



PRIRUČNIK

ZA TEHNIČKE CRTAČE ARMATURE

Impressum

Publikacija se izdaje u okviru projekta „Podrška obrazovanju odraslih“ koji predstavlja zajedničku inicijativu Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) i Švicarske agencije za razvoj i saradnju (SDC).

GIZ podržava njemačku Saveznu vladu pri ostvarenju ciljeva u međunarodnoj saradnji za održivi razvoj.

SDC djeluje u okviru Ministarstva vanjskih poslova i koordinira međunarodnu razvojnu saradnju i aktivnosti Švicarske Konfederacije.

Stavovi i mišljenja autora izneseni u ovoj publikaciji ne predstavljaju nužno stavove i mišljenja GIZ-a i SDC-a.

Izdavač

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Bonn i Eschborn
www.giz.de

Sjedište projekta:

„Podrška obrazovanju odraslih“
Splitska 7
71000 Sarajevo
T +387 33 223 785, 216 162
F +387 33 223 785, 216 162

Naslov publikacije

Priručnik za tehničke crtače armature

Partneri

REZ Regionalna razvojna agencija za regiju Centralna BiH
Regional Development Agency for Central B&H Region



Autori tekstova

Fadil Biberkić, d.i.g.
Haris Turkić, d.i.g.
Zlatko Džanić, d.i.g.

Urednik

Fadil Biberkić, d.i.g.

Štampa

Amos Graf d.o.o.

Fotografije

Zlatko Džanić

Mjesto i godina izdavanja

Sarajevo, oktobar 2013.

Sadržaj

1.1 Općenito	4
1.2 Pravila armiranja	5
1.3 Propisi u BiH i EU	6
1.3.1 Oznake građevinskih materijala	6
1.4 Građevinska praksa u BiH i EU.....	8
2 Priprema nacrt za crtanje armature	9
3 Prezentacija programa za crtanje armature.....	13
4 Rad sa programom za crtanje armature	14
4.1 Glavni elementi programa ArmCAD	14
4.2 Neophodna konfiguracija računara	14
5 Odabir potrebne armature prema statičkom proračunu	15
5.1 Ploče i zidovi	15
5.1.1 Momenti savijanja	15
5.1.2 Potrebna armatura	17
5.2 Grede i stubovi	21
5.2.1 Momenti savijanja i poprečne sile.....	21
5.2.2 Potrebna armatura	23
6 Statički proračun.....	25

1.1 Općenito

Tehnički crtači armature bave se izradom nacrtu armature armirano-betonskih nosivih konstrukcija (AB konstrukcija). Betonske konstrukcije se kod izvođenja ojačavaju (armiraju) sa čeličnim šipkama/mrežama (armaturom), tako je i nastao naziv armirani beton.

Pravilan način rasporeda armature, količinu i tip armature određuje diplomirani inženjer građevinarstva (master) – statičar. Na osnovu uputa od strane inženjera statičara tehnički crtač armature izrađuje kompletne nacрте armature sa specifičnim detaljima koji su potrebni za izvođenje.

Nacrti armature čine jedan od glavnih dijelova projekta nosive konstrukcije objekta i po njima se na gradilištu izvodi armiranje betonske konstrukcije.



Slika 1, armatura i AB konstrukcija u fazi izvođenja

1.2 Pravila armiranja

Pri izradi nacрта armature primjenjuju se određeni propisi i norme. BiH propisi iz ove oblasti zasnivaju se na starim YU propisima uz postepeno uvođenje europskih normi i standarda, koji još nisu važeći ali se dosta primjenjuju u praksi.

(A) Pravilnici i propisi koji se zasnivaju na prijeratnim YU pravilnicima a primjenjuju se kod izrade nacрта armature su slijedeći:

- Pravilnik o tehničkim normativima za beton i armirani beton (Sl.list SFRJ, 11/87),
- Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima (Sl.list SFRJ, br. 31/81,49/82, 29/83, 21/88 i 52/90)

(B) Pravilnici i propisi koji se zasnivaju na modernim europskim normama a primjenjuju se kod izrade nacрта armature su slijedeći:

- EN 1992 (Eurocode 2), proračun betonskih konstrukcija
- EN 1998 (Eurocode 8), proračun seizmički otpornih konstrukcija
- PRIRUČNIK - Pravila za armiranje prema standardu DIN 1045-1: 2001-07 (Prilog 1)

Armiranje betonskih elemenata radi se prema gore navedenim pravilnicima uz napomenu da se pri armiranju betonskih elemenata konstrukcija koje se nalaze u seizmički aktivnim područjima mora voditi računa o posebnim detaljima armiranja.

Kako se BiH nalazi u području koje je podložno seizmičkim uticajima, za sve AB konstrukcije u BiH moraju se primjenjivati posebna pravila armiranja za seizmički ugrožene konstrukcije (Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima i EN 1998).



