

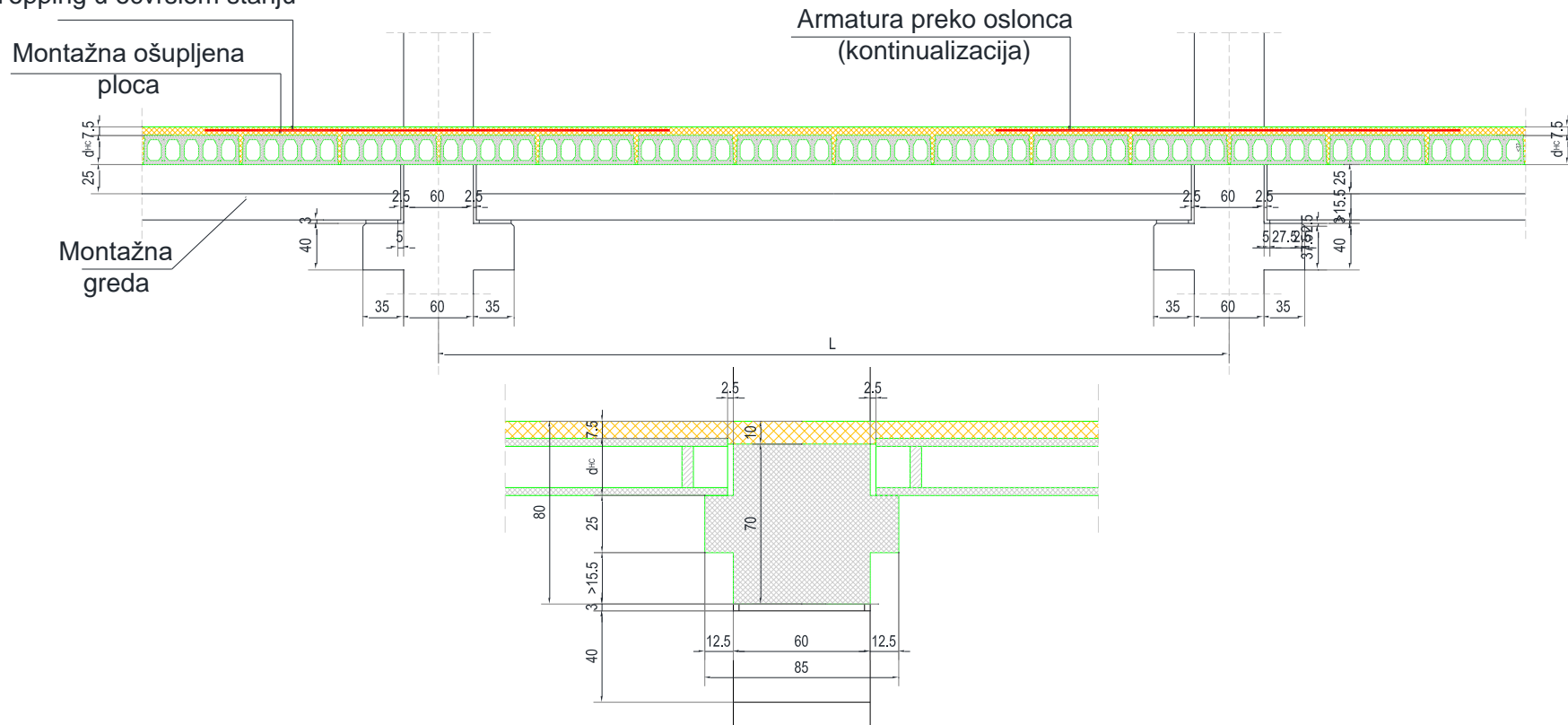
Montažne konstrukcije

- Faze gradnje i proračuna
- Elementi montažnih konstrukcija, tokom gradnje, prolaze različite faze: proizvodnju, vađenje iz oplata, skladištenje, transport, podizanje i montažu, kao i monolitizaciju. Svaku fazu karakteriše različito opterećenje (sopstvena težina i otpor pri vađenju iz oplata, težina priključnih elemenata, zatim dodatnog betona koji se betonira na licu mesta, kao i sloja za monolitizaciju (toping). Takođe, kroz faze se može menjati i statički sistem, kada se mesta kačenja pri transportu i montaži, ili oslanjanja na privremene oslonce pri skladištenju ili podupiranju, razlikuju od mesta konačnog oslanjanja u konstrukciji (primer: nosač sa zategom koji se pri dizanju kači u gornjam pojasu kod podupirala, a u konstrukciji se oslanja na krajeve). Takođe, kod polumontažnih greda, kada se montira greda izbetonirana jednim delom, a zatim se, pri monolitizaciji, dobetonira do projektovane visine, tokom faza montaže se menja i statička visina preseka.
- Jasno je da je neophodno proračunom proveriti sve faze, i u skladu sa tim, usvojiti armaturu u karakterističnim presecima.

Montažne konstrukcije

- Ovde će biti prikazan koncept proračuna za faznu gradnju za slučaj montaže bez dodatnog podupiranja konstrukcije, kao i sa podupiranjem grede u sredini raspona. Prikazana je konstrukcija sa polumontažnom gredom koja se oslanja na kratke elemente stubova. Stubovi se betoniraju na licu mesta, sprat po sprat. Na grede se preko linijskih kratkih elemenata postavljaju HC ploče. Nakon toga se postavlja armatura grede u gornjoj zoni preko oslonaca, za kontinualizaciju. Poslednja faza je betoniranje topinga, kada se i greda dobetonira do projektovanih dimenzija.

