

SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| MODELIRANJE KONSTRUKCIJE | 2 |
| ANALIZA OPTEREĆEJA | 2 |
| ➤ SOPSTVENA TEŽINA I KORISNA OPTEREĆENJA | 2 |
| ➤ OPTEREĆENJE SNIJEGOM | 7 |
| ➤ SEIZMIČKO OPTEREĆENJE | 9 |
| PRORAČUN MEĐUSPRATNIH TAVANICA | 15 |
| PRORAČUN GREDE OSE 1 i 2 | 22 |
| ➤ GREDA NA KOTI +2.80..... | 24 |
| ➤ GREDA NA KOTI +5.60..... | 32 |
| PRORAČUN POPREČNIH GREDA | 39 |
| ➤ ULS GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI | 39 |
| ➤ SLS GRANIČNO STANJE UPOTREBLJIVOSTI..... | 42 |
| PRORAČUN STUBOVA | 48 |
| PRORAČUN VERTIKALNIH ZIDOVА | 52 |
| PRORAČUN ZIDA U OSI B | 53 |
| PRORAČUN TEMELJA | 54 |

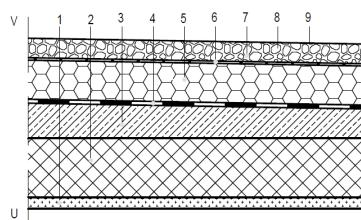
MODELIRANJE KONSTRUKCIJE

Konstrukcija je sastavljena iz horizontalnih i vertikalnih elemenata koji se temelje na dobro nosivom tlu. Kako je već obrzano, zbog specifičnih karakteristika konstrukcije, zbog jednostavnosti i lakšeg praćenja napraviti će se nekoliko statickih modela pomoću kojih će se analizirati određeni elementi.

ANALIZA OPTEREĆEJA

➤ SOPSTVENA TEŽINA I KORISNA OPTEREĆENJA

NEPROHODNI RAVNI KROV

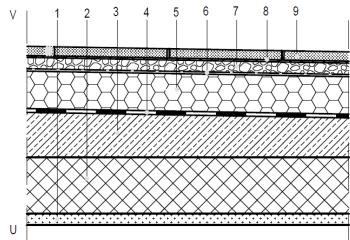


1. PLAFON - RIGIPS
2. ARMIRANO BETONSKA PLOČA d=150mm
3. NAGIBNI BETON d=30-80mm
4. HIDROIZOLACIJA
5. TIPA URSA CPS N-III-L d=100mm
6. FILC 6mm
7. ŠLJUNAK GRANULACIJE 4-8mm d=50mm

DODATNO STALNO OPTEREĆENJE

$$g=0.08 \cdot 25^{(3)} + 0.05 \cdot 20^{(7)} \approx 3.00 \text{ kN/m}^2$$

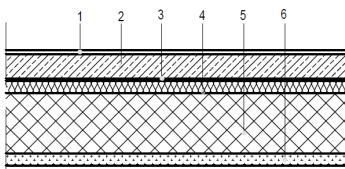
PROHODNI RAVNI KROV



1. PLAFON - RIGIPS
2. ARMIRANO BETONSKA PLOČA d=150mm
3. NAGIBNI BETON d=30-120mm
4. HIDROIZOLACIJA
5. TIPA URSA CPS N-III-L d=100mm
6. FILC 6mm
7. ŠLJUNAK GRANULACIJE 4-8mm d=30mm
8. FILC 6mm
9. FINALNA OBLOGA (KAMEN / KERAMIKA) d≤25mm

$$g=0.12 \cdot 25^{(3)} + 0.03 \cdot 20^{(7)} + 0.02 \cdot 22^{(9)} \approx 4.10 \text{ kN/m}^2$$

POD U UNUTRAŠNJIM PROSTORIJAMA



1. POD LAMINAT/KERAMIKA
2. ESTRIH d=60mm
3. DVOSTRUKA ZAŠTITNA FOLIJA
4. URSA TEP d=30mm
5. ARMIRANO BETONSKA PLOČA d=150mm
6. PLAFON - RIGIPS

$$g=0.06 \cdot 25^{(2)} + 1.50^{(*)} + 0.02 \cdot 22^{(1)} \approx 3.50 \text{ kN/m}^2$$

(*) Težina pregradnih zidova

Poz. 101 – Ploča prizemlja

| | |
|------------------------|---------------------------------------|
| Betonska ploča d=0.15m | 0.15·25=3.75 kN/m ² |
| Dodatno stalno | 3.50 kN/m ² |
| Korisno opterećenje | Ukupno: 7.25 kN/m ² |
| | 2.00 kN/m ² |

Poz. 201 – Ploča sprata

| | |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| Betonska ploča d=0.15m | 0.15·25=3.75 kN/m ² |
| Dodatno stalno | 3.50 kN/m ² |
| Korisno opterećenje | Ukupno: 7.25 kN/m ² |
| Korisno opterećenje balkona | 2.00 kN/m ² |
| | 3.00 kN/m ² |

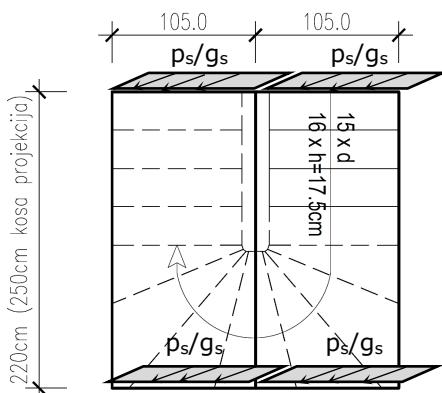
Poz. 301 – Krovna ploča

| | |
|------------------------|---------------------------------------|
| Betonska ploča d=0.15m | 0.15·25=3.75 kN/m ² |
| Dodatno stalno | 4.10 kN/m ² |
| Korisno opterećenje | Ukupno: 7.85 kN/m ² |
| | 2.00 kN/m ² |

Poz. 401 – Krovna ploča

| | |
|------------------------|---------------------------------------|
| Betonska ploča d=0.15m | 0.15·25=3.75 kN/m ² |
| Dodatno stalno | 3.00 kN/m ² |
| Korisno opterećenje | Ukupno: 6.75 kN/m ² |
| | 2.00 kN/m ² |

Stepenište se neće modelirati. Sa stepeništa se prenosi reakcija korisnog i stalnog opterećenja na konstrukciju. Kako će se konstrukcija stepeništa izraditi od betona opterećenje je:



Stalno: $g_s = 2.50 \cdot 0.5 \cdot 8.00 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{10.00 \text{ kN/m'}}$

Korisno: $p_s = 2.50 \cdot 0.5 \cdot 3.00 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{3.75 \text{ kN/m'}}$

Zidani zidovi (težina) uzimaju se u skladu sa tehničkim listom za proizvoljno odarbanog proizvođača. Tako je za zidan blok dimenzija 39x24x19 jedinična masa je 262,5kg/m² što je $262.5/0.24 = 1093.75 \text{ kg/m}^3$ pa je načeno usvojena zapreminska težina od 12kN/m³.

Površinska težina zidnog elementa d=20cm

$g'_z = 12 \cdot 0.2 = \mathbf{2.40 \text{ kN/m}^2}$

Usvaja se srednja vrijednost spratne visine od 3m pa je konačno linijsko opterećenje na mjestu zidanih zidova sa ili bez otvora (na strani sigurnosti) jednako:

Opterećenje od zidova Visina zida $h=3\text{m}$

$$g_z = 2.40 \cdot 3.0 = \mathbf{7.20\text{kN/m'}}$$

Parapet na krovu i na balkonu, tretira se kao linijsko opterećenje. Atika je izrađena od AB blokova $d=12\text{cm}$ i težine je:

Betonski parapet/atika
Dodatno stalno

$$g_{at} = 1.00 \cdot 0.12 \cdot 12 = \mathbf{1.50\text{kN/m'}}$$

Siporex zidovi predviđaju se na mjestu konzolnog prepusta (zid u osi F). Usvojena je težina siporeksa u skladu sa proizvoljno odabranim proizvođačem i to 6kN/m^3 pa je opterećenje za zid $d=20\text{cm}$:

Siporeks zidovi

$$g_{sip} = 0.20 \cdot 6 = \mathbf{1.20\text{kN/m'}}$$

Za visinu od 2.70m

$$g'_{sip} = 1.20 \cdot 2.70 = \mathbf{3.25\text{kN/m'}}$$

Stakleni paneli na konzolnom prepustu predviđeno je zastakljivanje nekim od sistema tipski staklenih stijena.

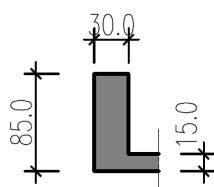
Površinska težina staklene stijene

$$g'_{sf} = \mathbf{1.00\text{kN/m}^2}$$

Linijsko opterećenje od staklene stijene
Visina stijene $h=2\text{m}$

$$g_{sf} = 1.00 \cdot 2.00 = \mathbf{2.00\text{kN/m'}}$$

Težina grede u osama 1 i 2



$$g_b = 0.70 \cdot 0.30 \cdot 25 = \mathbf{5.25 \text{ kN/m}^1}$$

Težina grede u osama A,B,C,D i E

Težina grede A,B,C,D

$$g_b = 0.20 \cdot 0.20 \cdot 25 = \mathbf{1.00\text{kN/m}^1}$$

Težina grede E

$$g_b = 0.30 \cdot 0.20 \cdot 25 = \mathbf{1.50\text{kN/m}^1}$$

Težina kamene fasade

Površinsko opterećenje
kamena

$$g_{ka} = 0.02 \cdot 30 = \mathbf{0.60\text{kN/m}^2}$$

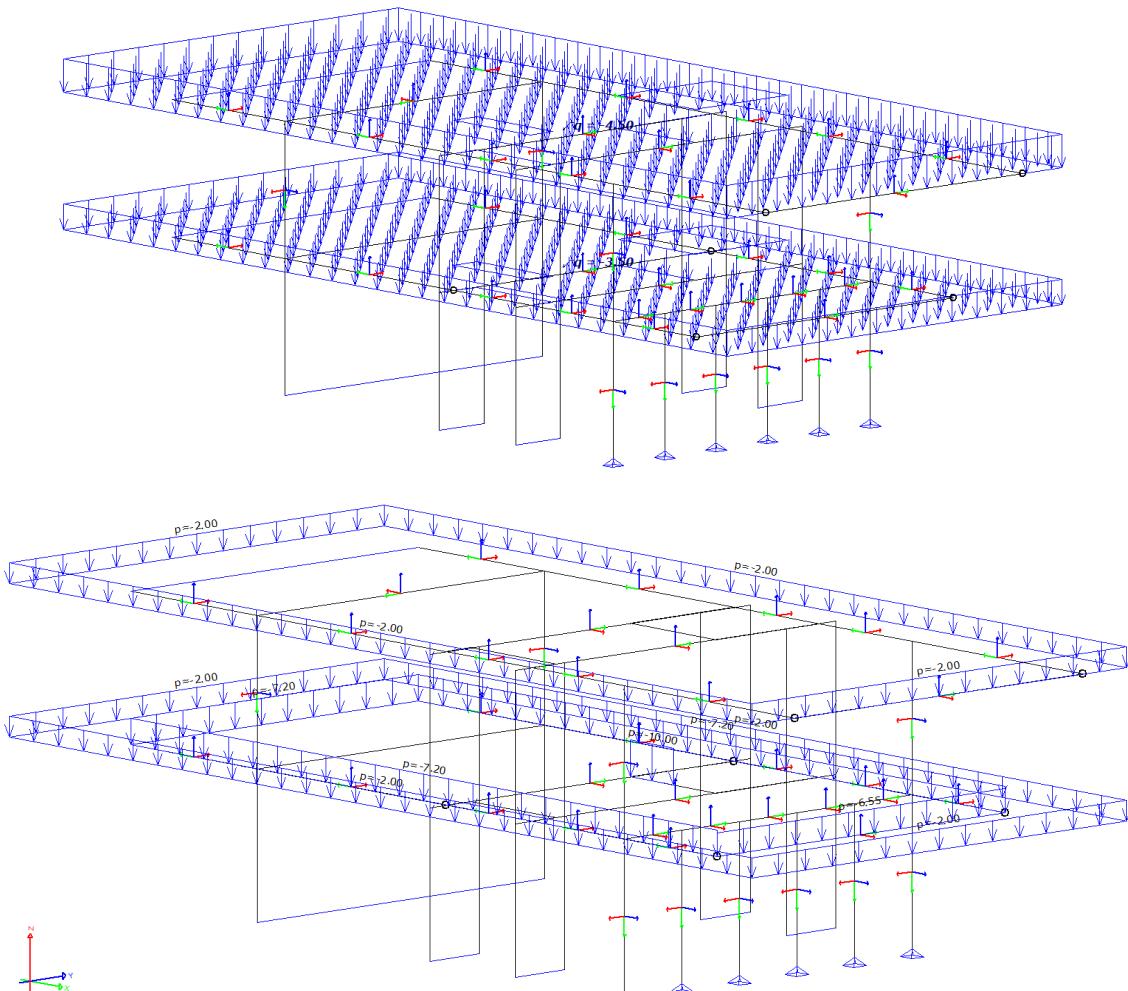
Jednostrana obloga za visinu od $H=2.70\text{m}$

$$g_b = 1 \cdot \mathbf{0.60} \cdot 2.70 = \mathbf{1.65\text{kN/m}^1}$$

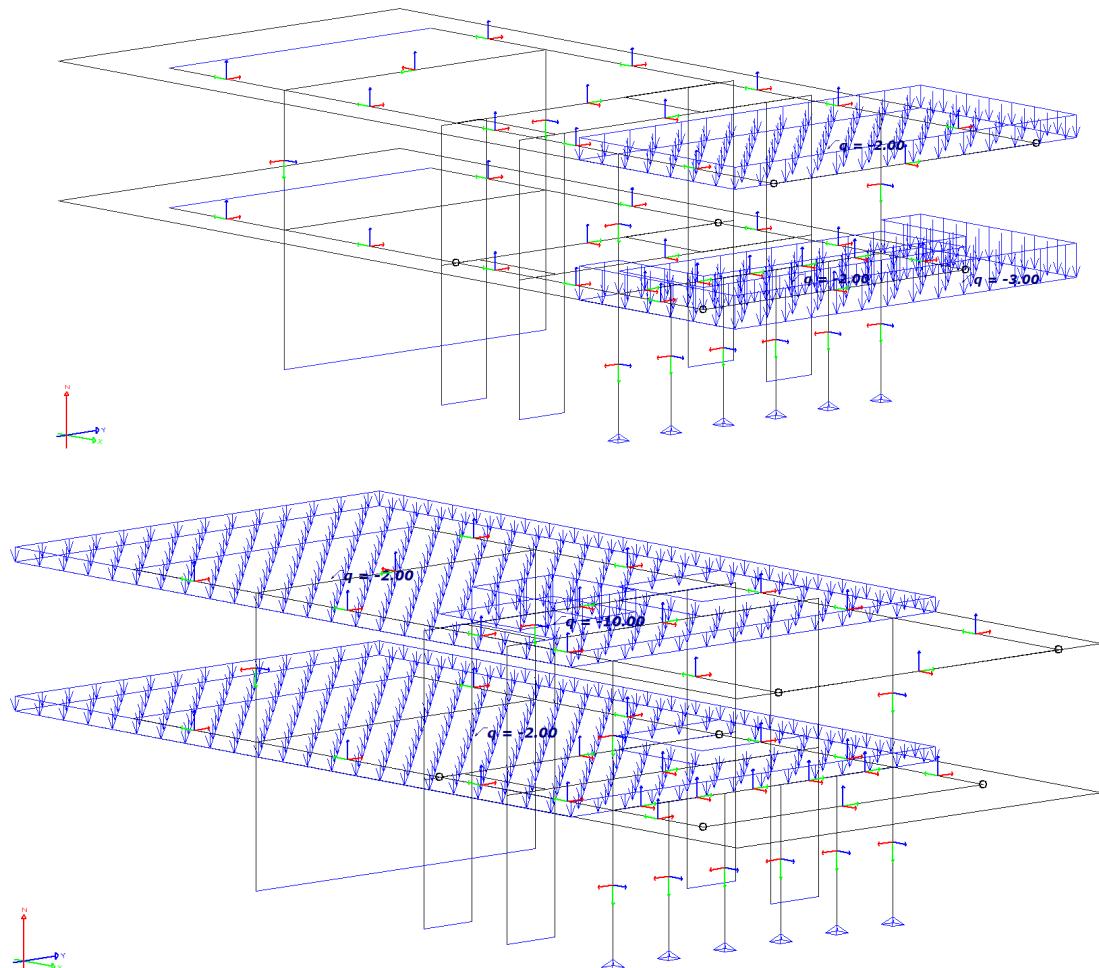
Dvostrana obloga za visinu od $H=2.70\text{m}$

$$g_b = 2 \cdot \mathbf{0.60} \cdot 2.70 = \mathbf{3.30\text{kN/m}^1}$$

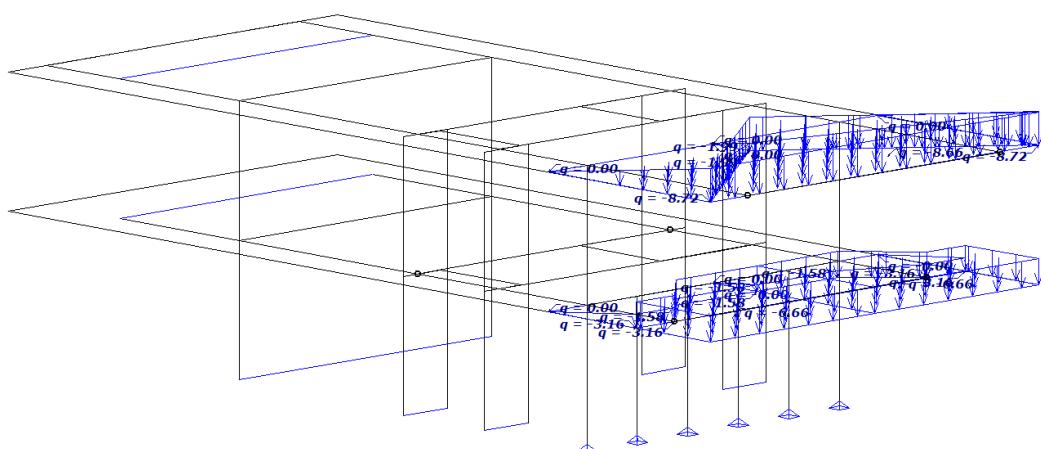
Usvojena su sljedeća opterećenja:



Površinsko i linijsko usvojeno stalno opterećenje



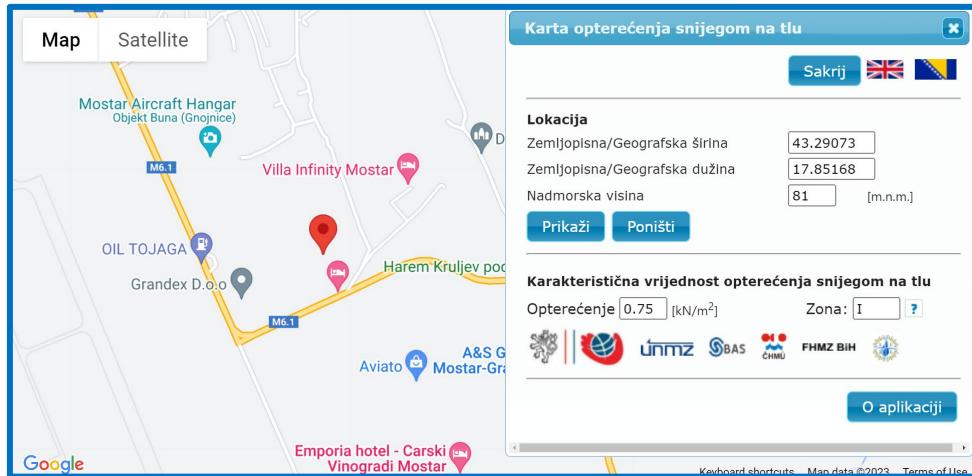
Površinsko korisno opterećenje u dvije različite dispozicije



Zamjenjujuće vertikalno seizmičko opterećenje

➤ OPTEREĆENJE SNIJEGOM

Opterećenje snijegom usvaja se u skladu sa nacionalnim dodatkom **BAS EN 1991-1-3/NA:2018** za lokaciju objekta i iznosi:



$$s_k = 0.75 \text{ kN/m}^2$$

Opterećenje snijegom računa se u skladu sa **EN 1991-1-3** u skladu sa sljedećim izrazom:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

Gdje su:

μ_i – Koeficijent oblika krova

C_e – Koeficijent topografije

C_t – Termički koeficijent

I iznose:

Tabela 5.1: Preporučene vrednosti koeficijenta C_e za različite topografije

| Topografija | C_e |
|-----------------------------|-------|
| Izložena vetru ^a | 0,8 |
| Uobičajena ^b | 1,0 |
| Zaklonjena ^c | 1,2 |

^a **Topografija izložena vetru:** ravničarske površine bez smetnji, izložene sa svih strana, bez, ili sa malim zaklonima koje pruža teren, viši građevinski objekti ili drveće.

^b **Uobičajena topografija:** površine kod kojih usled dejstva vetra nema značajnog uklanjanja snega sa građevinskih objekata, kako zbog terena, tako i zbog drugih građevinskih objekata ili drveća.

^c **Zaklonjena topografija:** površine kod kojih je razmatrani građevinski objekat znatno niži od okolnog terena, ili je okružen visokim drvećem i/ili višim građevinskim objektima.

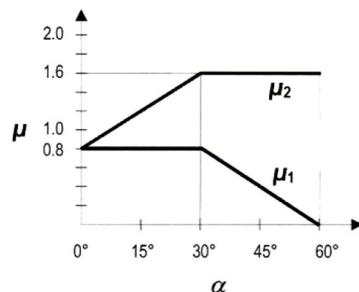
$$C_e = 1.00$$

Termički koeficijent se usvaja da je:

$$C_t = 1.00$$

U skladu sa članom (8) – Nema topotnih gubitaka

Koeficijent oblika usvaja se u skladu sa sljedećim dijagramom i iznosi:



$$\mu_i = 0.80$$

Pa je konačno opterećenje snijegom:

$$s = 0.80 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 0.75 = 0.60 \text{ kN/m}^2$$

Kako se korisno opterećenje na krovu i snijeg ne mogu javiti istovremeno u punom intenzitetu, može se sa pravom konstatovati da je opterećenje snijegom zanemarivo malo u odnosu na korisno opterećenje koje iznosi 2.00 kN/m^2 . Odnosno, kombinacijska vrijednost opterećenja snijegom iznosi $\Psi_0 = 0.50$ dok je za korisno opterećenje $\Psi_0 = 0.70$ kategorija A – stambene prostorije tako da su dvije moguće superpozicije korisnog opterećenja i opterećenja snijegom i to:

$$0.50 \cdot s + q = 0.50 \cdot 0.60 + 2.00 = 2.30$$

$$s + 0.70 \cdot q = 0.60 + 0.70 \cdot 2.00 = 2.00$$

Kako se korisno opterećenje u zgradama kreće u preporučenom intervalu od $1.50 - 2.00 \text{ kN/m}^2$, slijedi da je minimalno moguće kombinacijsko opterećenje u intervalu:

$$0.50 \cdot s + q = 0.50 \cdot 0.60 + 1.50 = 1.80$$

$$s + 0.70 \cdot q = 0.60 + 0.70 \cdot 1.50 = 1.65$$

Što znači da moguće kombinovano opterećenje snijega sa korisnim varira od $1.80 - 2.30 \text{ kN/m}^2$. Ovo znači da sa usvojenim korisnim opterećenjem od 2.00 kN/m^2 nisu premašeni sigurnosni zahtjevi u skladu sa normom i **opterećenje snijegom se može zanemariti**.

➤ SEIZMIČKO OPTEREĆENJE

Seizmičko opterećenje, u načelu, kod objekata prizemnih i manjih kuća može da se zanemari. Iako se radi o takvom objektu, zbog nepravilne geometrije, nepovoljne koncentracije mase i zavidnog konzolnog prepusta, ovo opterećenje može izazvati ozbiljnije uticaje pa se neće zanemariti.

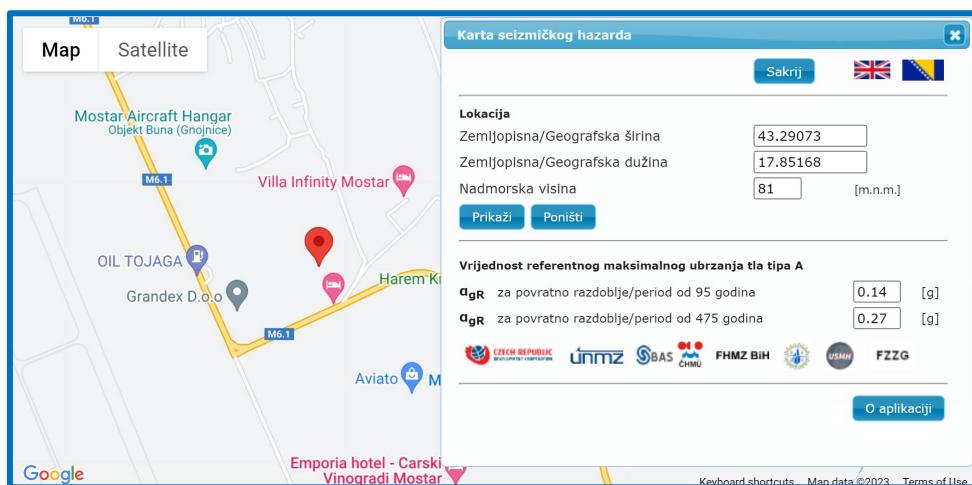
Od posebnog je interesa poprečni pravac (okomito na osovine 1 i 2) i vertikalni pravac na mjestu konzolnog prepusta.

Prema **EN 1998-1** tlo je klasificirano u skladu sa sljedećom tabelom:

Tabela 3.1: Klasifikacija tla

| Kategorija tla | Opis geološkog profila | Parametri | | |
|----------------|--|------------------|---------------------------|-------------|
| | | $V_{s,30}$ (m/s) | N_{SPT} (udarci /30 cm) | C_u (kPa) |
| A | Stena ili stenska geološka formacija, uključujući najviše 5 m slabijeg materijala na površini | > 800 | - | - |
| B | Depoziti vrlo gustog peska, sljunka ili vrlo krute gline, debljine barem nekoliko desetina metara, sa povećanjem mehaničkih osobina sa dubinom | 360 - 800 | > 50 | > 250 |
| C | Duboki depoziti gustog ili srednje gustog peska, sljunka ili krute gline, sa debljinama od nekoliko desetina do više stotina metara | 180 - 360 | 15 - 50 | 70-250 |
| D | Depoziti slabo-do-srednje nekohezivnog tla (sa ili bez miskih kohezivnih slojeva) ili dominantno meko-do-čvrsto kohezivno tlo | < 180 | < 15 | < 70 |
| E | Tlo čiji se profil sastoji iz aluvijalnog sloja sa vrednostima v_s za Tip C ili D i sa debljinom koja varira između oko 5m i 20m, ispod kojeg je krucje tlo sa $v_s > 800$ m/s | | | |
| S1 | Depoziti koji se sastoje ili sadrže sloj od barem 10 m debljine miskih glina/mulja sa visokim indeksom plastičnosti ($PI > 40$) i sa visokim sadržajem vode | < 100 | - | 10 - 20 |
| S2 | Depoziti likvefabilnog tla, sastavljenih od osetljivih glina ili od bilo kog drugog profila tla koji nije uključen u Tipove A-E ili S1 | | | |

Projektno ubrzanje tla usvaja se sa nacionalne karte i iznosi:



$$a_{gR}=0.27[g]$$

Na osnovu navedenih parametara i usvojene preporučene vrijednosti faktora ponašanja $q=1.50$ za horizontalni pravac i $q=1.00$ za vertikalni pravac prikazani su karakteristični spektri projektnog ubrzanja:

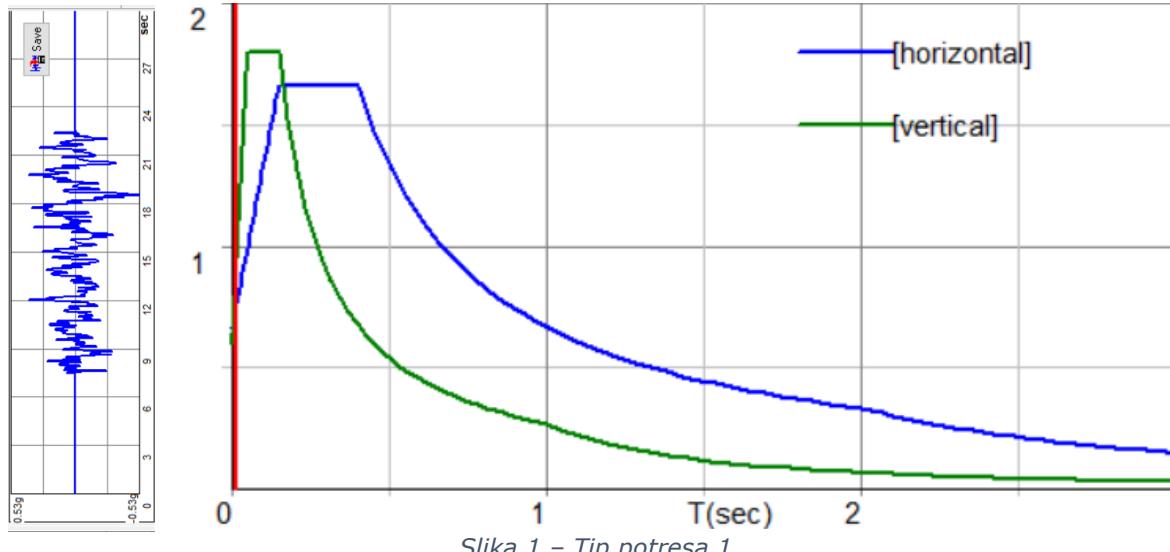
Seizmički parametri:

$$a_{gR} = 0.27[g]$$

Tlo: Tip A

$$q_{vert} = 1.00$$

$$q_{hor} = 1.50$$



Seizmička računska kombinacija je:

$$\sum G_{k,i} + P + A_{Ed} + \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Gdje su:

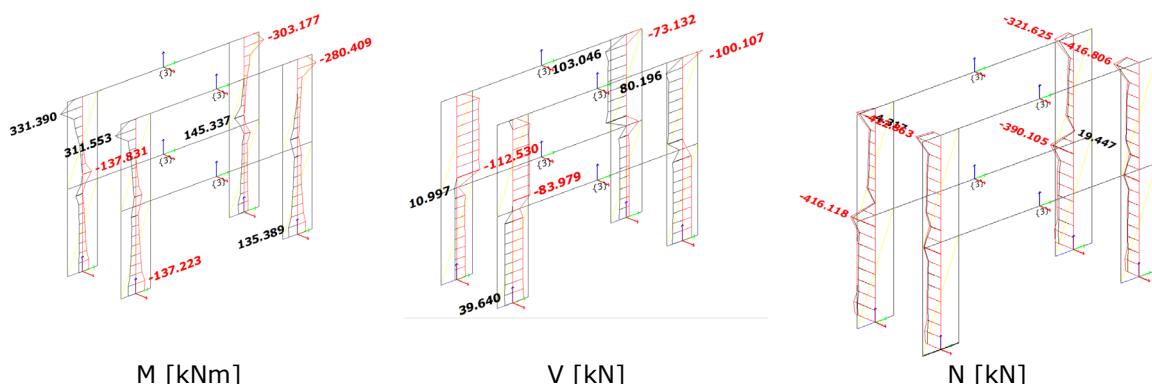
G_k – Stalna djelovanja

A_{Ed} – Seizmička djelovanja

$Q_{k,i}$ – Vodeće korisno opterećenje

$\psi_{2,i}$ – Faktor kombinacija za kvazi stalno opterećenje $\psi_{2,i}=0.30$

Proračun je napravljen na proravnom modelu i u glavnim seizmičkim zidovima u osama C i D dobijeni su sljedeći rezultati:

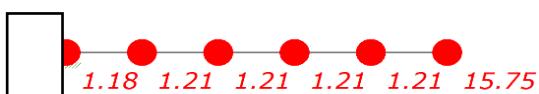


ODREĐIVANJE VERTIKALNOG SEIZMIČKOG DJELOVANJA GREDA U OSI 1 i 2 +2.80

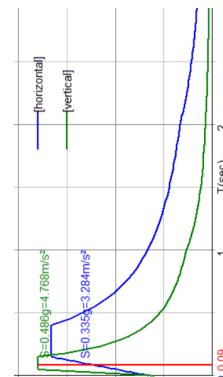
U softveru TOWER8 nije moguće odrediti seizmičke uticaje u vertikalnom pravcu, pa će se na osnovu dobijenih frekvencija u vertikalnom pravcu i generisanih masa u softveru "na ruke" izvršiti proračun seizmičkih vertikalnih sile na konzolnom prepustu.

Proračun se vrši za seizmičku kombinaciju djelovanja G+30%Q.

| Ton | T (Period oscilovanja) | Masa [t] | Φ (Participacija mase) | S _d (Spektralno ubrzanje) [m/s ²] |
|-----|------------------------|----------|------------------------|--|
| 1 | 0.086s | - | 1.000 | 4.77 |



0.00 0.14 0.32 0.53 0.75 1.00



Vidi sliku 1.