Slika 2, slom nepravilno armiranog AB stuba od uticaja zemljotresa

1.3 Propisi u BiH i EU

Građevinski propisi u BiH nakon rata nisu do kraja definirani niti usklađeni sa modernim EU normama, te se oslanjaju na stare YU propise. Stari propisi koji se primjenjuju u praksi ne prate moderna istraživanja i saznanja iz date oblasti i nisu u stanju da odgovore svim zahtjevima iz privrede i građenja modernih AB objekata. Polako dolazi do sve veće primjene modernih EU normi.

Savremeni EU propisi iz oblasti građevinarstva usklađeni su sa svjetskim istraživanjima i dostignućima modernih ekonomski razvijenih zemalja (USA, Canada, Japan, New Zealand) te kao takvi predstavljaju zadnju riječ tehničkih dostignuća iz date oblasti. EU propisi se primjenjuju na području Europske Unije i predstavljaju veliko olakšanje u smislu usklađenosti propisa na prostoru EU te lakšeg i boljeg poslovanja. (*Zvanična web prezentacija Eurokodova pri Europskoj Komisiji -<http://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/>*)

1.3.1 Oznake građevinskih materijala

U ovom poglavlju dat je pregled osnovnih oznaka građevinskih materijala prema BiH i EU propisima. Materijali koji se primjenjuju su: beton i armaturni čelik – armatura (koja se u praksi, na terenu, nepravilno naziva i kao: „željezo“).

Beton, označava se na slijedeći način:

- BiH propisi: MB 20, MB 30, MB 40... ili MB 200, MB 300, MB 400... (gdje oznaka MB znači marka betona, a broj iza označava vrijednost karakteristične čvrstoće betona na pritisak). Najviše rasprostranjen konstruktivni beton u BiH je MB 30.
- EU propisi: C20, C25, C30... (gdje oznaka C znači – eng. concrete, tj. beton, a broj iza predstavlja vrijednost karakteristične čvrstoće betona na pritisak). Obzirom da je logika označavanja slična ali je određivanje čvrstoće betona nešto drugačije, najrasprostranjeniji beton u BiH prema EU normama označava se kao C25.

Armatura (betonski, armaturni čelik), označava se na slijedeći način:

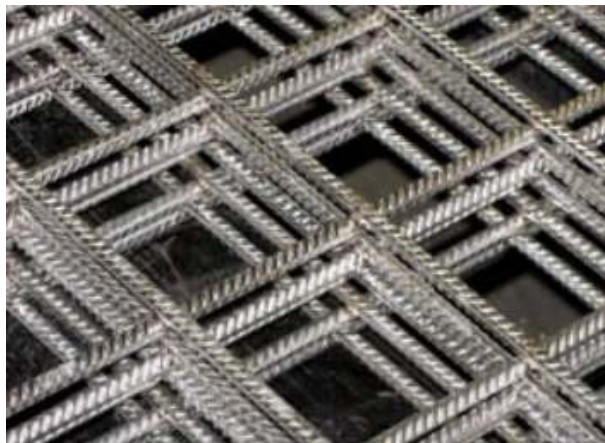
- BiH propisi: GA 240/360 (glatka armatura), RA 400/500 (rebrasta armatura), MAG 500/560 (mrežasta armatura sa glatkim šipkama), MAR 500/560 (mrežasta armatura sa rebrastim šipkama),

- EU propisi: S500 (rebrasta armatura), BSt 500 S/M (rebrasta armatura i mrežasta armatura sa rebrastim šipkama).

Broj u oznakama armature, slično kao kod betona, predstavlja karakterističnu čvrstoću, gdje veći broj znači jača armatura. U posljednje vrijeme u BiH građevinskoj praksi koristi se gotovo isključivo samo armatura BSt 500 S/M.



Slika 3, rebraste armaturene šipke



Slika 4, mrežasta armatura sa rebrastim šipkama

1.4 Građevinska praksa u BiH i EU

Armirano betonske konstrukcije, zbog povoljne cijene i relativno lakog izvođenja, zauzimaju prvo mjesto po broju novo izgrađenih objekata, kako u BiH tako i u EU. Armirani beton posjeduje dugu tradiciju u građenju u BiH i EU, te ga investitori, izvođači i inženjeri preferiraju kao konstruktivni materijal.

Zbog velikog broja BiH radnika i inženjera koji su radili i rade u EU, kao i širom svijeta, poznavanje armiranog betona kao građevinskog materijala je na visokom nivou. Podizanje svega na viši nivo, uz bolju kontrolu izvođenja i kontrolu kvalitete ugrađenog materijala, nije dovoljno pokriveno zakonskom regulativom i provođenjem zakona kao takvog. Kao što je već prethodno rečeno, EU norme polako zaživljavaju u BiH praksi.

Europska Unija, sa druge strane, zakonsko-tehničke aspekte na području građevinske prakse dovela je na zavidan nivo. Dobro poznavanje i pravilno tumačenje BiH/EU propisa neophodno je za uspješnu razradu armaturnih nacрта na području BiH (eventualno EU).

