma_1 &= 254,17 \text{ [kN/m}^2\text{]} \\ \sigma_2 &= 129,17 \text{ [kN/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Proračunska širina temelja} & \quad a' = 1,07 \text{ [m]} \\ \text{Proračunska ploština} & \quad A'_{\text{temelja}} = 1,07 \text{ [m}^2\text{]} \\ \text{Naprezanje} & \quad \sigma_0 = 215,04 \text{ [kN/m}^2\text{]} \\ \text{Proračunska otpornost tla} & \quad \sigma_{z, \text{dop}} = 400,00 \text{ [kN/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

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	18,00 [kN]
- težina tla iznad trakastog temelja	4,18 [kN]
- težina poda	4,75 [kN]

Ukupno opterećenje $\Sigma V = 256,93 \text{ [kN]}$

$$\sigma_{z, \text{stv}} = \Sigma V \cdot 10^{-3} / A$$

$$\sigma_{z, \text{stv}} = 0,24 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{z, \text{stv}} = 0,24 < \sigma_{z, \text{dop}} = 0,40 \text{ [MPa]}$$

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Dimenzioniranje temeljne trake

Proračunski moment u traci:

$$M_{ed,y} = \frac{1}{48} (5\sigma_1 + \sigma_2) \alpha^3$$

$$M_{ed,y} = 33,37 \quad [\text{kNm/m}]$$

$$f_{cd} = 20,00 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$f_{yd} = 434,78 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\mu_{ed} = \frac{M_{ed,y}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$

$$\mu_{ed} = 0,0058$$

$$\mu_{Rd,lim} = 0,252$$

OČITANO:

koeficijent kraka unutarnjih sila $\zeta = 0,993$

koeficijent položaja neutralne osi $\xi = 0,024$

deformacija betona $\varepsilon_{c2} = 0,500 \quad [\text{‰}]$

deformacija čelika $\varepsilon_{s1} = 20 \quad [\text{‰}]$

$$A_{s1} = \frac{M_{ed,y}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,429 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

Minimalna armatura: $A_{s,min} = 0,022 \cdot \frac{f_{ctk}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 7,14 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

$$A_{s,min} = \frac{0,6 \cdot b \cdot d}{f_{yk}} = 6,49 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

Maksimalna armatura: $A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{ctk}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 131,76 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

$$A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{ctk}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 77,15 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

POTREBNO: $A_{s1x} = 7,14 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

ODABRANO IZ TABLICA: **10,05** $[\text{cm}^2/\text{m}]$

16 / 20,00 [cm]

Razdjelna armatura (uzduž temeljne trake)

$$A_{s1y} = \min 20\% A_{s1x}$$

$$A_{s1y} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

POTREBNO: $A_{s1y} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

ODABRANO IZ TABLICA: **4,02** $[\text{cm}^2/\text{m}]$

8 / 25,00 [cm]

Proračun proboja temeljne trake

$$r_{crit} = 55,025 \quad [\text{cm}]$$

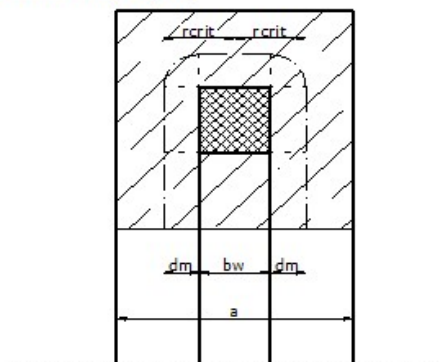
proračun se ne provodi ako je ispunjen uvjet:

$$r_{crit} \geq (a-b_w)/2$$

$$(a-b_w)/2 = 47,5 \quad [\text{cm}]$$

Proračun se ne provodi

Proračunski model s kritičnim opsegom



Kritični opseg:

$$u_{crit} = 2(a_y + b_w) + b_w + d_m \cdot \pi = 3,42 \quad [m]$$

Kritična ploština:

$$A_{crit} = (b_w + 2d_m)(b_w + a_y) + d_m \cdot b_w + d_m^2 \cdot \pi / 2 = 1,59 \quad [m^2]$$

Proračunska uzdužna sila:

$$N_{ed} = \sigma' \cdot a(2a_y + b_w) = 276 \quad [kN]$$

Sila mjerodavna za proboj:

$$V_{ed} = N_{ed} - \sigma' \cdot A_{crit} = -28,36 \quad [kN]$$

Proračunska poprečna sila proboja po jedinici kritičnog opsega:

$$v_{ed} = V_{ed} / u_{crit} = -11,60 \quad [kN/m]$$

Korekcijski faktor:

$$\beta = 1,4$$

$$\tau_r = 0,34 \quad [MPa]$$

$$v_{ed1} = \tau_{ed} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) \cdot d_m = 240,83 \quad [kN/m]$$

$$k = (1,6 - d_m) \geq 1$$

$$k = 1,05$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}} \leq 0,015 \Rightarrow 0,0007$$

$$\rho_{lx} = \frac{A_{sx,y}}{b \cdot d_m} \quad \rho_k = 0,0013$$

$$\rho_y = 0,0004$$

$$-12 \text{ kN/m} < 241 \text{ kN/m}$$

Nije potrebna dodatna poprečna armatura

9 Dimenzioniranje podne ploče POZ 100

Karakteristike materijala

Beton C 25/30

$$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2; \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16,67 \text{ MPa} = 1,67 \text{ kN / cm}^2$$

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 ploče debljine 15 cm

$$A_{s_{\min}} = \frac{0.6b_t \cdot d}{f_{yk}} = \frac{0.6 \cdot 100 \cdot 15}{500} = 1,8 \text{ cm}^2 / m$$

$$A_{s_{\min}} = 0.0015 \cdot b_t \cdot d = 0.0015 \cdot 100 \cdot 15 = 2,25 \text{ cm}^2 / m$$

Usvojena minimalna armatura $A_{s_{\min}}=2,25 \text{ cm}^2/m'$

Maksimalna armatura za ploču visine $h=15 \text{ cm}$

$$A_{s_{\max}} = 0.04 \cdot A_c = 0.04 \cdot (100 \cdot 15) = 60,0 \text{ cm}^2 / m$$

U nastavku je prikazana proračunska armatura ploče, nije prikazana minimalno potrebna armatura. Ukoliko je proračunom dobijena količina armature manja od minimalne armature ugrađuje se minimalna armatura. Usvojena minimalna armatura $A_{s_{\min}}=2,25 \text{ cm}^2/m'$.

9.1 Proračunska armatura podne ploče za kombinaciju opterećenja C01-GSN

Prikazuje se proračunska armatura podne ploče za kombinaciju opterećenja C01-GSN. Ako je proračunska armatura manja od minimalne ugrađuje se minimalna armatura i to 2,25 cm²/m za ploču debljine 15 cm.

DONJA ZONA

Proračunska armatura donje zone smjer 1 (As1-)

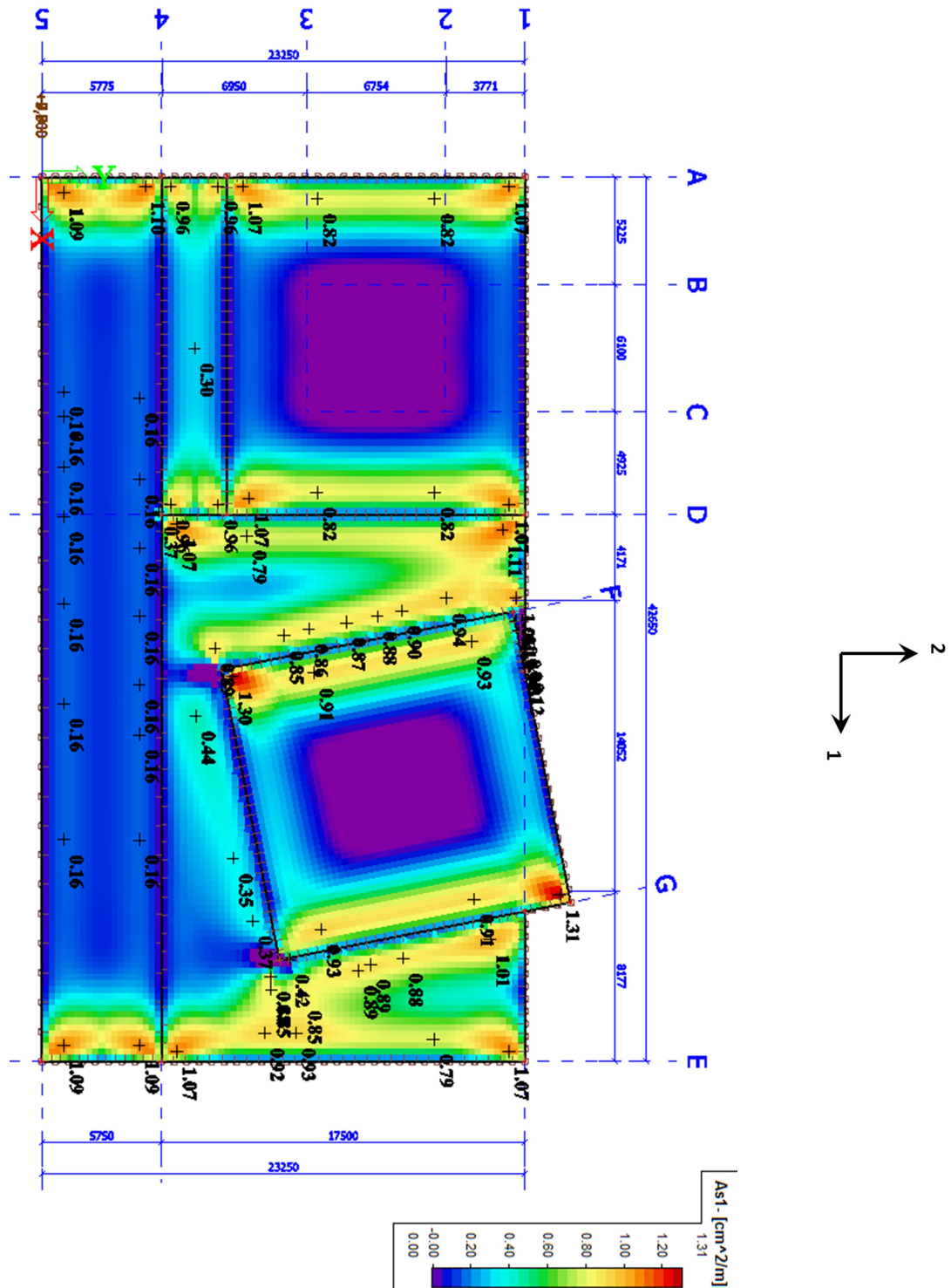
Proračunska armatura donje zone smjer 2 (As2-)