Ukupna seizmička sila i-tog tona računa se na osnovu **EN-1998-1** dio i ona iznosi:

$$F_{b,i} = S_d(T_i) \cdot m_k \cdot \lambda$$

Gdje su:

Gdje su:

λ – Korekcioni faktor koji se usvaja da iznosi 1.00

m_k – Ukupna seizmička modalna masa $\Phi_i \cdot m$ Ukupna masa=20.56t

$S_d(T_i)$ – Spektralno ubrzanje u odgovarajućem tonu oscilovanja

$$F_{b,1} = S_d(T_1) \cdot \Phi_1 \cdot m \cdot \lambda = 4.77 \cdot 1.00 \cdot 20.56 \cdot 1.00 = \mathbf{100kN}$$

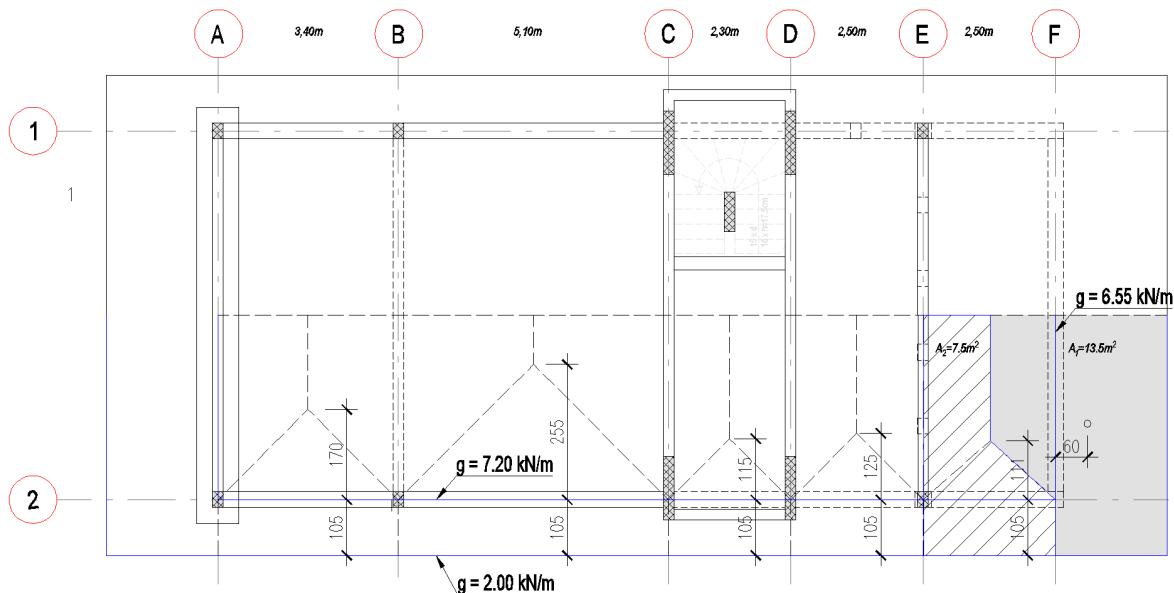
Raspodjela sila vrši se proporcionalna modalnim pomjeranjima za svaki ton pojedinačno i iznosi:

$$F_{j,i} = F_{b,i} \cdot \frac{s_i \cdot m_i}{\sum s_i \cdot m_i} = 100 \cdot \frac{s_i \cdot m_i}{17.85}$$

Seizmičke vertikalne sile na mjestu odgovarajućih masa napisati će se tabelarno a respektivno sa slikom:

0.00kN 1.00kN 2.15kN 3.60kN 5.10kN 90kN

Ekvivalentna statička analiza obrazložena u proračunu grede. Pored ovoga proračunati će se i ekvivalentni pritisci na ploču koji će se uzeti u obzir u prostornom modelu pri proračunu ostalih elemenata. Tj:



Za prostorni model koriste se sljedići ekvivalentni zamjenjujući pritisci:

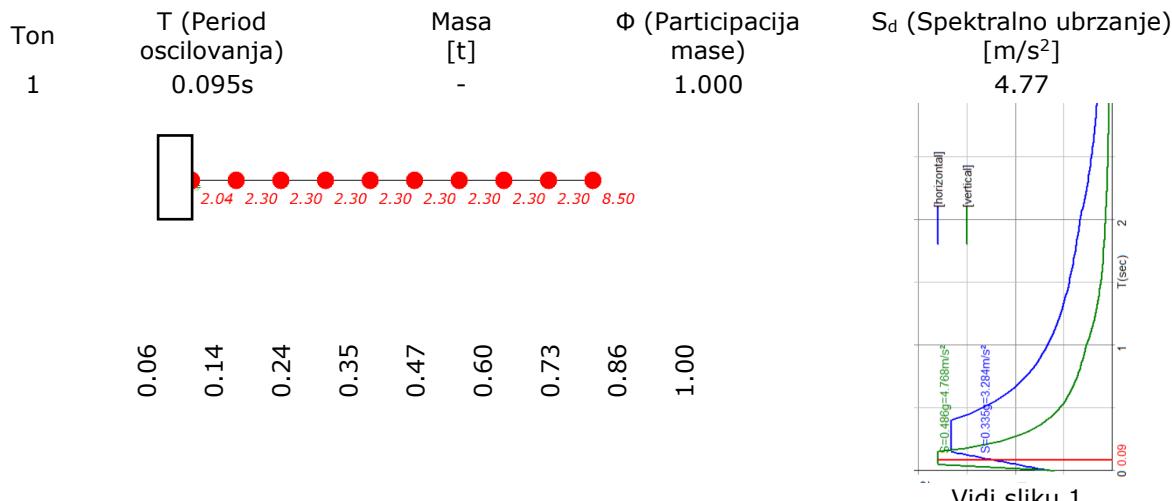
$$p_{v,1} = 90/A_1 = 90/13.50 = 6.66 \text{ kPa}$$

$$p_{v,2} \approx (1+2.15+3.60+5.10) \cdot 2/A_2 = 3.16 \text{ kPa}$$

ODREĐIVANJE VERTIKALNOG SEIZMIČKOG DJELOVANJA GREDA U OSI 1 i 2 +5.60

U softveru TOWER8 nije moguće odrediti seizmičke uticaje u vertikalnom pravcu, pa će se na osnovu dobijenih frekvencija u vertikalnom pravcu i generisanih masa u softveru "na ruke" izvršiti proračun seizmičkih vertikalnih sile na konzolnom prepustu.

Proračun se vrši za seizmičku kombinaciju djelovanja G+30%Q.



Vidi sliku 1.

Ukupna seizmička sila i-tog tona računa se na osnovu **EN-1998-1** dio i ona iznosi:

$$F_{b,i} = S_{d(T_i)} \cdot m_k \cdot \lambda$$

Gdje su:

Gdje su:

λ – Korekcioni faktor koji se usvaja da iznosi 1.00

m_k – Ukupna seizmička modalna masa $\Phi_i \cdot m$ Ukupna masa=26.89t

$S_{d(T_i)}$ – Spektralno ubrzanje u odgovarajućem tonu oscilovanja

$$F_{b,1} = S_{d(T_1)} \cdot \Phi_1 \cdot m \cdot \lambda = 4.77 \cdot 1.00 \cdot 26.89 \cdot 1.00 = \mathbf{130kN}$$

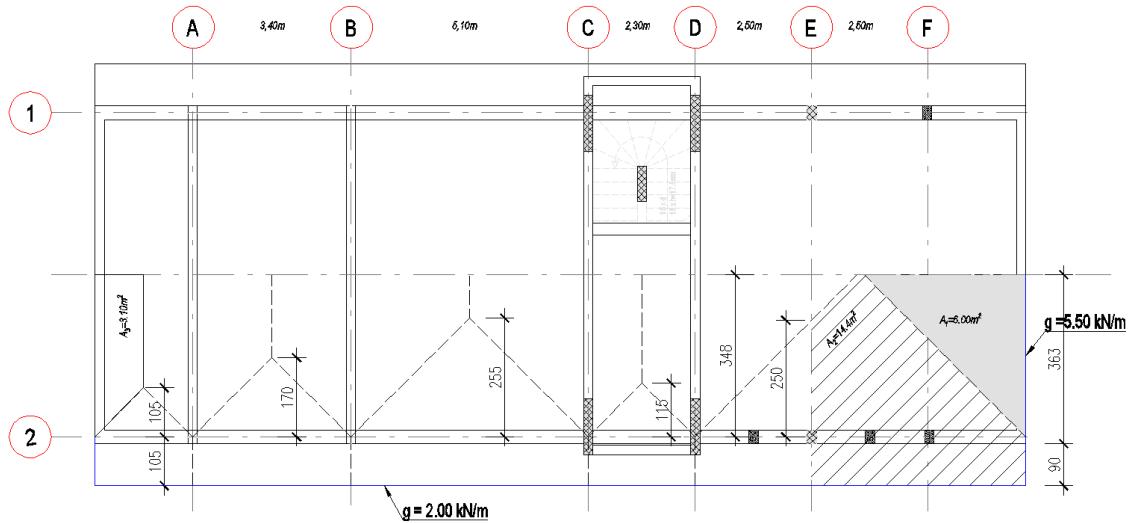
Raspodjela sila vrši se proporcionalna modalnim pomjeranjima za svaki ton pojedinačno i iznosi:

$$F_{j,i} = F_{b,i} \cdot \frac{s_i \cdot m_i}{\sum s_i \cdot m_i} = 130 \cdot \frac{s_i \cdot m_i}{16.44}$$

Seizmičke vertikalne sile na mjestu odgovarajućih masa napisati će se tabelarno a respektivno sa slikom:

1.10kN 2.55kN 4.35kN 6.35kN 8.55kN 11.00kN 13.30kN 15.60kN 52kN

Ekvivalentna statička analiza obrazložena u proračunu grede. Pored ovoga proračunati će se i ekvivalentni pritisci na ploču koji će se uzeti u obzir u prostornom modelu pri proračunu ostalih elemenata. Tj:



Za prostorni model koriste se sljedići ekvivalentni zamjenjujući pritisci:

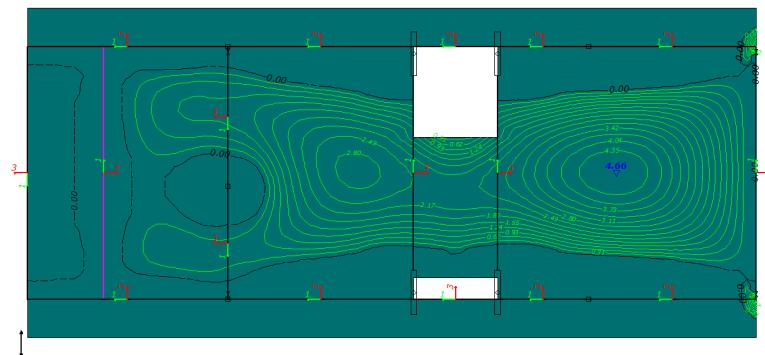
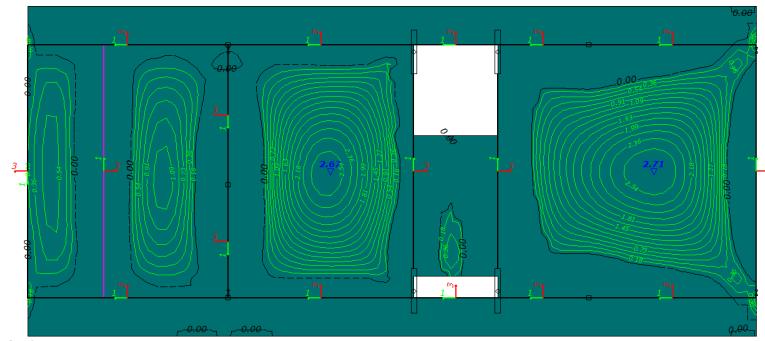
$$p_{v,1} = 52/A_1 = 52/6.00 = 8.66 \text{ kPa}$$

$$p_{v,2} \approx (62.8) \cdot 2/A_2 \approx 8.72 \text{ kPa}$$

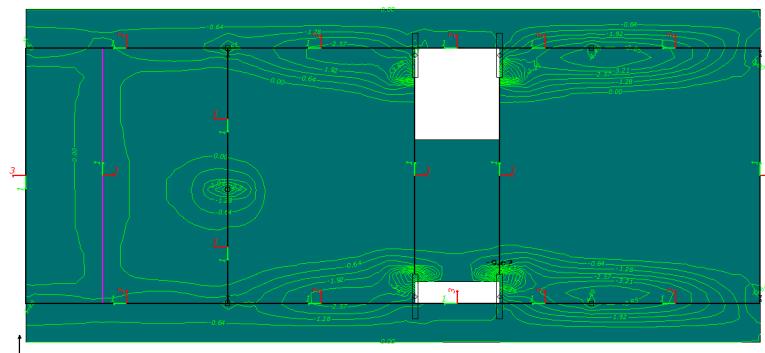
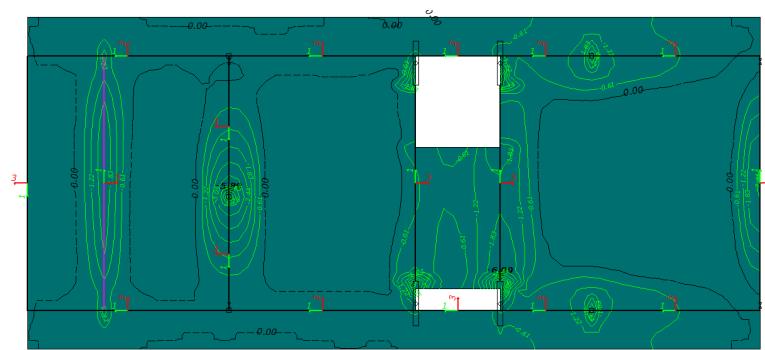
PRORAČUN MEĐUSPRATNIH TAVANICA

Ploča na koti +5.60

Donja zona:

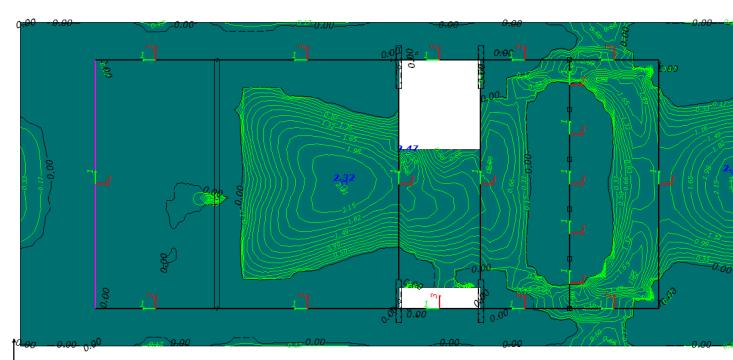
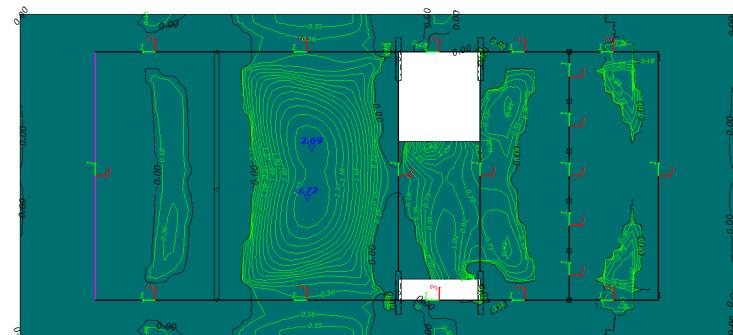


Gornja zona:

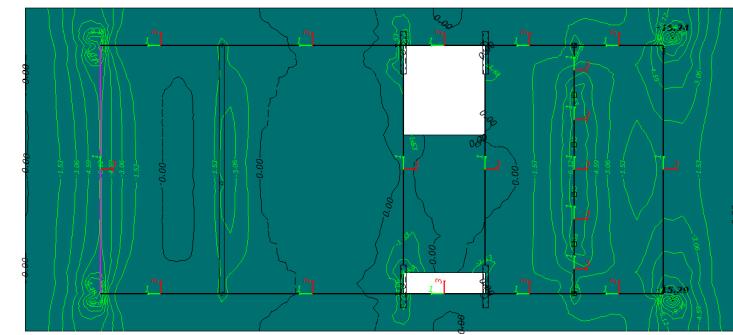
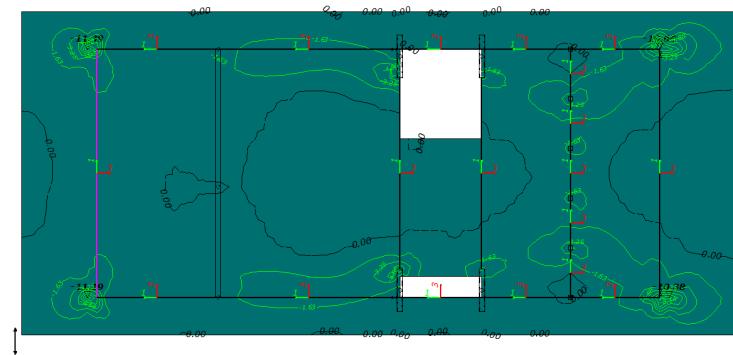


Ploča na koti +2.80

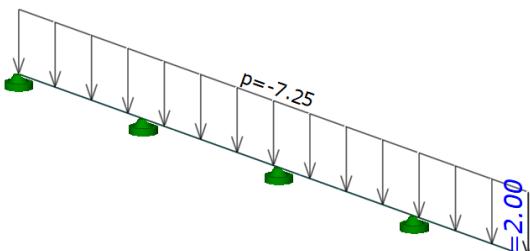
Donja zona:



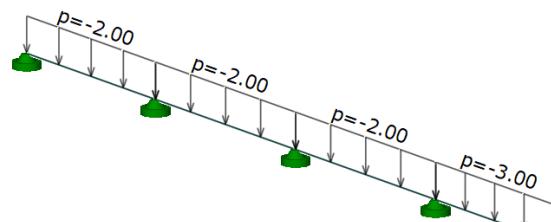
Gornja zona:



Kako bi se pokrili nedostatci ovakvog modeliranja ploče koji se ogledaju u složenosti modela, napraviti će se jednostavan linijski model ploče na koti +2.80 i to dijela ploče oslonjene u osama C,D,E i F.

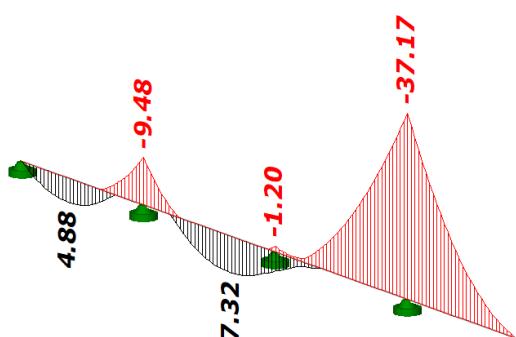


Stalno opterećenje ploče

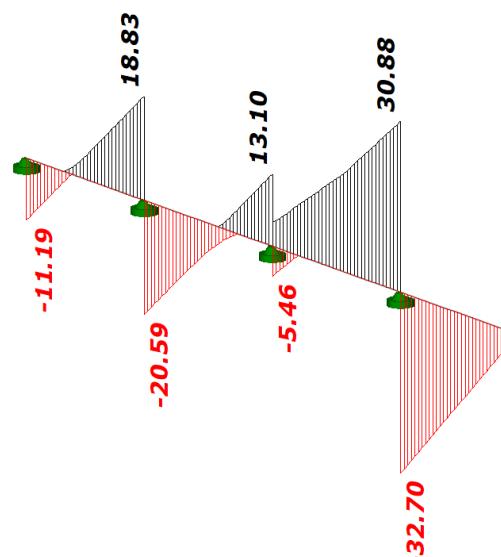


Korisno opterećenje ploče

Opterećenje se dovodi u najnepovoljniju dispoziciju i granični uticaji u ploči prikazani su u nastavku:



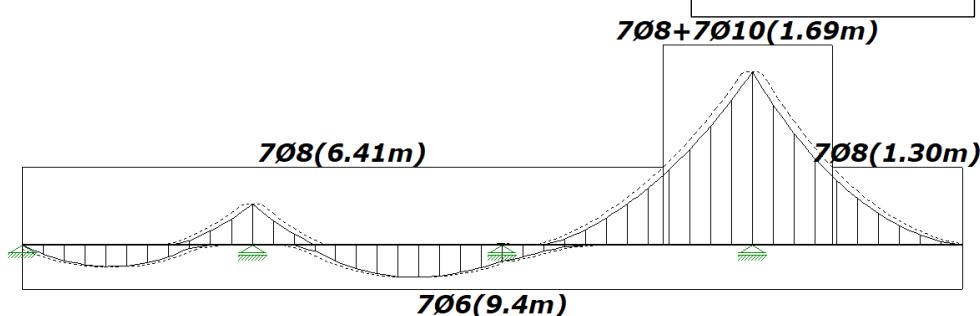
M_{Ed} [kNm]



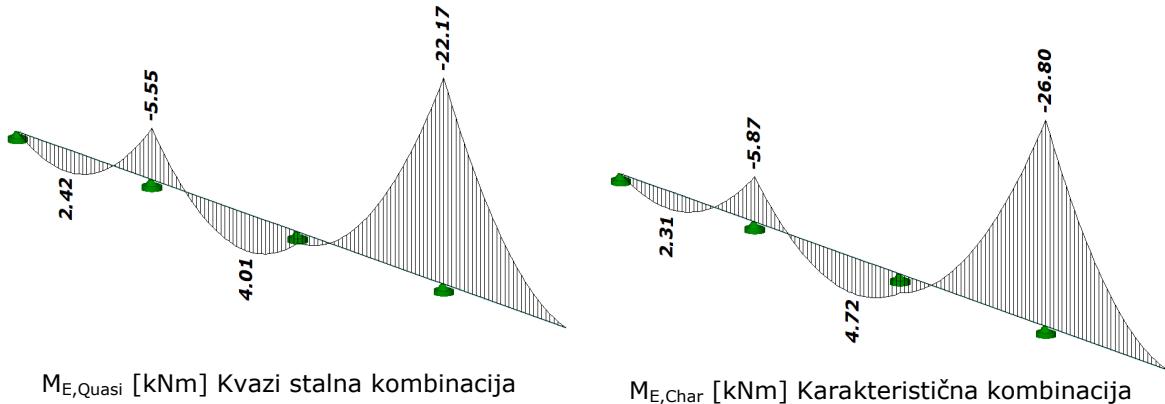
V_{Ed} [kN]

Dimenzioniranje se vrši za ploču širine 1m i rezultati proračuna sa usvojenom armaturom prikazani su u nastavku:

Vidi napomenu u nastavku,
usvojiti $\Phi 14/15$!



Momenti u SLS kombinacijama djelovanja su:



$\phi=2.00 \rightarrow$ Koeficijent puzanja betona

$$M_{Ed,Quasi}/M_{Ed,Char} = 22.20/26.80 = 0.80 \rightarrow \phi_{CHAR} = 2.00 \cdot 0.80 = 1.60$$

Pa su prikazani ugibi za sljedeće slučajeve opterećenja:

Kvazi stalno u $t=\infty$

Karakteristična u $t=\infty$

Naponi u stanju eksploracije se neće detaljno računati a prikazani su u nastavku:

$$\sigma_c = 10.70 < 11.25 \dots \text{Ok}$$

$$\sigma_s = 155$$

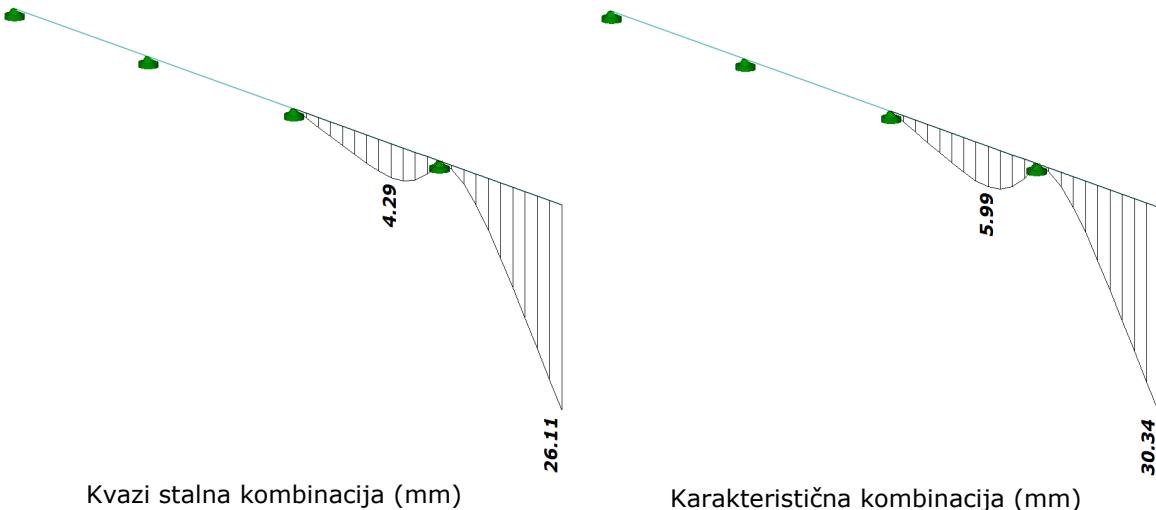
Kvazi stalna kombinacija

$$\sigma_c = 13.00 < 15.00 \dots \text{Ok}$$

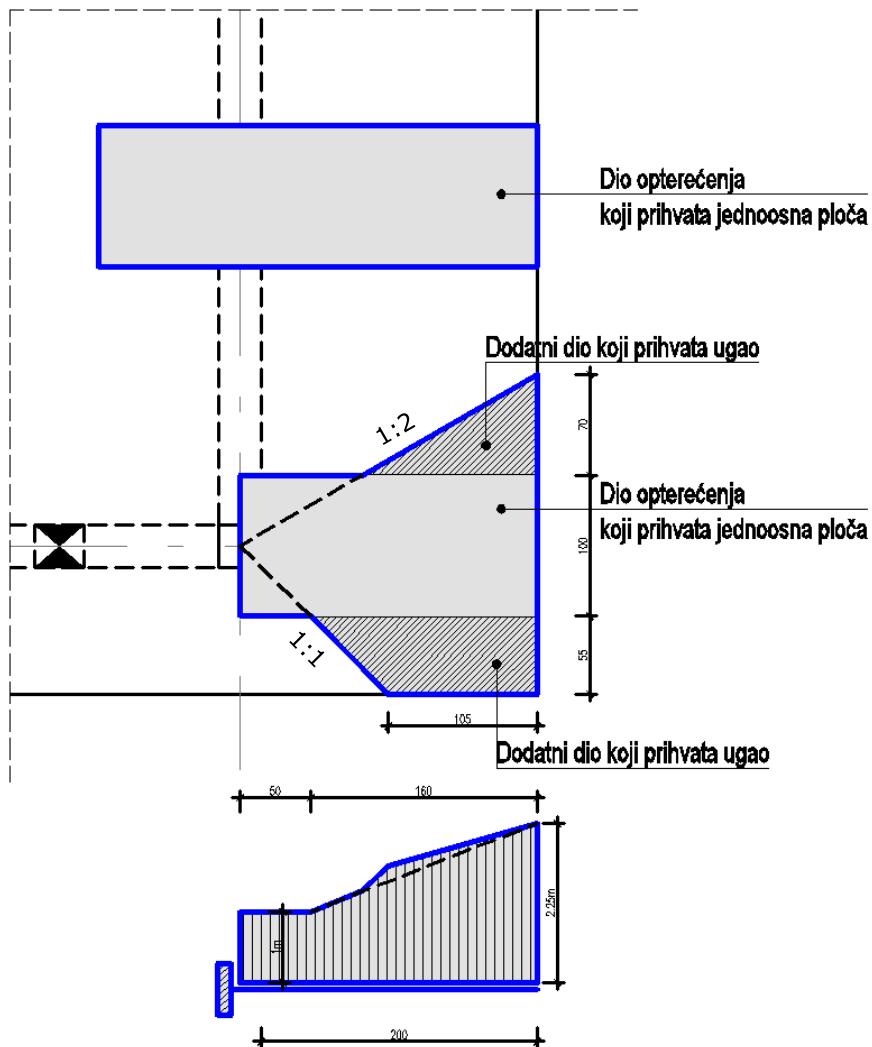
$$\sigma_s = 186 < 400 \dots \text{Ok}$$

Karakteristična kombinacija

Napomena: na osloncu se umjesto armature $\Phi 10/15$ treba usvojiti $\Phi 14/15$ kako bi ovi kriteriji bili zadovoljeni.



Dio ploče na rubovima računa se približnom metodom na sljedeći način:



Opterećenja:

$$g_1 = 7.25 \text{ kN/m}^2$$

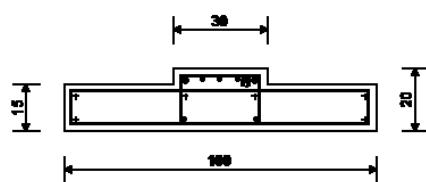
$$p_1 = 3.00 \text{ kN/m}^2$$

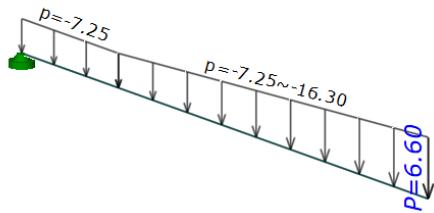
$$g_2 = 2.25 \cdot 7.25 = 16.30 \text{ kN/m}^2$$

$$p_2 = 2.25 \cdot 3.00 = 6.75 \text{ kN/m}^2$$

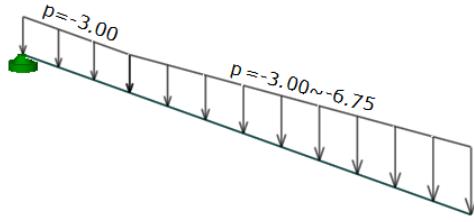
$$F = 3.30 \cdot 2.00 = 6.60 \text{ kN}$$

Kako bi ovaj dio ploče mogao da prihvati nešto veće opterećenja neophodno je napraviti zadebljanje od 5cm na širini od 30cm kao obrnutu T gredu.



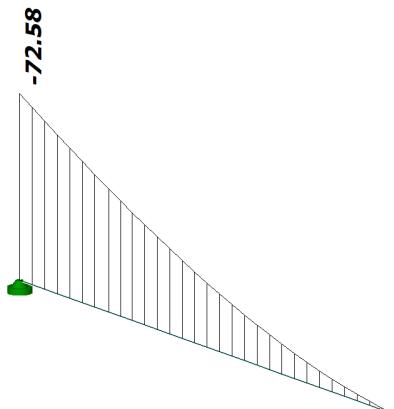


Stalno opterećenje

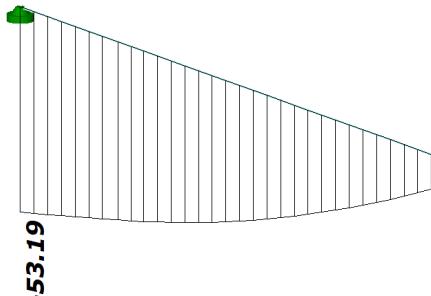


Korisno opterećenje

Proračun se vrši na isti način pa su uticaji u konzoli:

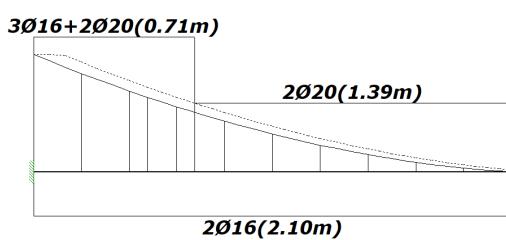


M_{Ed} [kNm]



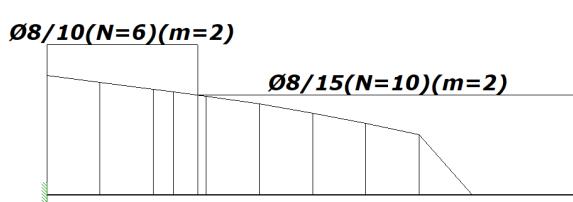
V_{Ed} [kN]

Dimenzionisanjem ploče dolazi se do sljedećih rezultata:

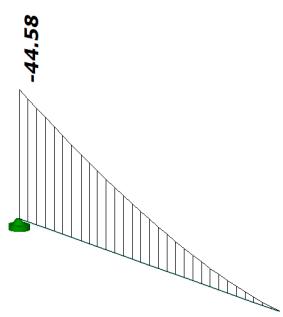


$A_{s,l}$ [cm^2]

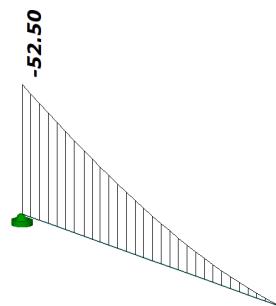
Moment i u SLS kombinacijama su:



$A_{s,w}$ [cm^2/m]



$M_{E,Quasi}$ [kNm] Kvazi stalna kombinacija



$M_{E,Char}$ [kNm] Karakteristična kombinacija

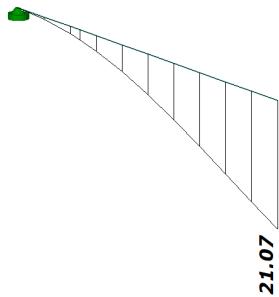
$\varphi=2.00 \rightarrow$ Koeficijent puzanja betona

$$M_{Ed,Quasi}/M_{Ed,Char} = 44.60/52.50 = 0.85 \rightarrow \varphi_{CHAR} = 2.00 \cdot 0.80 = 1.70$$

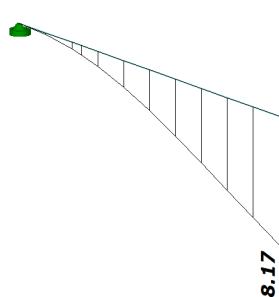
Pa su prikazani ugibi za sljedeće slučajevе opterećenja:

Kvazi stalno u $t=\infty$, $\varphi=2.00$

Karakteristična u $t=\infty$, $\varphi=1.70$



Ugib kvazi stalna kombinacija



Ugib karakteristična kombinacija

Naponi u stanju eksploracije se neće detaljno računati a prikazani su u nastavku:

$$\sigma_c = 8.45 < 11.25 \dots \text{Ok}$$

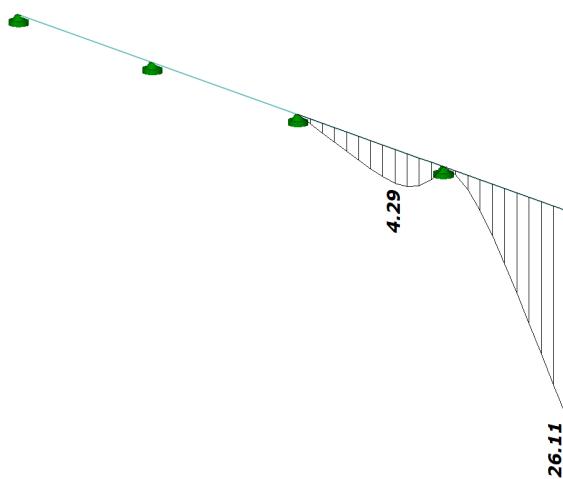
$$\sigma_s = 80$$

Kvazi stalna kombinacija

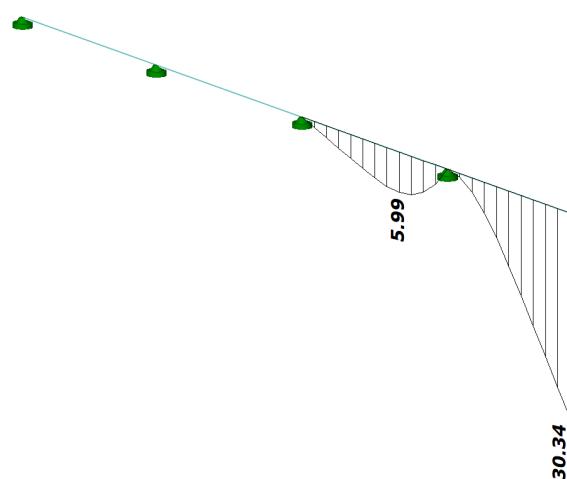
$$\sigma_c = 10.15 < 15.00 \dots \text{Ok}$$

$$\sigma_s = 95 < 400 \dots \text{Ok}$$

Karakteristična kombinacija



Kvazi stalna kombinacija (mm)



Karakteristična kombinacija (mm)

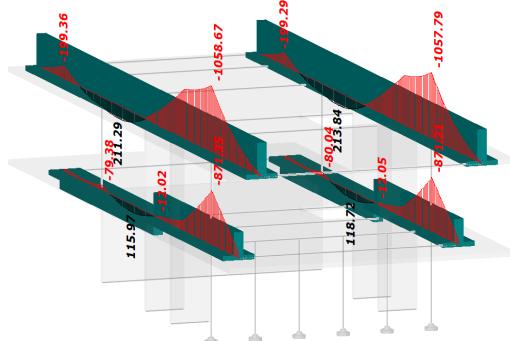
Napomena: Ostali dodatni proračuni vezani za ploče nalaze se u prilogu 1.

PRORAČUN GREDE OSE 1 i 2

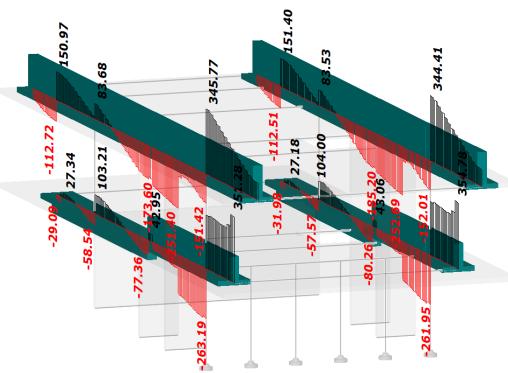
Proračun grede se vrši na linijskom grednom modelu. Ovakav način proračuna omogućava vrlo detaljnu analizu. Ovaj model koristiti će se kako bi se proračunali unutrašnji uticaji u gredi u karakterističnoj ULS kombinaciji kao i za kontrole u SLS odgovarajućim kombinacijama.