Topping u ocvrslom stanju



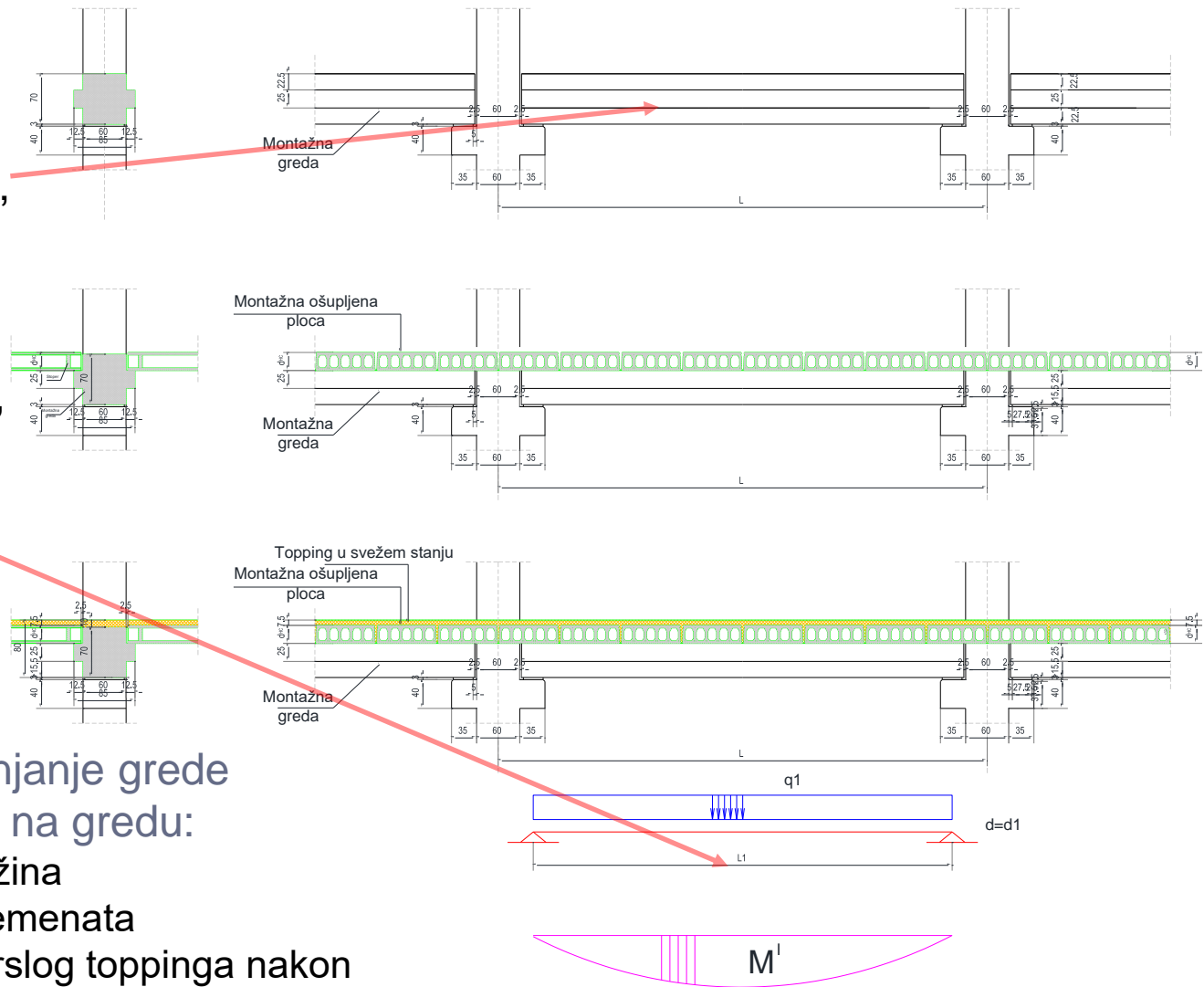
Bez dodatnog podupiranja

Faze montaže, opterećenja i uticaji

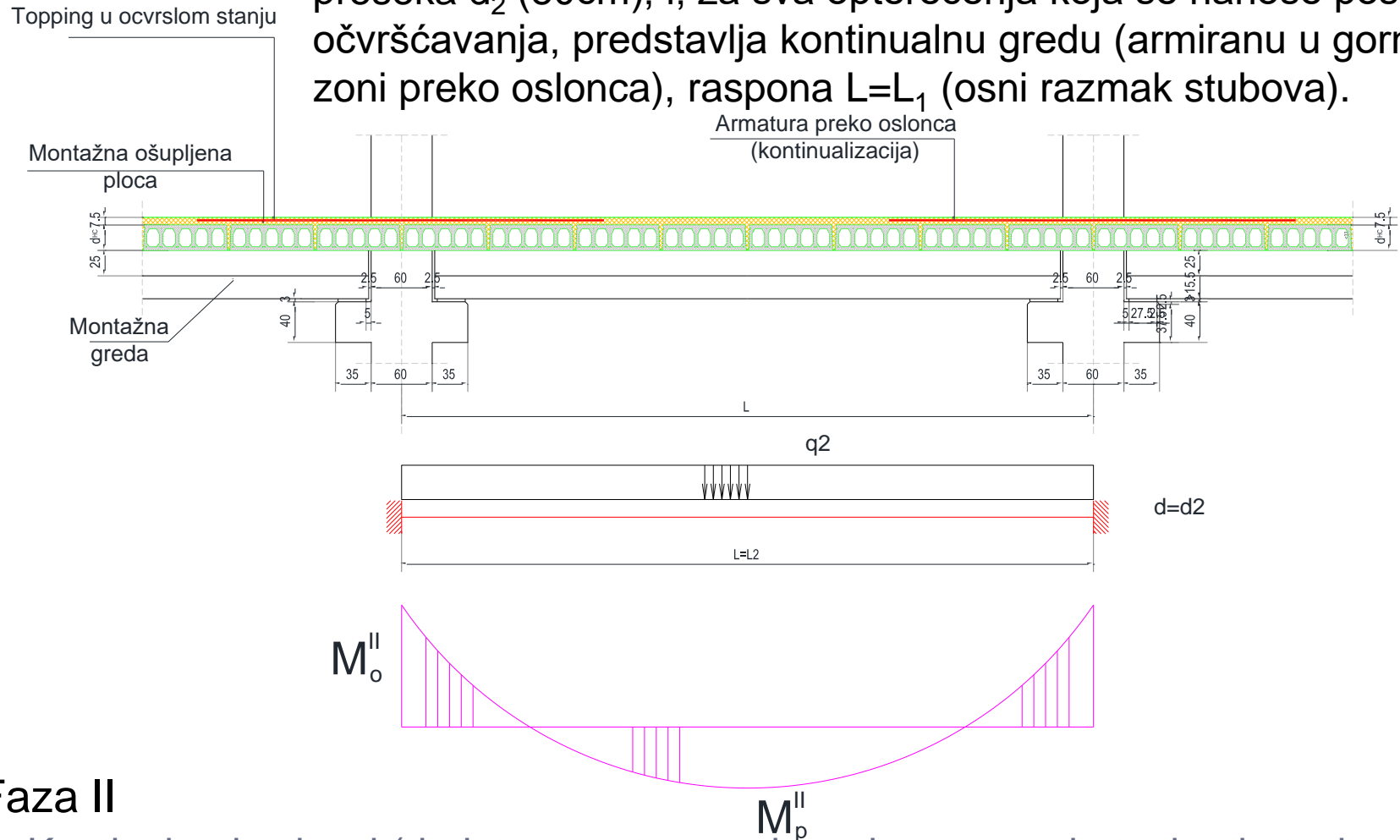
Polumontažna greda, visine preseka d_1 (70cm u primeru na skicama), se postavlja na stubove, sistema je proste grede, raspona L_1 (razmak kratkih elemenata)