GORNJA ZONA

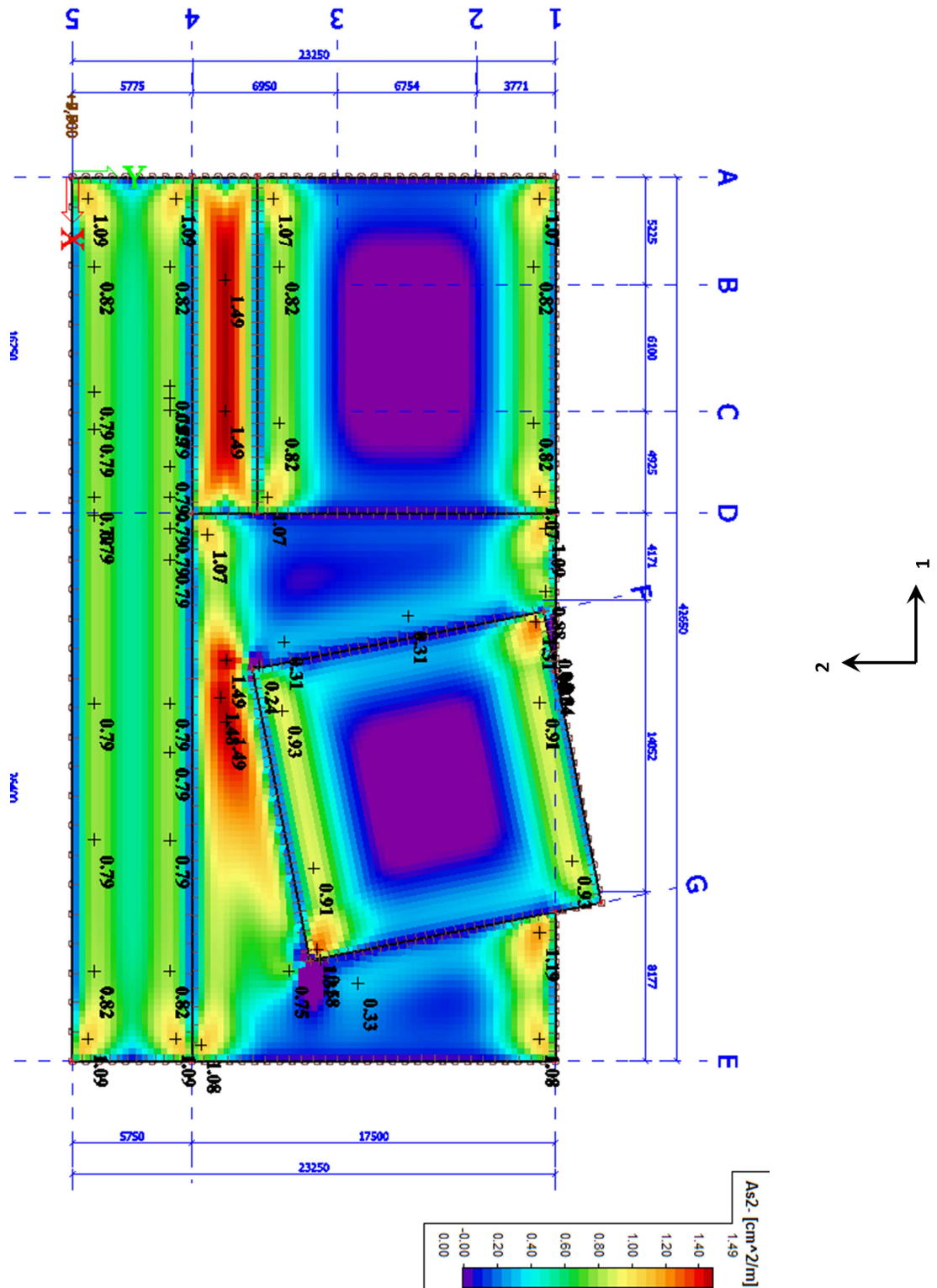
Proračunska armatura gornje zone smjer 1 (As1+)

Proračunska armatura gornje zone smjer 1 (As2+)

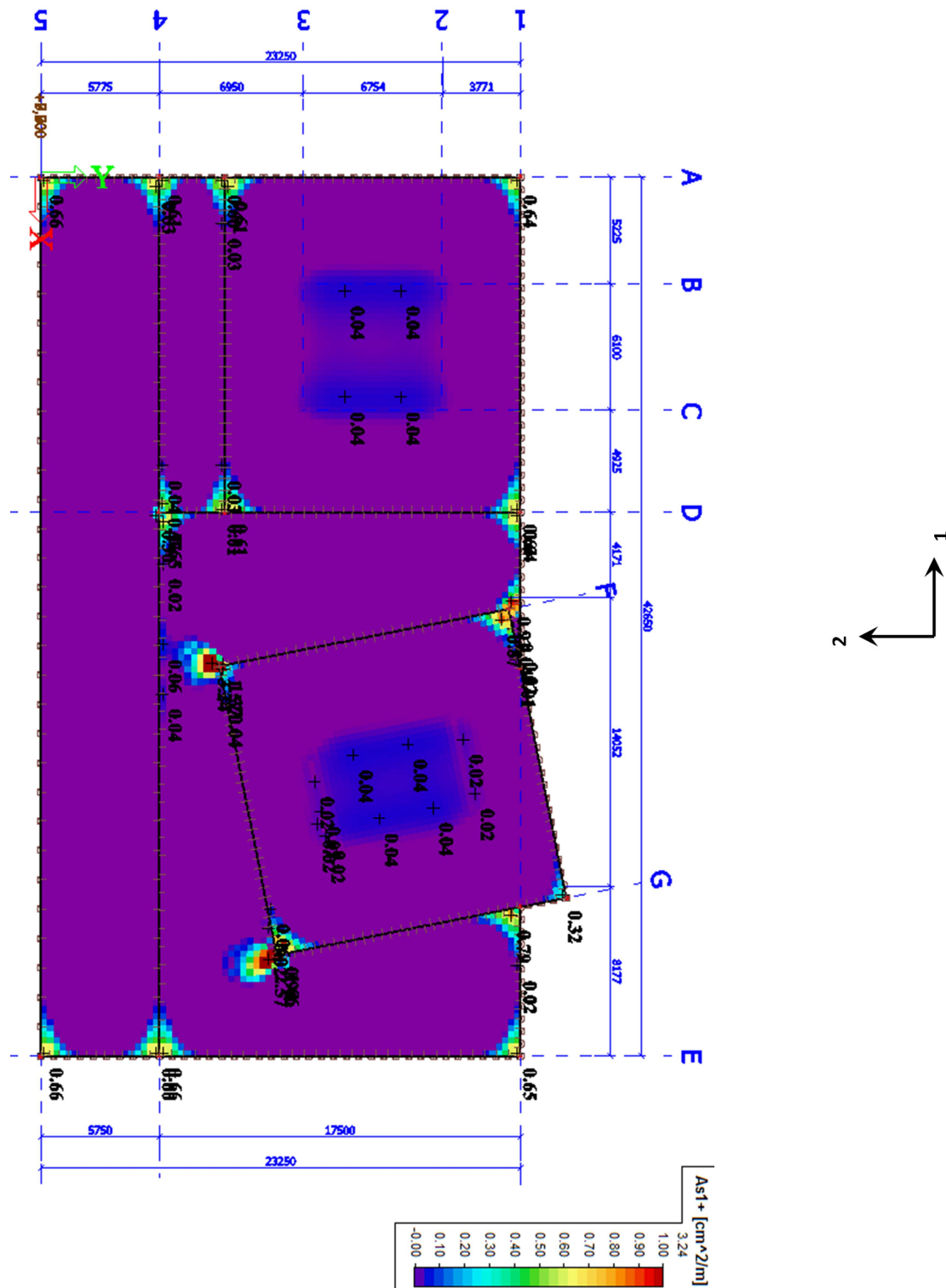
9.1.1 Proračunska armatura donje zone smjer 1 (As1-)



9.1.2 Proračunska armatura donje zone smjer 2 (As2-)



9.1.3 Proračunska armatura gornje zone smjer 1 (As1+)



225

ZAKLJUČAK:

Minimalna armatura ploče :

$$A_{s,min}=0,0015 \times b \times d = 0,0013 \times 15 \times 100 = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max}=0,04 \times b \times d = 0,04 \times 25 \times 100 = 60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ODABRANA ARMATURA:

Podna ploča prizemlja je visine 15 cm te se izvodi na sloju nabijenog šljunka.