Vrlo detaljno će se analizirati raspucavanje grede, i proračun progiba konzolnog prepusta. Na prostornom modelu vrši se kontrola rezultata. Rezultati proračuna iz prostornog modela glavnih nosivih poduznih greda prikazani su u nastavku:

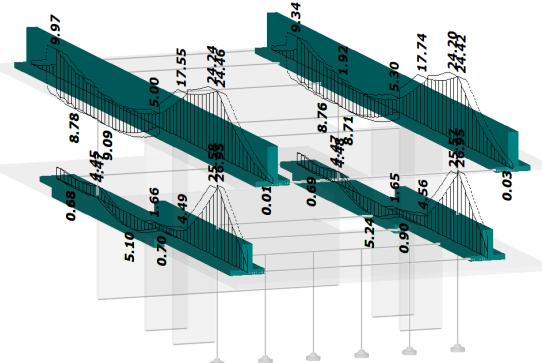
Proračun za stalne i prolazne računske situacije



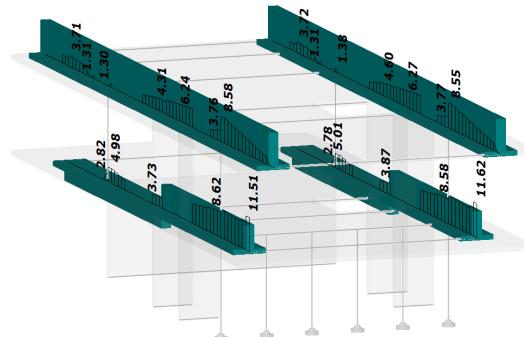
M[kNm] – Momenti savijanja



V[kNm] – Poprečne sile



$A_{s,I}[\text{cm}^2]$ – Savojna armatura

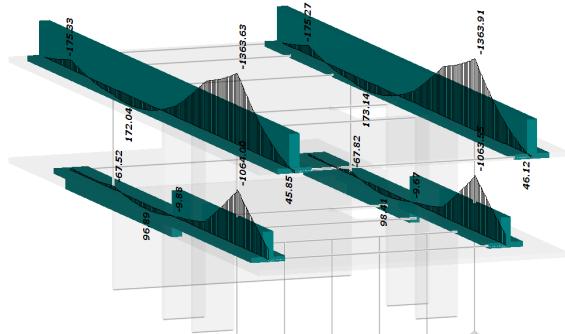


$A_{s,w}[\text{cm}^2]$ – Poprečna armatura

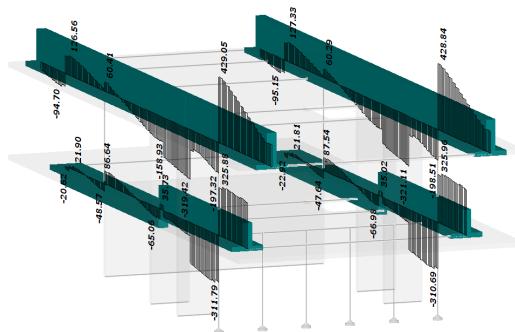
Pored prostornog modela, radi kontrole napraviti će se i linijski kontrolni model na kojem će se provjeriti dobijeni rezultati.

Proračun za vertikalnu seizmičku kombinaciju konzolnog prepusta:

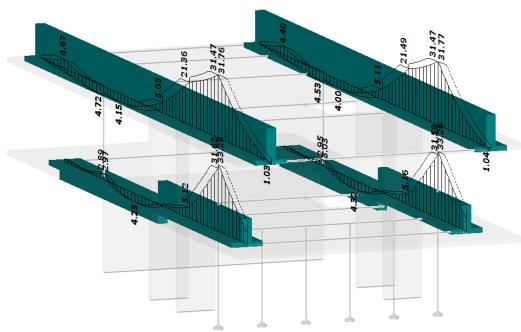
1.30·Sv – 30% veće opterećenje



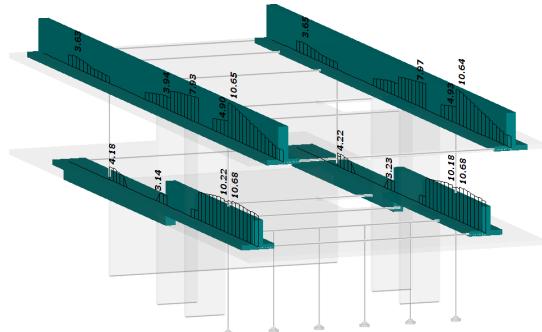
M[kNm] – Momenti savijanja



V[kNm] – Poprečne sile



$A_{s,l}[\text{cm}^2]$ – Savojna armatura

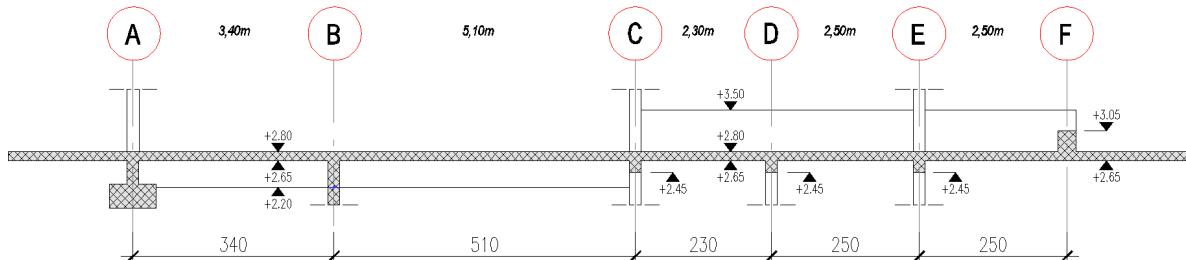


$A_{s,w}[\text{cm}^2]$ – Poprečna armatura

➤ GREDA NA KOTI +2.80

EFEKTIVNA ŠIRINA GREDE +2.80

Računa se za svako polje posebno u skladu sa **EN 1992- 1-1** i to:



$$b_1=1.00 \text{m} ; b_2=3.50 \text{m}$$

Konzolni prepust

$$l_0=0.15 \cdot l_1+l_2=0.15 \cdot 2.55+2.50=2.90 \text{m}$$

$$b_{\text{eff},1}= \begin{cases} 0.20 \cdot l_0=0.58 \text{m} \\ b_1=1.00 \end{cases}$$

$$b_{\text{eff},2}= \begin{cases} 0.20 \cdot b_1+0.1 \cdot l_0=\mathbf{0.50} \text{m} \\ 0.20 \cdot l_0=\mathbf{0.58} \text{m} \end{cases}$$

$$b_{\text{eff},2}= \begin{cases} 0.20 \cdot b_2=3.40 \\ 0.20 \cdot b_2+0.1 \cdot l_0=0.97 \text{m} \end{cases}$$

$$b_{\text{eff}}=b_{\text{eff},1}+b_{\text{eff},2}+b_w=0.55+0.50+0.30=\mathbf{1.35} \text{m}$$

Polje 2.30m

$$l_0=0.7 \cdot l_3=0.70 \cdot 2.30=1.60 \text{m}$$

$$b_{\text{eff},1}= \begin{cases} 0.20 \cdot l_0=\mathbf{0.30} \text{m} \\ b_1=1.00 \\ 0.20 \cdot b_1+0.1 \cdot l_0=0.36 \text{m} \end{cases}$$

$$b_{\text{eff},2}= \begin{cases} 0.20 \cdot l_0=\mathbf{0.30} \\ b_2=3.40 \\ 0.20 \cdot b_2+0.1 \cdot l_0=0.83 \text{m} \end{cases}$$

$$b_{\text{eff}}=b_{\text{eff},1}+b_{\text{eff},2}+b_w=0.30+0.30+0.30=\mathbf{0.90} \text{m}$$

Polje 3.40m

$$l_0=0.75 l_5=0.15 \cdot 2.55+2.50=2.90 \text{m}$$

$$b_{\text{eff},1}= \begin{cases} 0.20 \cdot l_0=0.58 \text{m} \\ b_1=1.00 \\ 0.20 \cdot b_1+0.1 \cdot l_0=\mathbf{0.50} \text{m} \end{cases}$$

$$b_{\text{eff},2}= \begin{cases} 0.20 \cdot l_0=\mathbf{0.58} \text{m} \\ b_2=3.40 \\ 0.20 \cdot b_2+0.1 \cdot l_0=0.97 \text{m} \end{cases}$$

$$b_{\text{eff}}=b_{\text{eff},1}+b_{\text{eff},2}+b_w=0.55+0.50+0.30=\mathbf{1.35} \text{m}$$

Usvaja se konstantna širina od:

b_{eff}=100cm – Obrnuta greda C-F

b_{eff}=135cm – Greda A-C

Polje 2.50m

$$l_0=0.7 \cdot l_2=0.70 \cdot 2.50=1.75 \text{m}$$

$$b_{\text{eff},1}= \begin{cases} 0.20 \cdot l_0=0.35 \text{m} \\ b_1=1.00 \\ 0.20 \cdot b_1+0.1 \cdot l_0=\mathbf{0.37} \text{m} \end{cases}$$

$$b_{\text{eff},2}= \begin{cases} 0.20 \cdot l_0=\mathbf{0.35} \text{m} \\ b_2=3.40 \\ 0.20 \cdot b_2+0.1 \cdot l_0=0.85 \text{m} \end{cases}$$

$$b_{\text{eff}}=b_{\text{eff},1}+b_{\text{eff},2}+b_w=0.35+0.37+0.30=\mathbf{1.00} \text{m}$$

Polje 5.10m

$$l_0=0.7 \cdot l_4=0.70 \cdot 5.10=3.55 \text{m}$$

$$b_{\text{eff},1}= \begin{cases} 0.20 \cdot l_0=0.71 \text{m} \\ b_1=1.00 \\ 0.20 \cdot b_1+0.1 \cdot l_0=\mathbf{0.55} \text{m} \end{cases}$$

$$b_{\text{eff},2}= \begin{cases} 0.20 \cdot l_0=\mathbf{0.71} \text{m} \\ b_2=3.40 \\ 0.20 \cdot b_2+0.1 \cdot l_0=1.00 \text{m} \end{cases}$$

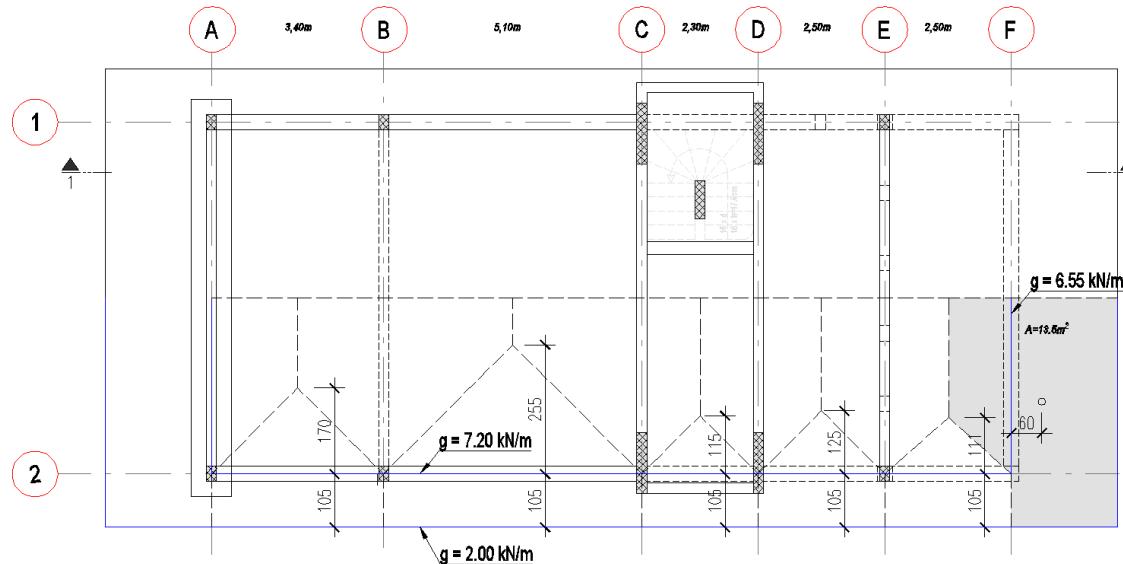
$$b_{\text{eff}}=b_{\text{eff},1}+b_{\text{eff},2}+b_w=0.71+0.55+0.30=\mathbf{1.55} \text{m}$$

Ukoliko bude potrebe prilikom pojedinačnih kontrola u pojedinim presjecima za kontrolu napona ili dimenzionisanje usvojiti će se prava vrijednost sudjelujuće širine.

OPTEREĆENJA GREDE +2.80 OSE 1 i 2

Površinsko opterećenje

| | | |
|-----------------------------|-----------|------------------------------|
| (1S) Težina podova i ploče: | "Stalno" | 7.25 kN/m² |
| (2S) Korisno opterećenje: | "Korisno" | 2.00 kN/m² |



Ekvivalentni linijski model dobija se na način da se opterećenja trougla pretvaraju u ekvivalentna linijska opterećenja širine 2/3 širine trougla. Za trougao na konzoli $b=1.2 \cdot 0.66=0.75m$.

Između osa C – F

$$g=(1.25 \cdot 0.66+1.05) \cdot 7.25 + 7.20 + 2.00 = \mathbf{22.80} \text{ kN/m'}$$

$$p=(1.25 \cdot 0.66 \cdot 2.00+1.05 \cdot 3.00) = \mathbf{4.80} \text{ kN/m'}$$

Između osa B – C

$$g=(2.25 \cdot 0.66+1.05) \cdot 7.25 + 7.20 + 2.00 = \mathbf{27.70} \text{ kN/m'}$$

$$p=(2.25 \cdot 0.66 \cdot 2.00+1.05 \cdot 3.00) = \mathbf{6.15} \text{ kN/m'}$$

Između osa A – B

$$g=(1.70 \cdot 0.66+1.05) \cdot 7.25 + 7.20 + 2.00 = \mathbf{25.00} \text{ kN/m'}$$

$$p=(1.70 \cdot 0.66 \cdot 2.00+1.05 \cdot 3.00) = \mathbf{5.40} \text{ kN/m'}$$

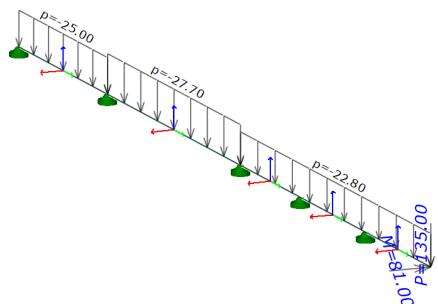
Koncentrisane sile i momenti na sastavu sa pločom konzole iznose:

$$F_g=7.25 \cdot 13.50 \text{ m}^2 + 6.55 \cdot 3.50 \text{ m} + 2.00 \cdot 6.55 \text{ m} + 11.80 \approx \mathbf{135} \text{ kN}$$

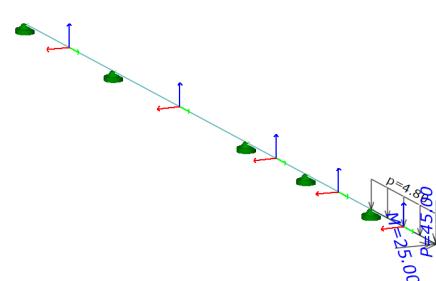
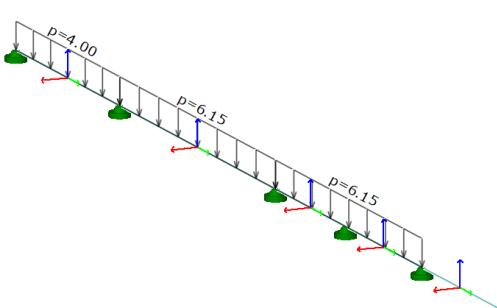
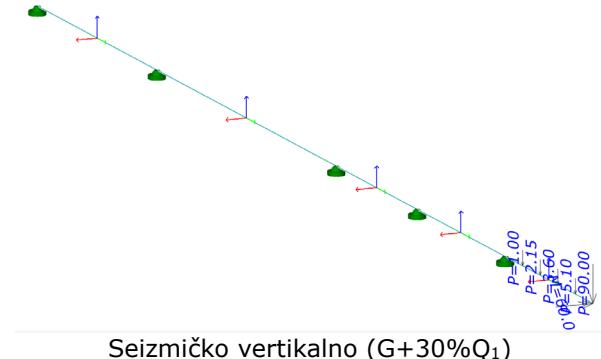
$$M_g=7.25 \cdot 13.50 \text{ m}^2 \cdot 0.60 \text{ m} + 2.00 \cdot 6.55 \text{ m} \cdot 2.00 \text{ m} \approx \mathbf{80} \text{ kNm}$$

$$F_p=3.00 \cdot 13.50 \text{ m}^2 \approx \mathbf{45} \text{ kN}$$

$$M_p=3.00 \cdot 13.50 \text{ m}^2 \cdot 0.60 \text{ m} = \mathbf{25} \text{ kNm}$$

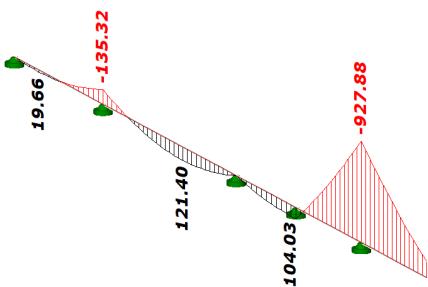


Stalno opterećenje (G)

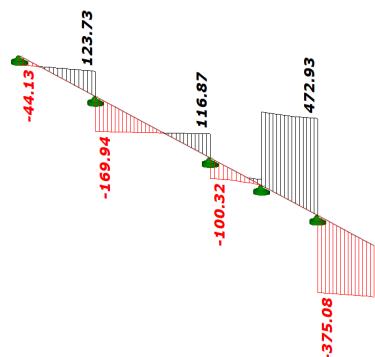

 Korisno opterećenje 1 (Q_1)

 Korisno opterećenje 2 (Q_2)

 Seizmičko vertikalno ($G+30\%Q_1$)

Kako bi se osiguralo da uslijed vertikalnog zemljotresa ne dođe do pojave plastičnog zgoba na kraju konzole usvojen je globalni faktor sigurnosti za seizmičko opterećenje $\gamma_s=1.30$.

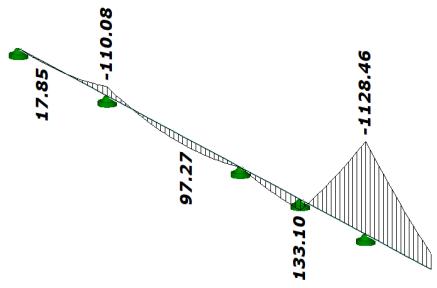
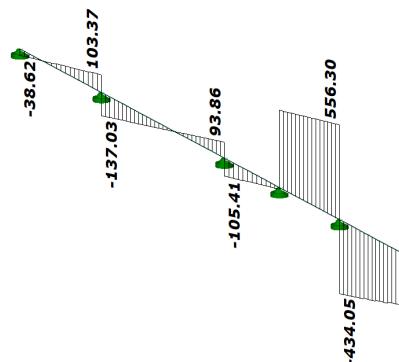
UNUTRAŠNJE SILE GREDE NA KOTI +2.80m OSE 1 i 2

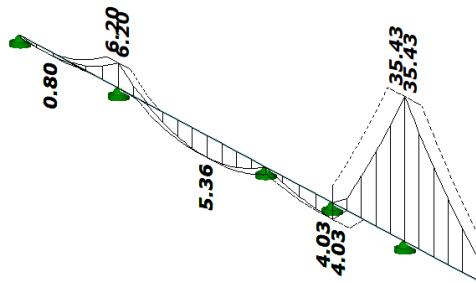
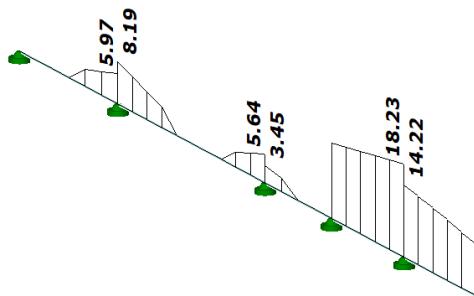


Momenti savijanja (stalna i prolazna)



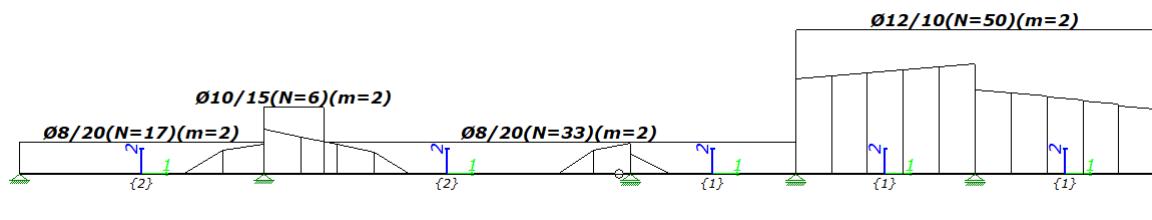
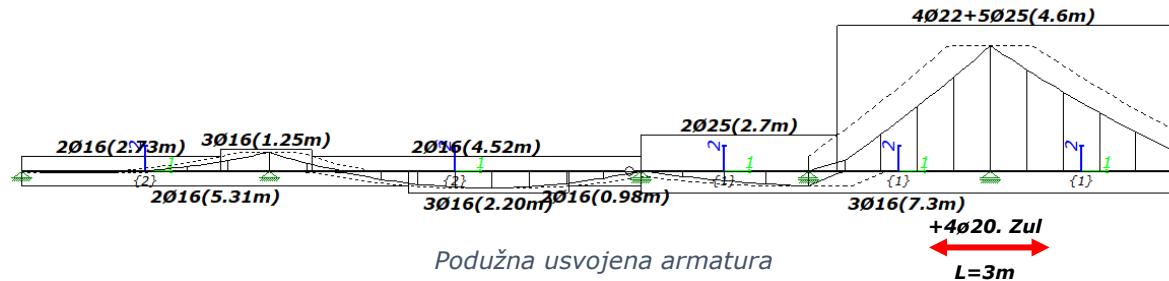
Poprečne sile (stalna i prolazna)


 Momenti savijanja ($1.30 \cdot$ seizmička)

 Poprečne sile ($1.30 \cdot$ seizmička)

POTREBNA ARMATURA GREDE NA KOTI +2.80m OSE 1 i 2*Podužna armatura**Poprečne armatura*

Prema tome, smatra se da se rezultati vrlo dobro slažu i u nastavku će se koristiti rezultati koji daju više armature.

USVOJENA ARMATURA GREDE NA KOTI +2.80m OSE 1 i 2



Usvojena poprečna armatura

GRANIČNO STANJE UPOTREBLJIVOSTI (SLS)

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

Karakteristična

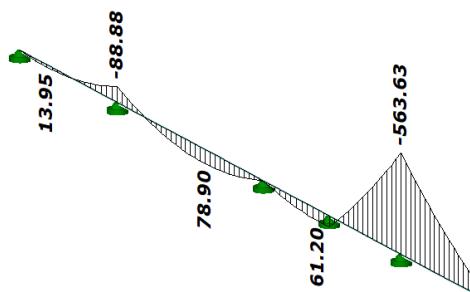
$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Rijetka

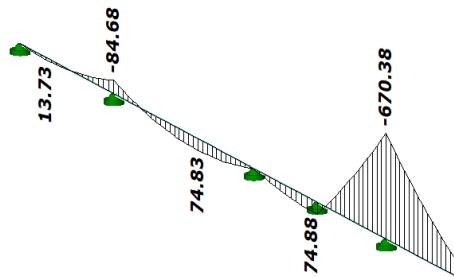
$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Kvazi-stalna

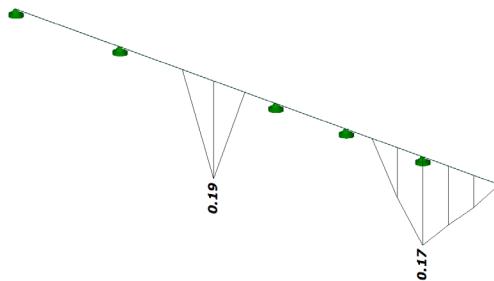
PRORAČUN PUKOTINA I PROGIBA



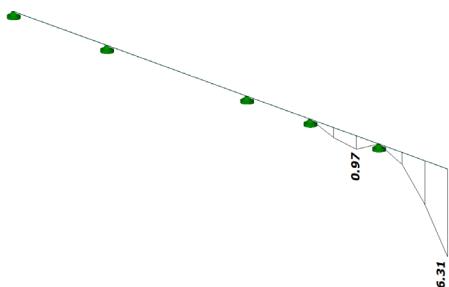
Kvazi stalna kombinacija M



Karakteristična kombinacija M



Pukotine u kvazi stalnoj kombinaciji $t=\text{inf}$



Ugibi konzolnog prepusta u $t=\text{inf}$

Minimalna savojna armatura iznosi:

$$0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \cdot b_w \cdot h = 0.26 \cdot 3.20 / 500 \cdot 30 \cdot 85 = 4.24 \text{ cm}^2 \text{ Ogovara } 4\varnothing 16 \text{ A}_{\text{prov}} = 8.04 \text{ cm}^2$$

Minimalna smičuća armatura iznosi:

$$\rho_{w,\min} = \frac{8 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = \frac{8 \cdot \sqrt{25}}{500} = 0.08$$

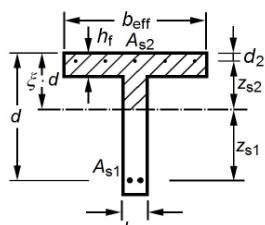
$$a_{sw,\min} = \rho_{w,\min} \cdot b_w = 0.08 \cdot 30 = 2.40 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Minimalno $\Phi 8/20$

Naponi za kvazi-stalnu kombinaciju djelovanja:

$$f_{c,ei} = 0.45 \cdot 25 = 11.25 \text{ MPa}$$

Proračun napona presjeka u stadiju II



| | $t=0$ | $t=\infty$ |
|--|----------------|--------------------|
| $A = \frac{h_t}{d} \cdot \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) + \alpha_e \cdot (\rho_{s1} + \rho_{s2})$ | = 0.613 | 0.940 |
| $B = \left(\frac{h_t}{d} \right)^2 \cdot \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) + 2 \cdot \alpha_e \cdot \left(\rho_{s1} + \rho_{s2} \cdot \frac{d_2}{d} \right)$ | = 0.312 | 0.764 |
| $\frac{S_{id}}{d} \Rightarrow \xi = -A + \sqrt{A^2 + B}$ | = 0.217 | 0.343 |
| $C = \frac{\xi}{2} \cdot \left(1 - \frac{\xi}{3} \right) + \alpha_e \cdot \rho_{s2} \cdot \left(1 - \frac{d_2}{d} \right) \cdot \left(1 - \frac{d_2}{d} \cdot \frac{1}{\xi} \right)$ | = 0.130 | 0.265 |
| $D = \frac{h_t}{d} \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) \cdot \left[1 - \frac{h_t}{d} \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2 \cdot \xi} - \frac{h_t}{3 \cdot d \cdot \xi} \right) \right]$ | = 0.232 | 0.296 |
| $\sigma_{c2} = -\frac{M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot (C + D)}$ | = -8.09 | -5.22 [MPa] |

$$\rho_{s1} = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d}, \quad \rho_{s2} = \frac{A_{s2}}{b_w \cdot d}, \quad \xi = \frac{x}{d}$$

| | |
|--|-----------------------------------|
| $\sigma_{s1} = -\sigma_{c2} \cdot \alpha_e \cdot \left(\frac{1}{\xi} - 1 \right)$ | $= \b186.07 \quad \b190.35$ [MPa] |
| $\sigma_{s2} = \frac{\xi - d_2/d}{\xi} \cdot \sigma_c \cdot a_e$ | $= \b-30.11 \quad \b-73.57$ [MPa] |

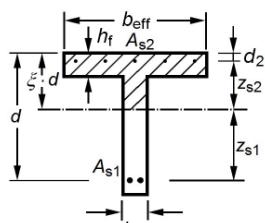
8.09 < 11.25 ... Ok

Naponi u karakterističnoj kombinaciji opterećenja:

$$f_{c,ei} = 0.60 \cdot 25 = 15 \text{ MPa}$$

$$f_{y,ei} = 0.80 \cdot 500 = 400 \text{ MPa}$$

Proračun napona presjeka u stadiju II



| | $t=0$ | $t=\infty$ |
|--|----------------|--------------------|
| $A = \frac{h_t}{d} \cdot \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) + \alpha_e \cdot (\rho_{s1} + \rho_{s2})$ | = 0.613 | 0.940 |
| $B = \left(\frac{h_t}{d} \right)^2 \cdot \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) + 2 \cdot \alpha_e \cdot \left(\rho_{s1} + \rho_{s2} \cdot \frac{d_2}{d} \right)$ | = 0.312 | 0.764 |
| $\frac{S_{id}}{d} \Rightarrow \xi = -A + \sqrt{A^2 + B}$ | = 0.217 | 0.343 |
| $C = \frac{\xi}{2} \cdot \left(1 - \frac{\xi}{3} \right) + \alpha_e \cdot \rho_{s2} \cdot \left(1 - \frac{d_2}{d} \right) \cdot \left(1 - \frac{d_2}{d} \cdot \frac{1}{\xi} \right)$ | = 0.130 | 0.265 |
| $D = \frac{h_t}{d} \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) \cdot \left[1 - \frac{h_t}{d} \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2 \cdot \xi} - \frac{h_t}{3 \cdot d \cdot \xi} \right) \right]$ | = 0.232 | 0.296 |
| $\sigma_{c2} = -\frac{M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot (C + D)}$ | = -9.68 | -6.25 [MPa] |

$$\rho_{s1} = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d}, \quad \rho_{s2} = \frac{A_{s2}}{b_w \cdot d}, \quad \xi = \frac{x}{d}$$

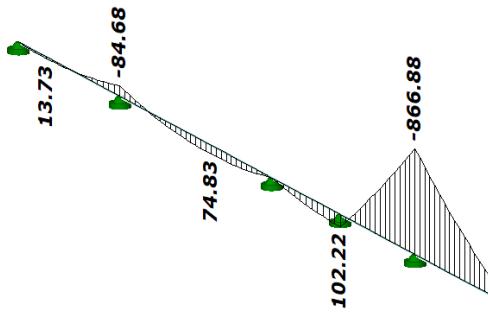
| | |
|--|-----------------------------------|
| $\sigma_{s1} = -\sigma_{c2} \cdot \alpha_e \cdot \left(\frac{1}{\xi} - 1 \right)$ | $= \b222.59 \quad \b227.70$ [MPa] |
|--|-----------------------------------|

| | |
|--|-----------------------------------|
| $\sigma_{s2} = \frac{\xi - d_2/d}{\xi} \cdot \sigma_c \cdot a_e$ | $= \b-36.03 \quad \b-88.01$ [MPa] |
|--|-----------------------------------|

9.68<15.00 ...Ok

227.70<400.00 ...Ok

Kako u seizmičkoj kombinaciji nebi došlo do prevelikih oštećenja usvojen je globalni faktor sigurnosti $\gamma_f=1.30$ koji je tretiran kao krajnje granično stanje. Pored ovoga izvršiti će se kontrola napona u seizmičkoj kombinaciji kada je $\gamma_f=1.00$ tretirajući je kao rijetku kombinaciju djelovanja.

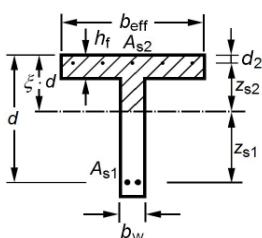


Kontrola napona u seizmičkoj kombinaciji:

$$f_{c,ei} = 0.60 \cdot 25 = 15 \text{ MPa}$$

$$f_{y,ei} = 0.80 \cdot 500 = 400 \text{ MPa}$$

Proračun napona presjeka u stadiju II



| | t=0 | t=∞ |
|--|-----------------|---------------------|
| $A = \frac{h_f}{d} \cdot \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) + \alpha_e \cdot (\rho_{s1} + \rho_{s2})$ | = 0.613 | 0.940 |
| $B = \left(\frac{h_f}{d} \right)^2 \cdot \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) + 2 \cdot \alpha_e \cdot \left(\rho_{s1} + \rho_{s2} \cdot \frac{d_2}{d} \right)$ | = 0.312 | 0.764 |
| $\frac{S_{id}}{d} \Rightarrow \xi = -A + \sqrt{A^2 + B}$ | = 0.217 | 0.343 |
| $C = \frac{\xi}{2} \cdot \left(1 - \frac{\xi}{3} \right) + \alpha_e \cdot \rho_{s2} \cdot \left(1 - \frac{d_2}{d} \right) \cdot \left(1 - \frac{d_2}{d} \cdot \frac{1}{\xi} \right)$ | = 0.130 | 0.265 |
| $D = \frac{h_f}{d} \cdot \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) \cdot \left[1 - \frac{h_f}{d} \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2 \cdot \xi} - \frac{h_f}{3 \cdot d \cdot \xi} \right) \right]$ | = 0.232 | 0.296 |
| $\sigma_{c2} = -\frac{M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot (C + D)}$ | = -12.71 | -8.20 [MPa] |
| $\sigma_{s1} = -\sigma_{c2} \cdot \alpha_e \cdot \left(\frac{1}{\xi} - 1 \right)$ | = 292.15 | 298.86 [MPa] |

$$\rho_{s1} = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d}, \rho_{s2} = \frac{A_{s2}}{b_w \cdot d}, \xi = \frac{x}{d}$$

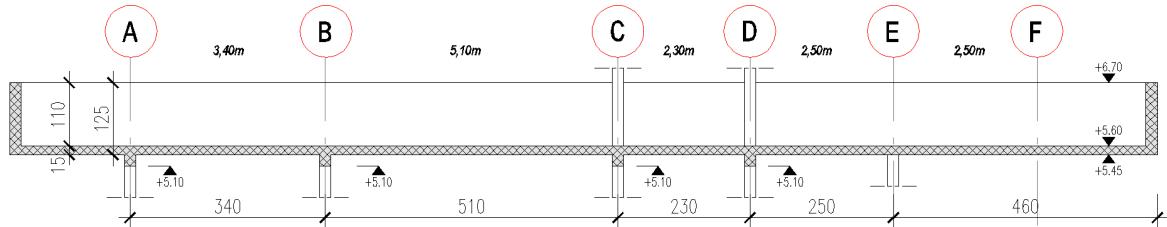
$$\sigma_{s,2} = \frac{\xi \cdot d_2/d}{\xi} \cdot \sigma_c \cdot \alpha_e$$

12.71<15.00 ...Ok

298.86<400.00 ...Ok

➤ GREDA NA KOTI +5.60

EFEKTIVNA ŠIRINA GREDE +5.60



$$b_1=1.00m ; b_2=3.50m$$

Konzolni prepust

$$\begin{aligned} l_0 &= 0.15 \cdot l_1 + l_2 = 0.15 \cdot 2.50 + 4.60 = 5.00m \\ b_{eff,1} &= \begin{cases} 0.20 \cdot l_0 = 1.00m \\ b_1 = 1.00 \end{cases} \\ b_{eff,2} &= \begin{cases} 0.20 \cdot b_1 + 0.1 \cdot l_0 = \mathbf{0.70m} \\ 0.20 \cdot l_0 = \mathbf{1.00m} \\ b_2 = 3.40 \\ 0.20 \cdot b_2 + 0.1 \cdot l_0 = 1.18m \end{cases} \\ b_{eff} &= b_{eff,1} + b_{eff,2} + b_w = 0.70 + 1.00 + 0.30 = \mathbf{2.00m} \end{aligned}$$

Polje 2.50m

$$\begin{aligned} l_0 &= 0.7 \cdot l_2 = 0.70 \cdot 2.50 = 1.75m \\ b_{eff,1} &= \begin{cases} 0.20 \cdot l_0 = \mathbf{0.35m} \\ b_1 = 1.00 \end{cases} \\ b_{eff,2} &= \begin{cases} 0.20 \cdot b_1 + 0.1 \cdot l_0 = \mathbf{0.37m} \\ 0.20 \cdot l_0 = \mathbf{0.35m} \\ b_2 = 3.40 \\ 0.20 \cdot b_2 + 0.1 \cdot l_0 = 0.85m \end{cases} \\ b_{eff} &= b_{eff,1} + b_{eff,2} + b_w = 0.35 + 0.37 + 0.30 = \mathbf{1.00m} \end{aligned}$$

Polje 3.40m

$$\begin{aligned} l_0 &= 0.75l_5 = 0.15 \cdot 2.55 + 2.50 = 2.90m \\ b_{eff,1} &= \begin{cases} 0.20 \cdot l_0 = 0.58m \\ b_1 = 1.00 \end{cases} \\ b_{eff,2} &= \begin{cases} 0.20 \cdot b_1 + 0.1 \cdot l_0 = \mathbf{0.50m} \\ 0.20 \cdot l_0 = \mathbf{0.58m} \\ b_2 = 3.40 \\ 0.20 \cdot b_2 + 0.1 \cdot l_0 = 0.97m \end{cases} \\ b_{eff} &= b_{eff,1} + b_{eff,2} + b_w = 0.55 + 0.50 + 0.30 = \mathbf{1.35m} \end{aligned}$$

Usvaja se konstantna širina od:

b_{eff}=100cm – Obrnuta greda C-F

Ukoliko bude potrebe prilikom pojedinačnih kontrola u pojedinim presjecima za kontrolu napona ili dimenzionisanje usvojiti će se prava vrijednost sudjelujuće širine.