- Faza I

- Slobodno oslanjanje grede
- Opterećenje q_1 na gredu:
 - ✦ Sopstvena težina
 - ✦ Težina HC elemenata
 - ✦ Težina neočvrstlog toppinga nakon dobetoniranja



U drugoj fazi, nakon očvršćavanja topinga, greda ima visinu preseka d_2 (80cm), i, za sva opterećenja koja se nanose posle očvršćavanja, predstavlja kontinualnu gredu (armiranu u gornjoj zoni preko oslonca), raspona $L=L_1$ (osni razmak stubova).

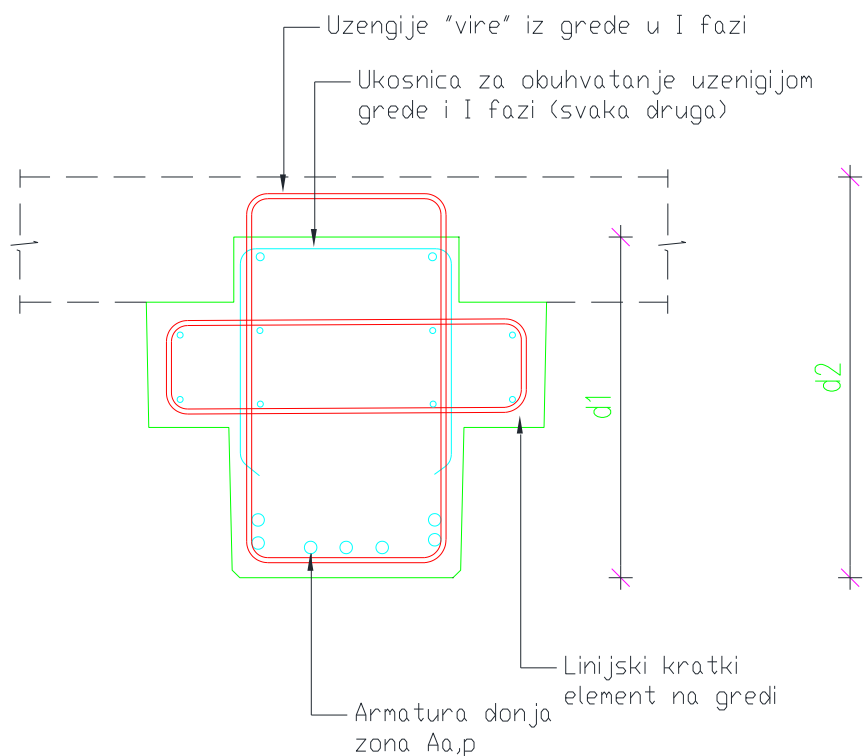


● Faza II

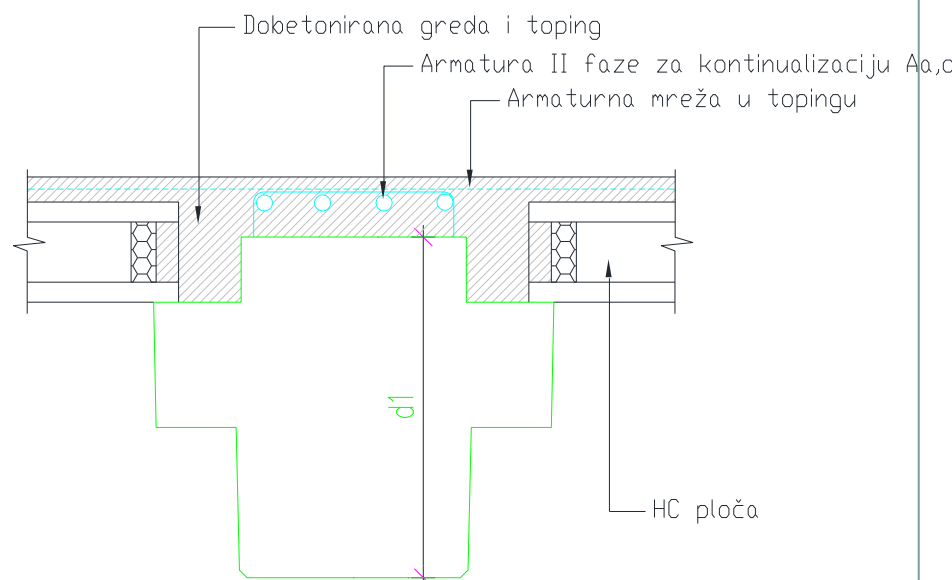
- Kontinuirani oslonci (dodata armatura preko oslonaca pre betoniranja topinga)
- Opterećenje q_2 , nakon očvršćavanja topinga i dobetoniranog dela grede:
 - ✦ Težina poda, instalacija, pregrada (dodatno stalno)
 - ✦ Povremeno opterećenje