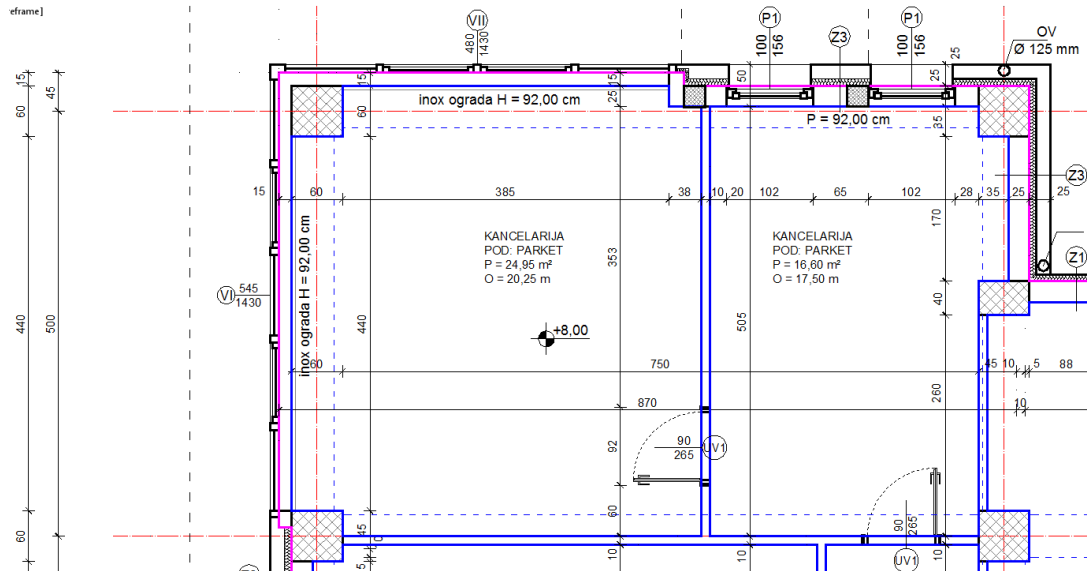
Treba napomenuti da su i stari YU propisi zasnovani na tadašnjim europskim propisima (od prije 30-ak godina), te da za savladavanje novih propisa ne treba velik napor jer je inženjerska logika ostala ista, respektirajući nova saznanja i dostignuća.



Slika 5, gradilišta: lijevo – *SCC Sarajevo*, desno: *Hamburger Elbphilharmonie, Hamburg*

2 Priprema nacrt za crtanje armature

Osnovni nacrti koji služe kao podloga za sve ostale nacрте konstrukcije su arhitektonski nacrti. Na arhitektonskim nacrtima specificirani su položaji zidova, prozora, vrata, debljina i tip fasadne obloge itd. sa odgovarajućim opisima i kotiranim dimenzijama elemenata.



Slika 6, arhitektonski nacrt (dio osnove-etaža+2)

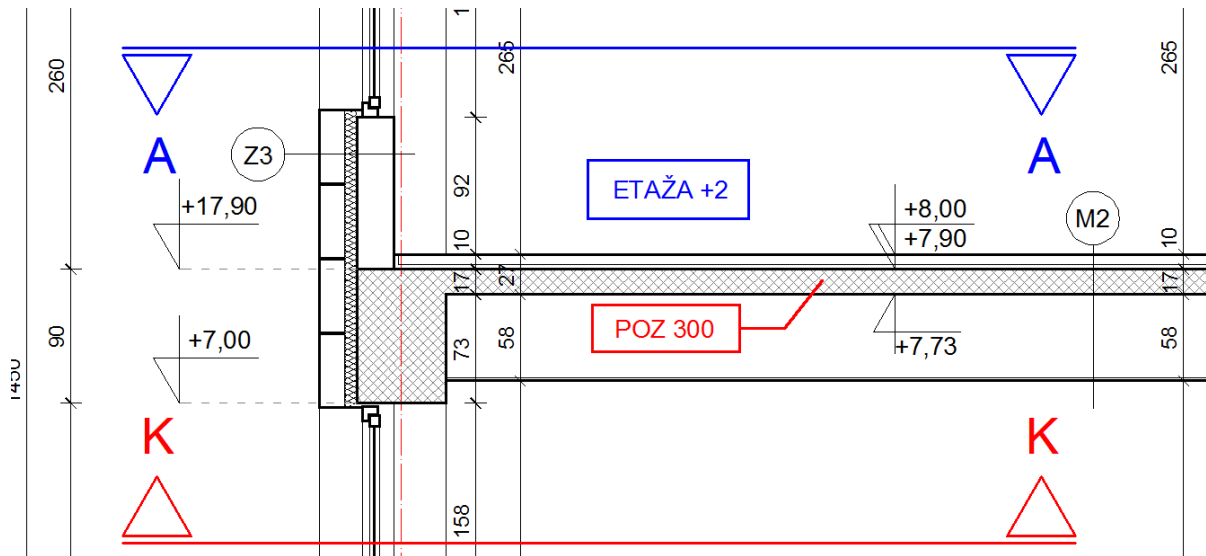
Arhitektonska osnova iznad dobije se horizontalnim presjekom kroz objekt posmatrajući datu osnovu u pogledu – prema dolje (prema podu, stropnoj konstrukciji koja se nalazi na koti +8,00, vidi sliku ispod – horizontalni presjek A-A).