Polje 2.50m

$$\begin{aligned} l_0 &= 0.7 \cdot l_2 = 0.70 \cdot 2.50 = 1.75m \\ b_{eff,1} &= \begin{cases} 0.20 \cdot l_0 = 0.35m \\ b_1 = 1.00 \end{cases} \\ b_{eff,2} &= \begin{cases} 0.20 \cdot b_1 + 0.1 \cdot l_0 = \mathbf{0.37m} \\ 0.20 \cdot l_0 = \mathbf{0.35m} \\ b_2 = 3.40 \\ 0.20 \cdot b_2 + 0.1 \cdot l_0 = 0.85m \end{cases} \\ b_{eff} &= b_{eff,1} + b_{eff,2} + b_w = 0.35 + 0.37 + 0.30 = \mathbf{1.00m} \end{aligned}$$

Polje 5.10m

$$\begin{aligned} l_0 &= 0.7 \cdot l_4 = 0.70 \cdot 5.10 = 3.55m \\ b_{eff,1} &= \begin{cases} 0.20 \cdot l_0 = 0.71m \\ b_1 = 1.00 \end{cases} \\ b_{eff,2} &= \begin{cases} 0.20 \cdot b_1 + 0.1 \cdot l_0 = \mathbf{0.55m} \\ 0.20 \cdot l_0 = \mathbf{0.71m} \\ b_2 = 3.40 \\ 0.20 \cdot b_2 + 0.1 \cdot l_0 = 1.00m \end{cases} \\ b_{eff} &= b_{eff,1} + b_{eff,2} + b_w = 0.71 + 0.55 + 0.30 = \mathbf{1.55m} \end{aligned}$$

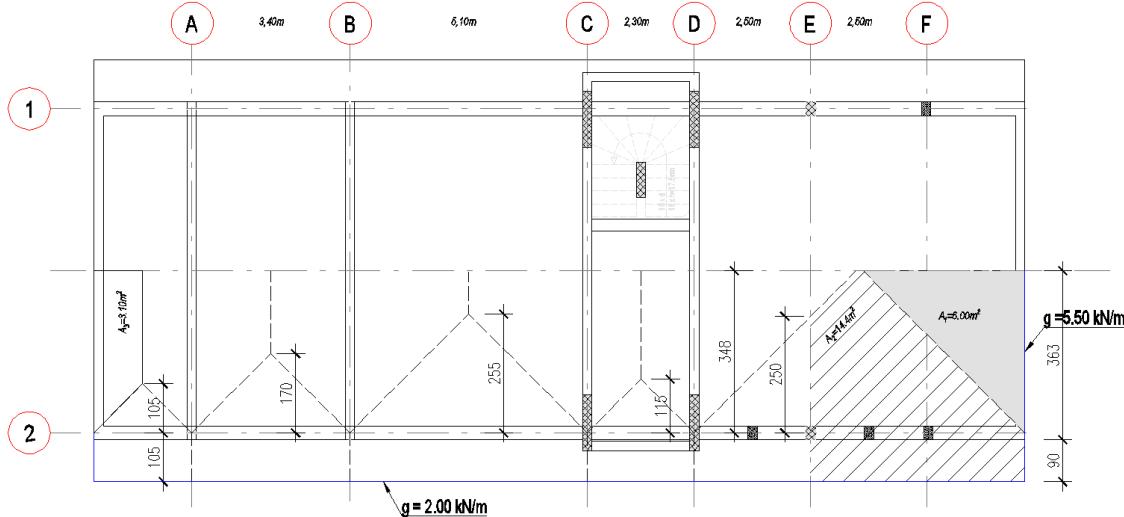
OPTEREĆENJA GREDE +5.60 OSE 1 i 2

Površinsko opterećenje

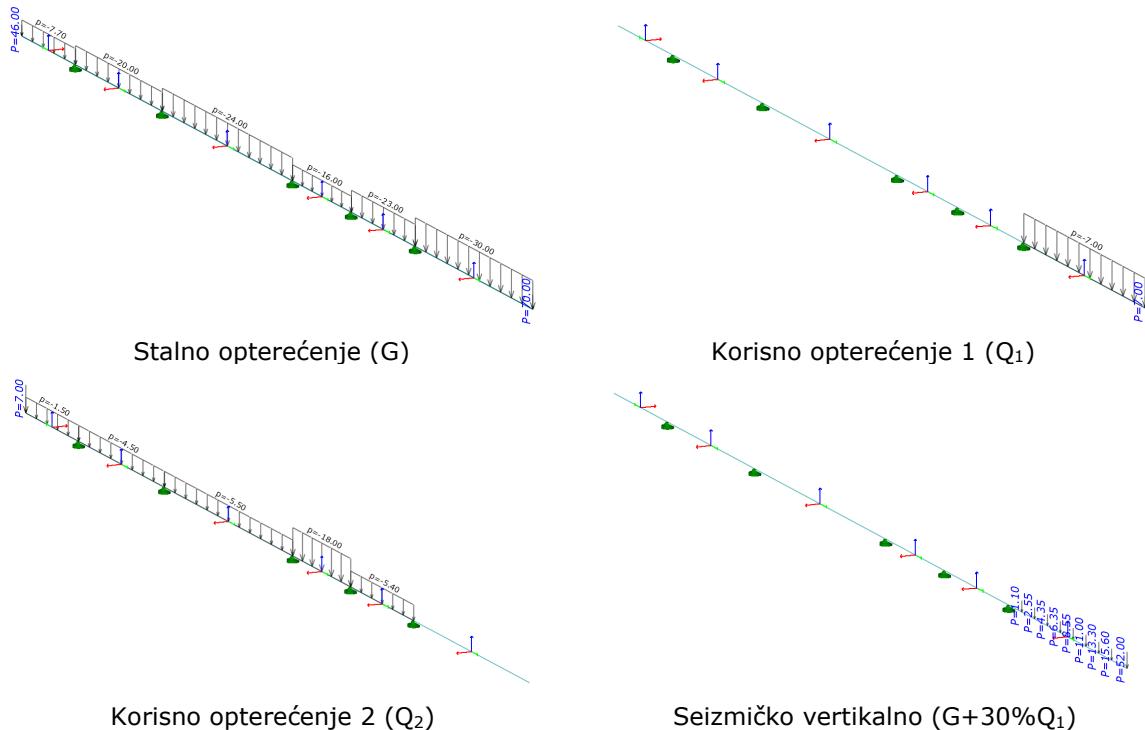
- (1S) Težina podova i ploče:
 (2S) Korisno opterećenje:

"Stalno"
 "Korisno"

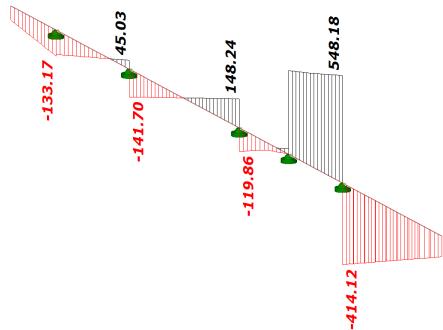
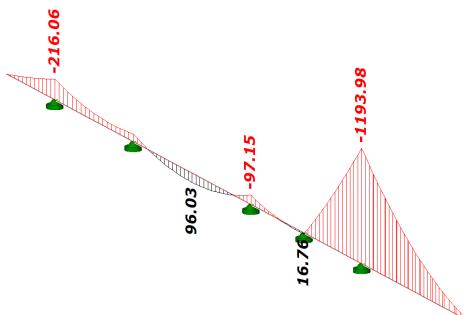
7.85 kN/m²
2.00 kN/m²



Ekvivalentni linijski model dobija se na način da se opterećenja trougla pretvaraju u ekvivalentna linijska opterećenja širine 2/3 širine trougla.

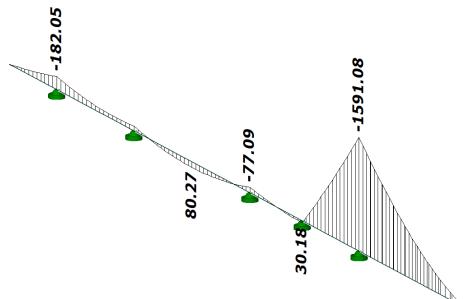


Kako bi se osiguralo da uslijed vertikalnog zemljotresa ne dođe do pojave plastičnog zgoba na kraju konzole usvojen je globalni faktor sigurnosti za seizmičko opterećenje $\gamma_s=1.30$.

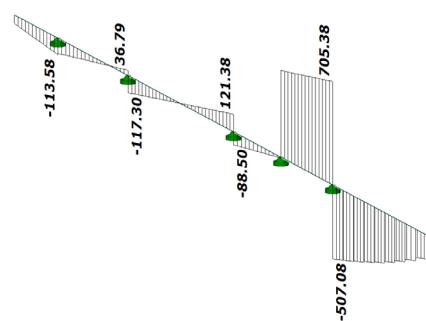
UNUTRAŠNJE SILE GREDE NA KOTI +2.80m OSE 1 i 2


Momenti savijanja (stalna i prolazna)

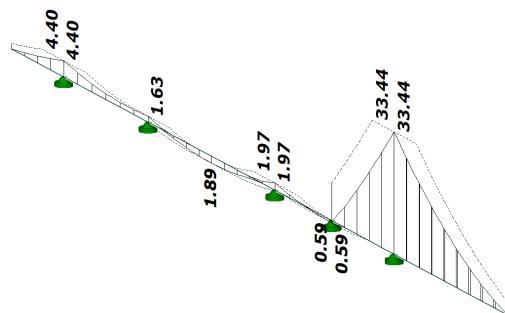
Poprečne sile (stalna i prolazna)



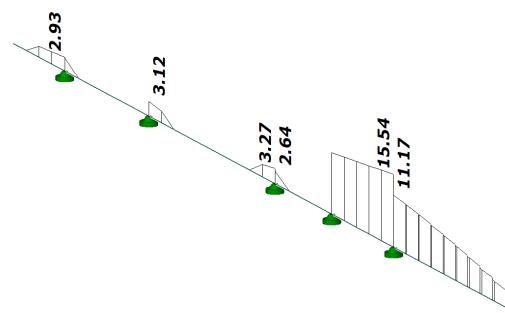
Momenti savijanja (1.30·seizmička)



Poprečne sile (1.30·seizmička)

POTREBNA ARMATURA GREDE NA KOTI +2.80m OSE 1 i 2


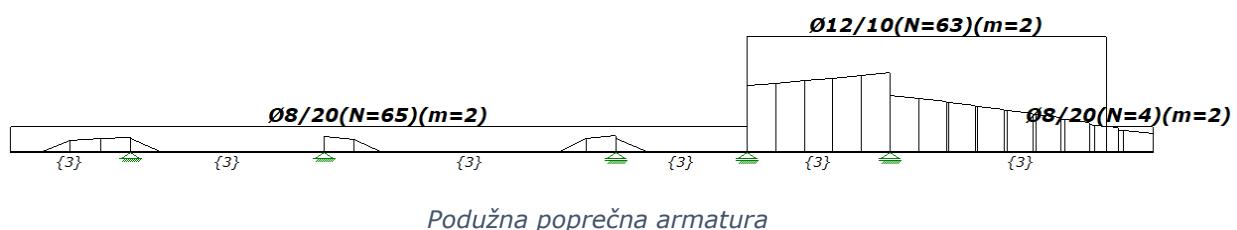
Podužna armatura



Poprečne armatura

Prema tome, smatra se da se rezultati vrlo dobro slažu i u nastavku će se koristiti rezultati koji daju više armature.

USVOJENA ARMATURA GREDE NA KOTI +5.60m OSE 1 i 2



GRANIČNO STANJE UPOTREBLJIVOSTI (SLS)

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

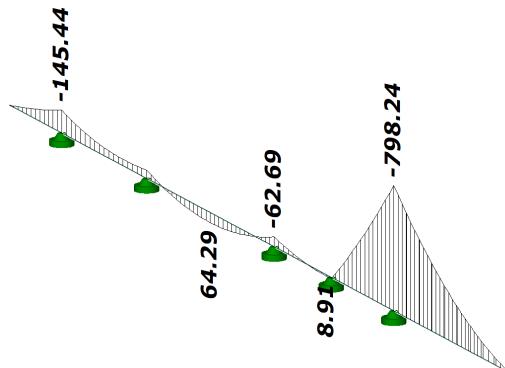
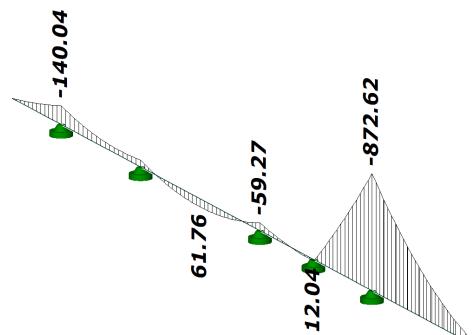
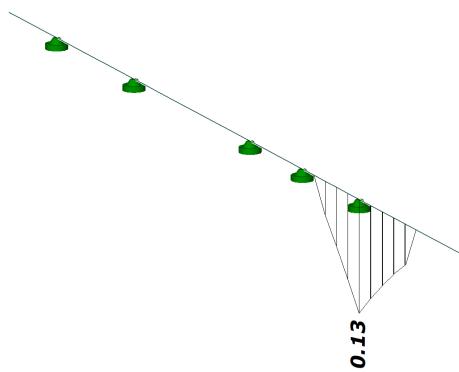
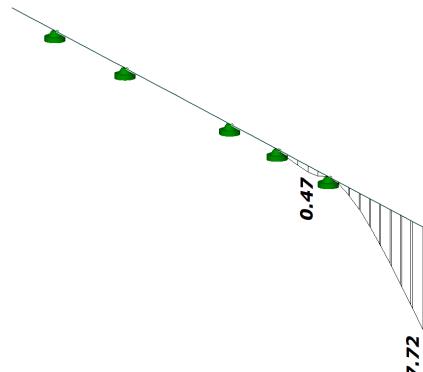
Karakteristična

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

Rijetka

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

Kvazi-stalna

PRORAČUN PUKOTINA I PROGIBA

Kvazi stalna kombinacija M

Karakteristična kombinacija M

Pukotine u kvazi stalnoj kombinaciji t=inf

Ugibi konzolnog prepusta u t=inf

Minimalna savojna armatura iznosi:

$$0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \cdot b_w \cdot h = 0.26 \cdot 2.90 / 500 \cdot 30 \cdot 125 = 6.50 \text{ cm}^2 \text{ Ogovara } 4\varnothing 16 \text{ A}_{\text{prov}} = 8.04 \text{ cm}^2$$

Minimalna smičuća armatura iznosi:

$$\rho_{w,\min} = \frac{8 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = \frac{8 \cdot \sqrt{25}}{500} = 0.08$$

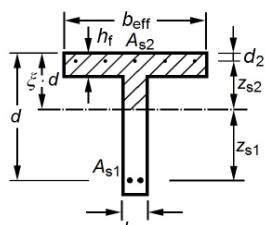
$$a_{sw,\min} = \rho_{w,\min} \cdot b_w = 0.08 \cdot 30 = 2.40 \text{ cm}^2/\text{m}$$

 Minimalno $\Phi 8/20$

Naponi za kvazi-stalnu kombinaciju djelovanja:

$$f_{c,ei} = 0.45 \cdot 25 = 11.25 \text{ MPa}$$

Proračun napona presjeka u stadiju II



| | $t=0$ | $t=\infty$ |
|--|----------------|--------------------|
| $A = \frac{h_t}{d} \cdot \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) + \alpha_e \cdot (\rho_{s1} + \rho_{s2})$ | = 0.405 | 0.622 |
| $B = \left(\frac{h_t}{d} \right)^2 \cdot \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) + 2 \cdot \alpha_e \cdot \left(\rho_{s1} + \rho_{s2} \cdot \frac{d_2}{d} \right)$ | = 0.185 | 0.479 |
| $\frac{S_{id}}{d} \Rightarrow \xi = -A + \sqrt{A^2 + B}$ | = 0.186 | 0.309 |
| $C = \frac{\xi}{2} \cdot \left(1 - \frac{\xi}{3} \right) + \alpha_e \cdot \rho_{s2} \cdot \left(1 - \frac{d_2}{d} \right) \cdot \left(1 - \frac{d_2}{d} \cdot \frac{1}{\xi} \right)$ | = 0.111 | 0.223 |
| $D = \frac{h_t}{d} \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) \cdot \left[1 - \frac{h_t}{d} \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2 \cdot \xi} - \frac{h_t}{3 \cdot d \cdot \xi} \right) \right]$ | = 0.185 | 0.222 |
| $\sigma_{c2} = -\frac{M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot (C + D)}$ | = -6.48 | -4.31 [MPa] |

$$\rho_{s1} = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d}, \quad \rho_{s2} = \frac{A_{s2}}{b_w \cdot d}, \quad \xi = \frac{x}{d}$$

| | |
|--|---|
| $\sigma_{s1} = -\sigma_{c2} \cdot \alpha_e \cdot \left(\frac{1}{\xi} - 1 \right)$ | $= \mathbf{180.65} \quad \mathbf{183.94}$ [MPa] |
| $\sigma_{s2} = \frac{\xi - d_2/d}{\xi} \cdot \sigma_c \cdot a_e$ | $= \mathbf{-28.02} \quad \mathbf{-66.33}$ [MPa] |

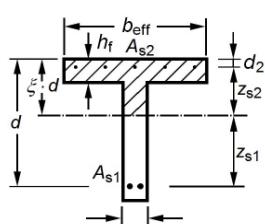
6.48 < 11.25 ... Ok

Naponi u karakterističnoj kombinaciji opterećenja:

$$f_{c,ei} = 0.60 \cdot 25 = 15 \text{ MPa}$$

$$f_{y,ei} = 0.80 \cdot 500 = 400 \text{ MPa}$$

Proračun napona presjeka u stadiju II



| | $t=0$ | $t=\infty$ |
|--|----------------|--------------------|
| $A = \frac{h_t}{d} \cdot \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) + \alpha_e \cdot (\rho_{s1} + \rho_{s2})$ | = 0.405 | 0.622 |
| $B = \left(\frac{h_t}{d} \right)^2 \cdot \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) + 2 \cdot \alpha_e \cdot \left(\rho_{s1} + \rho_{s2} \cdot \frac{d_2}{d} \right)$ | = 0.185 | 0.479 |
| $\frac{S_{id}}{d} \Rightarrow \xi = -A + \sqrt{A^2 + B}$ | = 0.186 | 0.309 |
| $C = \frac{\xi}{2} \cdot \left(1 - \frac{\xi}{3} \right) + \alpha_e \cdot \rho_{s2} \cdot \left(1 - \frac{d_2}{d} \right) \cdot \left(1 - \frac{d_2}{d} \cdot \frac{1}{\xi} \right)$ | = 0.111 | 0.223 |
| $D = \frac{h_t}{d} \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) \cdot \left[1 - \frac{h_t}{d} \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2 \cdot \xi} - \frac{h_t}{3 \cdot d \cdot \xi} \right) \right]$ | = 0.185 | 0.222 |
| $\sigma_{c2} = -\frac{M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot (C + D)}$ | = -7.06 | -4.70 [MPa] |

$$\rho_{s1} = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d}, \quad \rho_{s2} = \frac{A_{s2}}{b_w \cdot d}, \quad \xi = \frac{x}{d}$$

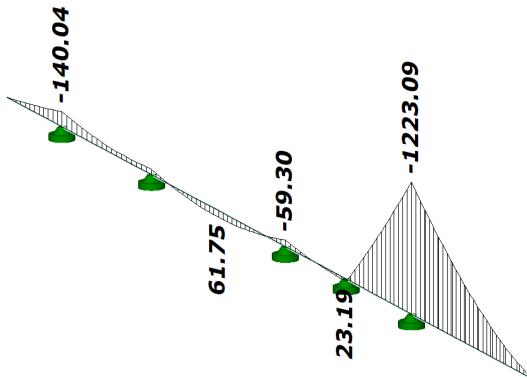
| | |
|--|---|
| $\sigma_{s1} = -\sigma_{c2} \cdot \alpha_e \cdot \left(\frac{1}{\xi} - 1 \right)$ | $= \mathbf{196.91} \quad \mathbf{200.49}$ [MPa] |
|--|---|

| | |
|--|---|
| $\sigma_{s2} = \frac{\xi - d_2/d}{\xi} \cdot \sigma_c \cdot a_e$ | $= \mathbf{-30.54} \quad \mathbf{-72.30}$ [MPa] |
|--|---|

7.06<15.00 ...Ok

200.49<400.00 ...Ok

Kako u seizmičkoj kombinaciji nebi došlo do prevelikih oštećenja usvojen je globalni faktor sigurnosti $\gamma_f=1.30$ koji je tretiran kao krajnje granično stanje. Pored ovoga izvršiti će se kontrola napona u seizmičkoj kombinaciji kada je $\gamma_f=1.00$ tretirajući je kao rijetku kombinaciju djelovanja.



Kontrola napona u seizmičkoj kombinaciji:

$$f_{c,ei} = 0.60 \cdot 25 = 15 \text{ MPa}$$

$$f_{y,ei} = 0.80 \cdot 500 = 400 \text{ MPa}$$

Proračun napona presjeka u stadiju II

t=0

t=∞

$$A = \frac{h_t}{d} \cdot \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) + \alpha_e \cdot (\rho_{s1} + \rho_{s2}) = 0.405 \quad 0.622$$

$$B = \left(\frac{h_t}{d} \right)^2 \cdot \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) + 2 \cdot \alpha_e \cdot \left(\rho_{s1} + \rho_{s2} \cdot \frac{d_2}{d} \right) = 0.185 \quad 0.479$$

$$\frac{S_{ld}}{d} \Rightarrow \xi = -A + \sqrt{A^2 + B} = 0.186 \quad 0.309$$

$$C = \frac{\xi}{2} \cdot \left(1 - \frac{\xi}{3} \right) + \alpha_e \cdot \rho_{s2} \cdot \left(1 - \frac{d_2}{d} \right) \cdot \left(1 - \frac{d_2}{d} \cdot \frac{1}{\xi} \right) = 0.111 \quad 0.223$$

$$D = \frac{h_t}{d} \cdot \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) \cdot \left[1 - \frac{h_t}{d} \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2 \cdot \xi} - \frac{h_t}{3 \cdot d \cdot \xi} \right) \right] = 0.185 \quad 0.222$$

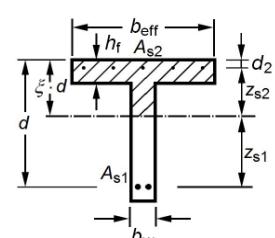
$$\sigma_{c2} = -\frac{M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot (C + D)} = \mathbf{-9.91} \quad \mathbf{-6.59} \quad [\text{MPa}]$$

$$\sigma_{s1} = -\sigma_{c2} \cdot \alpha_e \cdot \left(\frac{1}{\xi} - 1 \right) = \mathbf{276.17} \quad \mathbf{281.20} \quad [\text{MPa}]$$

$$\sigma_{s2} = \frac{\xi - d_2/d}{\xi} \cdot \sigma_c \cdot \alpha_e = \mathbf{-42.83} \quad \mathbf{-101.40} \quad [\text{MPa}]$$

9.91<15.00 ...Ok

281.20<400.00 ...Ok



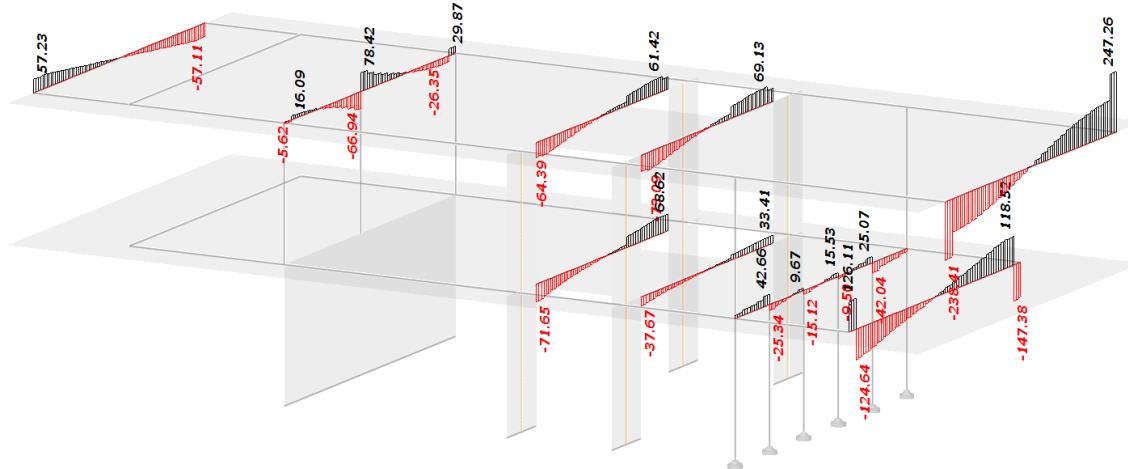
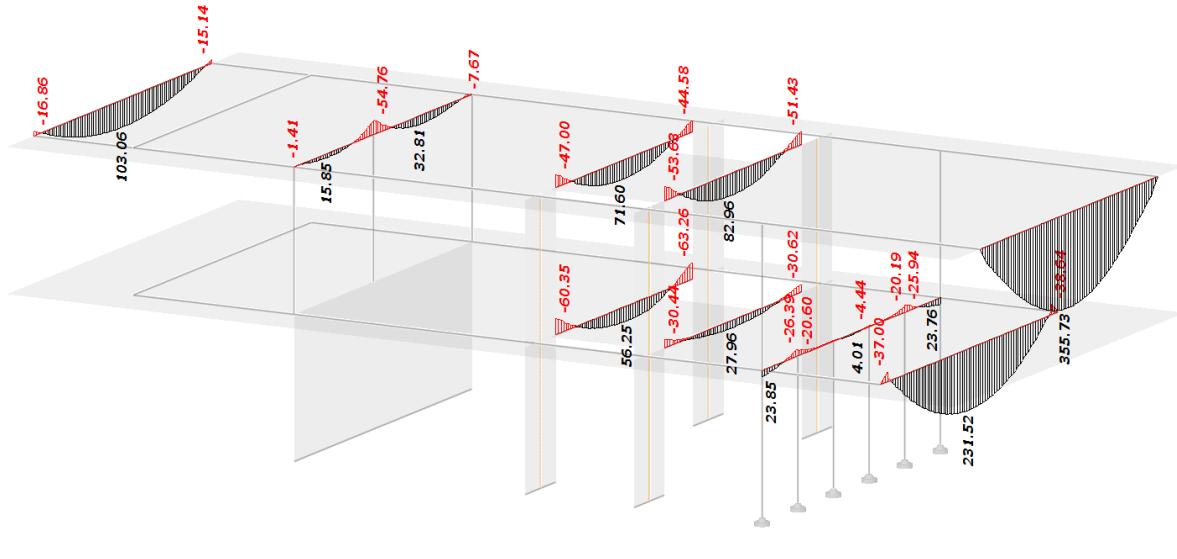
$$\rho_{s1} = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d}, \quad \rho_{s2} = \frac{A_{s2}}{b_w \cdot d}, \quad \xi = \frac{x}{d}$$

PRORAČUN POPREČNIH GREDA

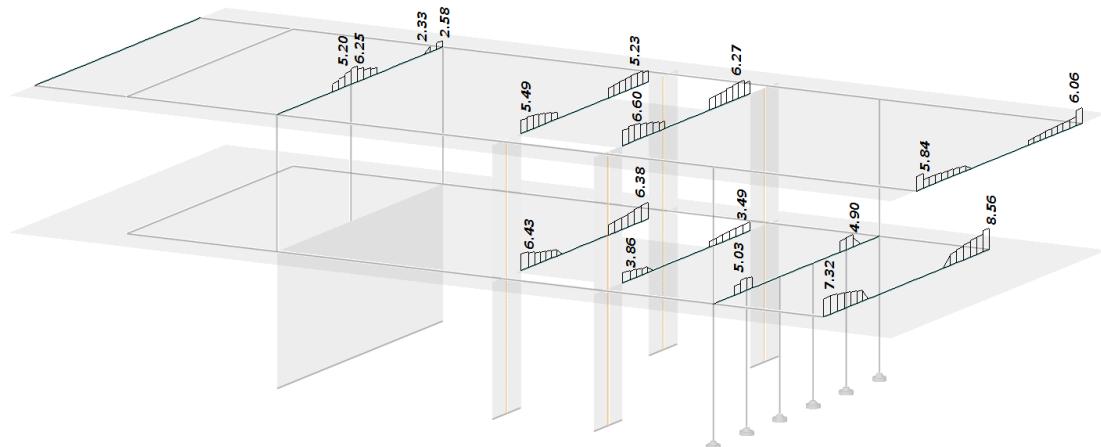
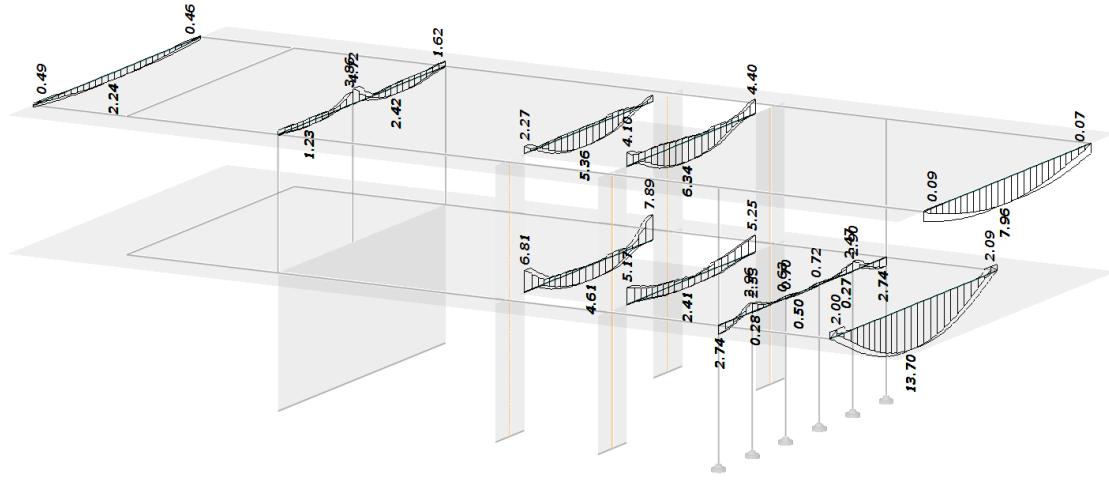
➤ ULS GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

Sve poprečne grede neće se detaljno analizirati kao glavne podužne nosive grede. U ovu svrhu koristiti će se samo rezultati sa prostornog modela uz neke propratne kontrole za jače opterećene grede. Na sljedećim slikama prikazane su osnovne veličine (unutrašnje sile) za poprečne grede:

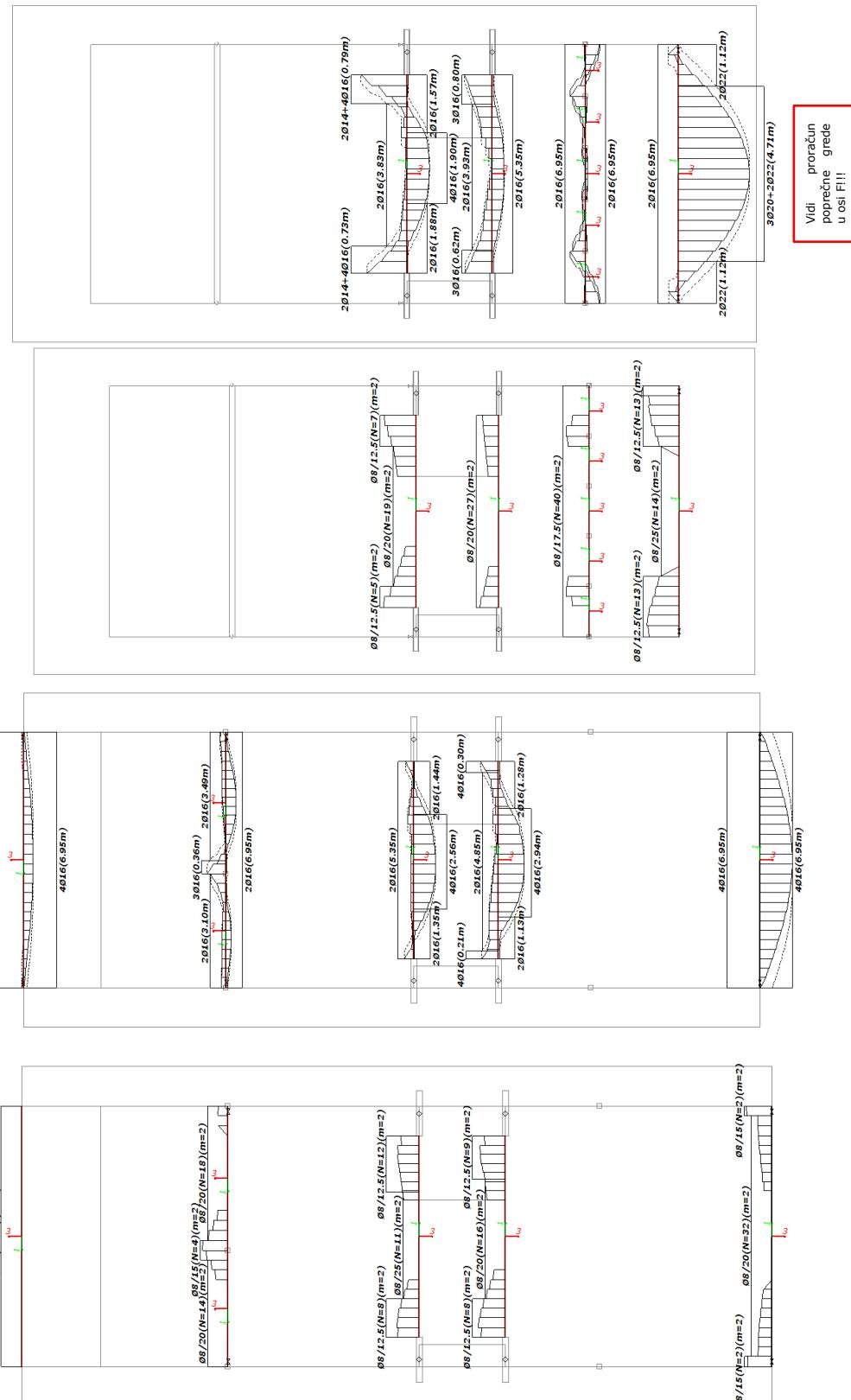
Anvelope svih uticaja (stalne i prolazne, vertikalna seismika, poprečna seismika)