Izvodi se od betona klase C25/30 (prema normi HRN EN 206), armatura B500B (prema normi HRN EN 10080-5). Razred okoliša XC2, minimalni zaštitni sloj 35 mm za sve strane temeljne konstrukcije.

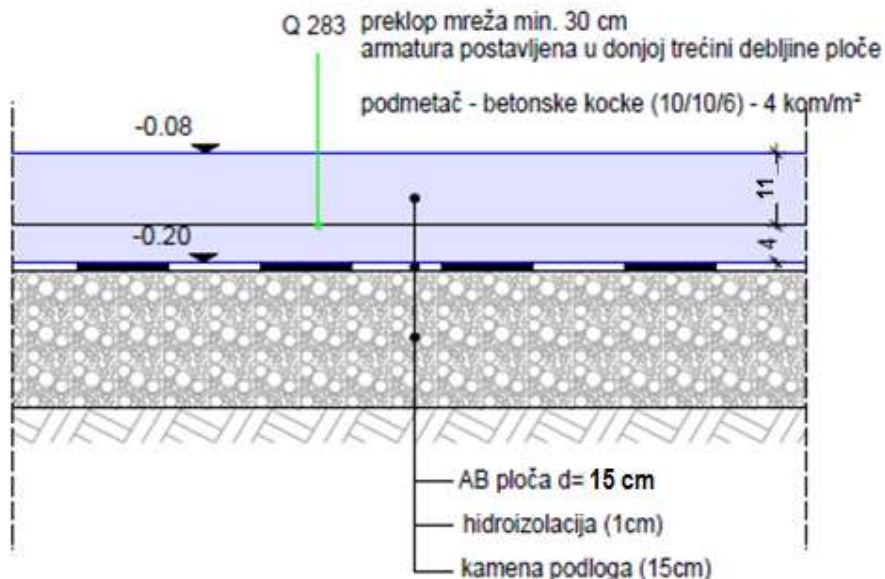
Minimalna zbijenost završnog sloja zamjenskog tla 40 MPa.

Armatura: Q 283

Minimalni preklopi: mreže 30 cm

Po rubu ploče postaviti U vilice Ø8 i uzdužne šipke 4Ø14.

Presjek podne ploče



10 Proračun čeličnih istaka

10.1 Opis konstrukcije

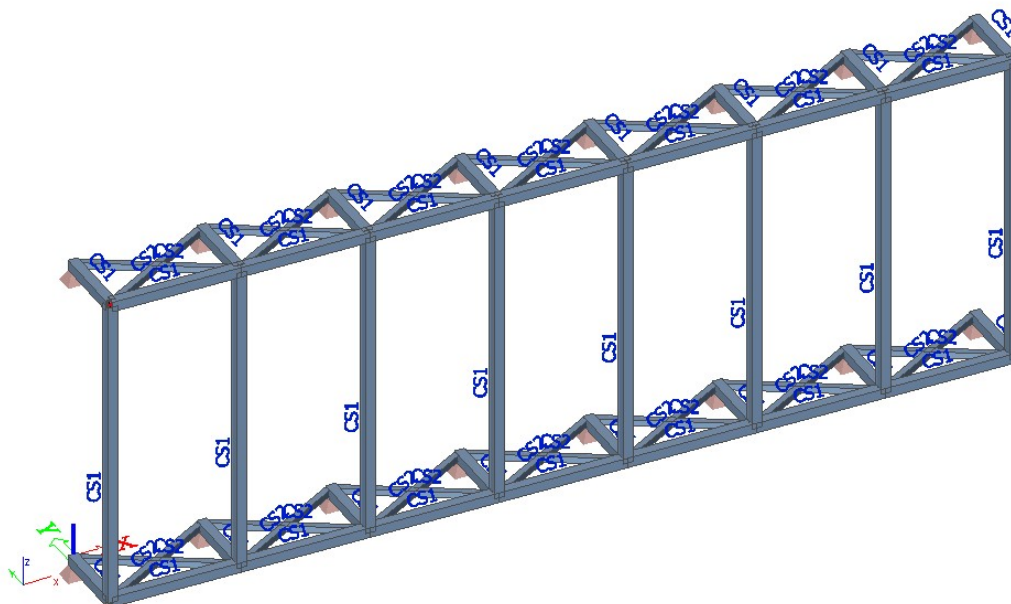
Konstrukciju istaka čine čelični okviri od kvadratnih cijevni profila SHS 80x80x3,6 postavljenih na raster od 1,03 m. Okviri se horizontalno ukružuju tj. povezuju jednakim profilima. Između okvira, na gornjoj i donjoj plohi istake, koriste se X-zatege sa profilima SHS 50x50x3,2. Gornje i donje horizontale okvira sidre se ankerima u AB zid.

Konstrukcija je u nastavku dimenzionirana na opterećenje vlastite težine, opterećenje dodatnog stalnog opterećenja od staklenih panela te za pokretno djelovanje snijega i vjetrova.

Napravljen je proračunski model za jednu istaku visine 2,5 m.

Cijela čelična konstrukcija izrađena je od čelika **S235 JR**.

Prikaz proračunskog modela sa odabranim profilima



CS1-SHS 80x80x3,6

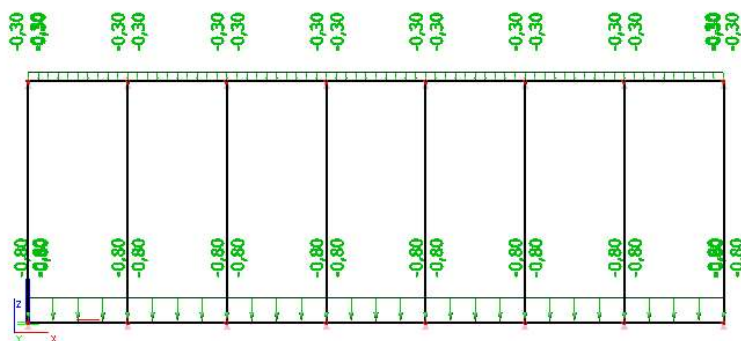
CS2-SHS 50x50x3,2

10.2 Analiza opterećenja

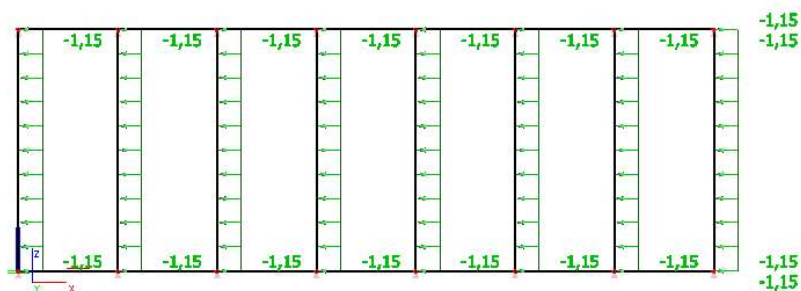
LC1 – vlastita težina

LC2 – dodatno stalno opterećenje

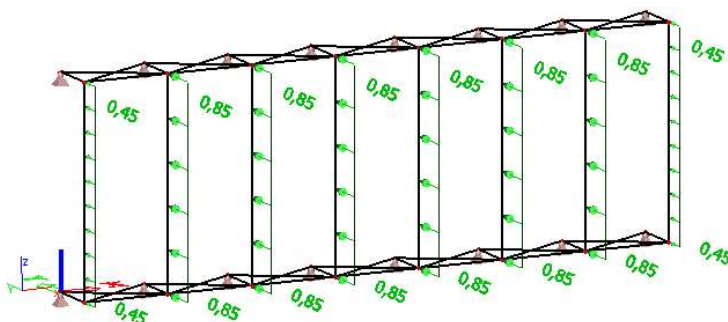
- težina staklenih panela i potkonstrukcije od 0,4 kN/m² koje je linijski raspodijeljeno na gornji i donji pojas istake u kN/m`.



LC3 – vjetar x-smjer

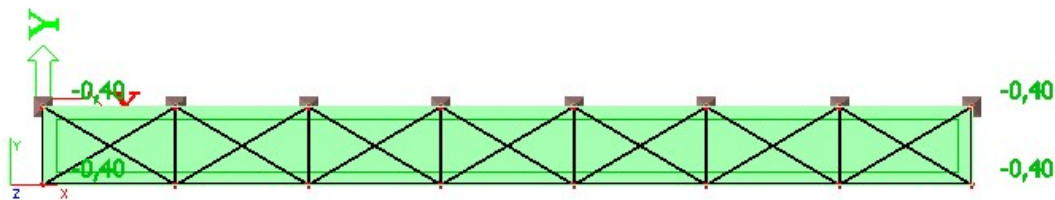


LC4 – vjetar y-smjer



LC5 – snijeg

- djelovanje od 0,4 kN/m² zadano na gornju plohu istake



10.2.1.1 Kombinacije djelovanja

Za provjeru graničnog stanja nosivosti koristi se slijedeća kombinacija:

- Za linearnu **statičku provjeru graničnog stanja nosivosti** koristi se kombinacija **CO1-GSN**:

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

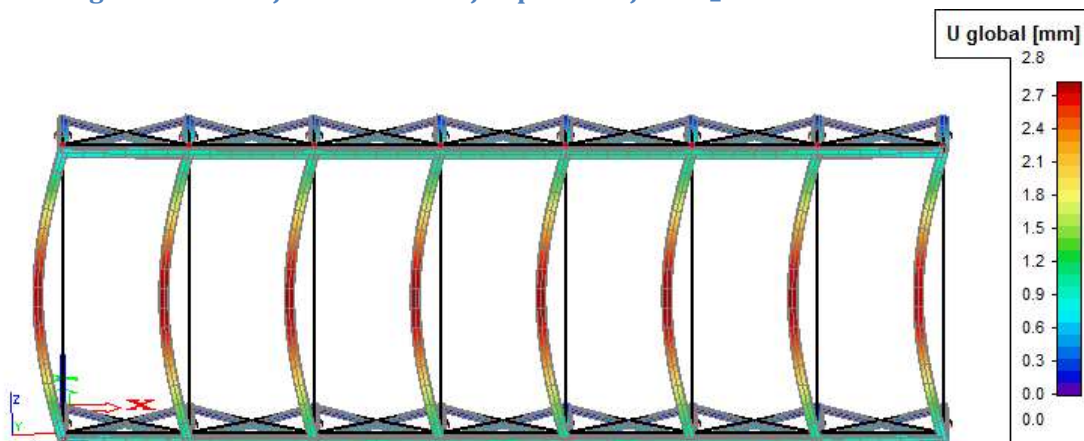
Za provjeru graničnog stanja naprezanja se koristi sljedeća kombinacija:

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

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

10.3 Rezultati proračuna

10.3.1 Progib konstrukcije za kombinaciju opterećenja C02_GSU



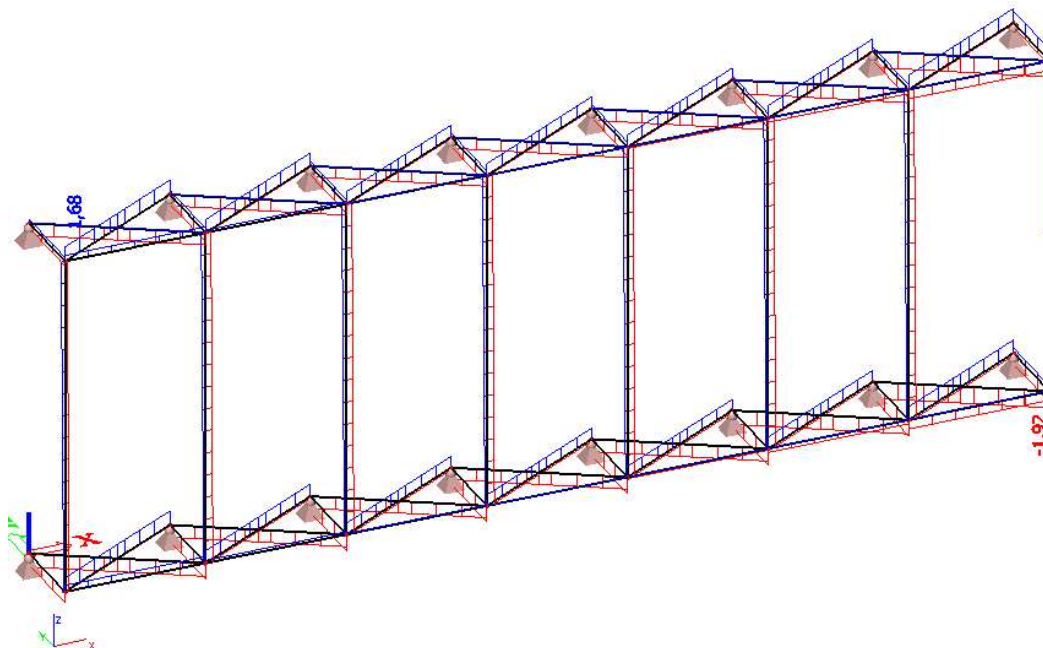
Očitani progib = 2,8 mm

$L/250 = 2500/250 = 10,0$ mm

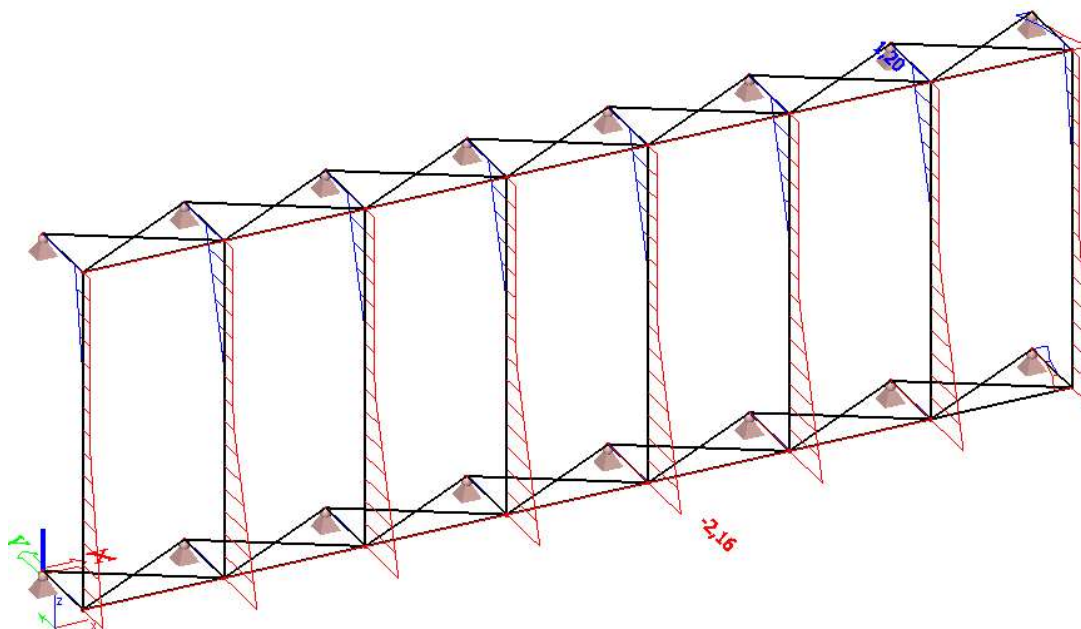
Konstrukcija zadovoljava granično stanje uporabivosti.

10.4 Rezne sile-(prikaz rezultata za C01_GSN)

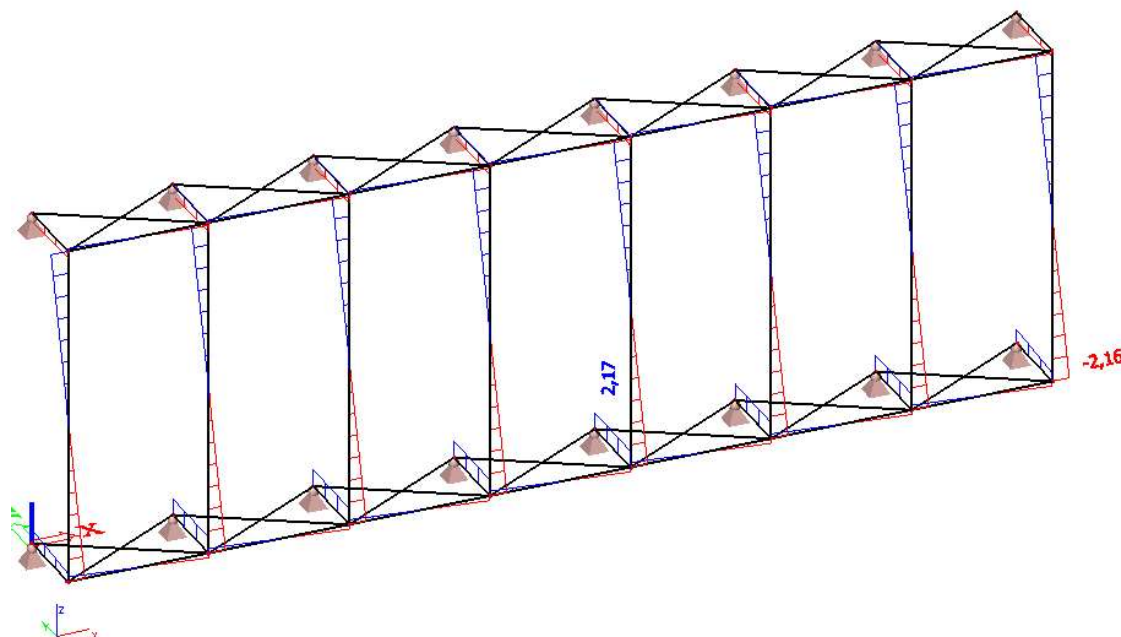
Uzdužna sila N (kN)