Karakteristična oplata i armatura grede u poprečnom preseku za I i II fazu

Faza I

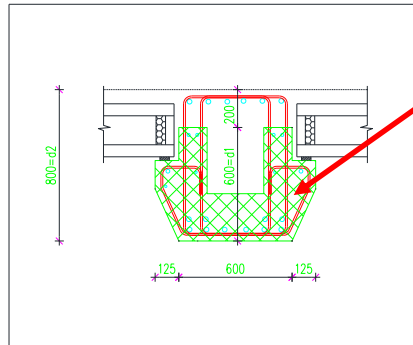
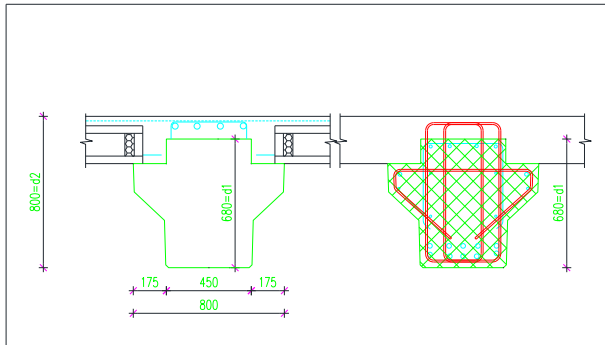
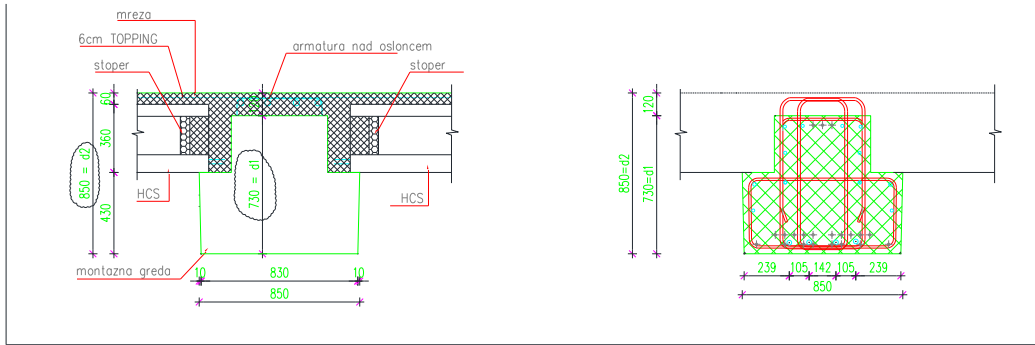


Faza II



Armatura grede u gornjoj zoni se provlači kroz uzengije koje „vire“ iz polumontažne grede. Ukoliko je i stub montažni element, u njemu se moraju ostaviti otvori za provlačenje armature grede za kontinualizaciju.

Primeri poprečnih preseka grede po fazama



Za grede većih raspona i opterećenja, jedno od rešenja za polumontažnu gredu je i koritasti („U“) presek, gde se maksimalno smanjuje težina grede u montaži. Polumontažne grede mogu da budu i prethodno napregnute.

Proračun armature

S obzirom da se kroz faze montažne gradnje, pored opterećenja i statičkog sistema, menja i visina preseka, nije moguće vršiti superpoziciju uticaja po fazama, već je neophodno izvršiti dimenzionisanje – proračun armature po fazama, a zatim njenu superpoziciju.

Faza I:

Armatura u polju se proračunava prema momentu M^I sa visinom preseka d_1

$$A_{a,p}^I = f(M^I, d_1)$$

Faza II:

Armatura u polju i nad osloncem se proračunava prema momentu M^{II} sa visinom preseka d_2

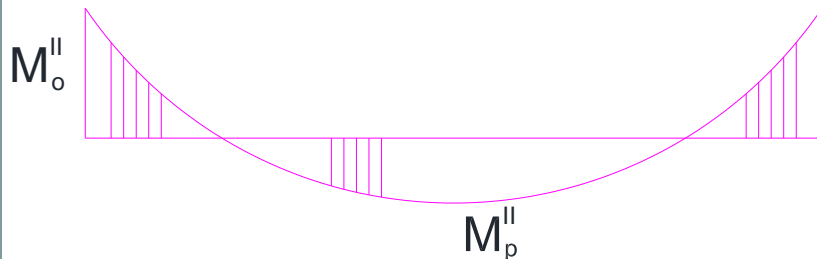
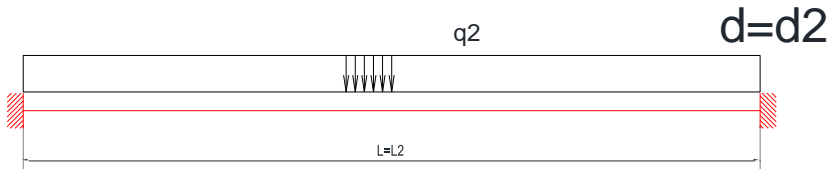
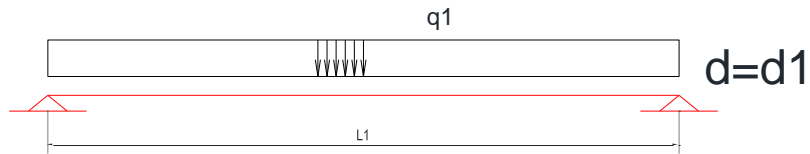
$$A_{a,p}^{II} = f(M_p^{II}, d_2)$$

$$A_{a,o}^{II} = f(M_o^{II}, d_2)$$

Konačno, ukupna armatura u polju i nad osloncem:

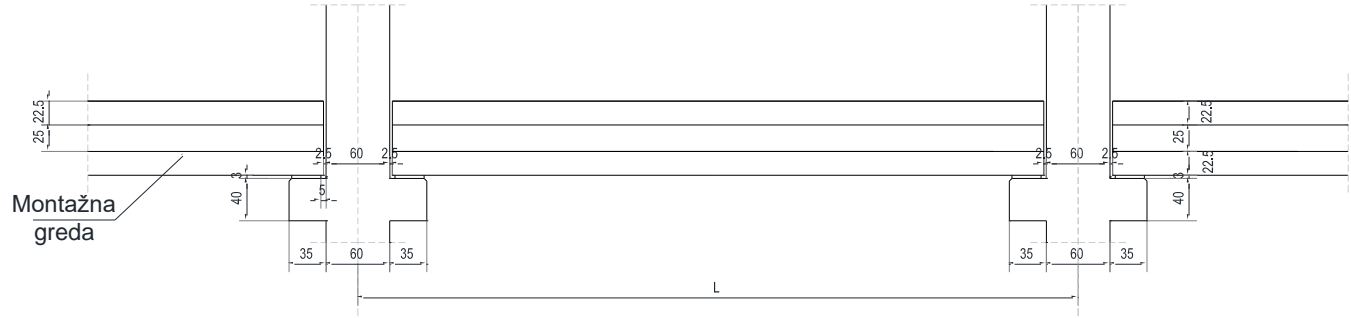
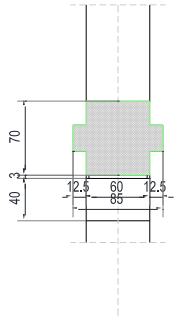
$$A_{a,p} = A_{a,p}^I + A_{a,p}^{II}$$