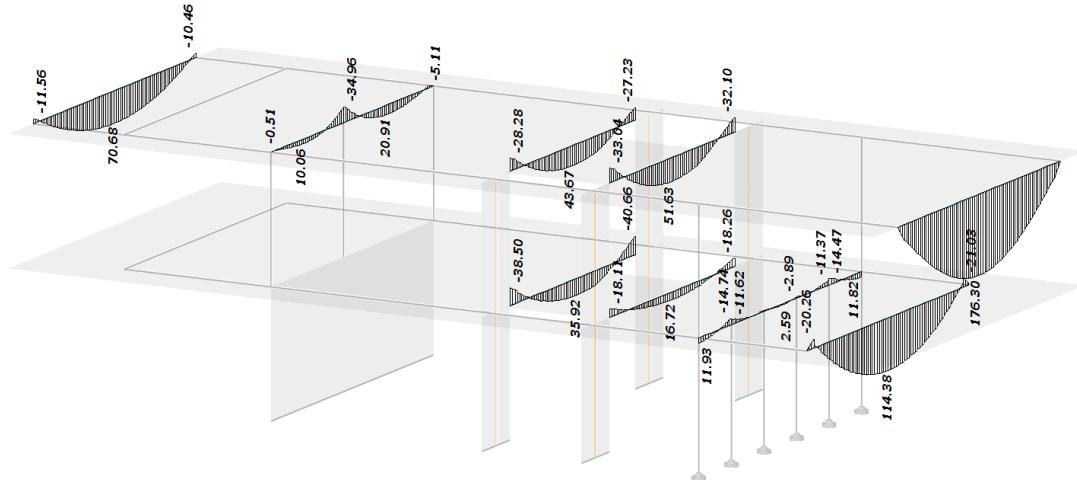
Izvršeno je dimenzionisanje greda na prethodne kombinacije i napravljena anvelopa potrebne armature. Rezultati su prikazani u nastavku:



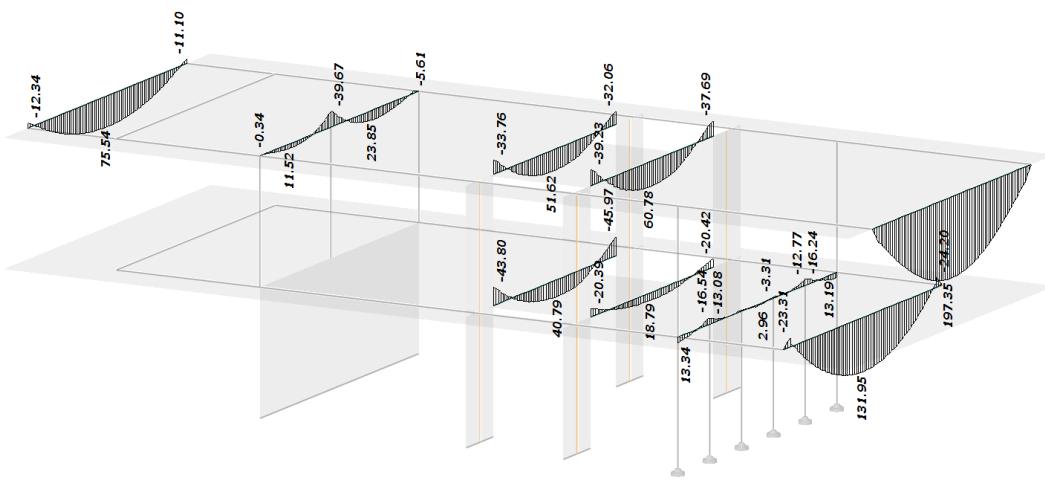
Usvojena armatura je prikazana u nastavku:



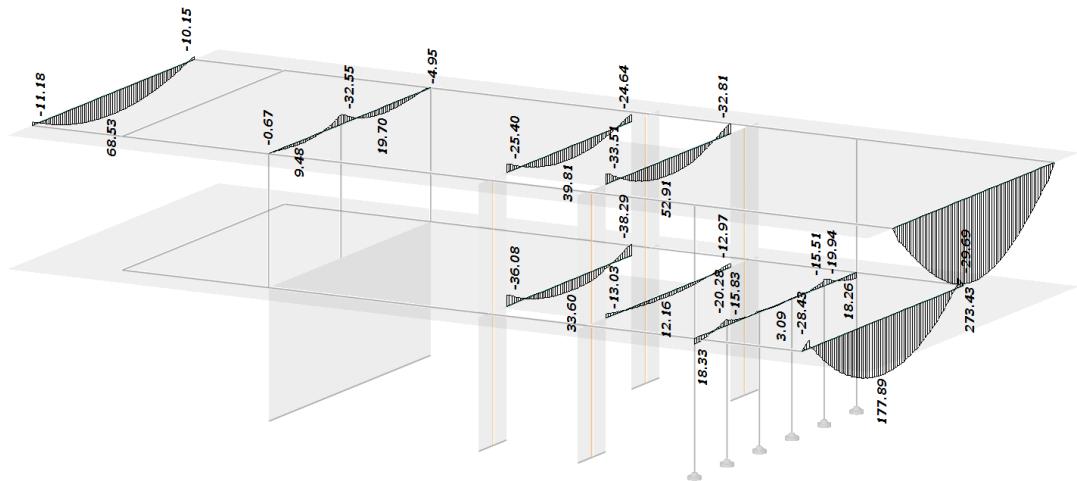
➤ SLS GRANIČNO STANJE UPOTREBLJIVOSTI



Kvazi stalna kombinacija M [kNm]

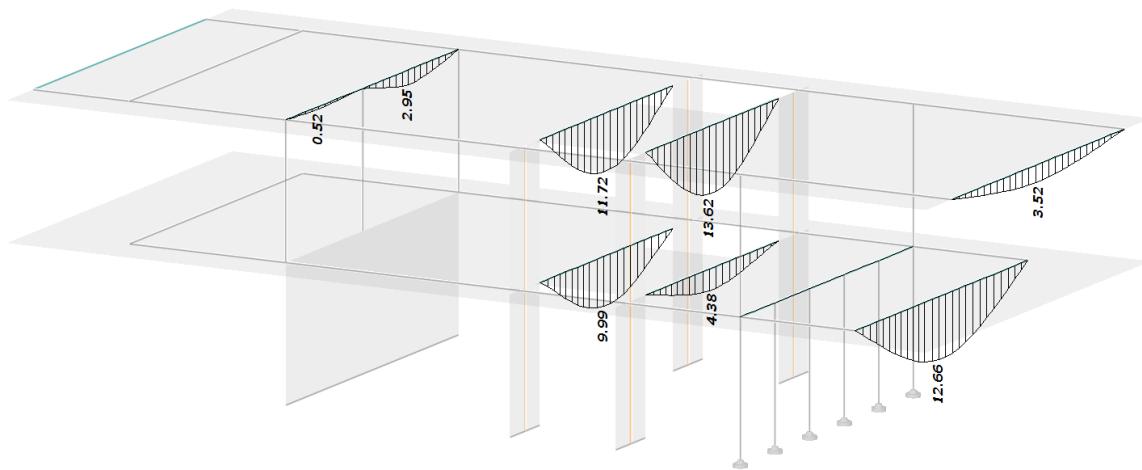


Karakteristična kombinacija M [kNm]



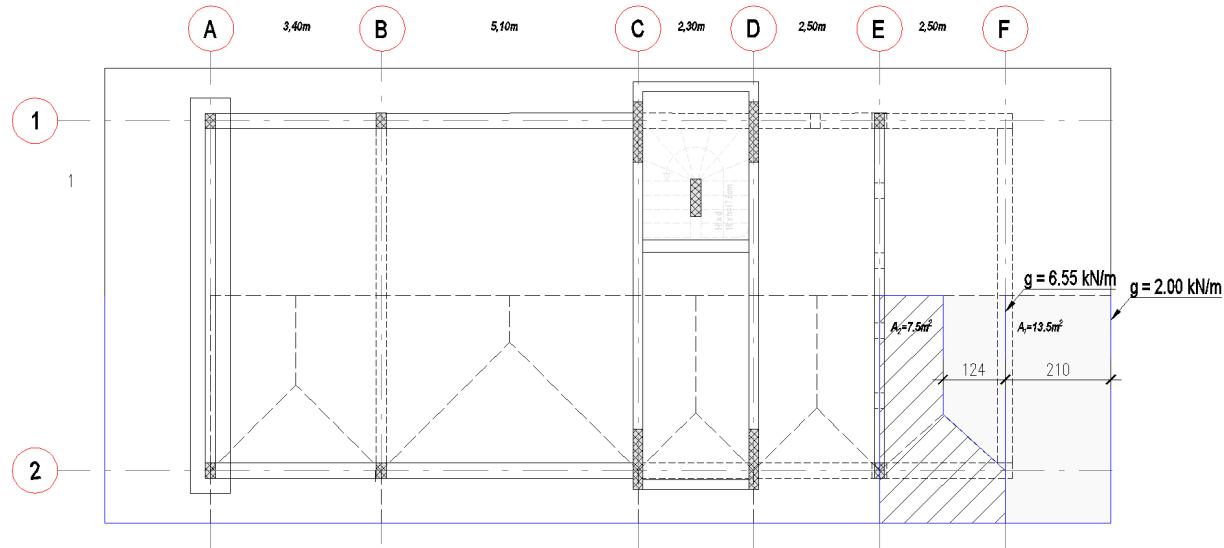
Vertikalna seizmika 1.00xSv M [kNm]

Kontrola progiba za kvazistalnu kombinaciju opterećenja:



POPREČNA OBRNUTA GREDA U OSI F

Poprečna obrnuta greda u osi F će se pored prostornom modela provjeriti i za nezavisan linijski model.

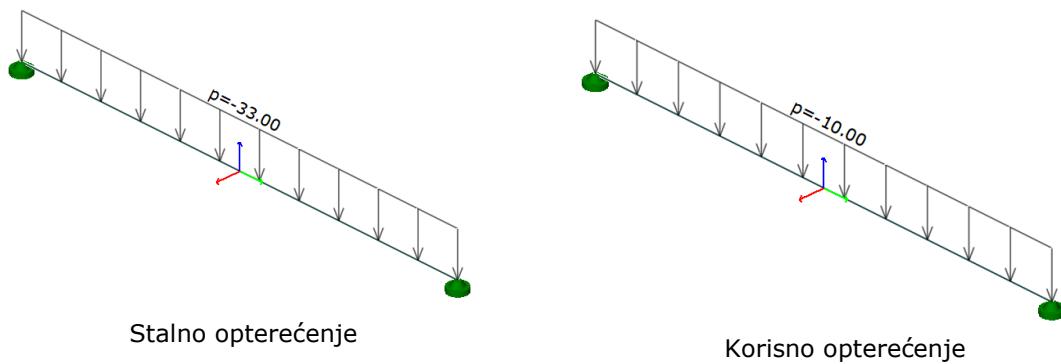


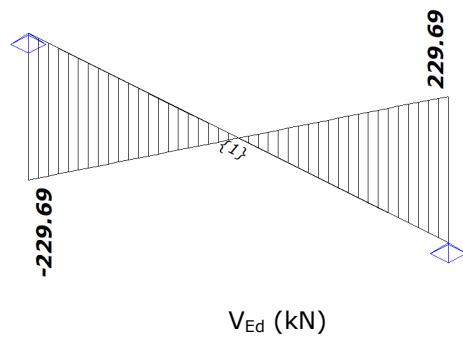
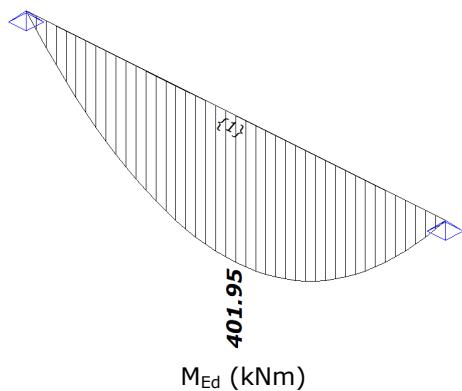
Linijsko opterećenje na gredi:

$$g = (1.25 + 2.10) \cdot 7.25 + 6.55 + 2.00 = 33 \text{ kN/m'}$$

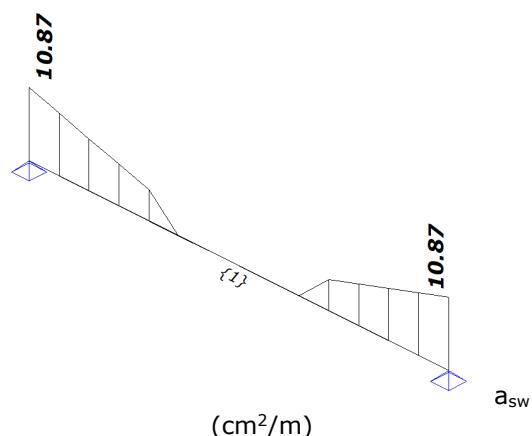
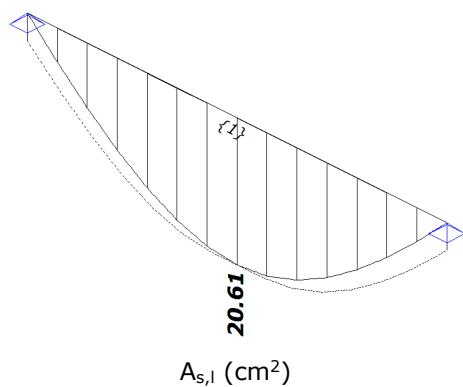
$$p = 1.25 \text{ m} \cdot 2.00 + 2.10 \text{ m} \cdot 3.00 = 8.8 \approx 10 \text{ kN/m'}$$

Sopstvena težina grede uzima se u obzir u softverskom paketu i sudjelujuća širina se zanemaruje.

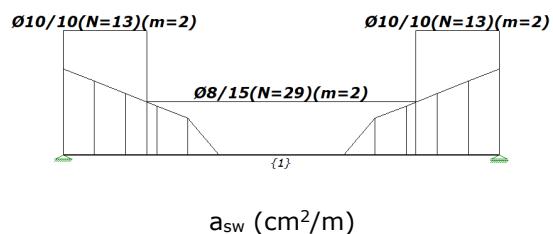
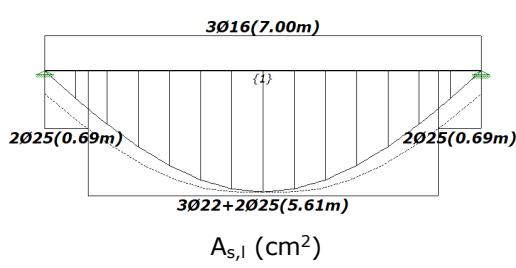




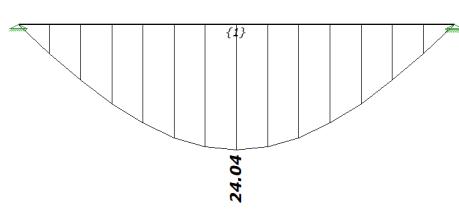
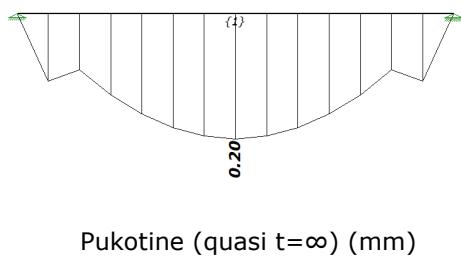
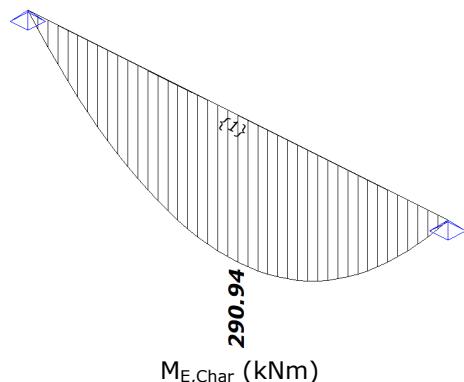
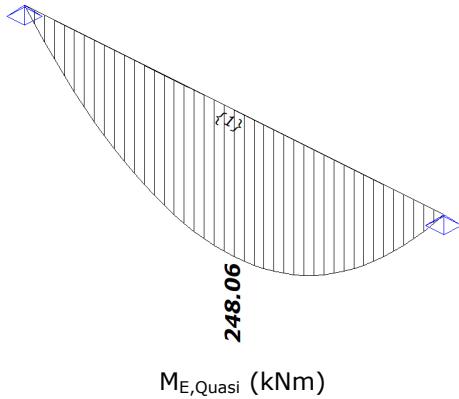
Potrebna armatura iznosi:



Usvojena armatura:



Proračun za SLS granično stanje:



Vrijednosti ugiba su prihvatljive.

Naponi se kontrolisu za gredu u osi F (obrnuta greda) za karakterističnu kombinaciju opterećenja. U ploči pored grede se u poduznom pravcu usvajaju i šipke **2-5Φ16** koje će se u ovoj analizi uzeti u obzir.

$$M_{E,quasi} = 250 \text{ kNm}$$

$$f_{c,ei} = 0.45 \cdot 25 = 11.25 \text{ MPa}$$

$$f_{y,ei} = 0.80 \cdot 500 = 400 \text{ MPa}$$

Proračun napona presjeka u stadiju II

t=0

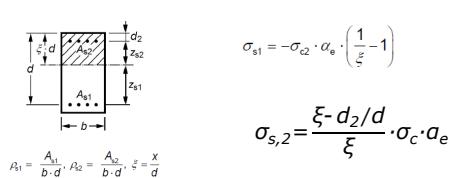
t=∞

$$\frac{S_d}{d} \Rightarrow \xi = -\alpha_e \cdot (\rho_{s1} + \rho_{s2}) + \sqrt{\alpha_e^2 \cdot (\rho_{s1} + \rho_{s2})^2 + 2 \cdot \alpha_e \cdot \left(\rho_{s1} + \rho_{s2} \cdot \frac{d_s}{d} \right)}$$

$$\left[\frac{\xi}{2} \cdot \left(1 - \frac{\xi}{3} \right) + \alpha_e \cdot \rho_{s2} \cdot \left(1 - \frac{d_2}{d} \right) \cdot \left(1 - \frac{d_2}{d} \cdot \frac{1}{\xi} \right) \right] = 0.214 \quad 0.356$$

$$\sigma_c = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot A} = -12.89 \quad -7.73 \quad [\text{MPa}]$$

$$\sigma_{s1} = -\sigma_{c2} \cdot \alpha_e \cdot \left(\frac{1}{\xi} - 1 \right) = 125.53 \quad 128.86 \quad [\text{MPa}]$$



12.90 ≈ 11.25 ... Ok



130<400 ...Ok

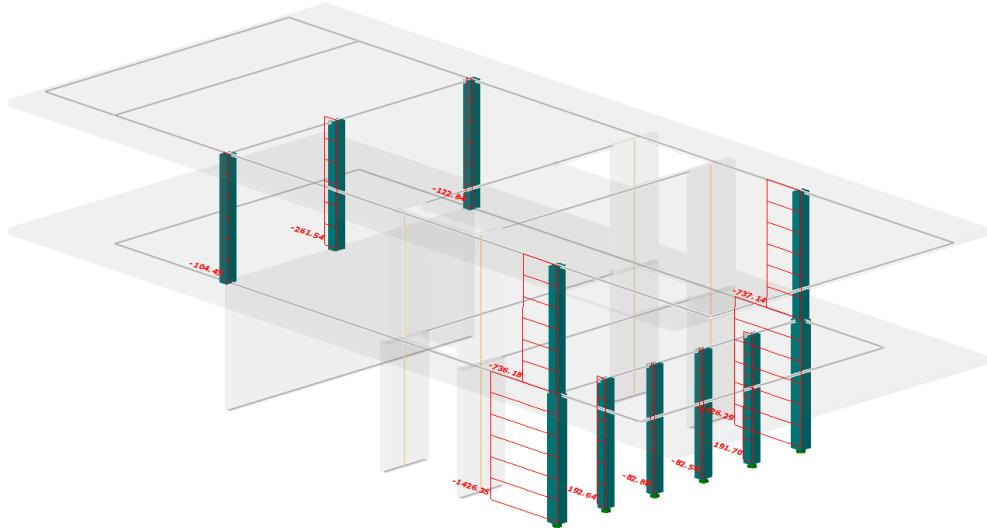
Napomena:.. Ipak, potrebno je pored usvojene armature **3Φ22+2Φ25** usvojiti u ploči **2x5Φ16** u donjoj zoni.

Potrebno je u glavnim podužnim gredama osa 1 i 2 pored osnovne smičuće armature predvidjeti i armaturu za vješanje poprečne grede i to:

$$A_{s,h} = V_{Ed} / f_{yd} = 230 / 43.5 = 5.30 \text{ cm}^2$$

Odgovara 3Φ12 dvosječna vilica u glavnoj gredi

PRORAČUN STUBOVA

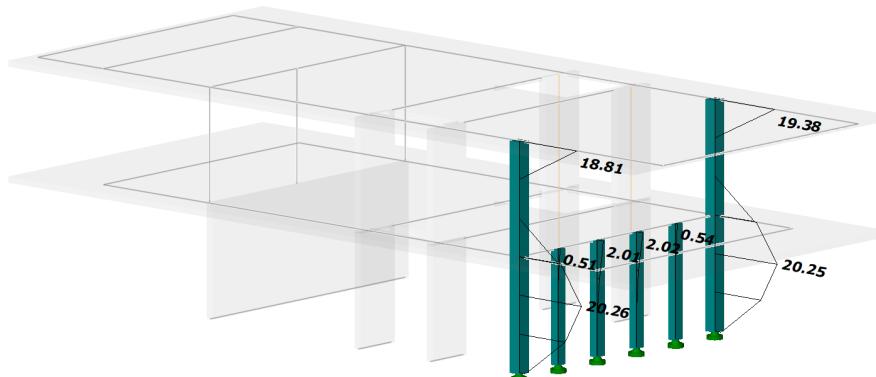


N_{Ed} – Granična stanja za stalne i prolazne kao i seizmičke računske kombinacije

Minimalna armatura u stubu iznosi:

$$A_s = \frac{0.10 \cdot N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{0.10 \cdot 1425}{43.5} = 3.27 \text{ cm}^2$$

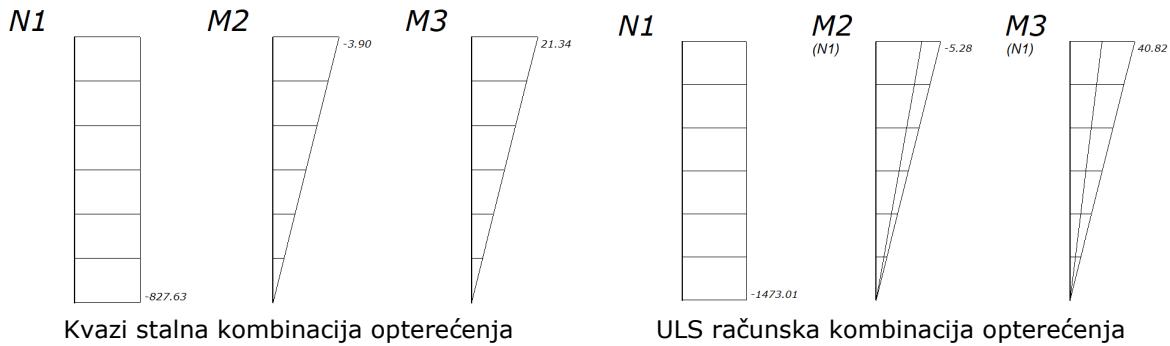
Izvršeno je dimenzionisanje u softveru i ukupna potrebna podužna armatura raspoređena pravilno po obimu stuba iznosi:



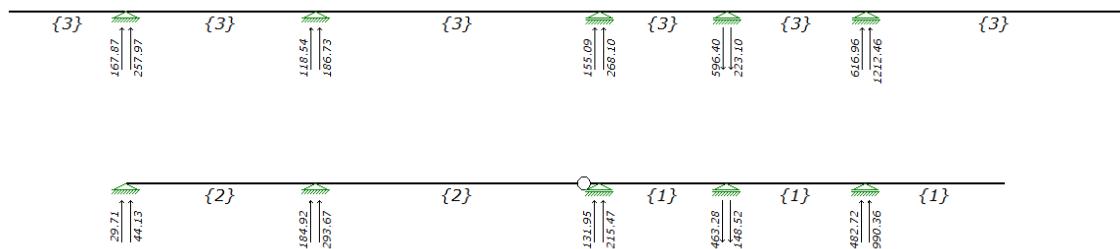
Potrebna podužna armatura cm^2

Za dva glavna stuba usvaja se **4Φ25+4Φ22** po obimu dok se u ostalim stubovima usvaja minimalna armatura odnosno **4Φ14** za stubove 20/20 i **6Φ14** za stubove 20/30.

Kontrolno će se za dva glavna stuba koji su najviše opterećeni napraviti ručni proračun. Sile će se preuzeti sa prostornog i kontrolnih linijskih modela.



Normalna sila sa linijskih modela iznosi:

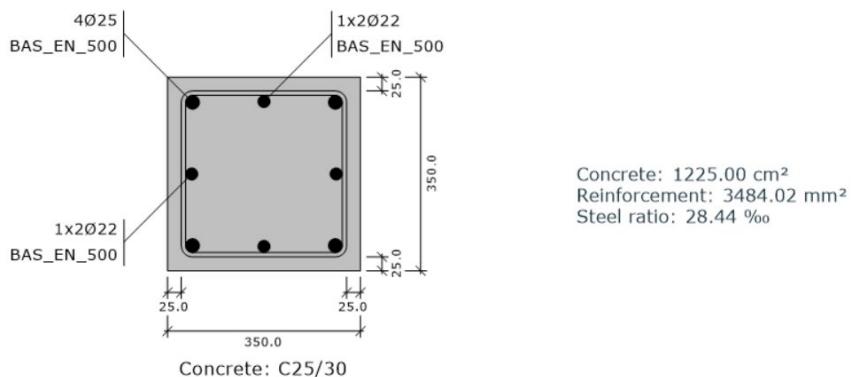


Tako da su usvojena opterećenja za kontrolni proračun:

$$N_{Ed} = 990 + 1210 = 2200 \text{ kN}$$

Preuzimaju se vrijednosti momenata sa prostornog modela.

Mjerodavan je presjek na udaljenosti 2/3 od dna stuba za efekte drugog reda.



Usvojeni koeficijent puzanja iznosi $\varphi_0=2.00$ dok je $M_{Ed,quap}/M_{Ed}=21/40 \approx 0.50$ pa je efektivni koeficijent puzanja u graničnom stanju nosivosti $\varphi_{eff}=2.00 \cdot 0.50=1.00$.

Ostali parametri za proračun iznose:

b/h=35/35cm – Dimenzije stuba $d_1=4.5\text{cm}$

- $E_c=30\ 000 \text{ MPa} \rightarrow E_{cd}=30\ 000/1.20=25\ 000 \text{ MPa}$
- $f_{cd}=0.85 \cdot f_{ck}/\gamma_c=0.85 \cdot 25/1.50=14 \text{ MPa}$
- $f_{yd}=435 \text{ MPa}$
- $E_s=200\ 000 \text{ MPa}$
- Početna imperfekcija stuba iznosi $l_0/400=280/400=0.70\text{cm}$ usvojeno $e_i=2.00\text{cm}$

- $J_c = 0.35^4 / 12 = 1.25 \cdot 10^{-3} \text{m}$
- $A_c = 0.35^2 = 0.1225 \text{m}^2$
- $i = (J_c / A_c)^{0.50} = 0.10 \text{m}$
- Vitkost stuba u oba pravca iznosi: $\lambda = L_o / i = 2.80 / 0.10 = 28$
- $J_s = 2 \cdot A_{s, \text{side}} \cdot Y^2 = 2 \cdot 11.4 \cdot 13^2 / 100^4 = 3.853 \cdot 10^{-5} \text{m}$
- $k_1 = (f_{ck} / 20)^{0.50} = (25 / 20)^{0.50} = 1.18$
- $n = N_{Ed} / A_c \cdot f_{cd} = 1.27$
- $k_2 = n \cdot \lambda / 170 = 1.27 \cdot 28 / 170 = 0.20$
- $K_c = k_1 \cdot k_2 / [1 + \phi_{\text{eff}}] = 1.18 \cdot 0.20 / [1 + 1.00] = 0.118$
- Pa je nazvina krutost stuba: $EJ = E_{cd} \cdot J_c \cdot K_c + E_s \cdot J_s = 3690 + 7706 = 11390 \text{ kNm}$
- Eulerova kritična sila iznosi $N_B = \pi^2 \cdot EJ / L^2 = \pi^2 \cdot 11390 / 2.8^2 = 14340 \text{kN}$
- Za trougaonu raspodjelu momenata usvaja se vrijednost parametra $c_0 = 10$ pa je koeficijent $\beta = \pi^2 / c_0 = 0.98 \approx 1.00$
- Faktor uvećanja momenta iznosi:

$$k_{II} = 1 + \frac{\beta}{N_B / N_{Ed} - 1} = \mathbf{1.18}$$

Ukupni ekscentriciteti uslijed efekata drugog reda računaju se za presjek na 2/3 visine stuba i iznose:

$$M_{imp} = e_{imp} \cdot N_{Ed} = 0.02 \cdot 2200 = 44 \text{kNm}$$

$$M_{2,Ref} = 0.66 \cdot M_2 = 3.50 \text{kNm}$$

$$M_{3,Ref} = 0.66 \cdot M_3 = 27.50 \text{kNm}$$

Ukupni momenti po th.II reda iznose:

$$M^{II}_2 = k_{II} \cdot (M_{imp} + M_{2,Ref}) = 56.00 \text{kNm}$$

$$M^{II}_3 = k_{II} \cdot (M_{imp} + M_{3,Ref}) = 84.00 \text{kNm}$$

Otpornost presjeka na biaksijalno savijanje sa normalnom silom dokazati će se u softveru za analizu betonskih presjeka i za pretpostavljenu armaturu rezultati su sljedeći:

5.2.- Resistance check at collapse stage

Way to collapse: Constant axial force and Y-Z eccentricities

N_{Rd} : -2200.00 kN

$M_{Y,Rd}$: 65.48 kN·m

$M_{Z,Rd}$: 91.67 kN·m

Use: 91.63 % < 100 % ... Ok

5.2.1) Concrete

Maximum compressive strain: -2.95 %

Maximum compressive stress: -14.17 N/mm²

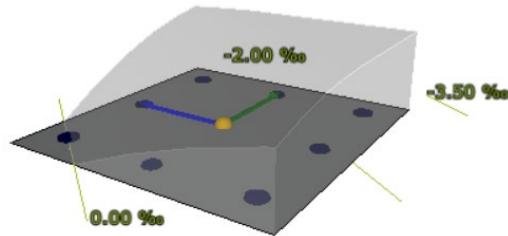
5.2.2) Reinforcement

Maximum compressive strain: -2.95 %

Maximum compressive stress: -434.78 N/mm²

Maximum tensile strain: 0.17 %

Maximum tensile stress: 33.24 N/mm²



U kvazi stalnoj kombinaciji unutrašnje sile iznose:

$$N_E = 1245 \text{kN}$$

$$k_{II} = 1 + \frac{\beta}{N_B / N_E - 1} = 1 + \frac{\beta}{14430 / 1245 - 1} = \mathbf{1.10}$$

$$M_{E,3} = 21 \text{kNm} \Rightarrow M^{II}_{E,3} = 21 \cdot 1.10 = 23 \text{kNm}$$

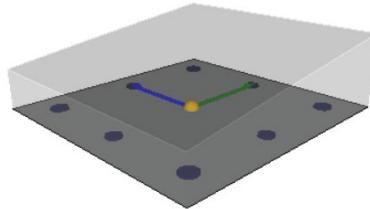
5.1.- Resistance check to applied internal forces

5.1.1) Concrete

Maximum compressive strain: -0.47 ‰
Maximum compressive stress: -10.44 N/mm²

5.1.2) Reinforcement

Maximum compressive strain: -0.44 ‰
Maximum compressive stress: -88.93 N/mm²
Maximum tensile strain: -0.27 ‰
Maximum tensile stress: -54.36 N/mm²

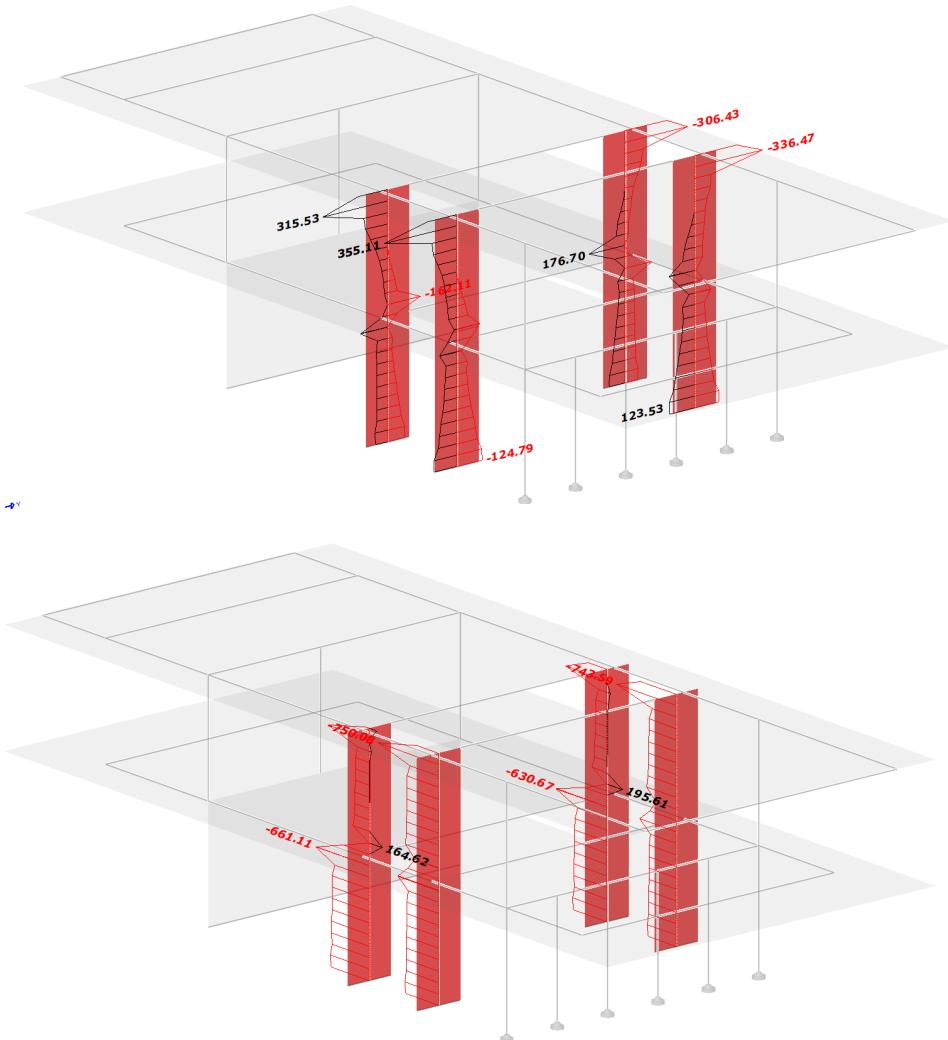


Pa je:

$$\sigma_c = 10.44 < 11.25 \dots \text{Ok}$$

PRORAČUN VERTIKALNIH ZIDOVA

U vertikalnim zidovima mjerodavne su seizmičke poprečne kombinacije opterećenja. Na sljedećoj slici prikazan je raspored unutrašnjih sila u zidovima:



U dnu zida djeluju opterećenja:

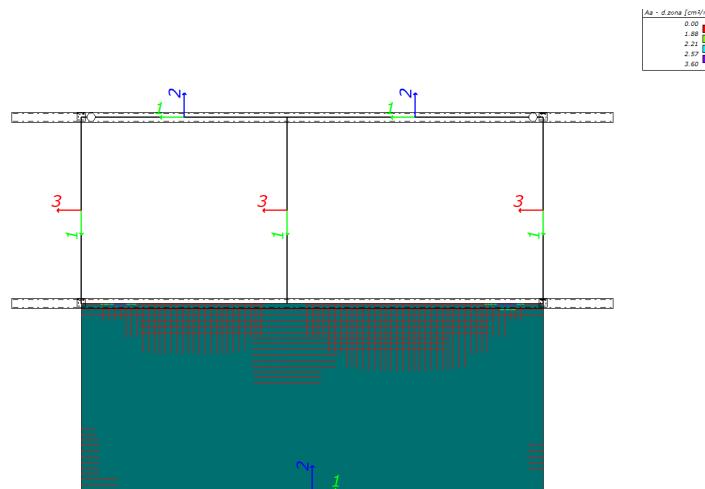
$$M=125.00 \text{ kNm}$$

$$N=-250.00 \text{ kN}$$

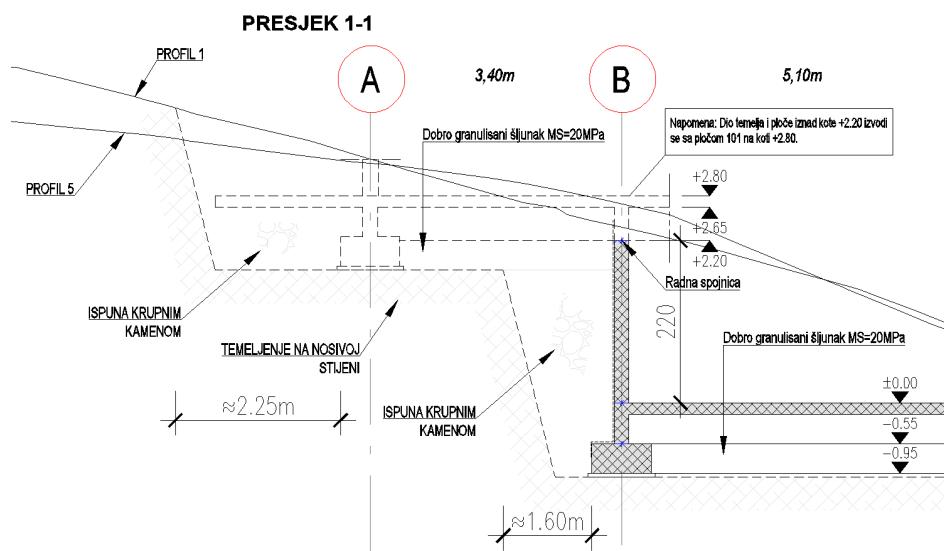
$$V=41.00 \text{ kN}$$

→ Nije potrebna armatura veća od minimalne

Usvaja se armatura **4Φ16** u uglovima i razdjelna armaturna mreža **±Q257**

PRORAČUN ZIDA U OSI B


U stalnim i prolaznim računskim situacijama odgovara armaturna mreža **±Q335** kao minimalna armatura. Pored ovoga zid se treba provjerit na pritisak uslijed zasipanja prije betoniranja gornje ploče.