Nacrt konstrukcije, plan oplata, prema kojem se formira i betonira AB konstrukcija na gradilištu dobija se iz arhitektonskog nacrt na slijedeći način:

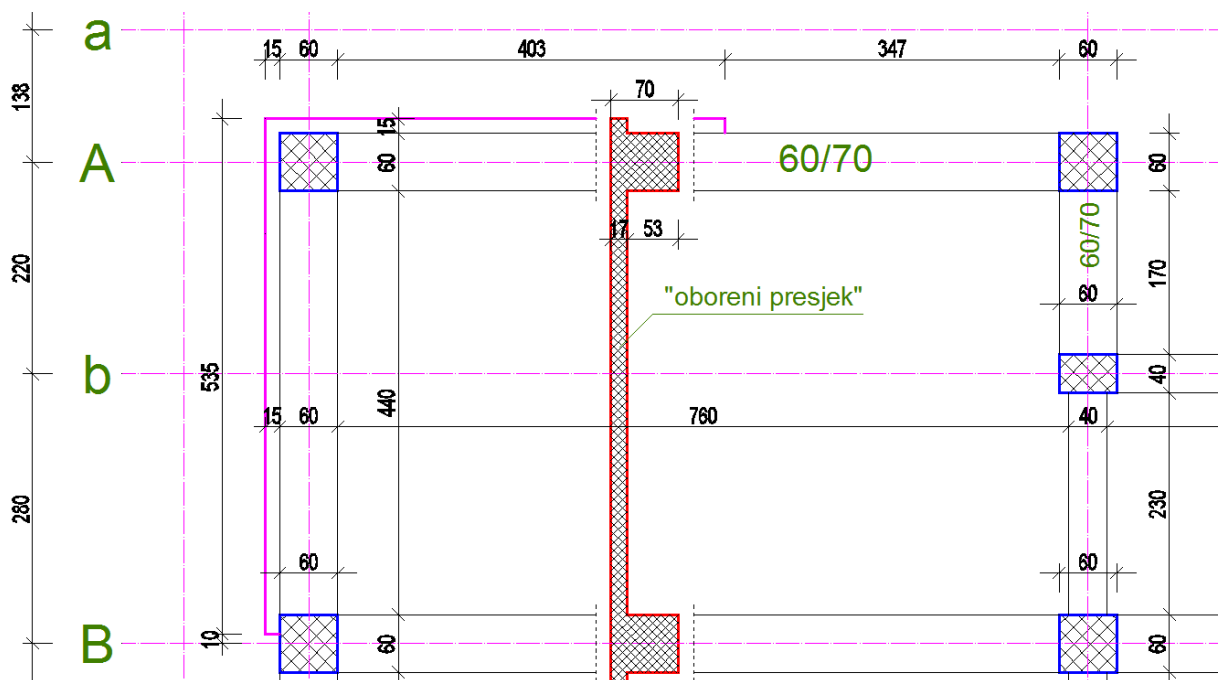
- prvo se arhitektonski nacrti očiste od svih elemenata koji ne predstavljaju nosivu AB konstrukciju (fasada, prozori, vrata, pregradni zidovi, opis slojeva poda itd.), a zadržavaju se samo nosivi elementi: AB zidovi, stubovi i konture AB ploče u osnovi
- zatim se tako „ogoljeni“ nacrti dopunjavaju nacrtima AB greda na datoj osnovi, sa svim potrebnim opisima i kotama
- na dobijenom nacrtu crtaju se još i tzv. „oboreni presjeci“, koji predstavljaju presjek kroz datu AB ploču sa gredama, a postavlja se na datoj osnovi na mjestu presjeka kroz datu AB ploču (vidi slike ispod)

Potrebno je zapamtiti da se plan oplata horizontalnih elemenata: AB ploče sa AB gredama formira horizontalnim presjekom kroz konstrukciju, posmatrajući datu AB ploču u pogledu –

prema gore (prema datoj AB ploči, poz 300, koja se nalazi na koti +8.00, vidi sliku ispod – horizontalni presjek K-K).