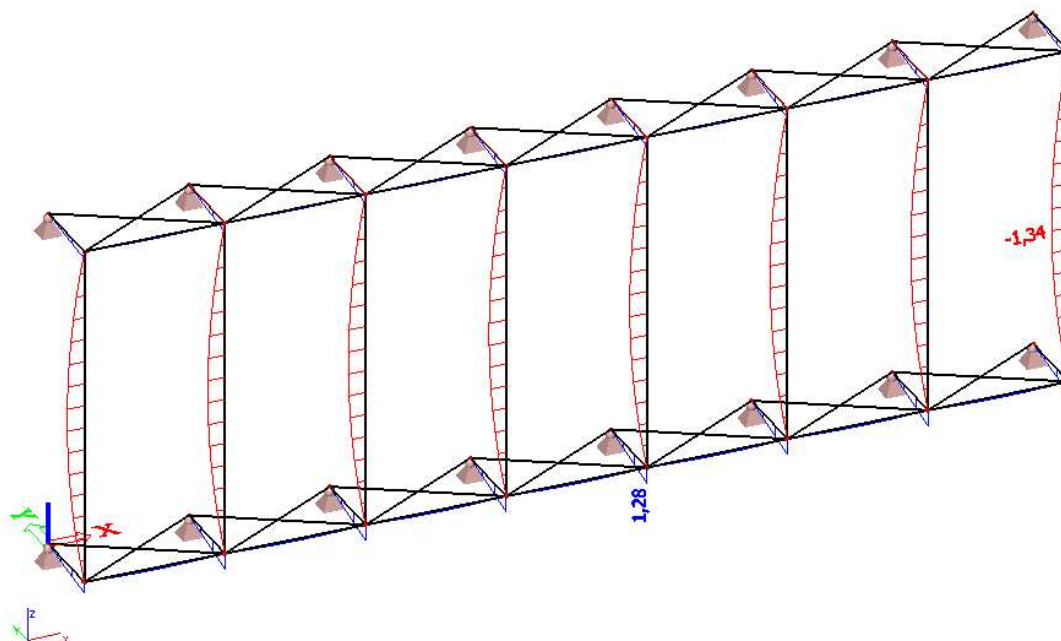
Poprečna sila Vy (kN)



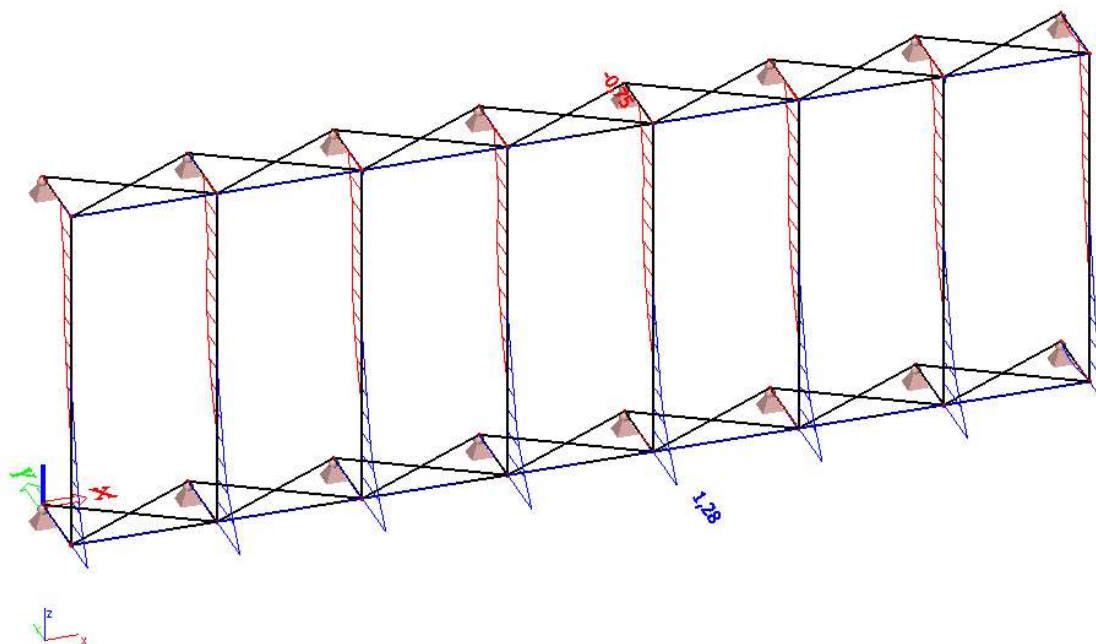
Poprečna sila Vz (kN)



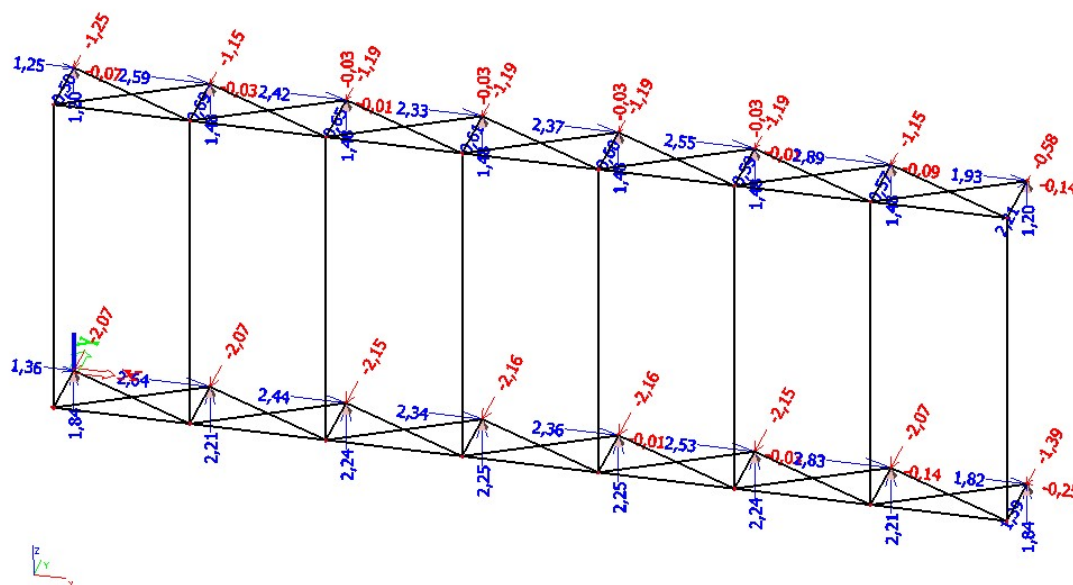
Moment savijanja My (kNm)



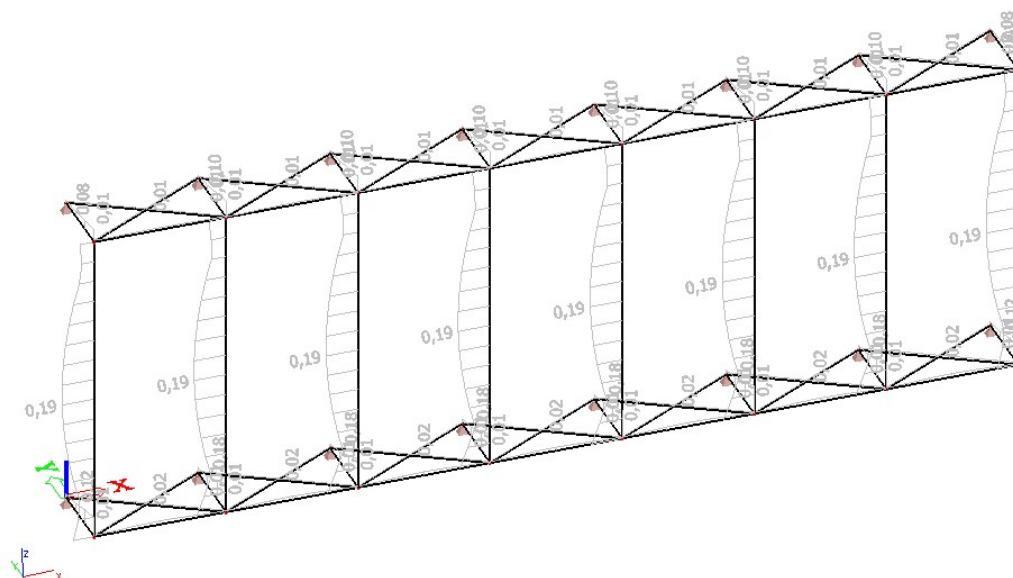
Moment savijanja M_z (kNm)



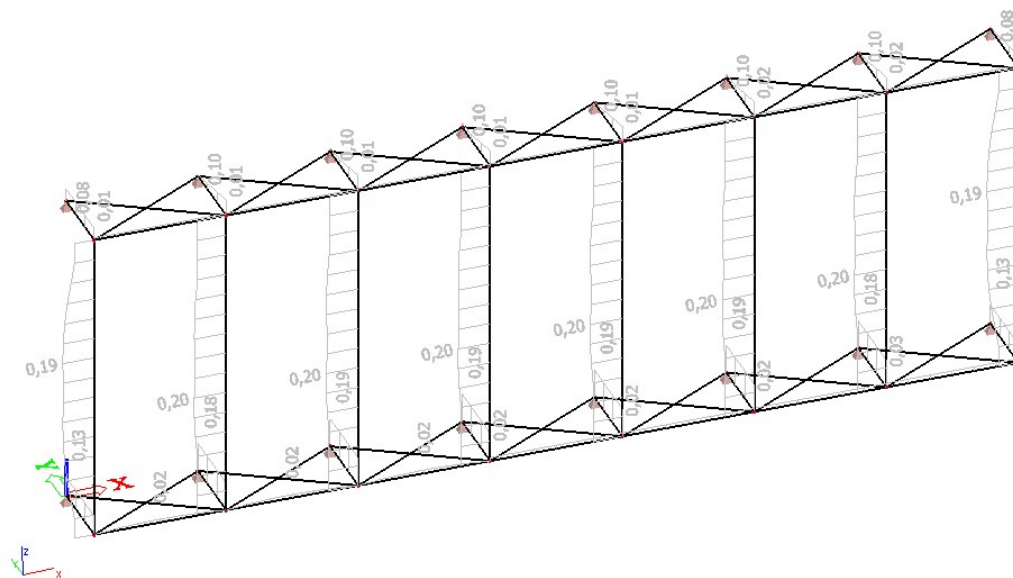
Reakcije na ležajevima (kN)