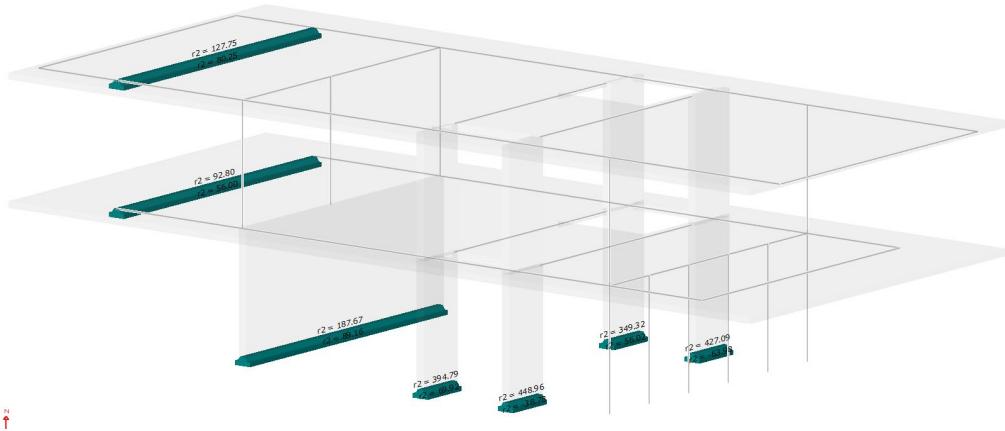


Zid je opterećen mirnim pritiskom tla koji se usvaja kao $k_m=1-\sin\phi$ gdje je $\phi=35^\circ \rightarrow k_m=0.42$. $\gamma=20\text{kN/m}^3$ pa je pritisak u dnu zida $p=\gamma \cdot H \cdot k_m = 20 \cdot 2.20 \cdot 0.42 = 18.50\text{kPa}$. Zid je potrebno provjeriti na vrijednost momenta savijanja od:

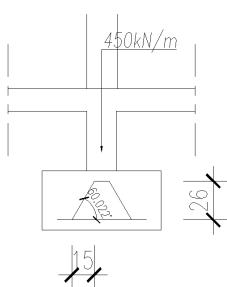
$$M_{Ed}=1.35 \cdot [p \cdot L^2 / 6] = 20\text{kNm/m} \rightarrow a_{req} = M_{Ed} / 0.90 \cdot d \cdot f_{yd} = 3.40\text{cm}^2/\text{m}$$

Odgovara armaturna mreža Q335

PRORAČUN TEMELJA



Najveći pritisak na temeljnoj traci lokalno iznosi 450kN/m. Temeljne trake su oslonjene na stijenu što je krut oslonac. Prema tome neće doći do savijanja temeljnih traka u poduznom smjeru. Trake su dominantno napregnute u poprečnom smjeru i u njima se generalno usvaja armatura na sljedeći način:



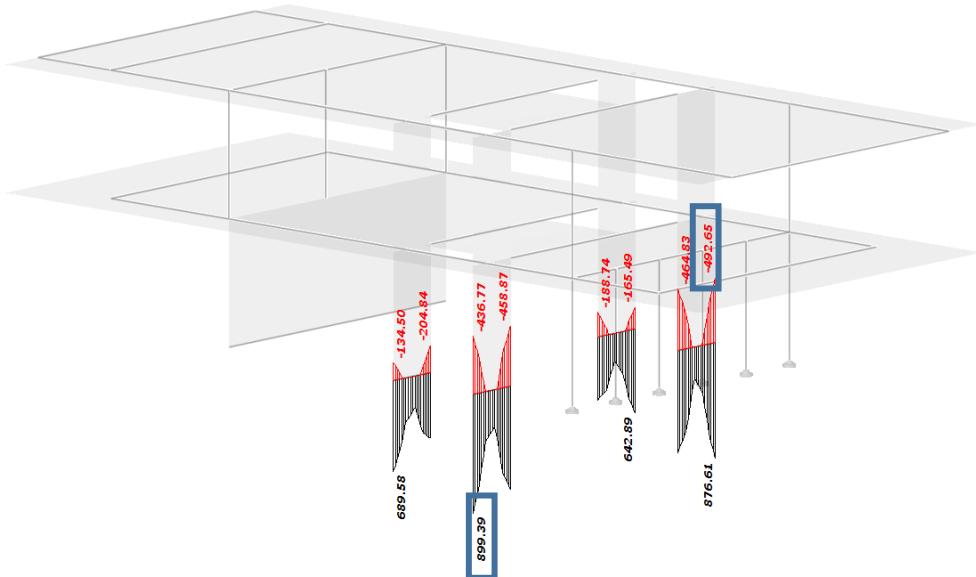
Potrebna poprečna armatura računa se prema:

$$a_s = 450 \cdot \text{ctg}60 / f_{yd} = 260 / 43.5 = 5.97 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Odgovara **Φ12/15**
Horizontalno usvojeno **Φ10/20**

Naponi u tlu iznose $450 / 0.80 = 565 \text{ kPa}$

Pored reakcije pritiska javlja se i reakcija odizanja u istom osloncu. Ovo je posljedica momenta savijanja koji se javio u seizmičkoj kombinaciji djelovanja pored normalne sile pritiska. U softveru je prikazana prosječna vrijednost napona zatezanja koja ne mora djelovati na čitavoj površini. Iz tog razloga prikazati će se i raspodjеле linijskih reakcija na ovim osloncima:



Jasno je da se zatezanje javlja samo na rubovima temelja što je posljedica momenta savijanja.
 Rezultante uticaja za najjače napregnut temelj iznose:

$$M_{Ed}=180 \text{ kNm}$$

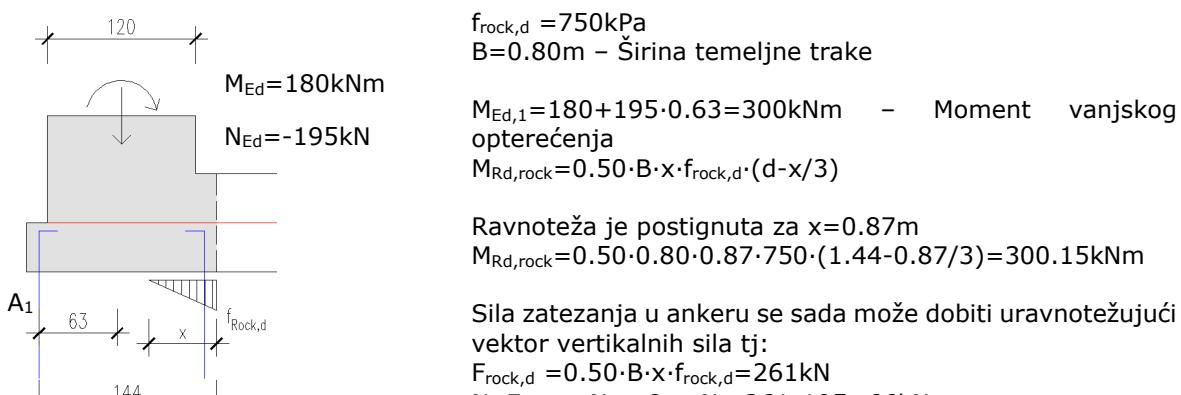
$$N_{Ed}=-195 \text{ kN}$$

$$h=1.20 \text{ m} - \text{visina zida}$$

$$\text{Kontrola: } p_c = -6 \cdot M_{Ed}/h^2 - N_{Ed}/h = -912 \text{ kN/m} \approx 899.39 \text{ kN/m ... Ok}$$

$$p_t = +6 \cdot M_{Ed}/h^2 - N_{Ed}/h = 587 \text{ kN/m} \approx 492.65 \text{ kN/m ... OK}$$

Na mjestima gdje se javljaju lokalna zatezanja potrebno je napraviti dokaz nosivosti na prijem ovih naponova. Uzeti će se u obzir mehanizam u skladu sa narednom skicom:



Potrebna površina ankera iznosi:
 $A_1=66/43.5=1.51 \text{ cm}^2$

Usvojeno **2·2Φ16** ispod svih zidova 20/120cm.

Sidrenje armaturnih šipki u stijenu:

$$F_{Ed}=33kN$$

Vrši se sidrenje armaturne šipke $\Phi 16$ u rupu dimenzija $\Phi_r=20mm$ dubine L u stjeni krečnjačkog porijekla. Naponi spoja na kontaktu stijena smjesa mogu se usvojiti da iznose 700kPa.

| a) State of weathering b) Degree of mineral bond c) Spacing of rock joints | Type of rock | | |
|--|---|--|---|
| | Massive igneous rocks and metamorphic rocks, e.g. granite, gabbro, basalt, gneiss | Conglomerates; breccia; sandstone; limestone; dolomite | Marlstone, claystone, shale, argillaceous limestone |
| a) Not weathered, very hard b) Very good mineral bond or diagenetic cementation c) >0.5 to 1.0 m | 1500 | 1000 | 700 |
| a) Slightly weathered b) Good mineral bond or diagenetic cementation c) 0.1 to 0.2 m | 1000 | 700 | 400 |
| a) Weathered b) Moderate bond c) 0.01 to 0.1 m | 500 | 300 | 150* |

* Or values given for cohesive soils in Section 6.3 devided with a safety factor according to Section 6.4.1

Naponi spoja na kontaktu smjesa šipka usvajaju se iz literature kao naponi spoja za bolje uvjete sidrenja i klasu betona C40/50 $f_{b,d}=3.70MPa$.

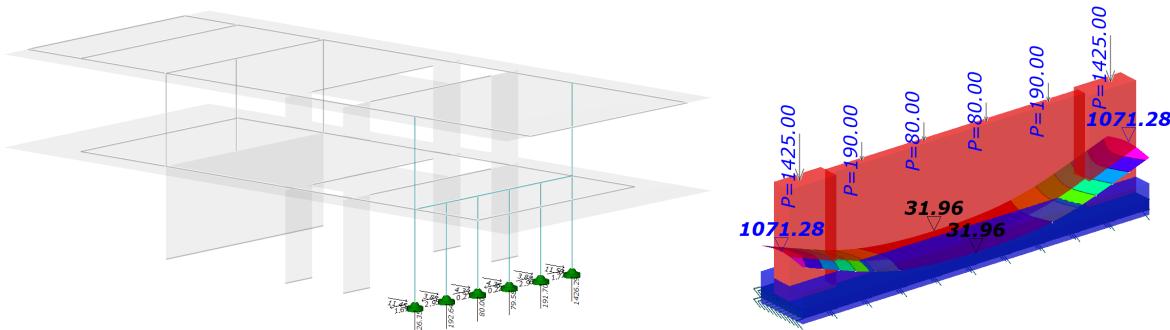
Dužina sidrenja za dva kriterija iznosi:

$$L_s = F_{Ed}/\Phi \cdot \pi \cdot f_{bd} = 33/1.60 \cdot \pi \cdot 0.37 = 17.74 \text{ cm}$$

$$L_{rock} = F_{Ed}/\Phi_r \cdot \pi \cdot f_r = 33/2.00 \cdot \pi \cdot 0.07 = 75.03 \text{ cm}$$

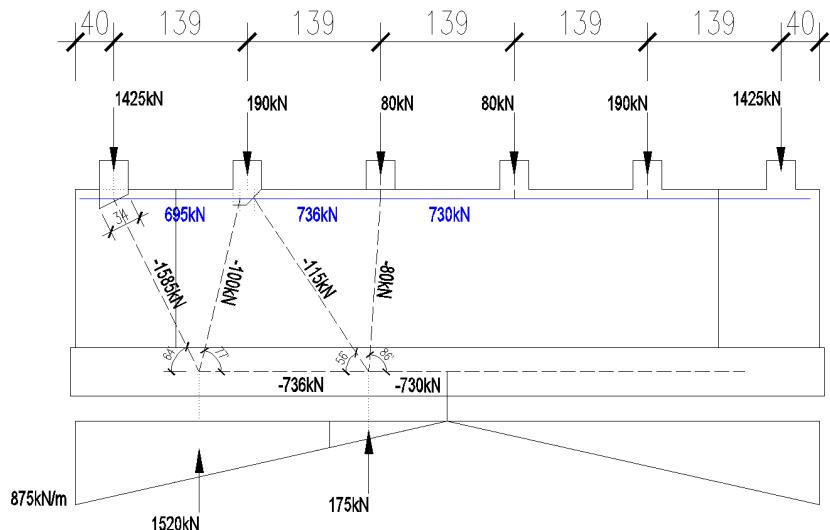
Usvojena dužina sidrenja je **$L_s=80\text{cm}$**

Temeljna traka ispod niza stubova dominantno je opterećena u vertikalnoj seizmičkoj kombinaciji. Za preuzimanje reakcija koristi se globalni prostorni model.



Usvojena je krutost stijene ispod temeljne trake $E=5000\text{MPa}$ kojoj odgovara koeficijent posteljice $k=4860000\text{KN/m}^2$. Raspodjela pritisaka po dužini trake je približno linearna.

Proračun armature vrši se u skladu sa sljedećim modelom:



Pa je potrebna armatura u gornjoj zoni:

$$A = 735/f_{yd} = 735/43.50 = 16.82\text{cm}^2 \quad \text{ODGOVARA } 2 \cdot 5\Phi 16 \quad A_{prov} = 20.10\text{cm}^2$$

U temeljnoj stopi javlja se pritisak jednakog intenziteta. Otpornost temeljne stope na pritisak u podužnom smjeru je:

$$C_{Rd,c} = B \cdot d \cdot f_{cd} = 120 \cdot 50 \cdot 1.41 = 8460\text{kN} > 736 \dots \text{OK}$$

Na mjestu stuba napravljeno je zadebljanje temeljnog zida na 45cm dok je u sredini $d=20\text{cm}$.

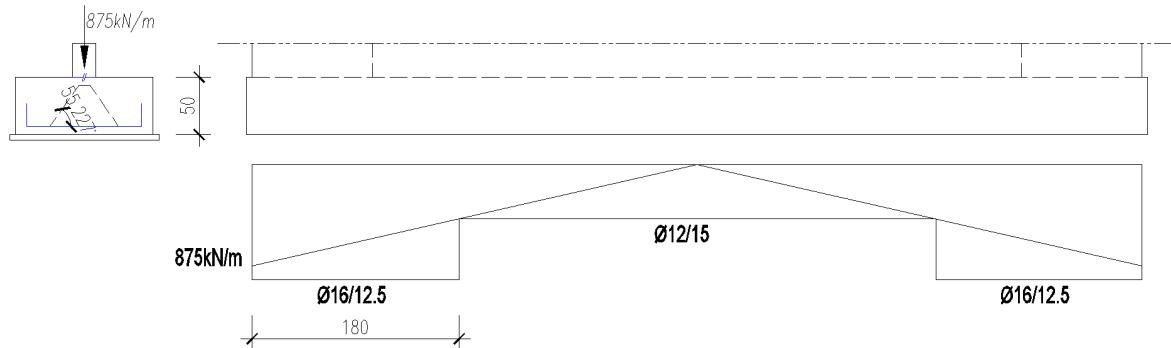
$$C_{Rd,d1} = 0.85 \cdot (1-f_{ck}/250) \cdot 34 \cdot 45 \cdot f_{cd} = 1650\text{kN} > 1585\text{kN} \dots \text{OK}$$

$$C_{Rd,d2} = 0.85 \cdot (1-f_{ck}/250) \cdot 15 \cdot 20 \cdot f_{cd} = 255\text{kN} > 100\text{kN} \dots \text{OK}$$

U poprečnom pravcu moe se usvojiti:

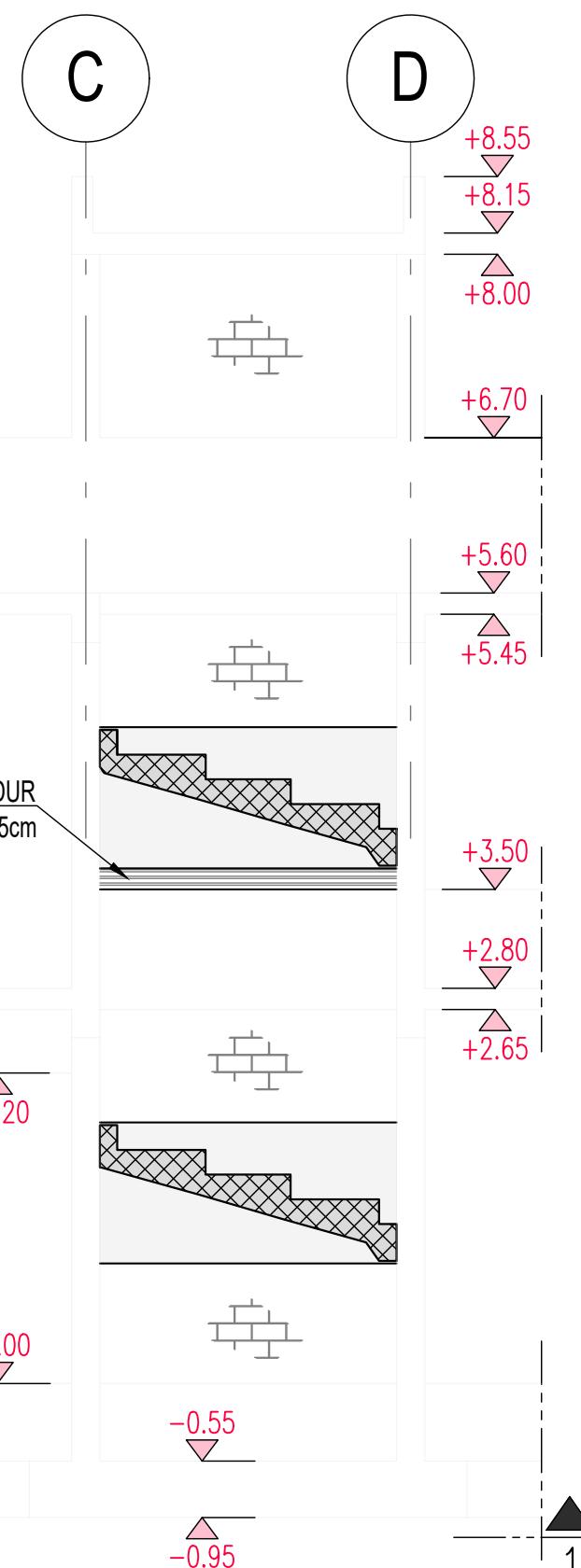
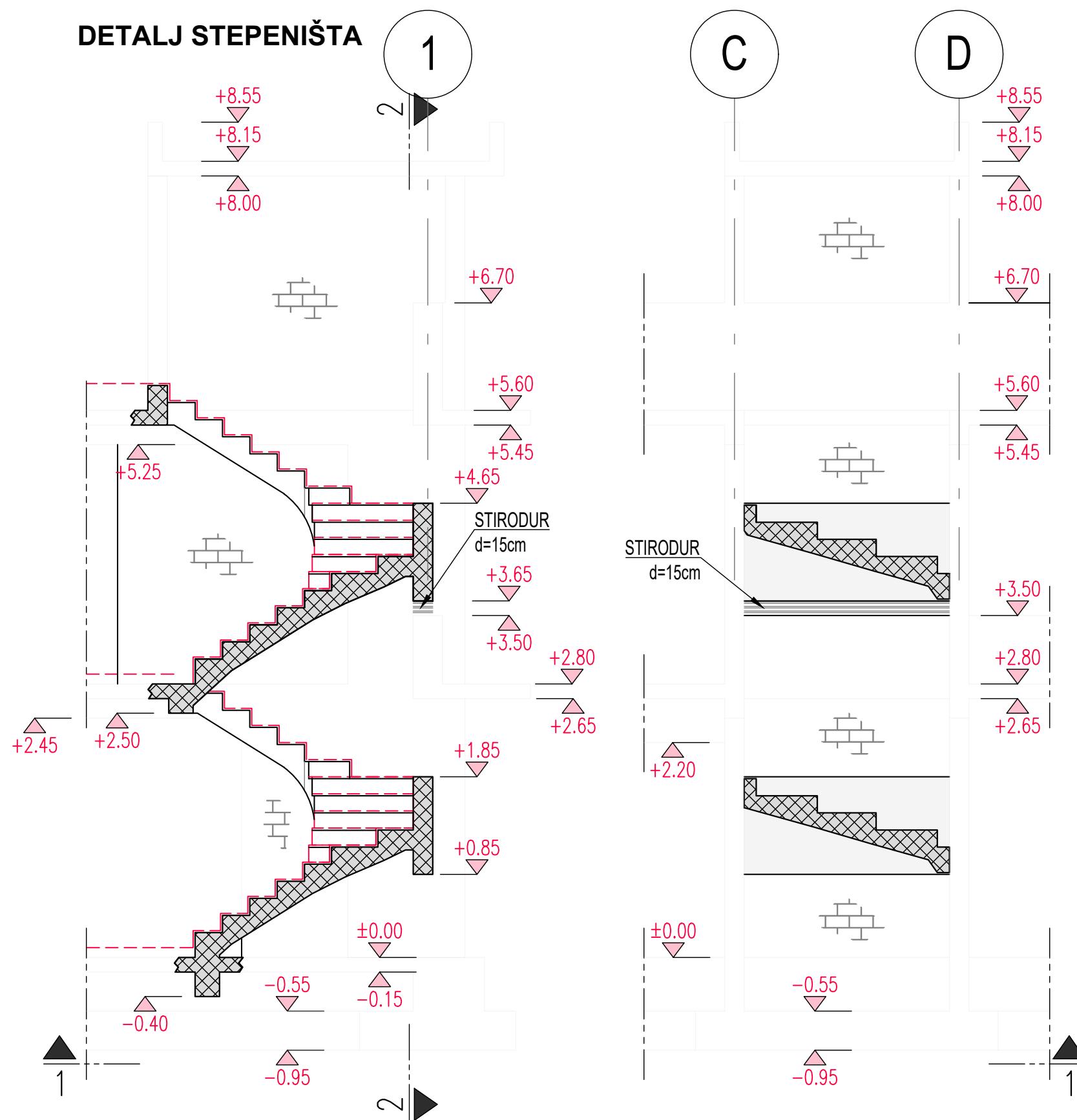
$$a_{s,p} = V \cdot \text{ctg}\phi / f_{yd} = 875 \cdot 0.70 / 43.50 = 14.08$$

ODGOVARA Ø16/12.5



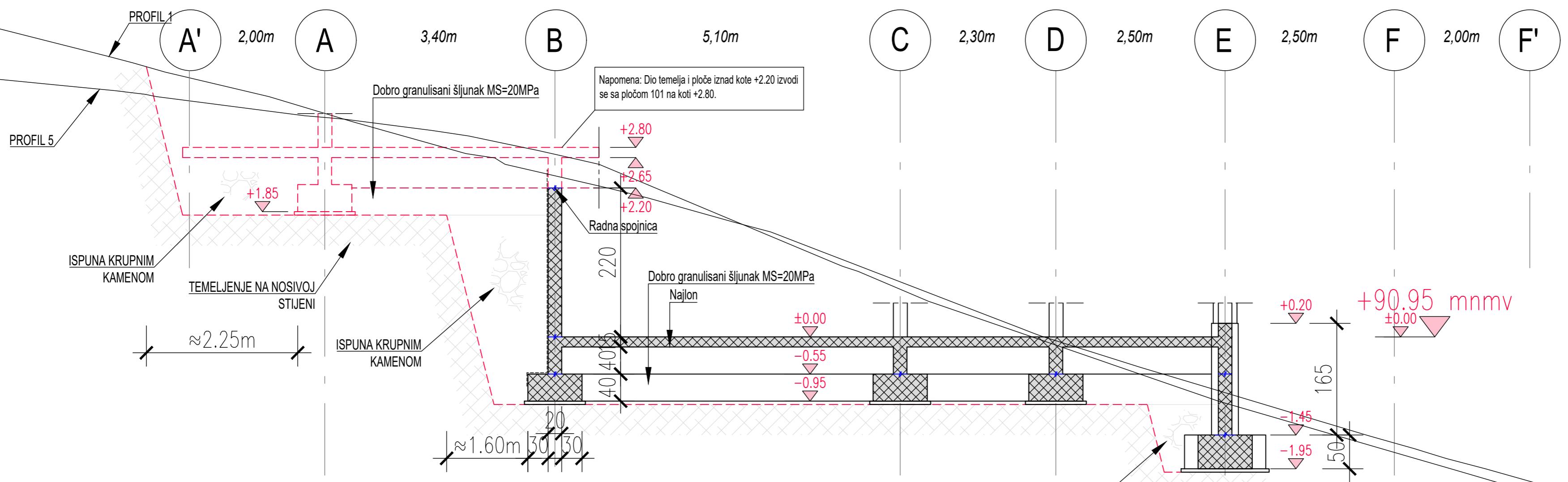
Projektant: Abdurahman Halebić dipl.ing.građ