$$A_{a,o} = A_{a,o}^{II}$$



Podupiranje grede u sredini raspona

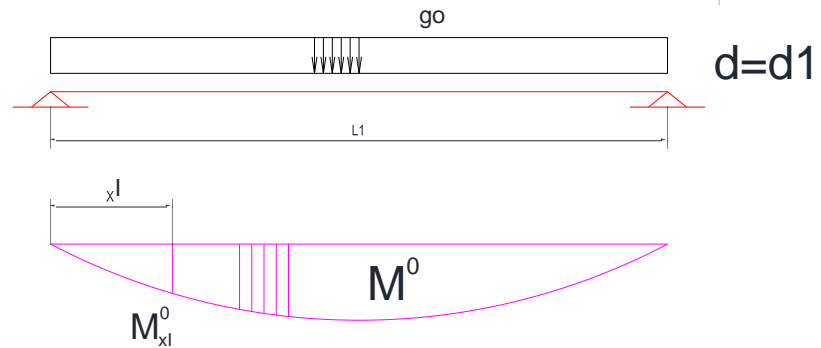
Faze montaže, opterećenja i uticaji



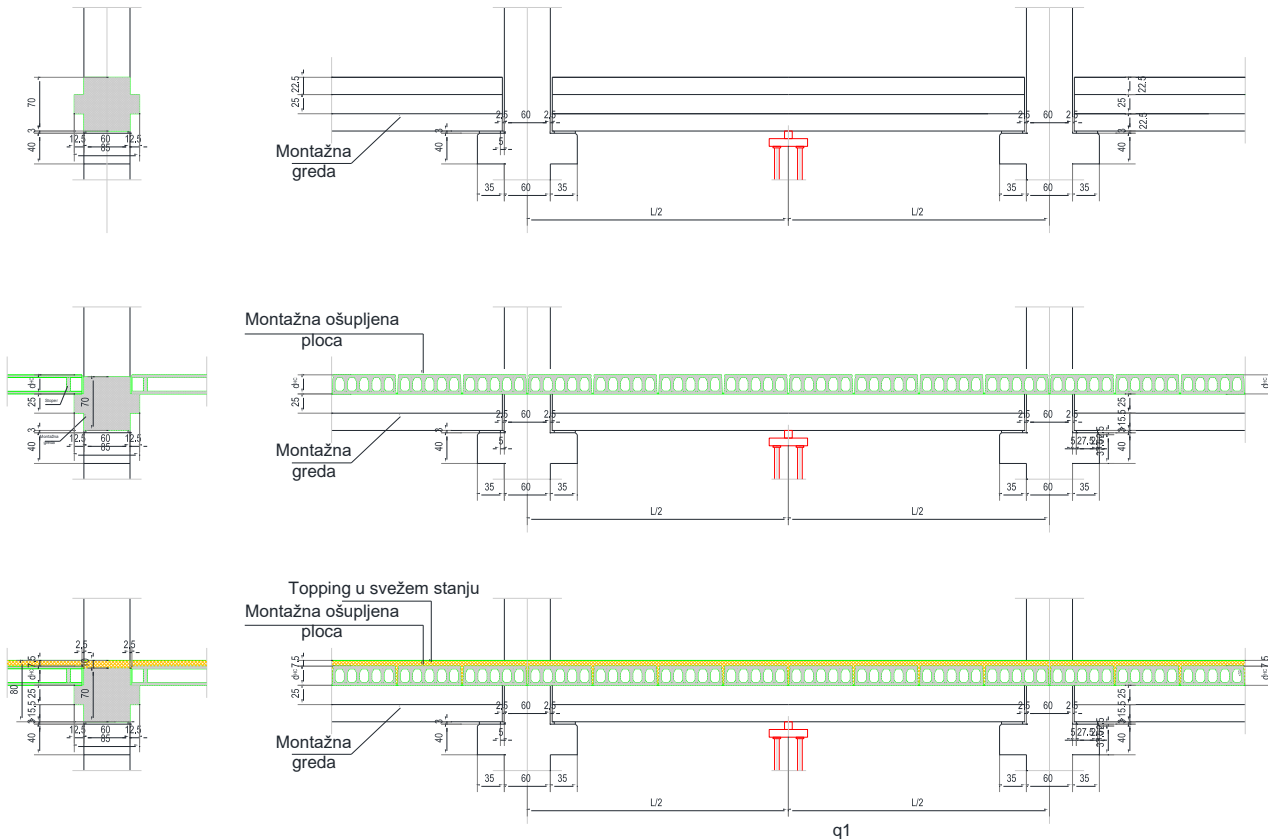
● Faza 0:

Postavljanje grede preseka visine d_1 pre podupiranja

- Slobodno oslanjanje na rasponu L_1
- Opterećenje q_0 :
 - ✦ Sopstvena težina

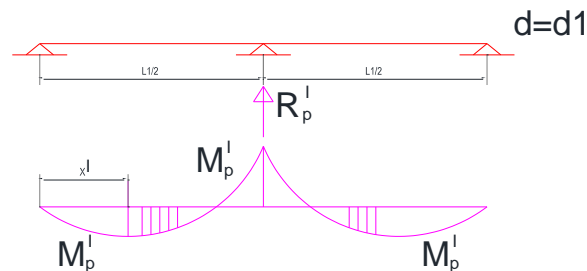


Postavlja se i aktivira podupirač (ili grupa podupirača) na sredini raspona. Za naredna opterećenja u fazi I nosač je sistema grede na dva polja raspona $L_1/2$