10.4.1 Provjera nosivosti konstrukcije



10.4.2 Provjera stabilnosti konstrukcije



11 Proračun konstrukcije svjetlarnika

11.1 Opis konstrukcije

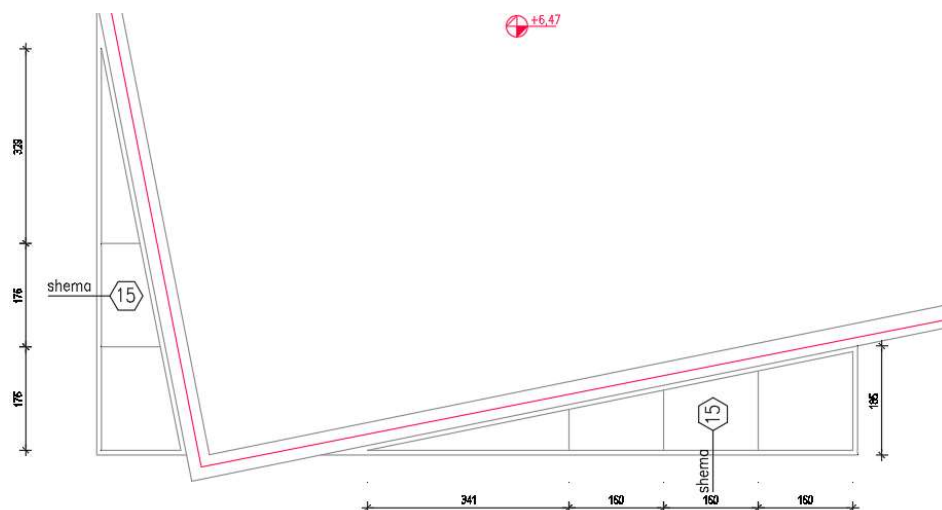
Konstrukciju svjetlarnika čine čelični kvadratni cijevni profila SHS 80x80x5. Profili su postavljeni na rasteru od 1,6 m i sidri se na jednom kraju na AB zid, a na drugom u gredu.

Konstrukcija dimenzionirana je u nastavku na opterećenje vlastite težine, opterećenje dodatnog stalnog opterećenja od staklenih panela te za pokretno djelovanje snijega i vjetra.

Napravljen je proračunski ravninski model za jedan nosač.

Cijela čelična konstrukcija izrađena je od čelika **S235 JR**.

Tlocrt

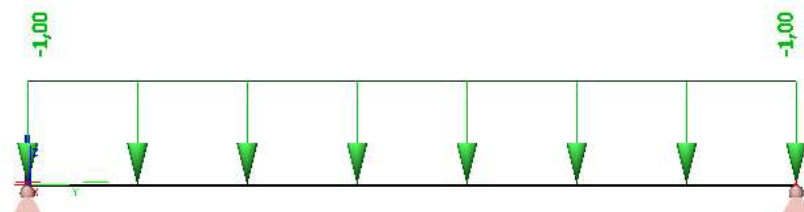


11.2 Analiza opterećenja

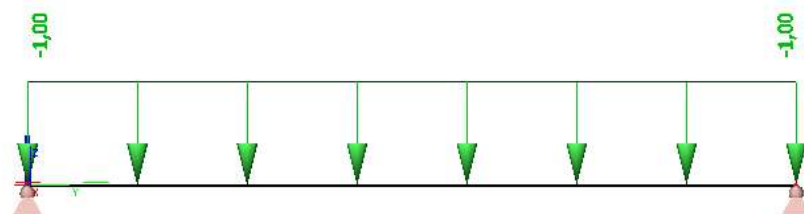
LC1 – vlastita težina

LC2 – dodatno stalno opterećenje

- težina staklenih panela i potkonstrukcije koje je linijski raspodijeljeno na nosač u kN/m .

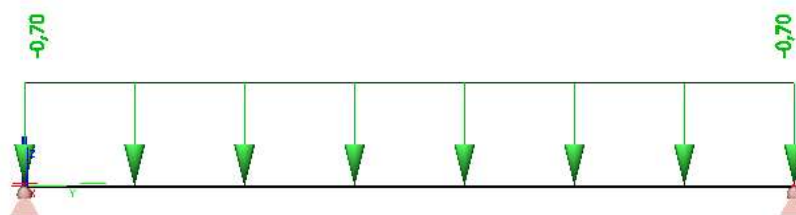


LC3 – vjetar



LC4 – snijeg

- djelovanje od $0,4 \text{ kN/m}^2$ koje je linijski raspodijeljeno na nosač u $0,7 \text{ kN/m}$.



11.2.1 Kombinacije djelovanja

Za provjeru graničnog stanja nosivosti koristi se slijedeća kombinacija:

- Za linearnu statičku provjeru graničnog stanja nosivosti koristi se kombinacija **CO1-GSN**:

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

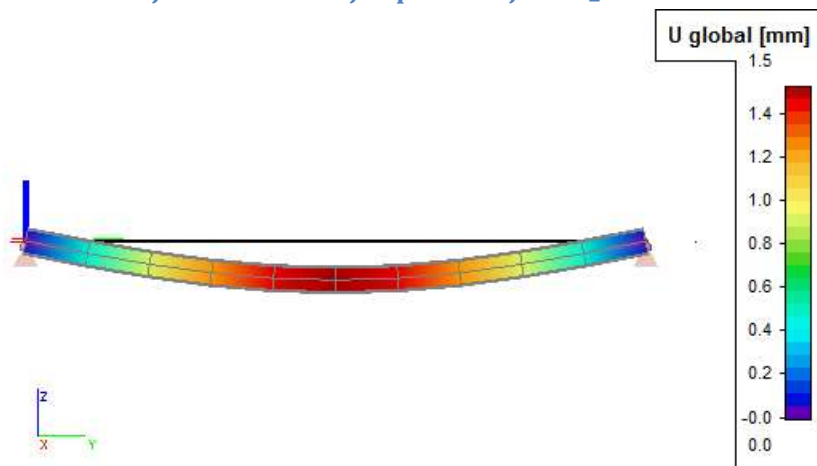
Za provjeru graničnog stanja naprezanja se koristi sljedeća kombinacija:

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

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

11.3 Rezultati proračuna

11.3.1 Progib konstrukcije za kombinaciju opterećenja CO2_GSU



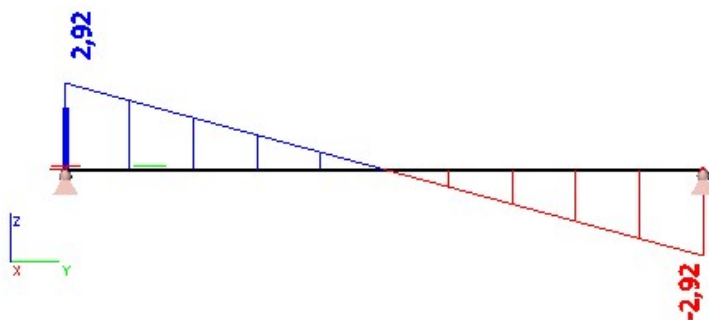
Očitani progib = 1,5 mm

$L/250 = 1850/250 = 7,4 \text{ mm}$

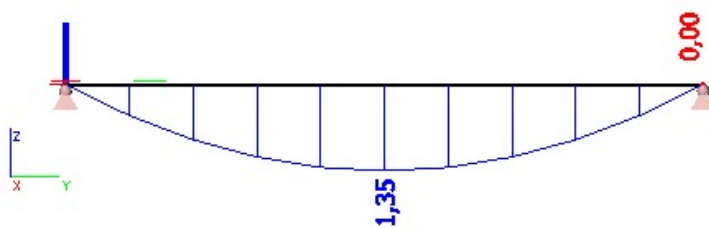
Konstrukcija zadovoljava granično stanje uporabivosti.

11.4 Rezne sile-(prikaz rezultata za C01_GSN)

Poprečna sila Vz (kN)



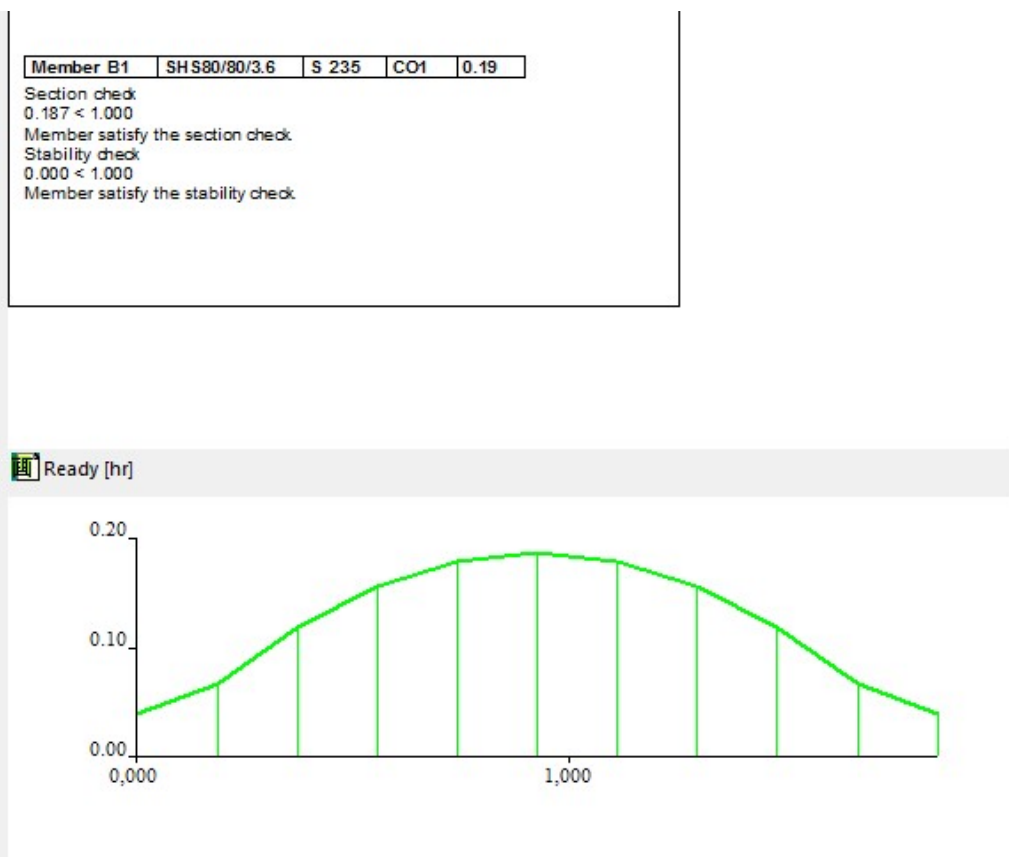
Moment savijanja My (kNm)



Reakcije na ležaju (kN)



11.5 Provjera nosivosti I stabilnosti konstrukcije



12 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 (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.