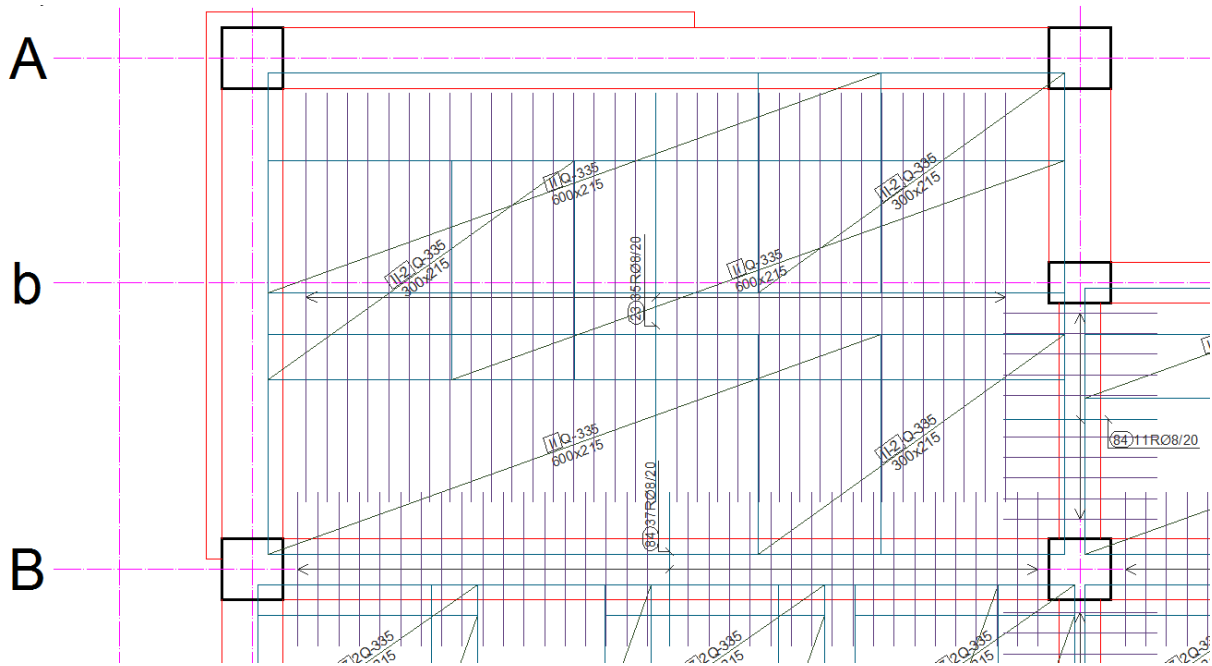
Slika 7, horizontalni presjeci, A-A: arhitektonski
B-B: konstruktivni – plan oplata



Slika 8, plan oplata AB ploče na koti +8.00

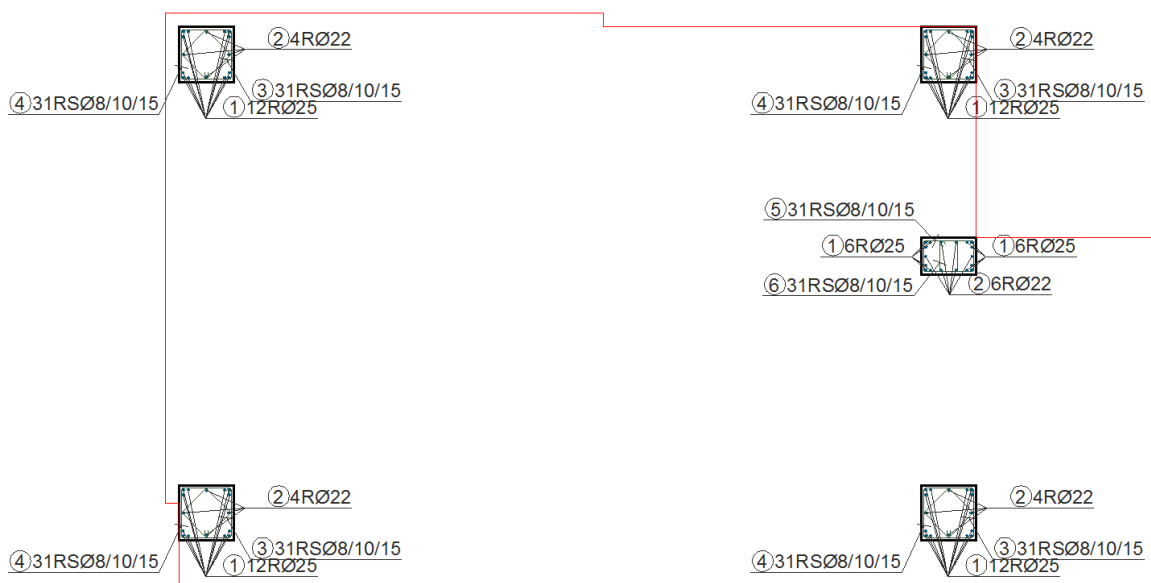
Plan oplata koristi se za formiranje „kalupa“ – oplata, u koji će se ugraditi svježi beton (koji je prethodno armiran armaturnim šipkama i mrežama), te se nakon stvrdnjavanja betona oplata skida sa betona i dobijamo finalni proizvod – AB konstrukciju.