DETALJ STEPENIŠTA

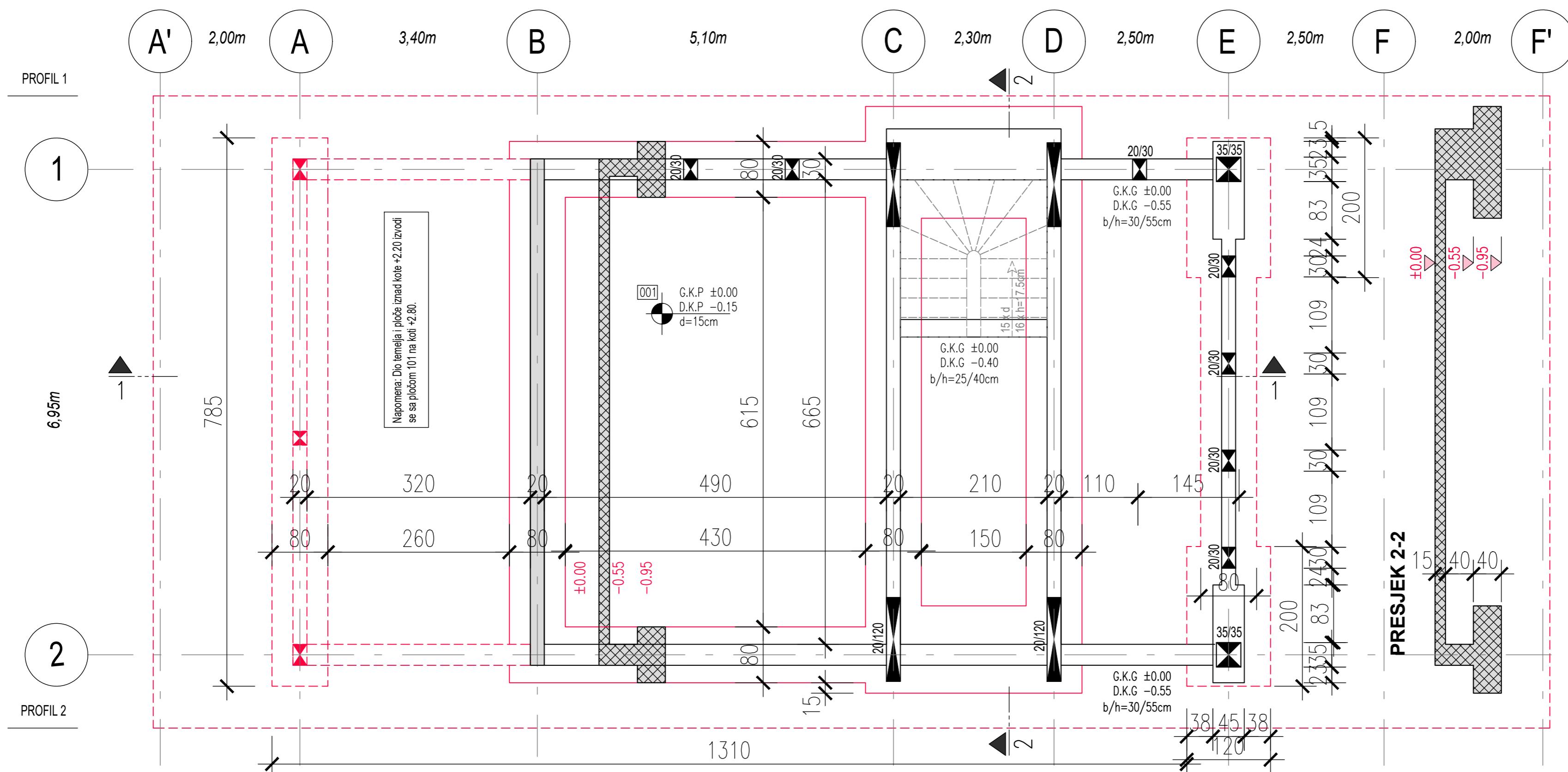


PRESJEK 1-1

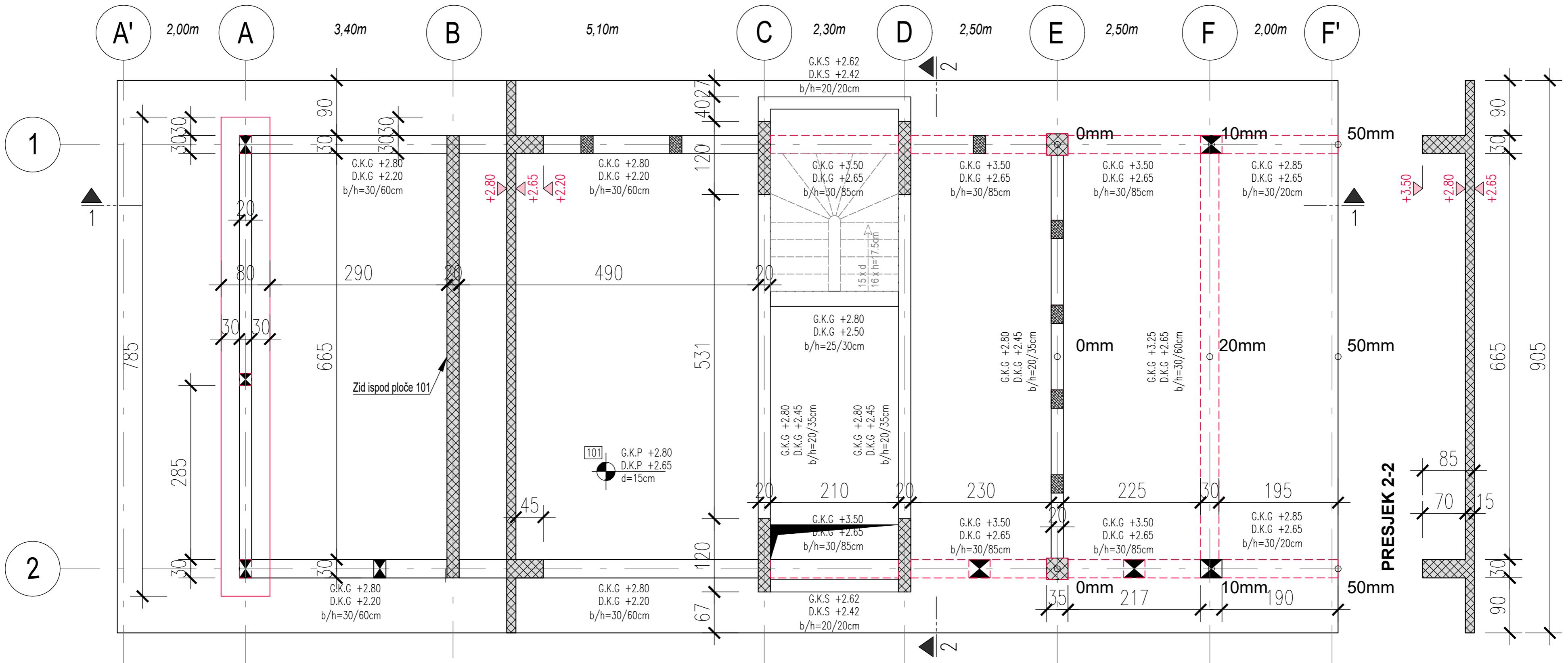
TEMELJI I TEMELJNA PLOČA 001



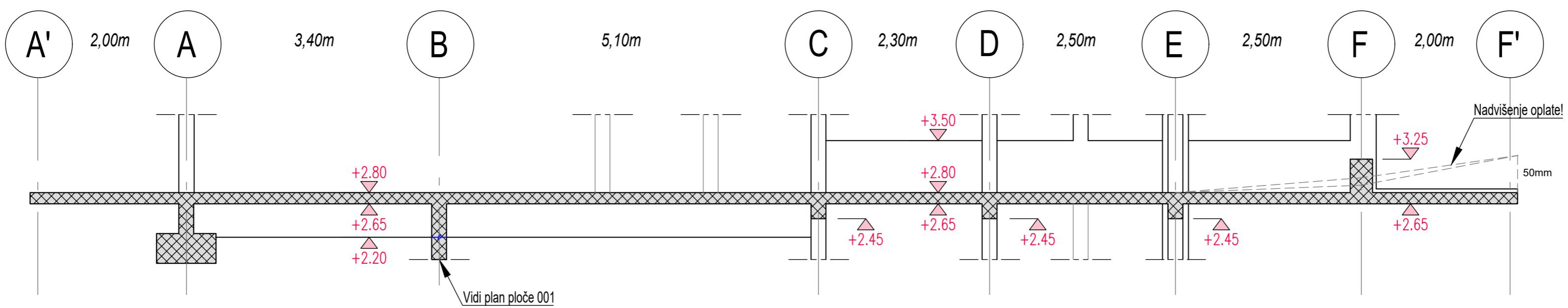
OSNOVA TEMELJA



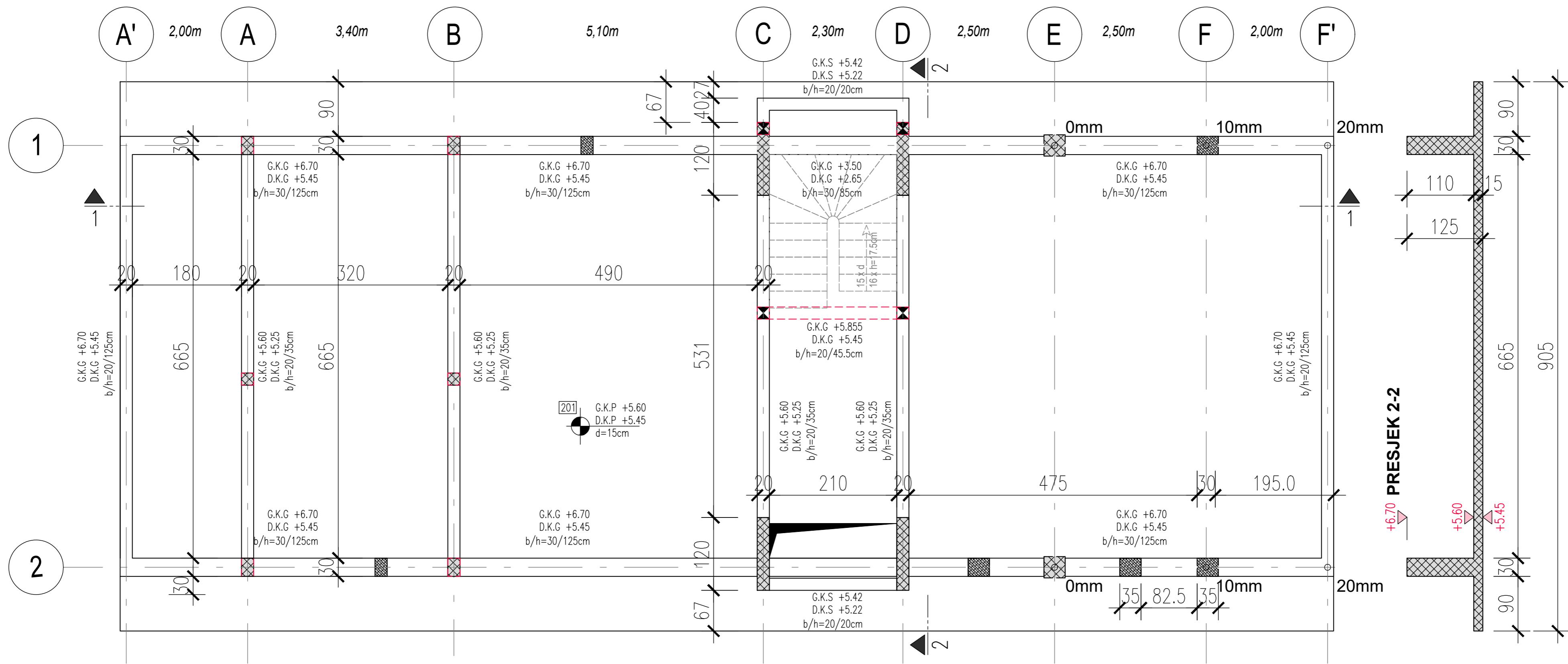
**PLOČA 101 NA KOTI
+2.80**



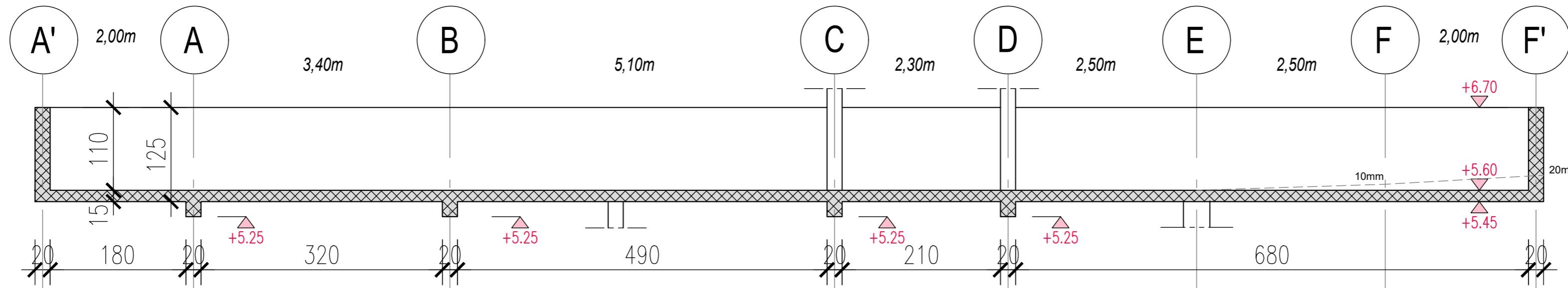
PRESJEK 1-1



**PLOČA 201 NA KOTI
+5.60**

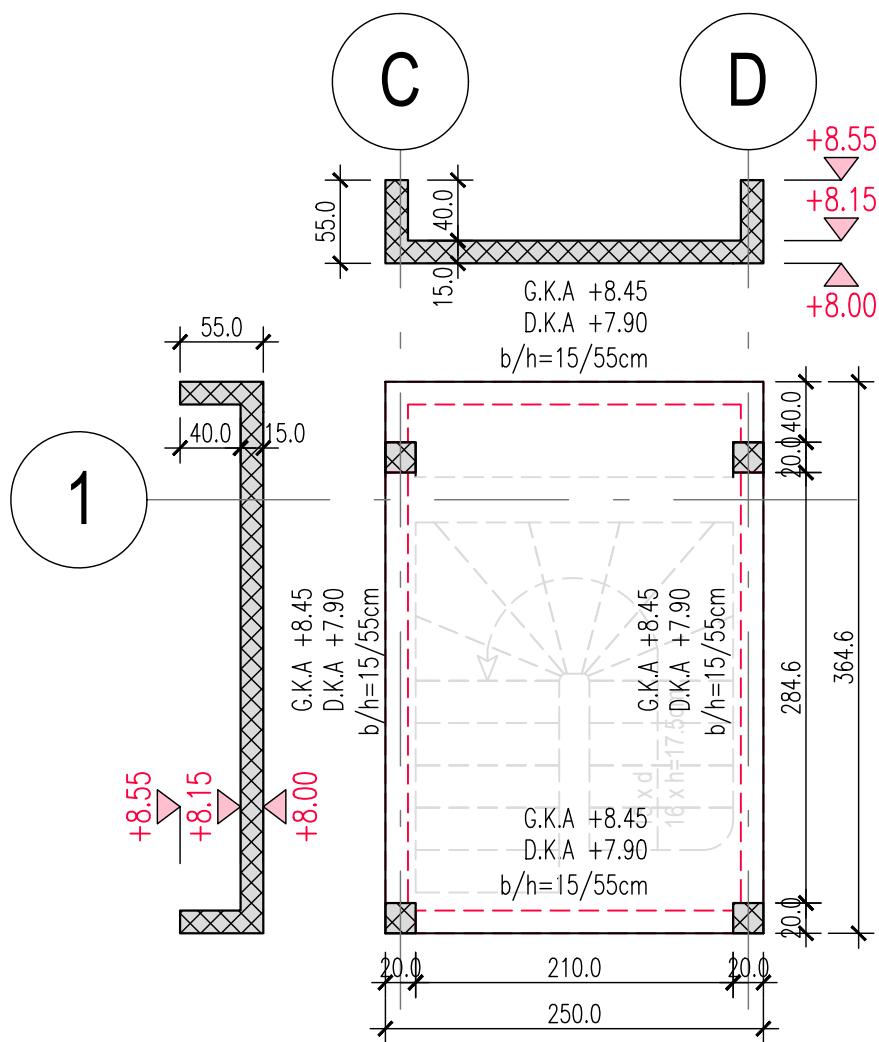


PRESJEK 1-1

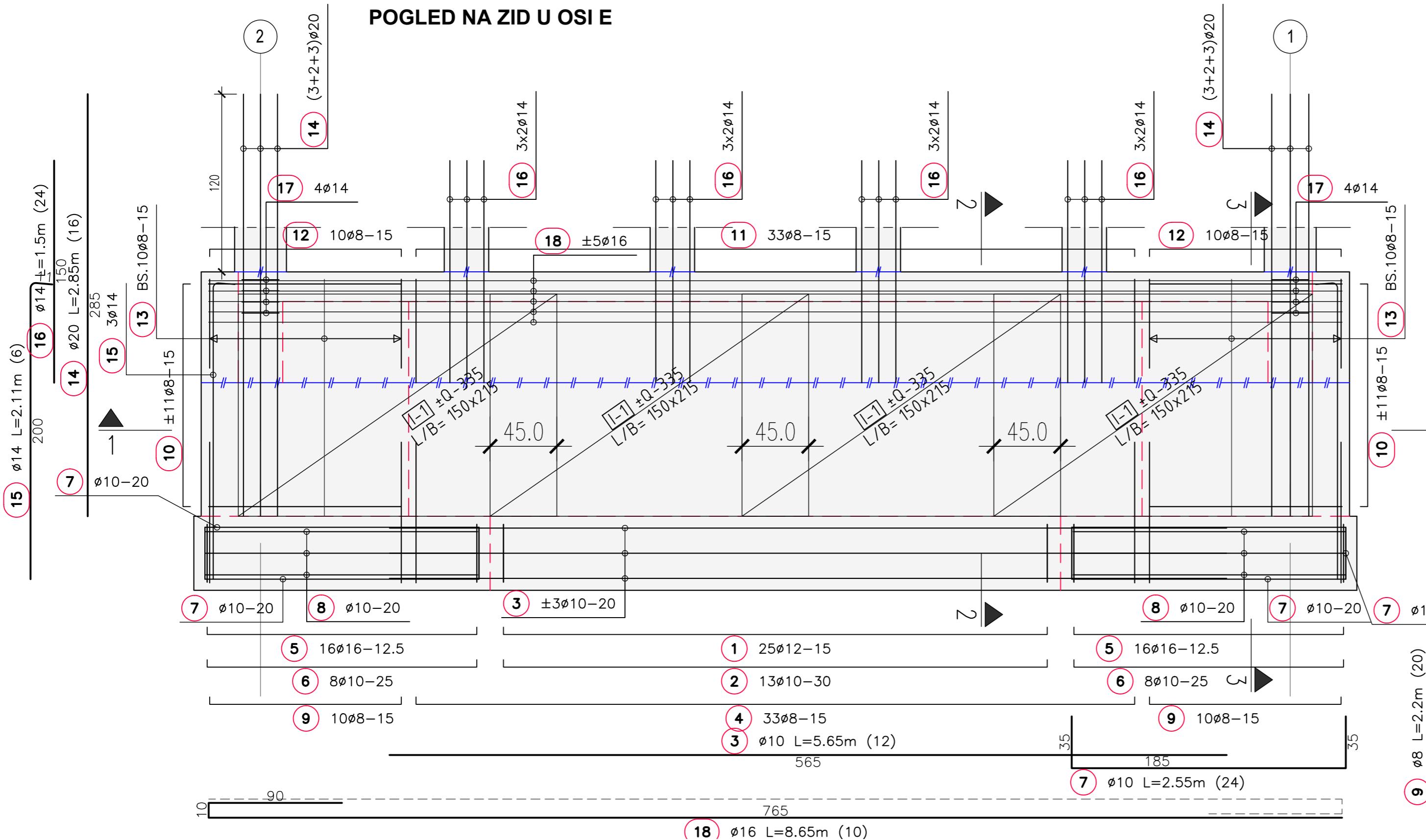


PLOČA 201 NA KOTI

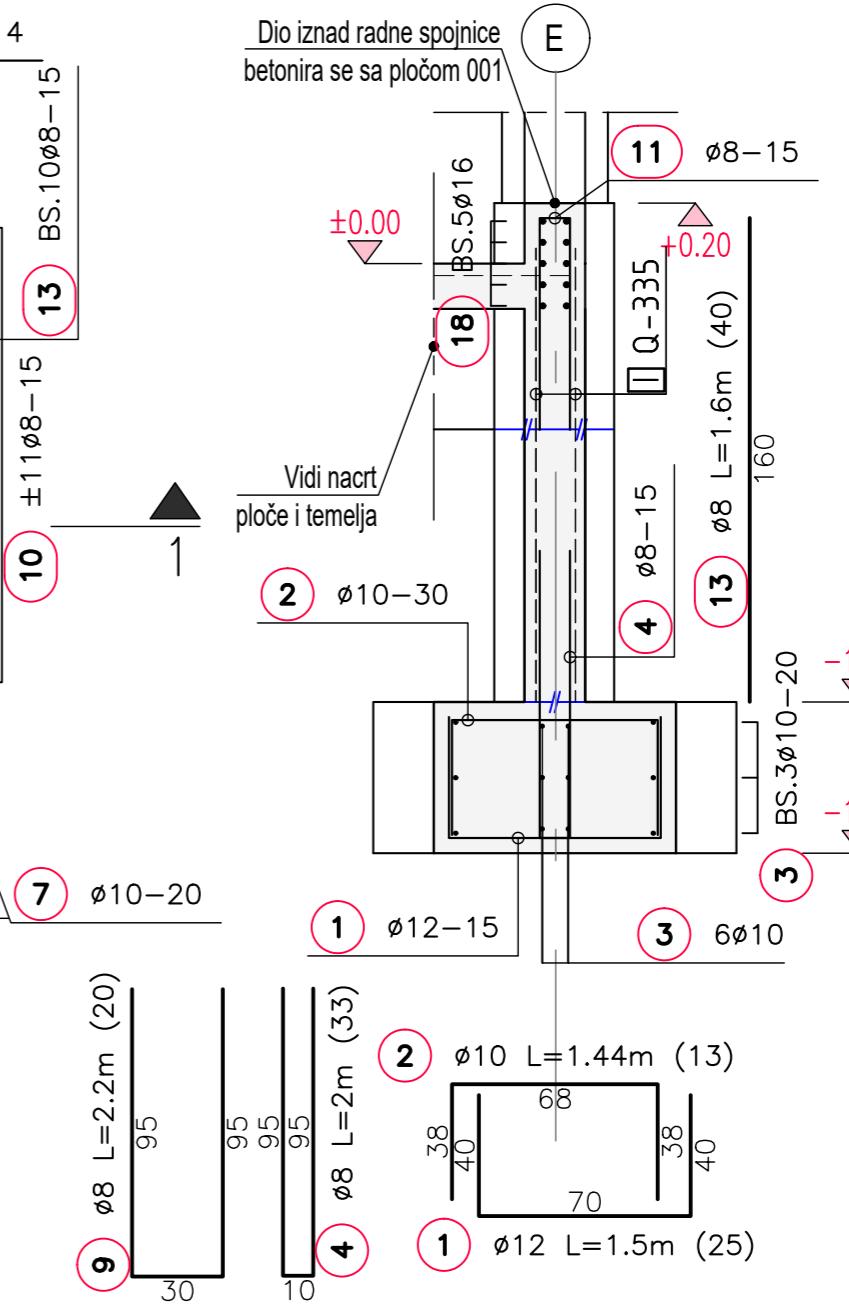
+8.15



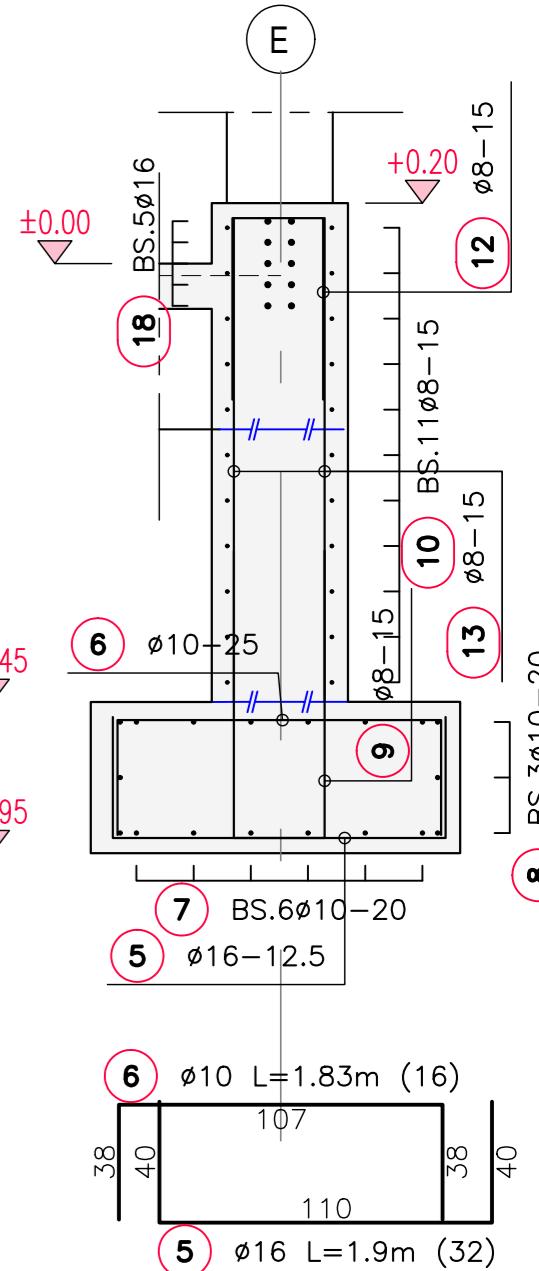
POGLED NA ZID U OSI E



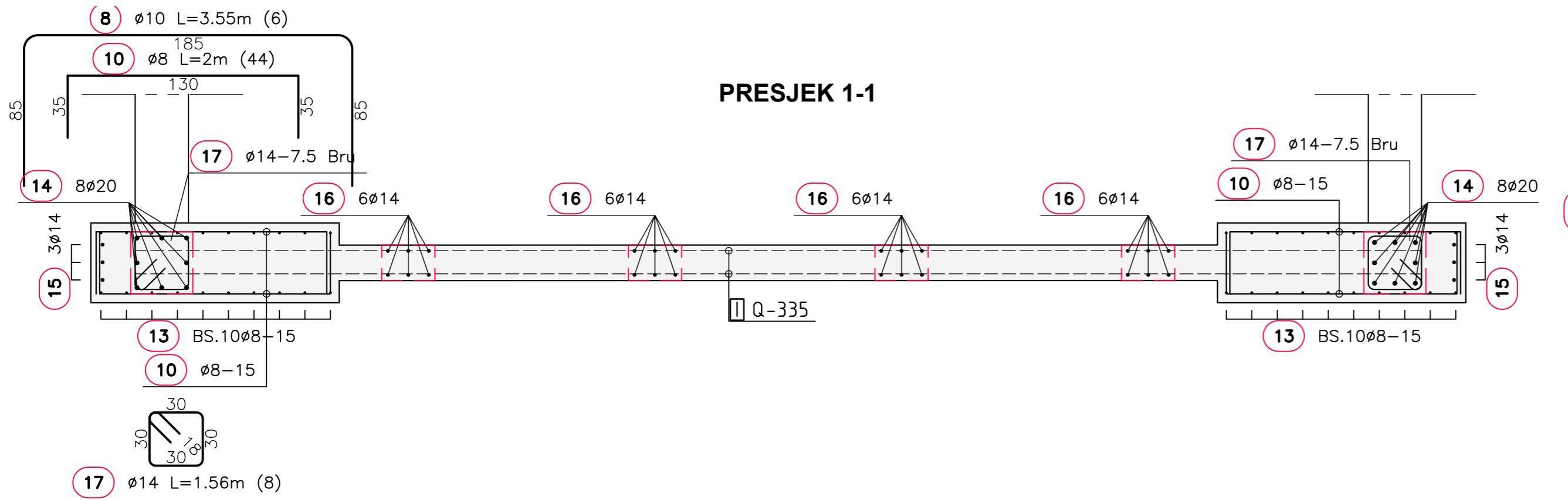
PRESJEK 2-2

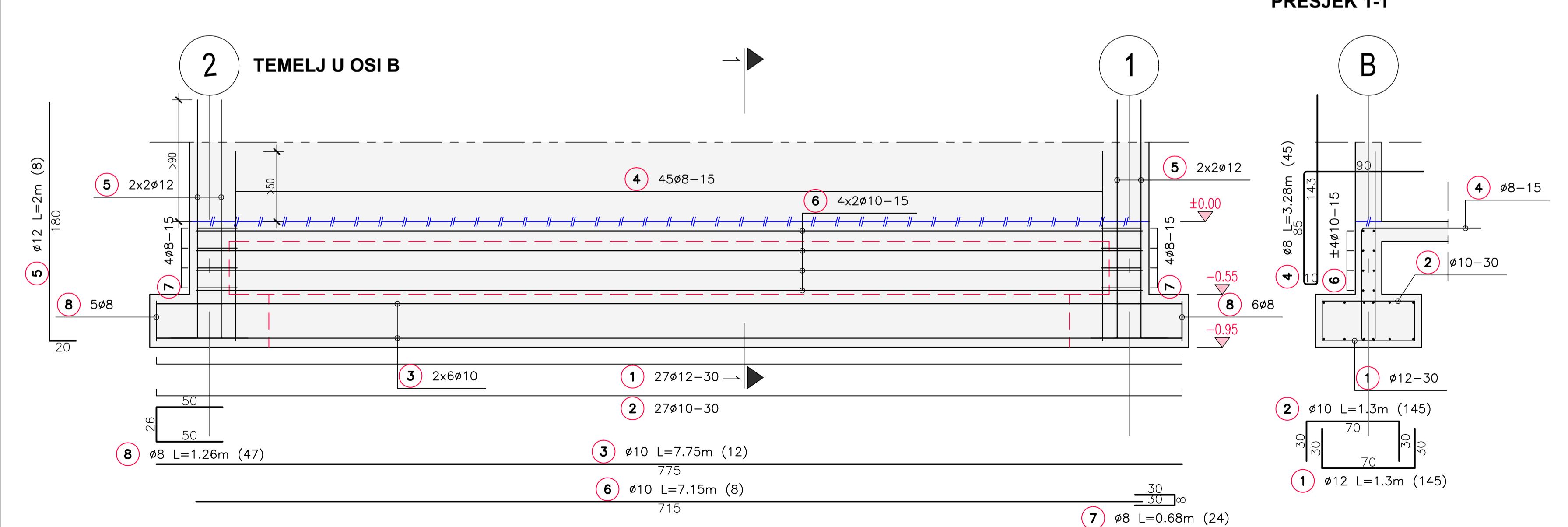
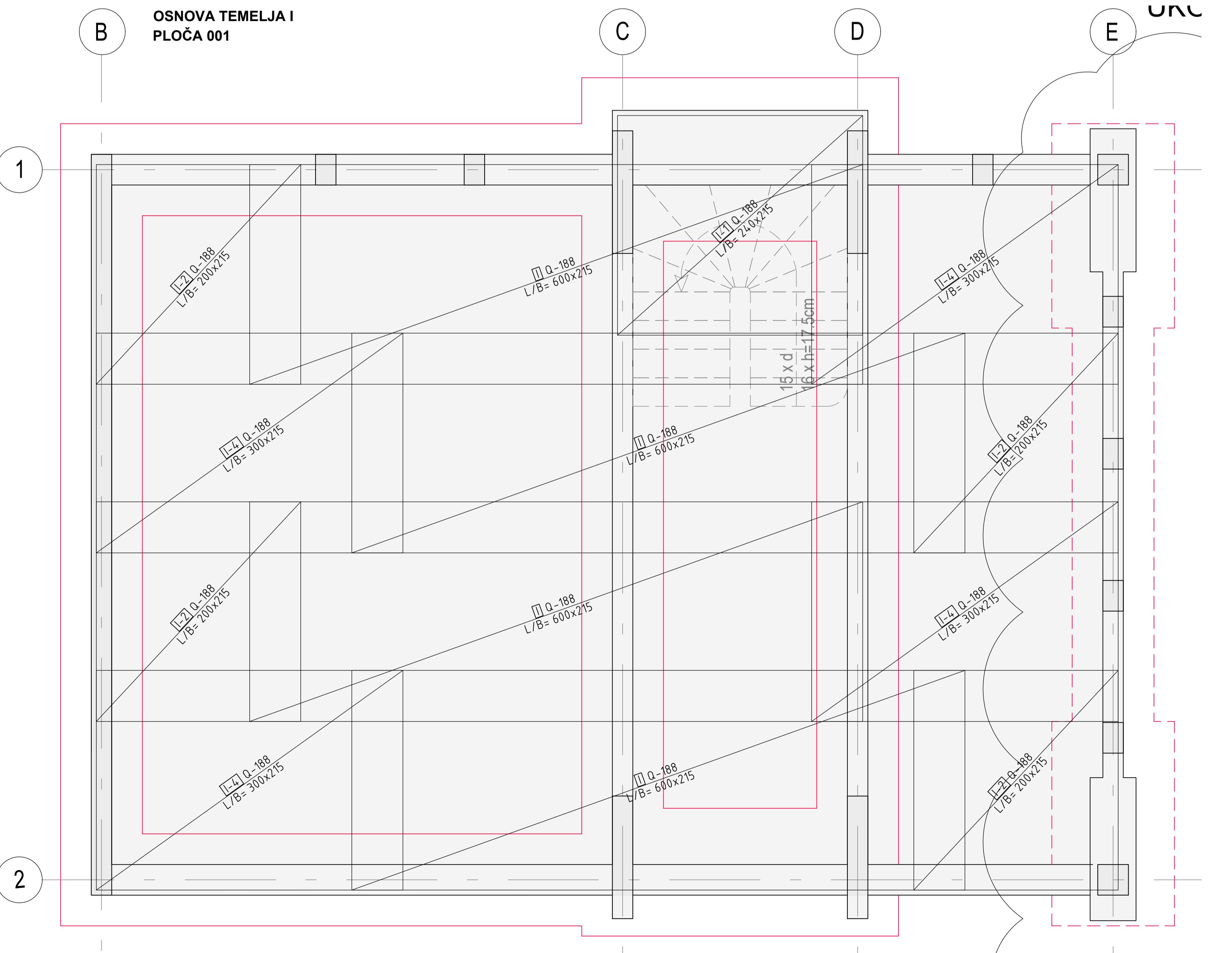
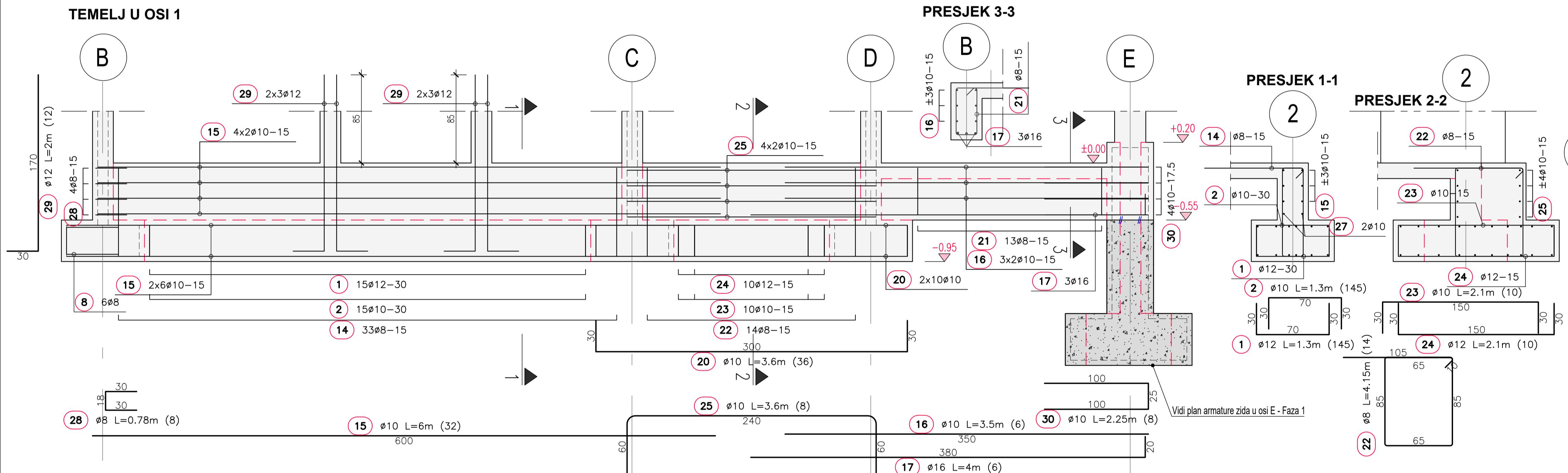
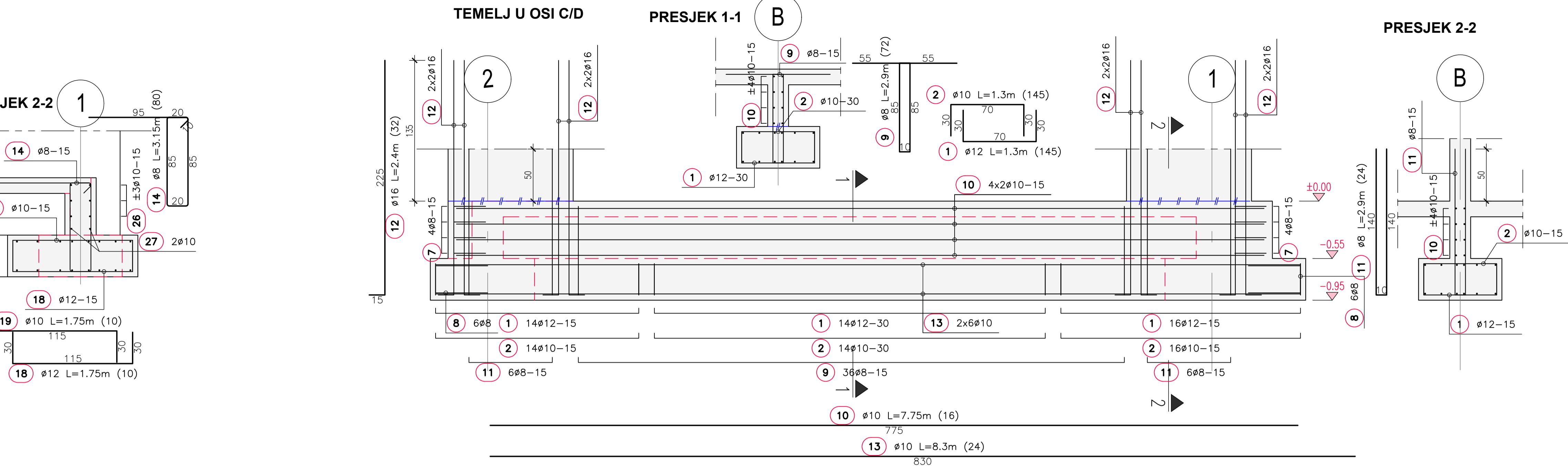
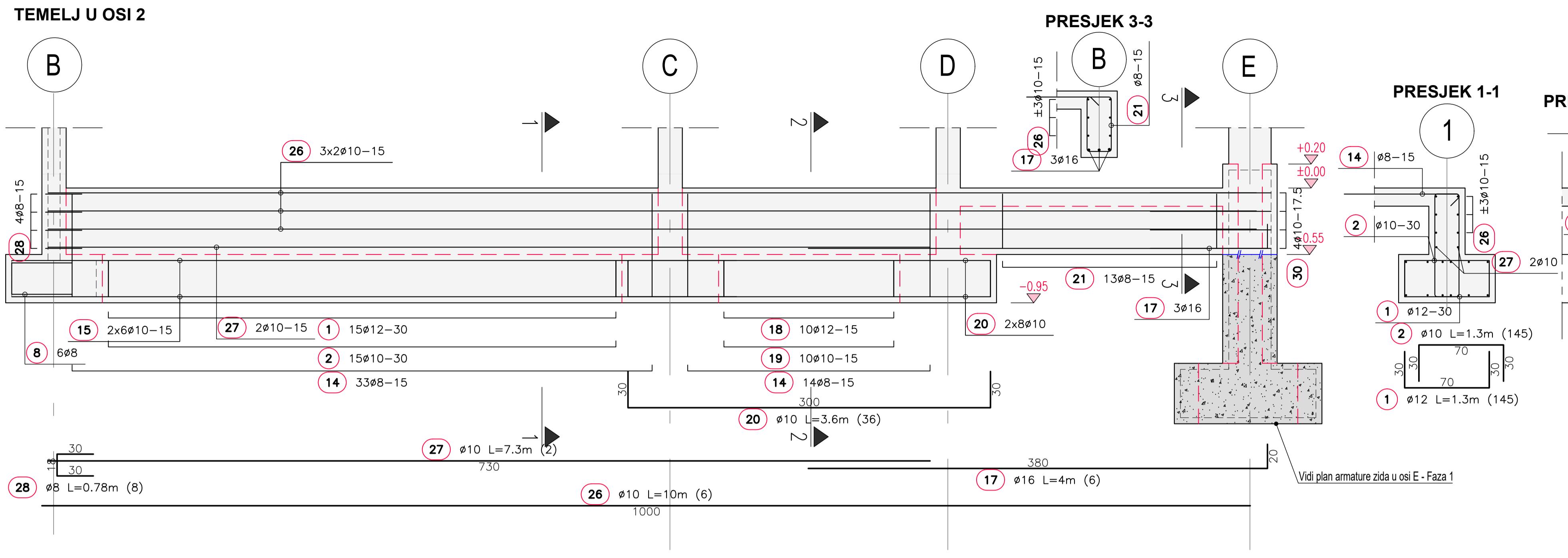