12.1 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
	$\mu_{fi} = 0,2$	$\mu_{fi} = 0,5$	$\mu_{fi} = 0,7$	$\mu_{fi} = 0,7$
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 su minimalnih dimenzija 300/300 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

12.2 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.

Tablica 5.4 – Najmanje dimenzije i osni razmaci za nosive betonske zidove

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 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 minimalno 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

12.3 Ploče

Zahtijevana klasa vatrootpornosti TT 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 armiranobetonске i prednapete **kontinuirane ploče nosive u jednom smjeru**.

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.

TT ploča je debljine 200 mm – ZADOVOLJAVAJU

Prema gornjoj tablici i usvojenim parametrima minimalni zaštitni sloj (osni za požar) za R 90 iznosi 20 mm.

Prema Glavnom Projektu minimalni zaštitni sloj c iznosi 25 mm. TT ploče je armirana minimalno sa mrežama što čini:

Proračunski zaštitni sloj pri požaru od $c_{nom} = 25 \text{ mm} + 8 \text{ mm} = 33 \text{ mm}$ – ZADOVOLJAVA

12.4 TT ploče

Zahtijevana klasa vatrootpornosti TT 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 smjeru**.

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.

Ploča škole je debljine 200 mm – ZADOVOLJAVAJU

Prema gornjoj tablici i usvojenim parametrima minimalni zaštitni sloj (osni za požar) za R 90 iznosi 20 mm.

Prema Glavnom Projektu minimalni zaštitni sloj c iznosi 25 mm. TT ploča je armirana minimalno sa konstruktivnom mrežom R283 te šipkama promjera 12mm što čini:

Proračunski zaštitni sloj pri požaru od $c_{nom} = 25 \text{ mm} + 12 \text{ mm} + 6 \text{ mm} = 43 \text{ mm}$ – ZADOVOLJAVA

12.5 Grede

Zahtijevana klasa vatrootpornosti greda 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 grede.

Tablica 5.5 – Najmanje dimenzije i osni razmaci slobodno oslonjenih greda od armiranoga i prednapetoga betona

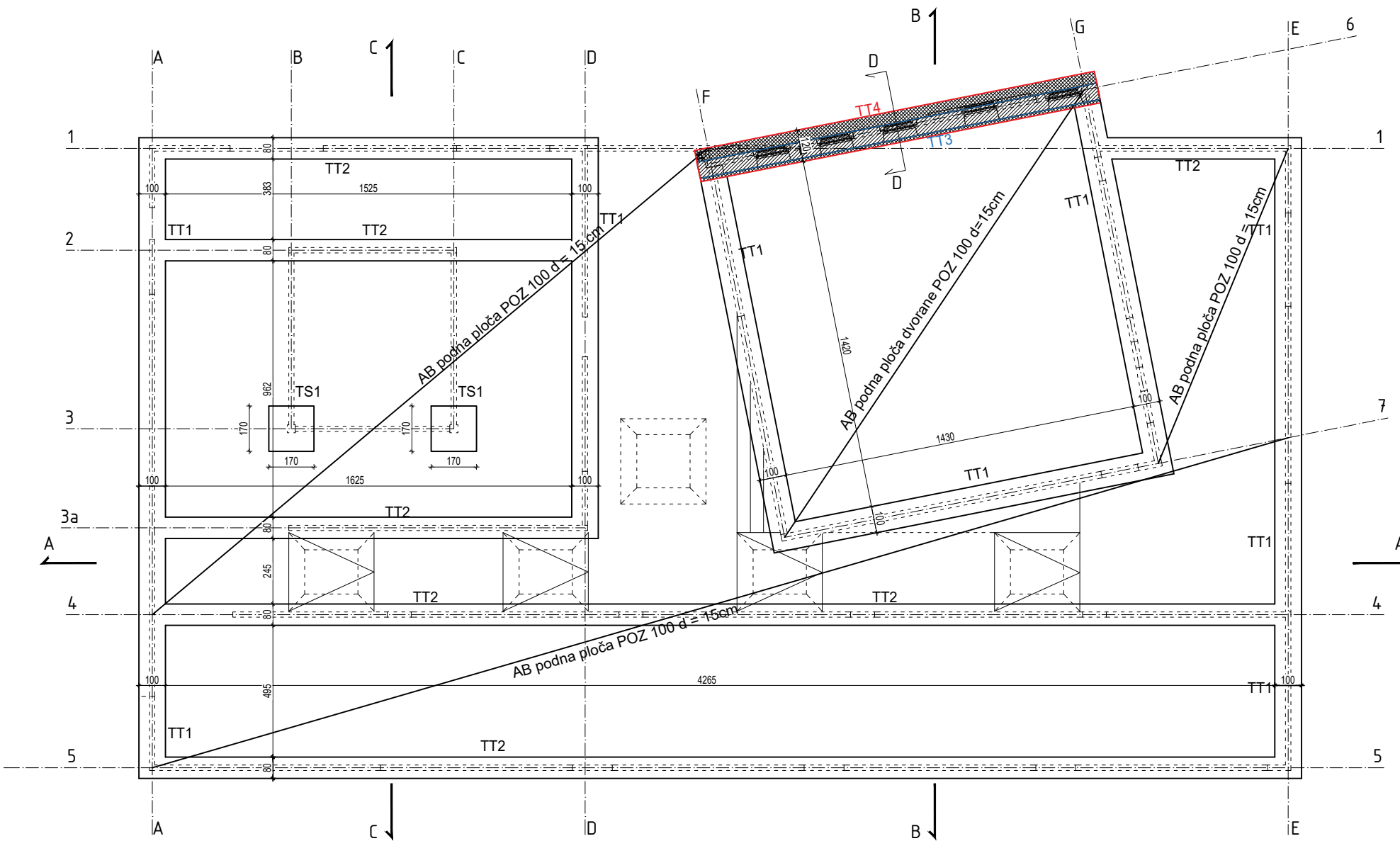
Normirana požarna otpornost	Najmanje dimenzije [mm]						
	Moguće kombinacije a i b_{min} , gdje je a prosječni osni razmak, a b_{min} širina grede				Debljina hrpta b_w		
					Razred WA ^(NB 4)	Razred WB	Razred WC
1	2	3	4	5	6	7	8
R 30	$b_{min} = 80$ $a = 25$	120 20	160 15*	200 15*	80	80	80
R 60	$b_{min} = 120$ $a = 40$	160 35	200 30	300 25	100	80	100
R 90	$b_{min} = 150$ $a = 55$	200 45	300 40	400 35	110	100	100
R 120	$b_{min} = 200$ $a = 65$	240 60	300 55	500 50	130	120	120
R 180	$b_{min} = 240$ $a = 80$	300 70	400 65	600 60	150	150	140
R 240	$b_{min} = 280$ $a = 90$	350 80	500 75	700 70	170	170	160
$a_{ef} = a + 10$ mm (vidjeti napomenu)							
Za prednapete grede, treba u obzir uzeti povećanje osnovog razmaka u skladu s točkom 5.2(5). a_{ef} je osni razmak do bočnih strana grede za kutne šipke (ili natege ili žice) grede sa samo jednim slojem armature. Ako su vrijednosti b_{min} veće od onih danih u stupcu 4, ne zahtijeva se povećanje a_{ef} . * Obično će biti mjerodavan zaštitni sloj zahtijevan prema normi EN 1992-1-1.							