Dobijeni nacrti, planovi oplata, dodatno se očiste od kota, oborenih presjeka i šrafure, zadržavaju se samo konture elemenata, te se preko takvih nacрта crta armatura (vidi sliku ispod).

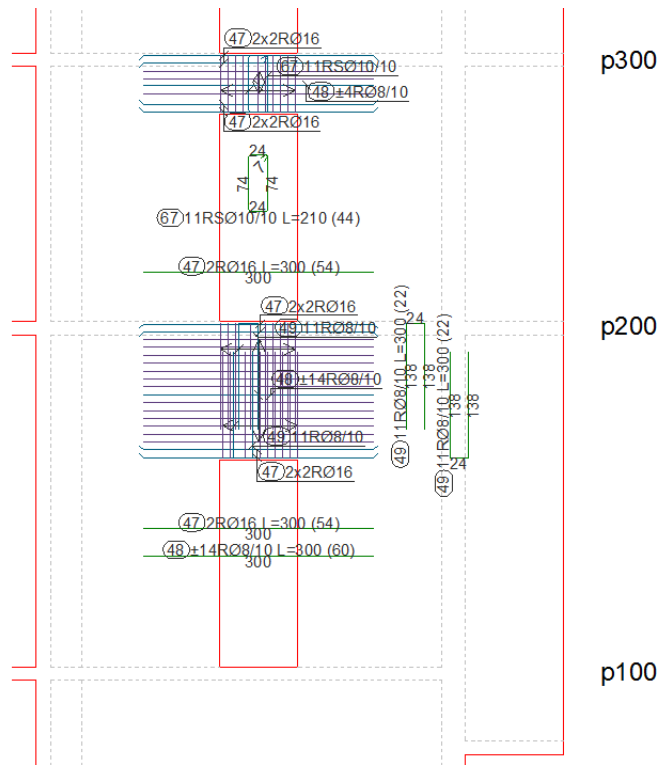


Slika 9, plan armature AB ploče na koti +8.00 (donja zona)

Da bi sve bilo kompletno potrebno je još pripremiti podloge za crtanje vertikalnih elemenata, AB zidova i stubova, koje se dobijaju crtanjem vertikalnih presjeka kroz date elemente, sa svim potrebnim detaljima: vanjskim konturama datog elementa sa crtkanim linijama označenim horizontalnim elementima koji se spajaju sa datim vertikalnim elementom.



Slika 10, plan armature AB stubova u osnovi



Slika 11, plan armature AB zida u pogledu

Detaljnije upoznavanje sa svim elementima konstrukcije i arhitekture može se pronaći u dodatnoj literaturi koja je dana u priložima.

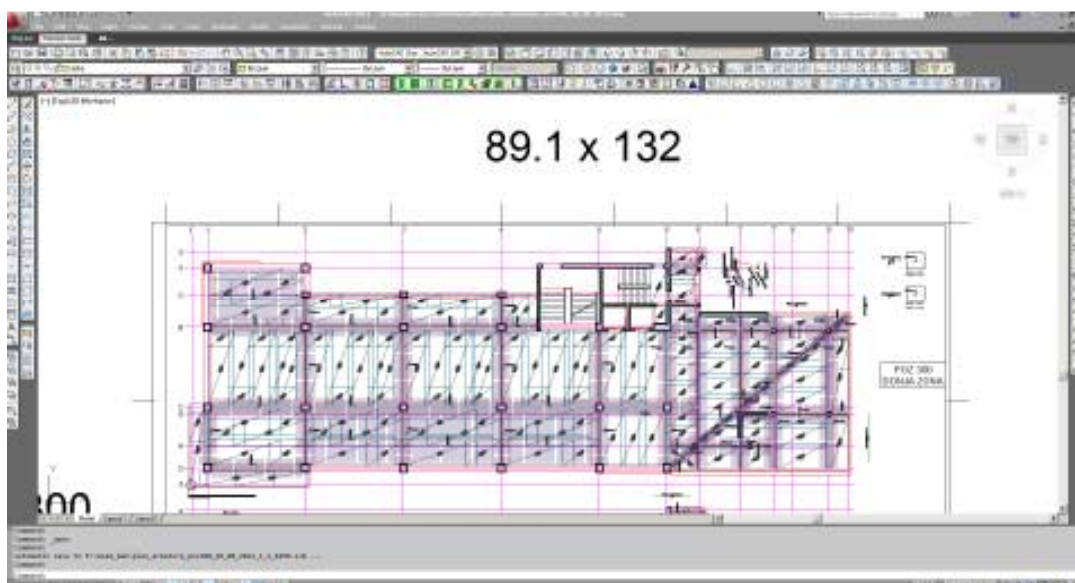
3 Prezentacija programa za crtanje armature

Program za crtanje armature ArmCAD zasnovan je na programu AutoCAD. Razumijevanje komandi, logike rada i samog efikasnog rada na programu ArmCAD nije moguće bez dobrog poznavanja programa AutoCAD. Nakon savladavanja programa AutoCAD, moguće je u kratkom vremenskom roku usvojiti vještine i znanja koje su potrebne za dobro razumijevanje rada i praktičan rad na programu ArmCAD.