● Faza I

- Slobodno oslanjanje
- Opterećenje q_1 :
 - ✦ Težina HC elemenata
 - ✦ Težina toppinga



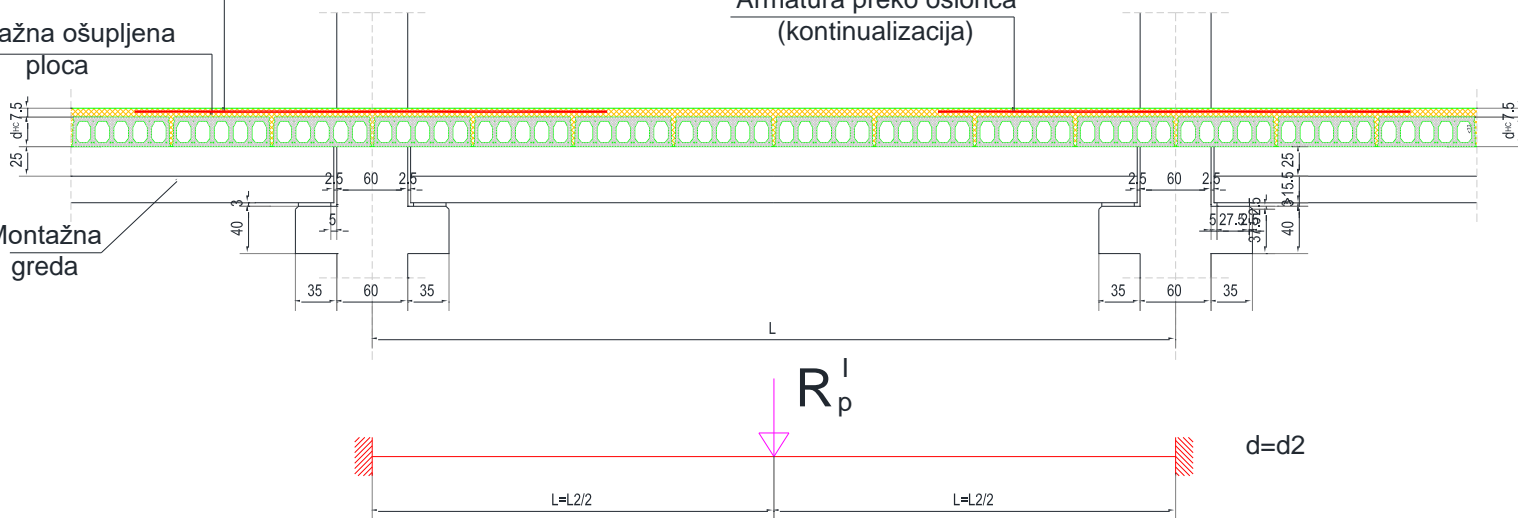
Nakon postavljanja armature za kontinualizaciju i očvršćavanja dodatnog betona iz faze 1, uklanja se podupirač. Statički, to je isti efekat kao da se greda optereti reakcijom podupirača R_p^I u suprotnom smeru, na sistemu kontinualne grede raspona $L=L_2$

Topping u ocvrslom stanju

Montažna ošupljena ploča

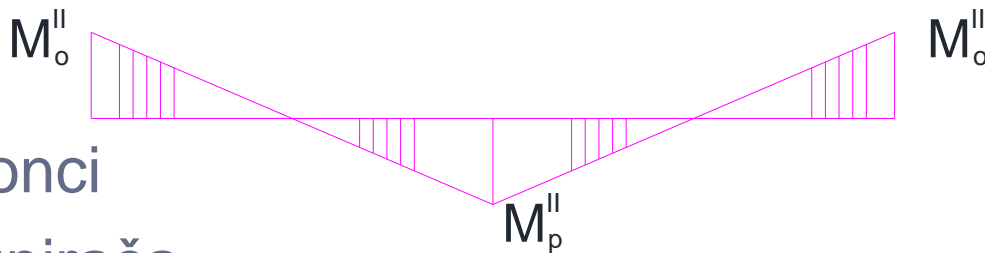
Armatura preko oslonca (kontinualizacija)