Prema gornjoj tablici i usvojenim parametrima minimalna širina grede R 60 iznosi $b_{min}=160$ mm. Minimalna debljina greda je 20cm – ZADOVOLJAVA

Prema gornjoj tablici i usvojenim parametrima minimalni zaštitni sloj (osni za požar) za R 60 iznosi 35 mm. Prema Glavnom Projektu minimalni zaštitni sloj c iznosi 25 mm. Greda je armirana minimalno sa šipkama promjera 16 mm te dvoreznim vilicama promjera 8 mm što čini:
Proračunski zaštitni sloj pri požaru od $c_{nom} = 25 \text{ mm} + 8+8 \text{ mm} = 41 \text{ mm}$ – ZADOVOLJAVA

D. PLANOVI POZICIJA

Tlocrt temelja Mj.1:200



LEGENDA:

Temelji

TT1 AB temeljna traka dim. 100/60cm

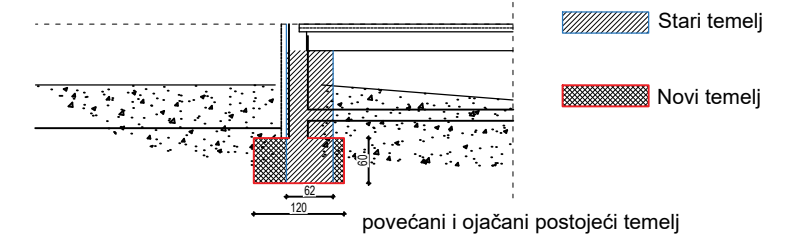
TT2 AB temeljna traka dim. 80/60cm

TT3 AB postojeći temelj širine 62cm

TT4 AB novi temelj dim. 120/60cm

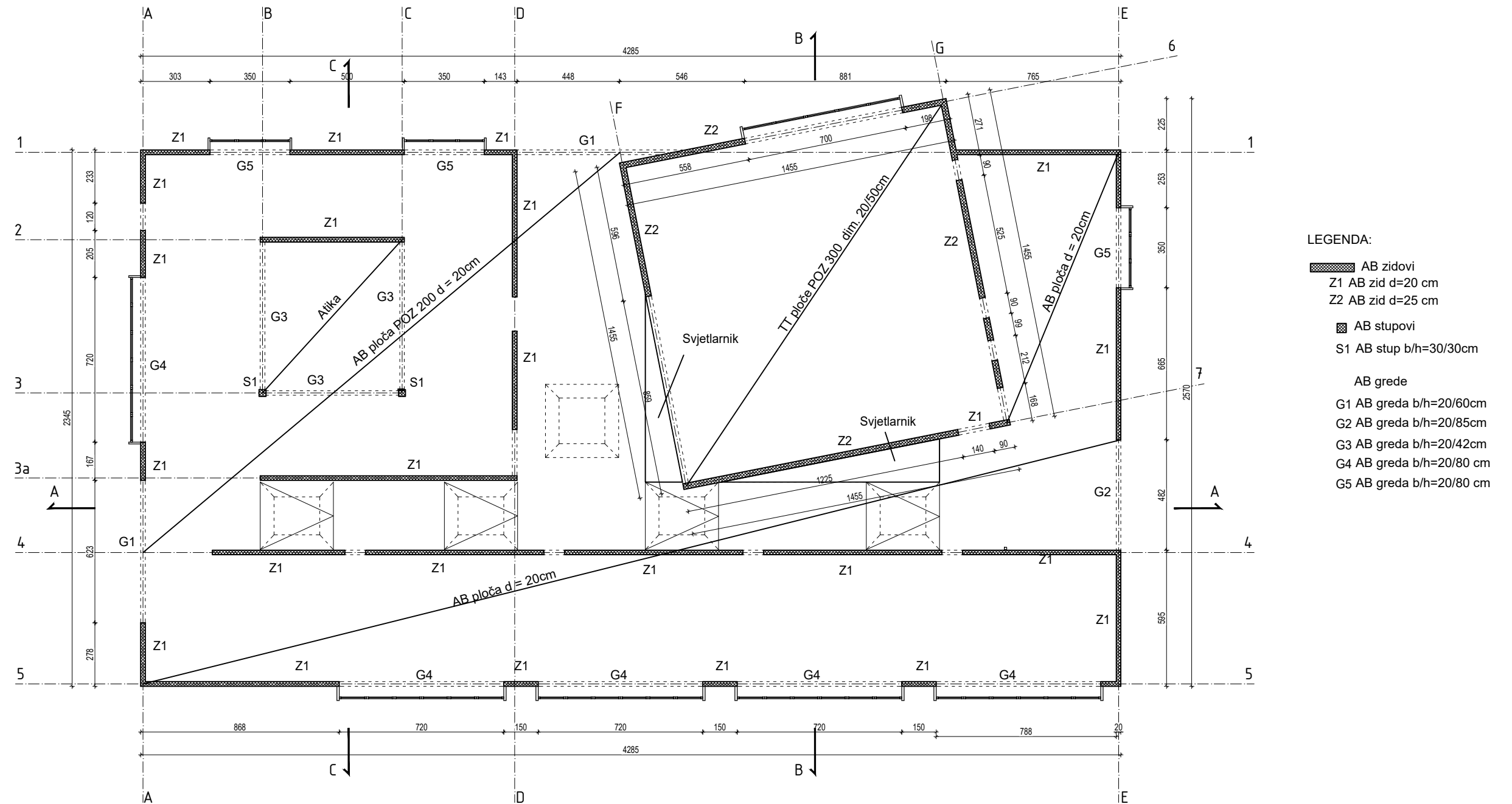
TS1 AB temeljna stopa dim. 170/170/60cm

Detalj postojećeg i novog temelja (povećani i ojačani postojeći temelj):
Presjek D-D MJ 1:50

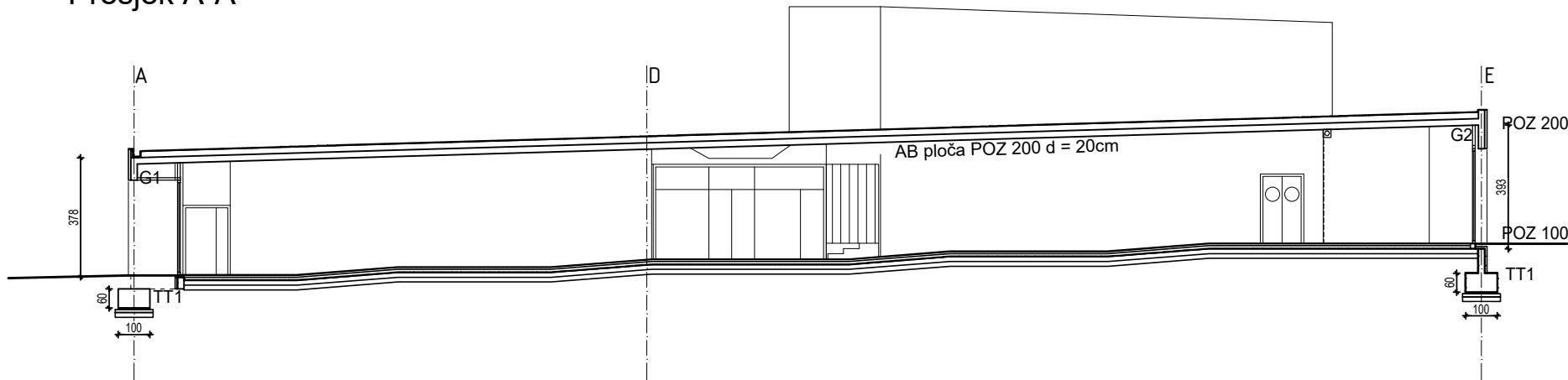


NAPOMENA:
Prilikom iskopa potrebno je utvrditi stvarnu veličinu temelja. Ukoliko se utvrdi da su potrebne veće dimenzije temelja potrebno je kontaktirati projektanta konstrukcije.

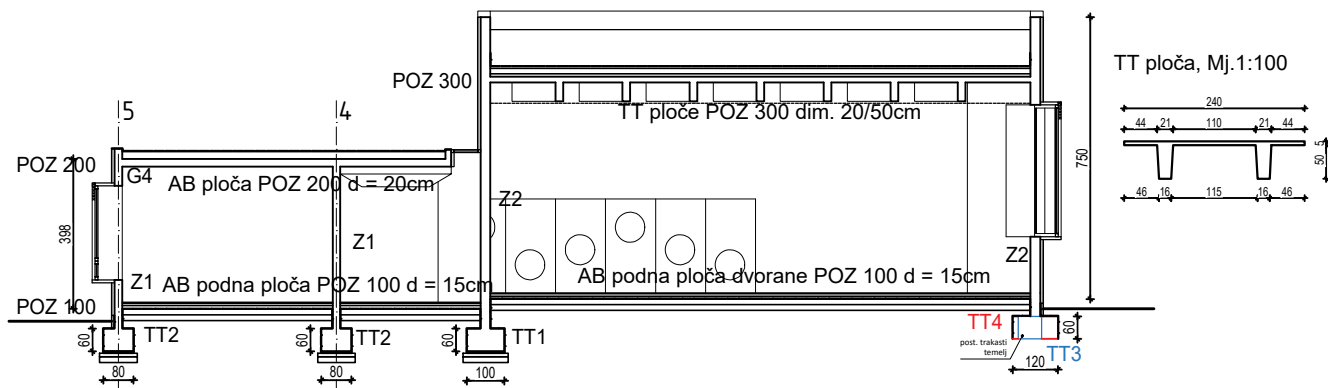
Tlocrt prizemlja Mj.1:200



Presjek A-A



Presjek B-B



LEGENDA:

- AB zidovi
- Z1 AB zid d=20 cm
- Z2 AB zid d=25 cm
- AB stupovi
- S1 AB stup b/h=30/30cm
- AB grede
- G1 AB greda b/h=20/60cm
- G2 AB greda b/h=20/85cm
- G3 AB greda b/h=20/42cm
- G4 AB greda b/h=20/80 cm
- Temelji
- TT1 AB temeljna traka dim. 100/60cm
- TT2 AB temeljna traka dim. 80/60cm
- TT3 AB postojeći temelj širine 62cm
- TT4 AB novi temelj dim. 120/60cm
- TS1 AB temeljna stopa dim. 170/170/60cm

Presjek C-C