ArmCAD 2005 je program, koji integrisan u AutoCAD, pomaže u pravljenju visokokvalitetnih profesionalnih crteža detalja armiranja. Program ArmCAD korisnika oslobađa najnapornijeg dijela posla - razvrstavanja, pozicioniranja, brojanja, oblikovanja, sidrenja, kontrole grešaka. I sve to uz automatsko ažuriranje svih naknadnih izmjena.

U svakom trenutku, program omogućava automatsko generisanje specifikacije armature koja precizno i tačno prikazuje geometriju i količinu svake od upotrebljenih pozicija šipki na crtežu. Zajedno sa specifikacijom, automatski se generiše i rekapitulacija armature koja predstavlja zbirni prikaz količina armature.

Pri upotrebi mrežaste armature, pored specifikacije i rekapitulacije, automatski se generiše i optimizovan plan rezanja koji omogućava da količina rezanih a neiskorištenih dijelova mreža bude najmanji mogući. Koristeći najnovija saznanja i višegodišnje iskustvo, napravljen je program koji drastično ubrzava, olakšava i drži pod kontrolom mukotrpan i greškama podložan proces kreiranja projekata detalja armiranja.



Slika 12, interfejs programa ArmCAD

4 Rad sa programom za crtanje armature

Savladavanje osnovnih komandi uz praktično crtanje armature jednostavno se postiže korištenjem već pripremljenih tutoriala koji se mogu pronaći na stranici proizvođača softvera:

<http://www.radimpex.rs/lessons.php?id=2&lang=sr>

Kompletan manual sa detaljnim i preciznim objašnjenjima svake od komandi i mogućnosti finog podešavanja rada programa može se također preuzeti sa zvanične stranice proizvođača softvera: <http://www.radimpex.rs/download.php?id=2&lang=sr>

4.1 Glavni elementi programa ArmCAD

- Crtanje i editovanje šipki
- Crtanje i editovanje serija šipki
- Crtanje i editovanje poprečnih presjeka, kotiranje i označavanje šipki
- Crtanje i editovanje mrežaste armature
- Kreiranje gotovih planova armature i oplata za neke tipične armiranobetonske konstrukcije (Wizardi)
- Automatsko generisanje izvještaja (specifikacije, rekapitulacije i plana rezanja mreža)
- Jedan korak od dimenzionisanja i usvajanja armature, do izvođačkih crteža (direktna veza sa programom *Tower* za statičku i dinamičku analizu konstrukcija)
- Potpuna integrisanost sa programom AutoCAD
- Potpuna prilagodljivost - lokalizacija programa

4.2 Neophodna konfiguracija računara

Potrebne su slijedeće komponente (bilo koja od nabrojanih):

- Windows: XP, Vista, 7 (32 ili 64 bit)
- AutoCAD: 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 (32 ili 64 bit)

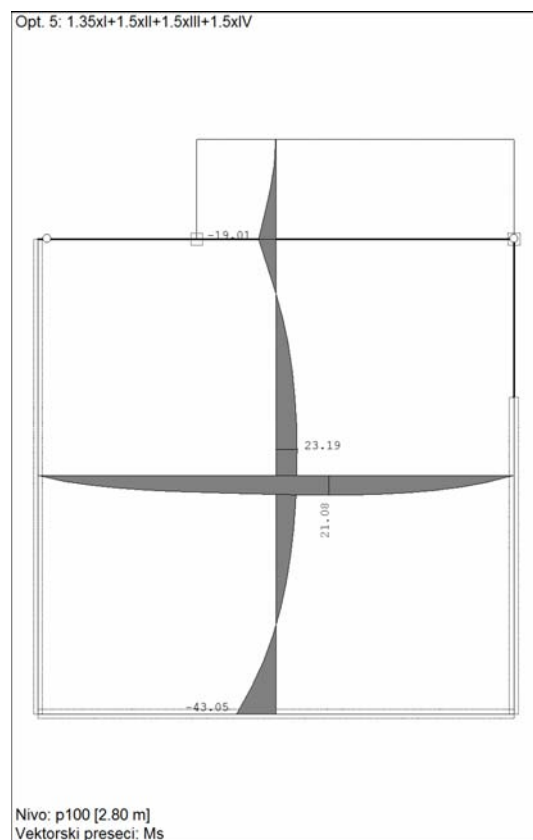
5 Odabir potrebne armature prema statičkom proračunu

Osnovni podaci koji su potrebni da bi se pristupilo odabiru potrebne količine armature i pravilnom rasporedu armature u AB elementima dobijaju se iz statičkog proračuna. Rezultati statičkog proračuna daju detaljan pregled naprezanja svih AB elemenata sa dijagramima na kojima su označena mjesta gdje je potrebna armatura i koliko armature je potrebno u pojedinim presjecima. Ne ulazeći detaljno u statički proračun, što i nije zadatak crtača armature, fokusirat ćemo se samo na dijelove statičkog proračuna koji su bitni pri pravilnom crtanju armature.