PRESJEK 3-3

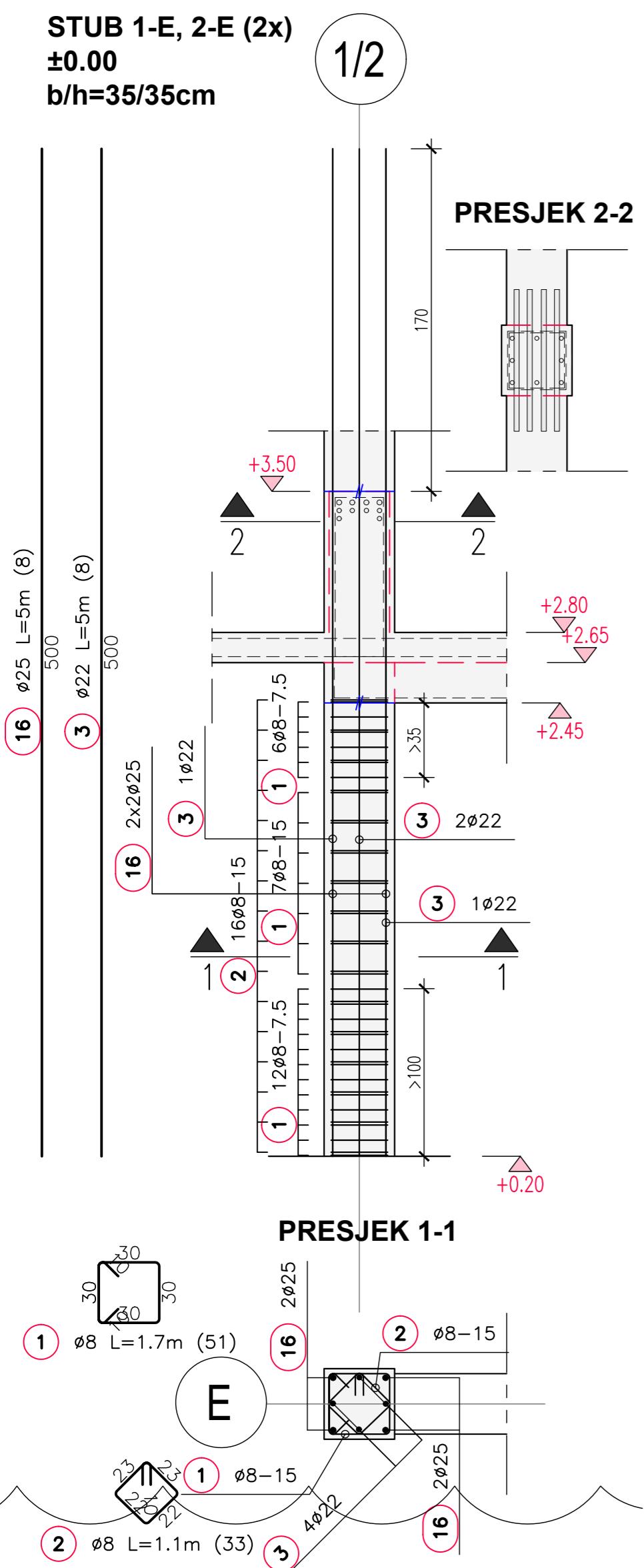


PRESJEK 1-1

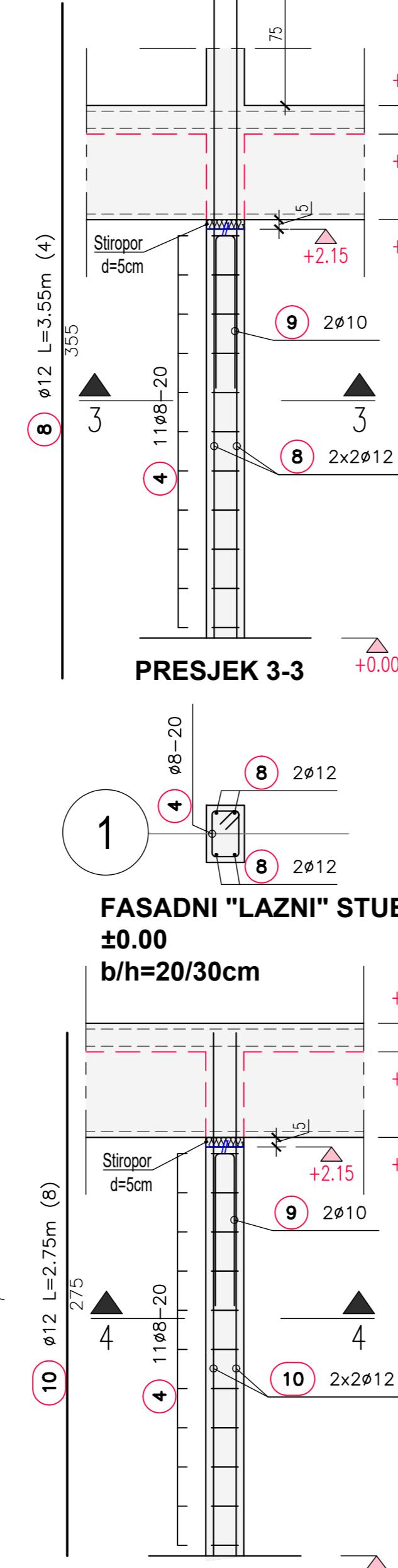




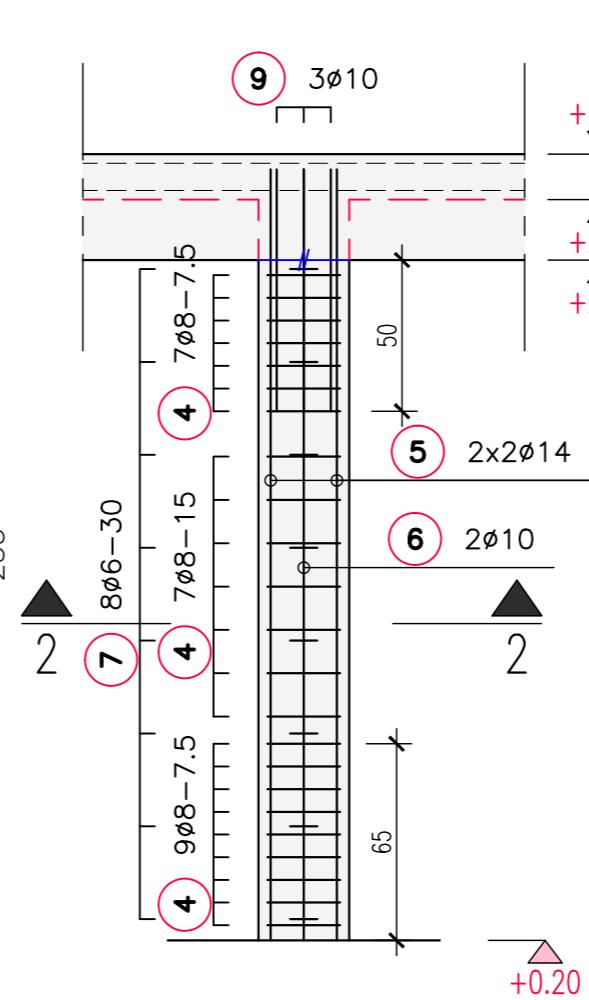
STUB 1-E, 2-E (2x)
±0.00
b/h=35/35cm



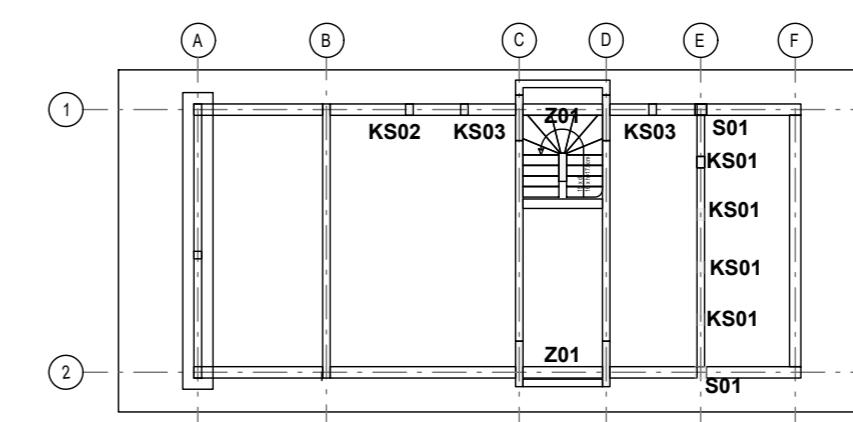
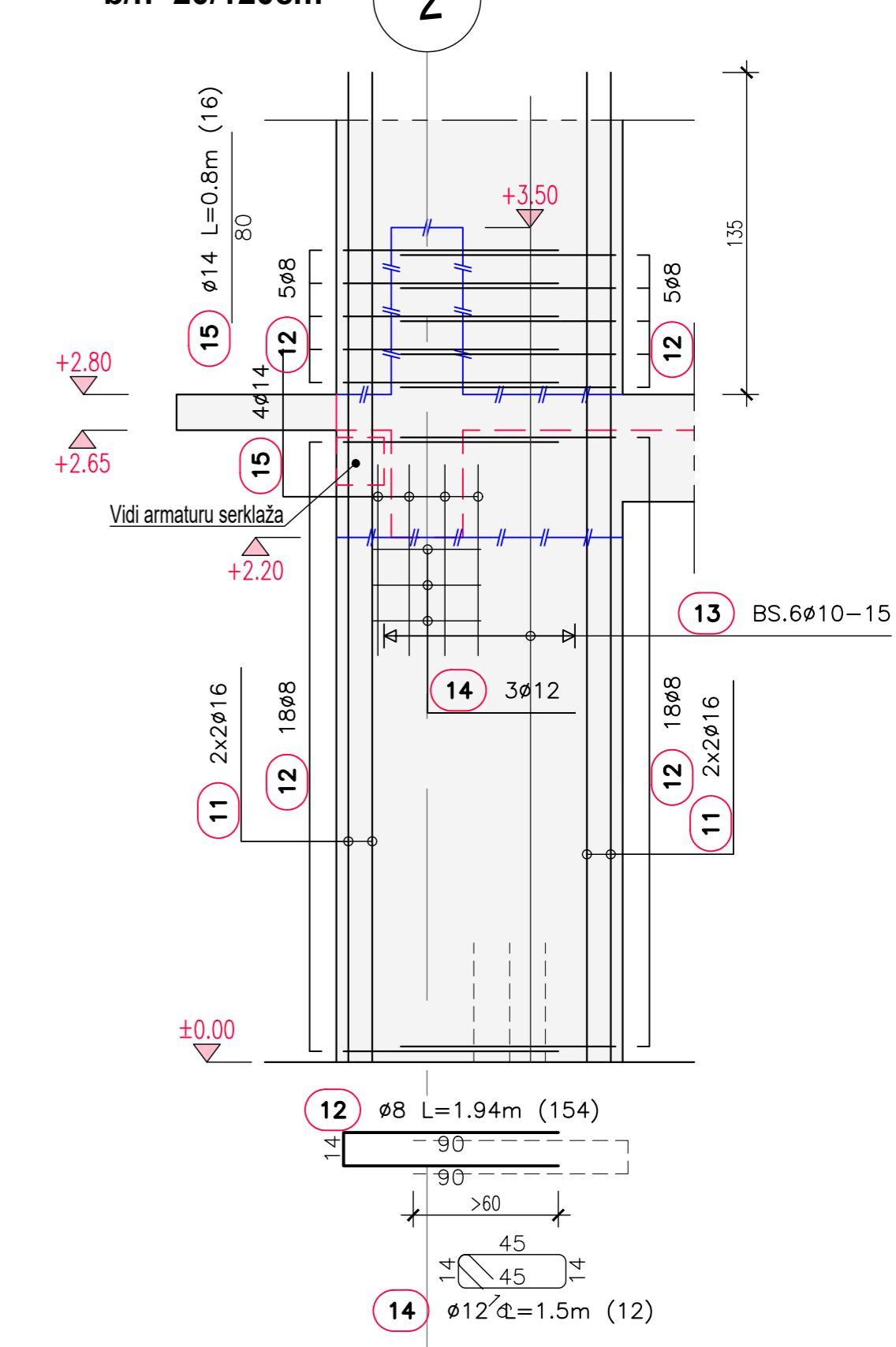
FASADNI "LAZNI" STUB KS0
±0.00
b/h=20/30cm

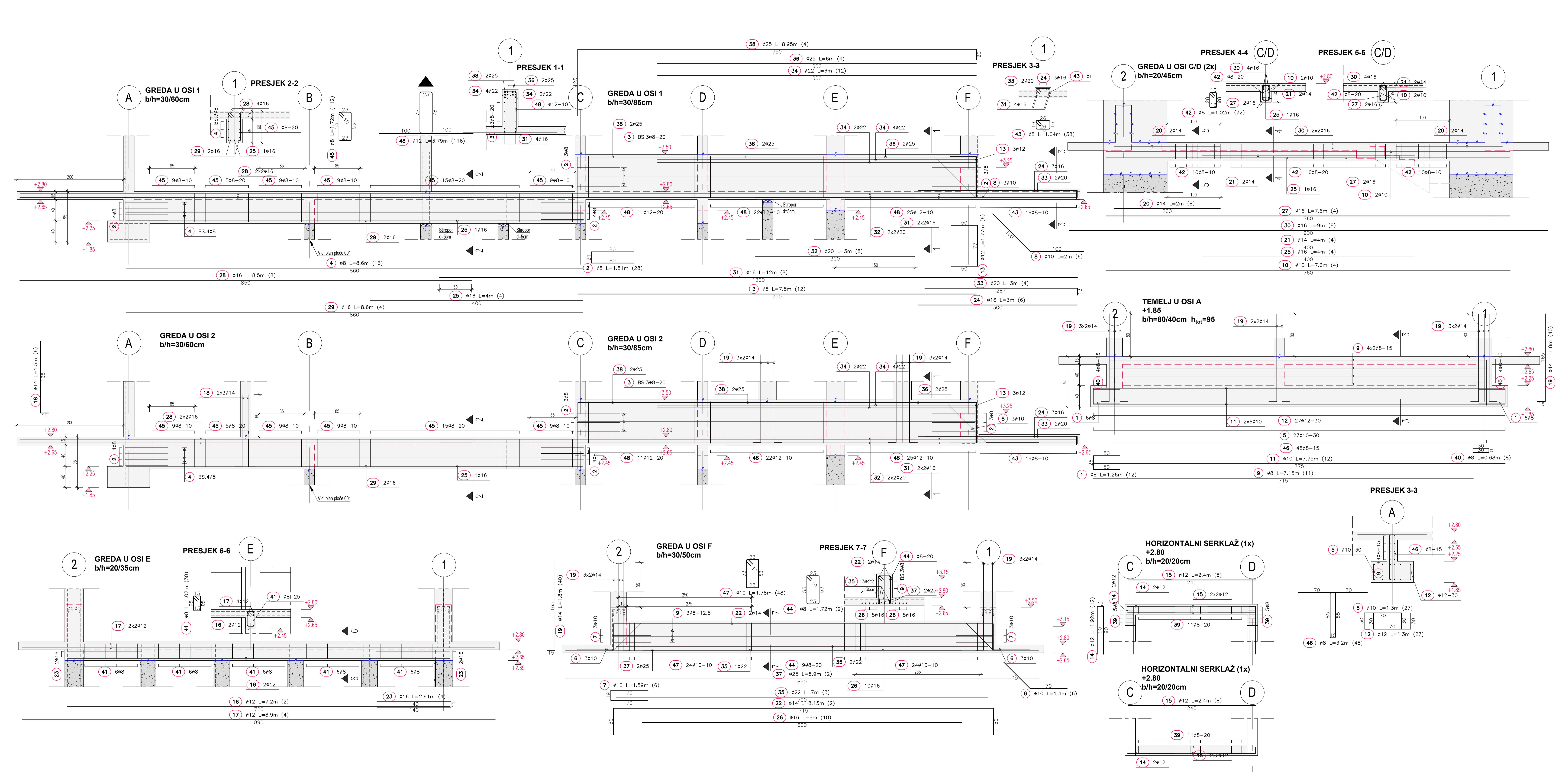


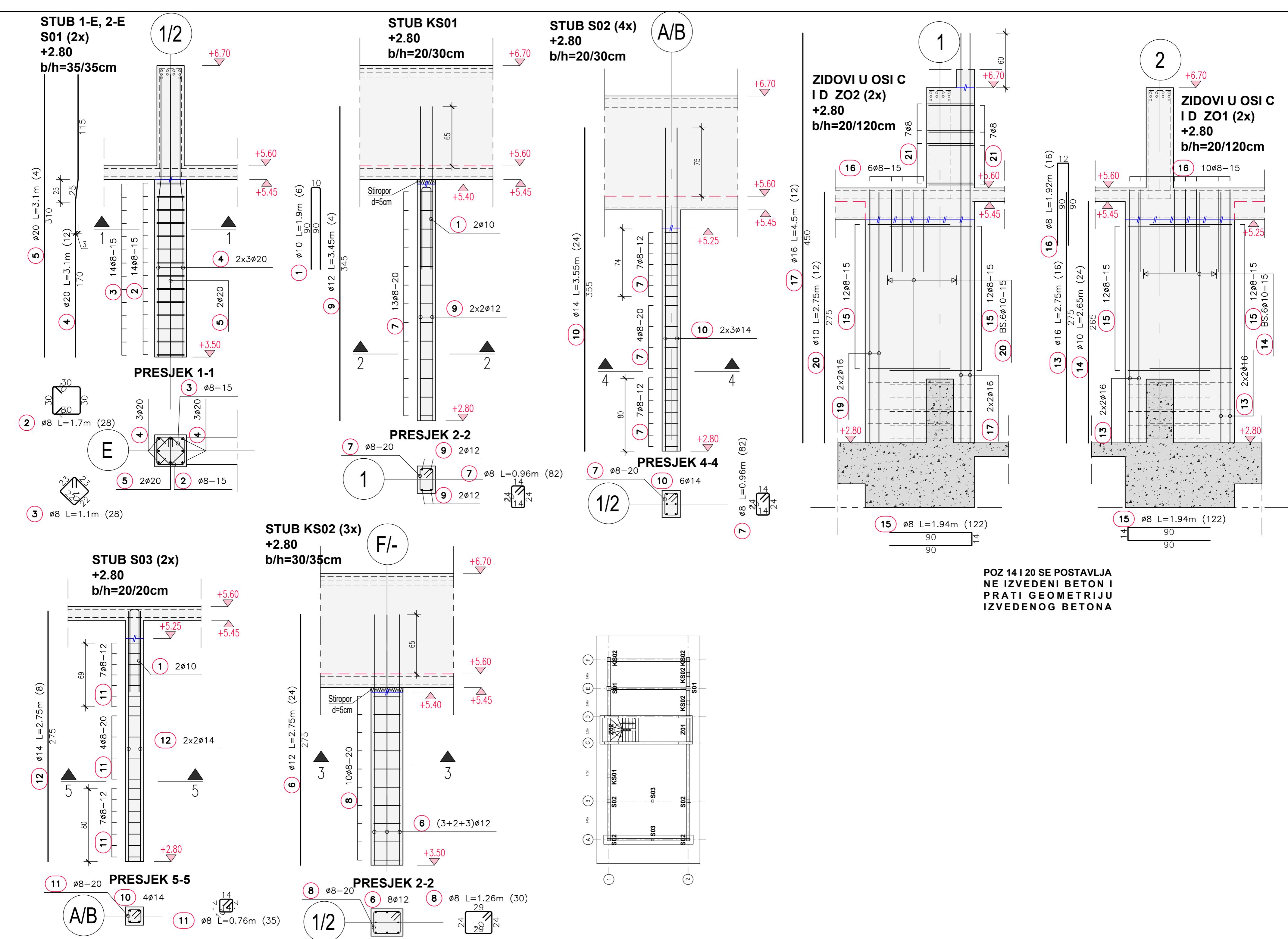
**FASADI E - KS01 (4)
±0.00
b/h=20/30cm**

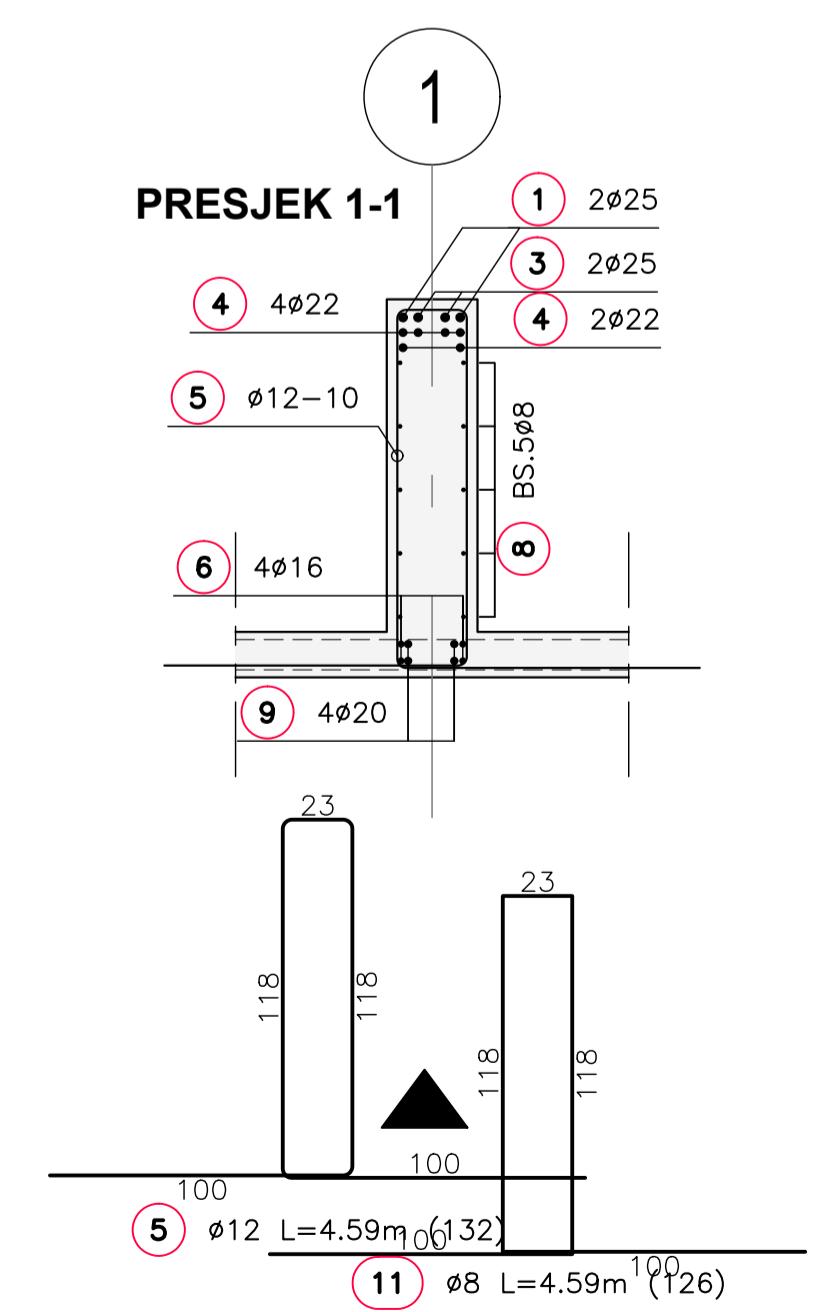
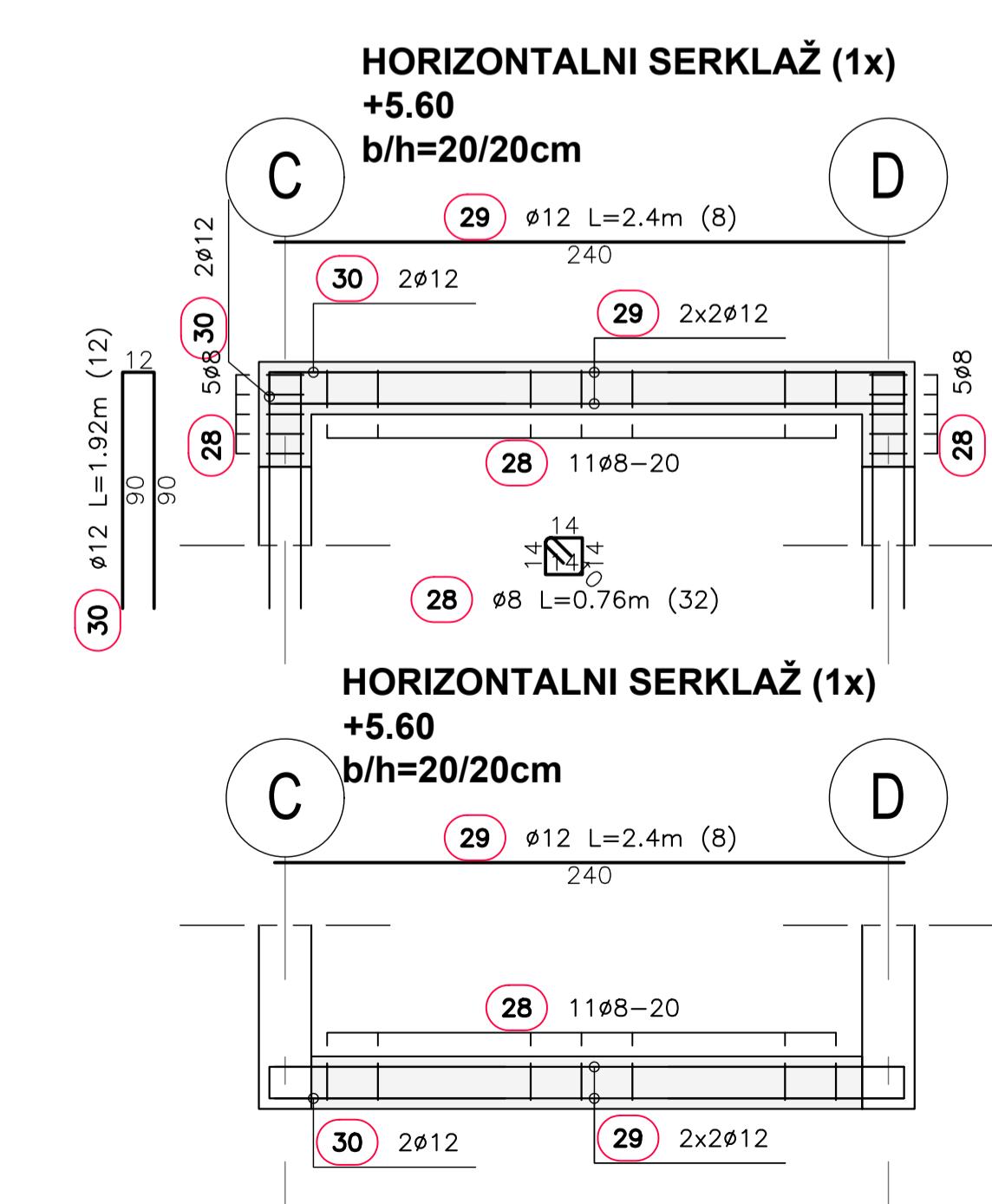
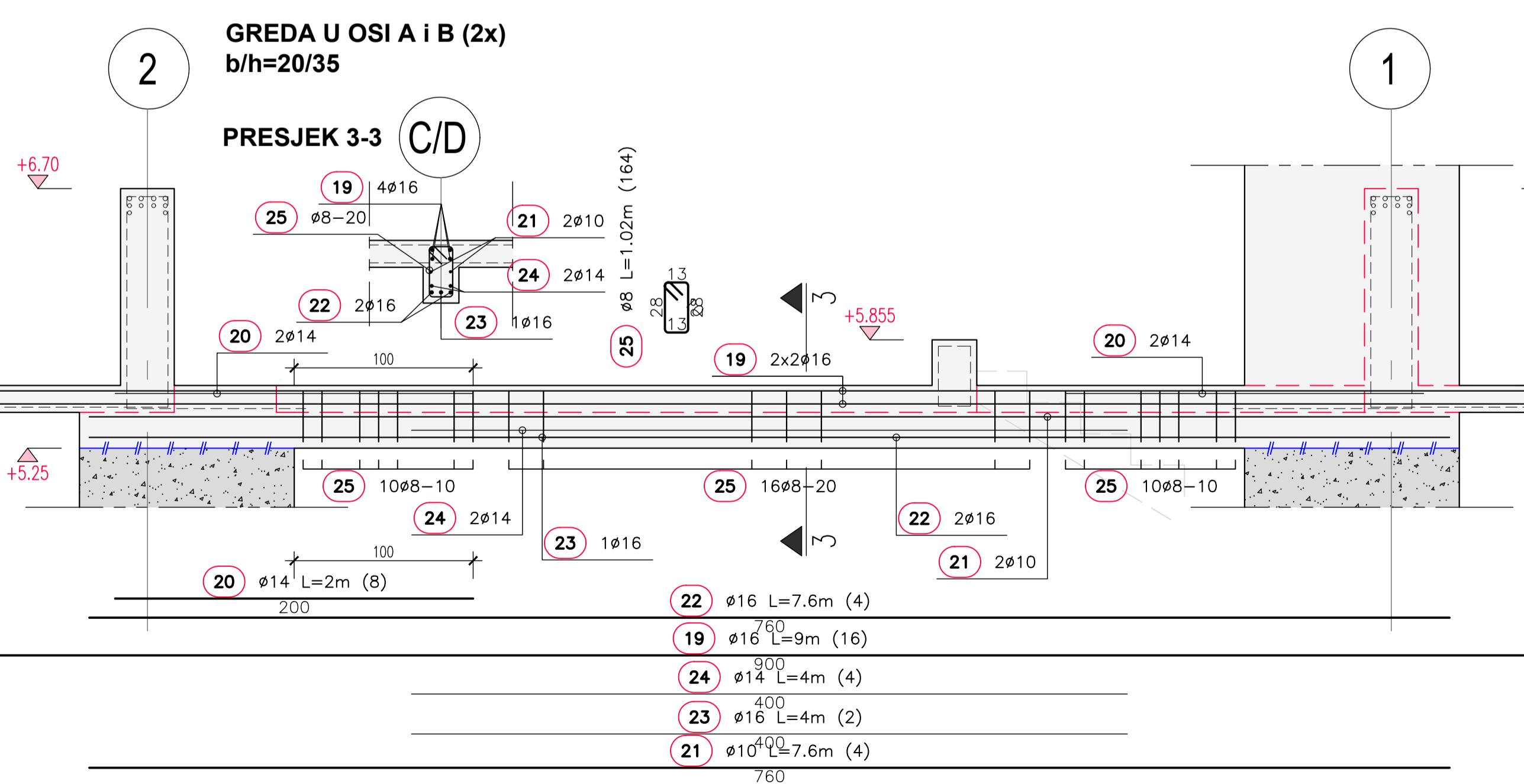
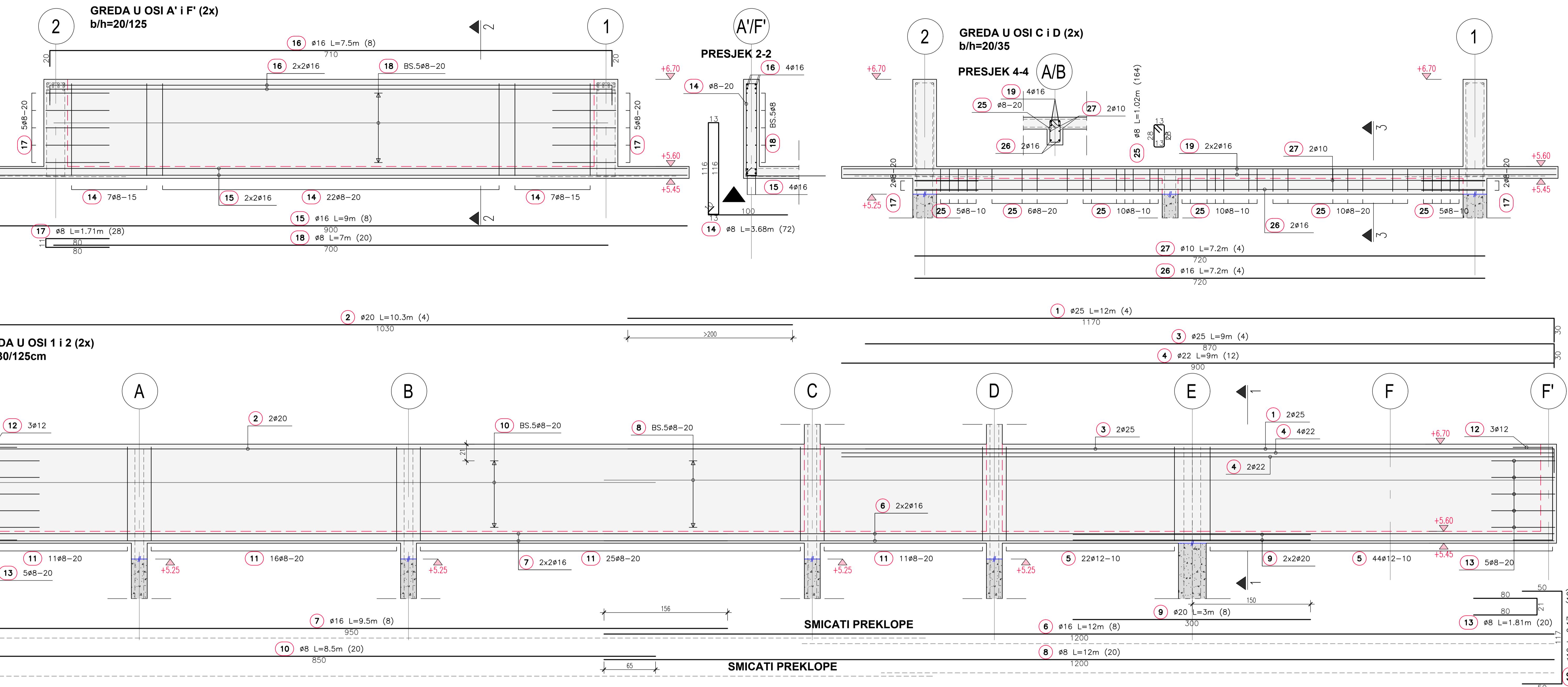


ZIDOVNI OSI C I D - ZO1 (4x)
±0.00
b/h=20/120cm

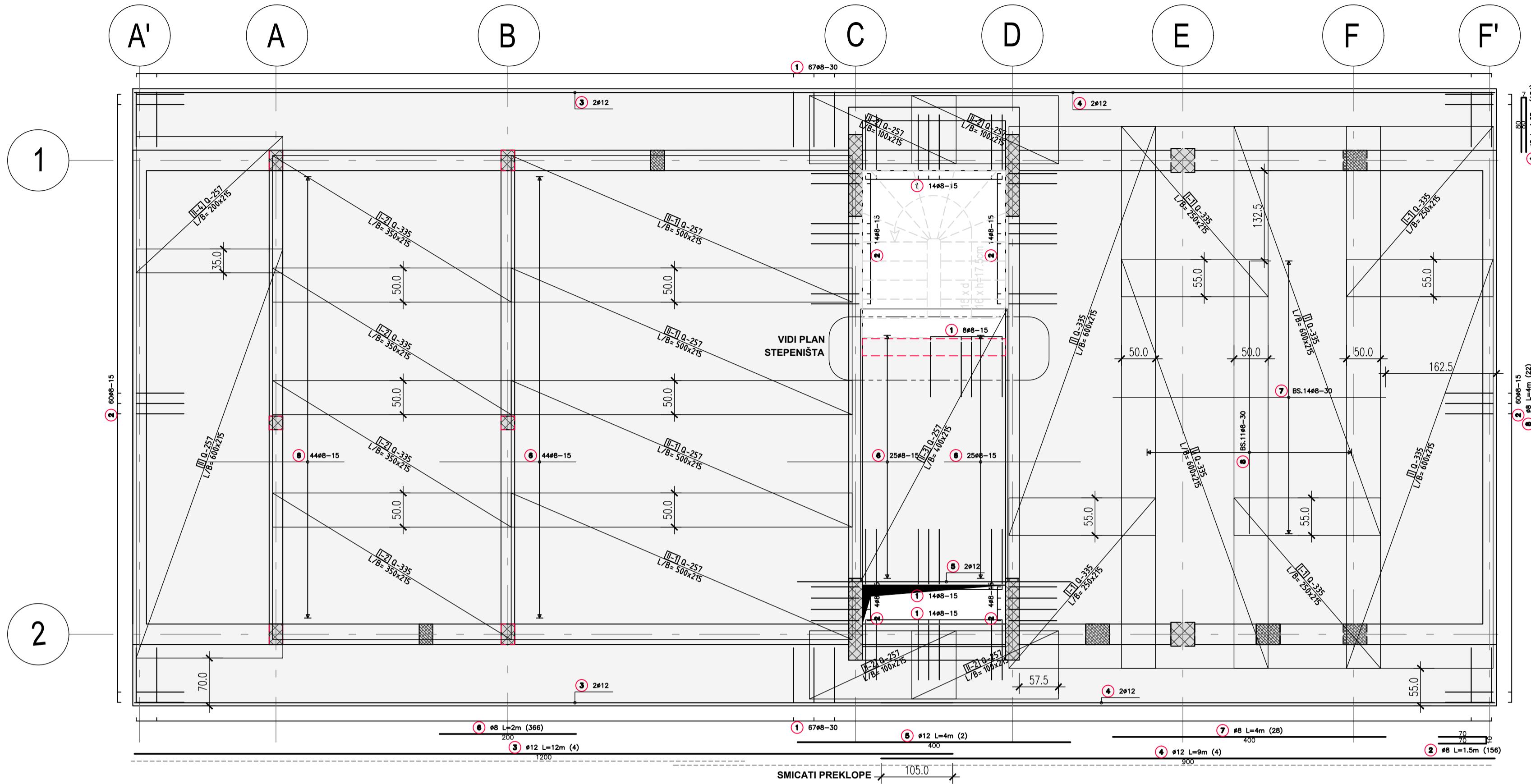








PLOČA POZ 201
NA KOTI +5.60
d=15cm
DONJA ZONA



PLOČA POZ 201
NA KOTI +5.60
d=15cm
GORNJA ZONA