Montažna greda

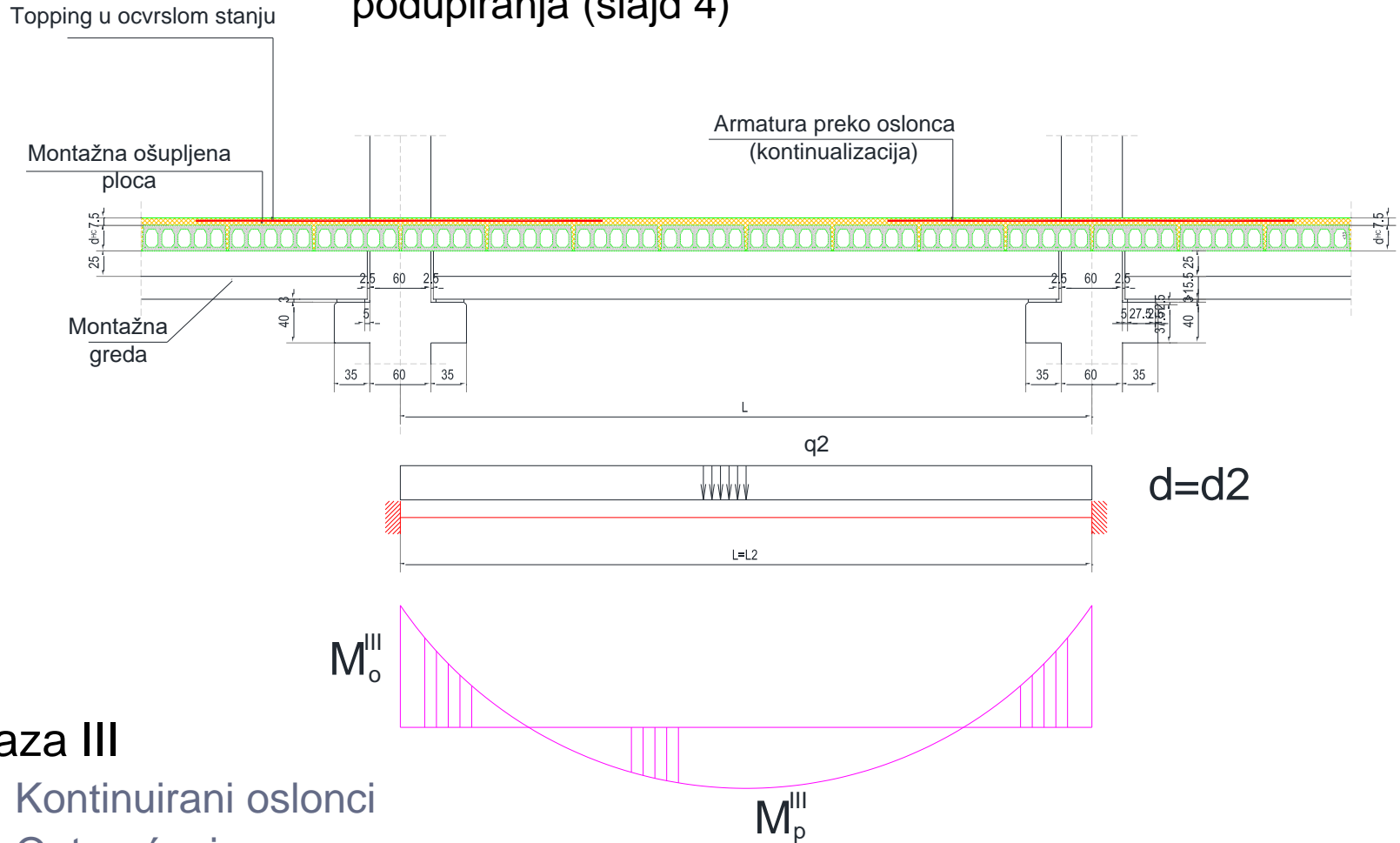


● Faza II

- Kontinuirani oslonci
- Uklanjanje podupirača



Faza III je u potpunosti analogna fazi II, kada nema podupiranja (slajd 4)



● Faza III

○ Kontinuirani oslonci

○ Opterećenje q_2 :

- ✦ Težina poda, instalacija, pregrada (dodatno stalno)
- ✦ Povremeno opterećenje

Proračun armature

Faza 0: Armatura u polju se proračunava prema momentu M^0 sa visinom preseka d_1

$$A_{a,p}^0 = f(M^0, d_1)$$

$A_{a,xl}^0 = f(M_{xl}^0, d_1)$ (proračun i na mestu maksimuma pozitivnog momenta u I fazi)

Faza I: Armatura u gornjoj i donjoj zoni se proračunava prema momentu M_p^I i M_o^I sa visinom preseka d_1

$$A_{a,p}^I = f(M_p^I, d_1)$$

$$A_{a,o}^I = f(M_o^I, d_1)$$

Za armaturu polja se usvaja maksimum armatura na sredini grede iz faze 0 i mestu maksimuma pozitivnog momenta u I fazi :

$$A_{a,p,1} = \max(A_{a,p}^0, (A_{a,xl}^0 + A_{a,p}^I))$$

Faza II: Armatura u polju i nad osloncem se proračunava prema momentu M^{II} sa visinom preseka d_2

$$A_{a,p}^{II} = f(M_p^{II}, d_2)$$

$$A_{a,o}^{II} = f(M_o^{II}, d_2)$$

Faza III: Armatura u polju i nad osloncem se proračunava prema momentu M^{III} sa visinom preseka d_2

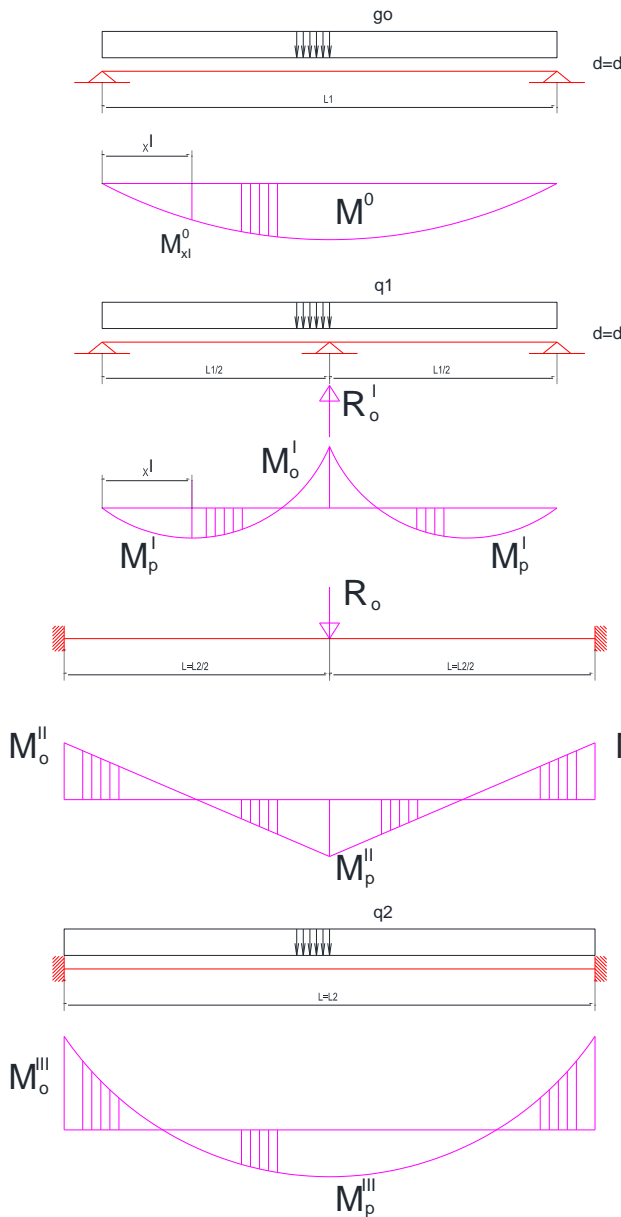
$$A_{a,p}^{III} = f(M_p^{III}, d_2)$$

$$A_{a,o}^{III} = f(M_o^{III}, d_2)$$

Konačno:

$$A_{a,p} = A_{a,p}^0 + A_{a,p}^{II} + A_{a,p}^{III} > A_{a,p,1}$$

$$A_{a,o} = A_{a,o}^{II} + A_{a,o}^{III}$$



Primer

Idejni proračun grede za faznu gadnju

Kontinualna greda je raspona 8.0 m. Neko srednje polje se izvodi kao polumontažna greda, bez podupiranja. U prvoj fazi, greda dimenzija 45/68cm se postavlja na oslonce, na nju postavljaju HC ploče, armatura za kontinuiranje oslonaca i vrši dobetoniranje topinga, čime se dobija ukupni poprečni presek grede od 45/80cm. Približnim proračunom odrediti potrebnu armaturu u polju i na osloncima. Na osnovu prethodne analize opterećenja, na gredu deluju sledeća linijska opterećenja:

- sopstvena težina u fazi montaže
- težina HC 20.0kN/m
- težina toping-a 12.0kN/m
- povremeno opterećenje 33.0kN/m

Skicirati dispoziciju i poprečne preseke po fazama.

Usvojeno rešenje, prema zadatim podacima, je prikazano na sledećem slajdu.

$$L=L_2=8.0\text{m}$$

$$L_1=8.0-(0.45+2\times 0.125)=7.3\text{m}$$

Faza I, $L_1=7.3\text{m}$

$$b/h/d = 45/68/60\text{cm}$$

Sopstvena težina grede

$$A_c^I=(0.45\times 68+2\times 0.175\times 0.25)\times 25.0=9.84\text{kN/m}$$

$$g^I=1.35\times (9.84+20.0+12.0)=56.5\text{kN/m}$$

$$M_p^I = (56.5 \times 7.3^2) / 8 = 376.4 \text{ kNm}$$

$$A_{s1}^I = 376.4 \times 10^2 / (0.9 \times 60 \times 43.5) = 16.02 \text{ cm}^2 \quad (\text{armatura B500})$$

Faza II, $L_2 = 8.0 \text{ m}$

$$q^{II} = 1.5 \times 33.0 = 49.5 \text{ kN/m}$$

Polje, $b/h/d = 45/80/72 \text{ cm}$

$$M_p^{II} = (49.5 \times 8.0^2) / 24 = 132.0 \text{ kNm}$$

$$A_{s1}^{II} = 132.0 \times 10^2 / (0.9 \times 72 \times 43.5) = 4.68 \text{ cm}^2$$

Oslonac, $45/80/75 \text{ cm}$

$$M_p^{II} = (49.5 \times 8.0^2) / 12 = 264.0 \text{ kNm}$$

$$A_{s1}^{II} = 264.0 \times 10^2 / (0.9 \times 75 \times 43.5) = 8.99 \text{ cm}^2$$

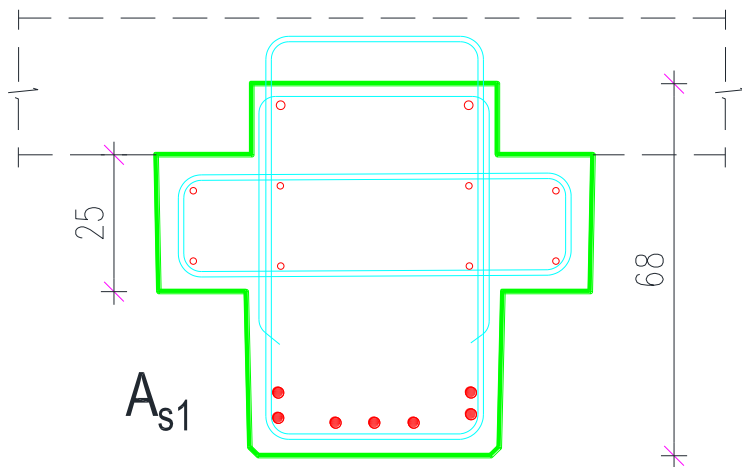
Ukupno

$$A_{s1} = A_{s1}^I + A_{s1}^{II} = 16.02 + 4.68 = 20.7 \text{ cm}^2$$

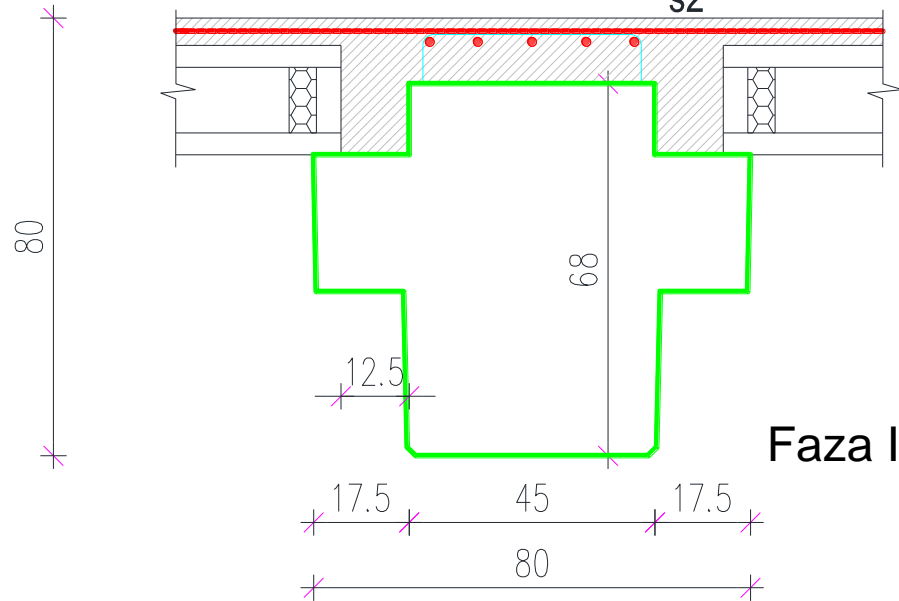
$$A_{s2} = A_{s2}^{II} = 8.99 \text{ cm}^2$$

Usvojeno $7\text{Ø}20$

Usvojeno $5\text{Ø}16$



Faza I



Faza II