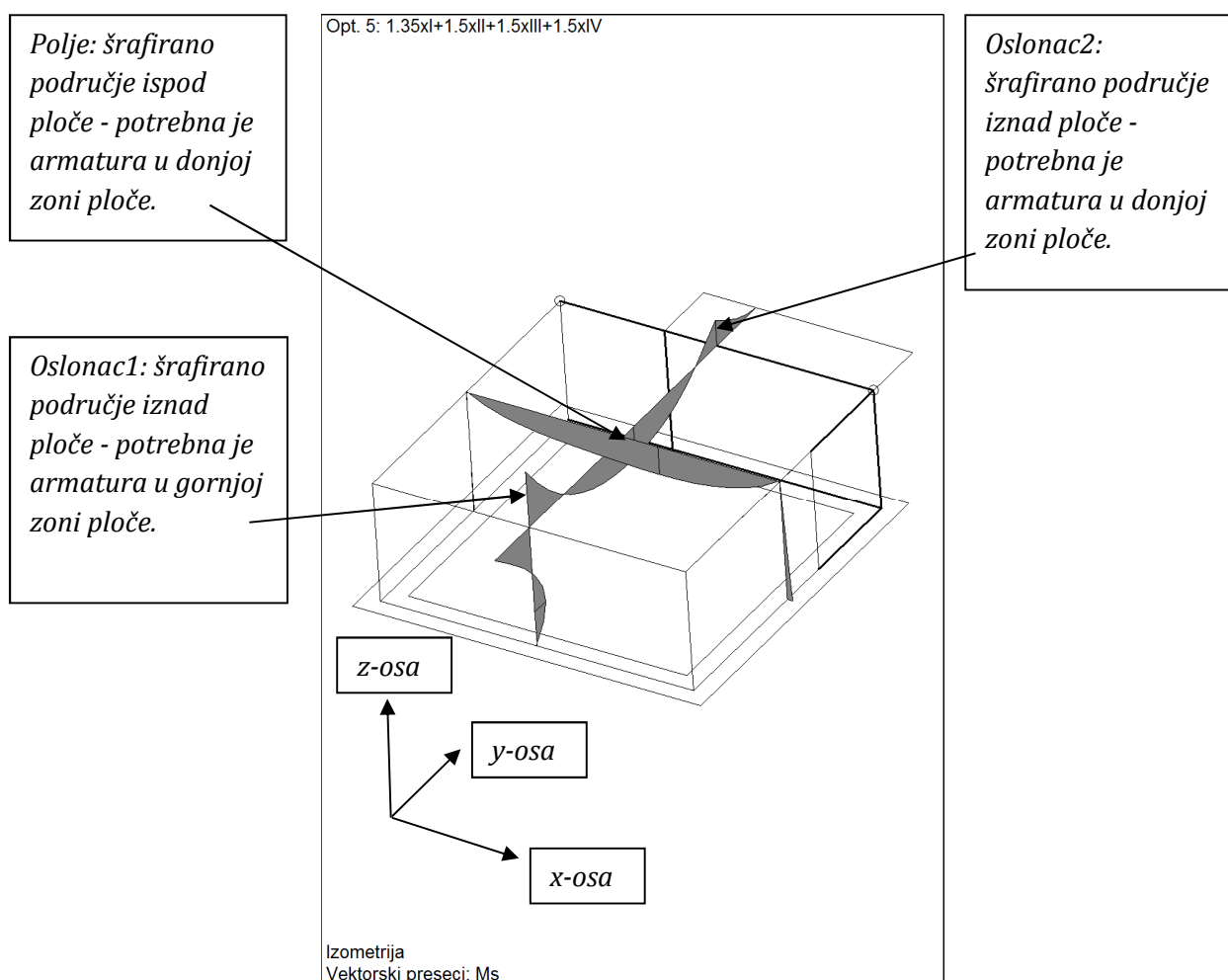
5.1 Ploče i zidovi

5.1.1 Momenti savijanja

Momenti savijanja čine dio statičkih rezultata za površinske elemente, ploče i zidove, i predstavljaju glavne rezultate kada je u pitanju odabir i raspored potrebne količine armature. U nastavku analiziraju se dijelovi statičkog proračuna koji su neophodni kod crtanja armature. Kompletan statički proračun za konstrukciju koja je analizirana dat je na kraju priručnika.



Slika 13, dijagram momenata savijanja za ploču Poz 100 - osnova

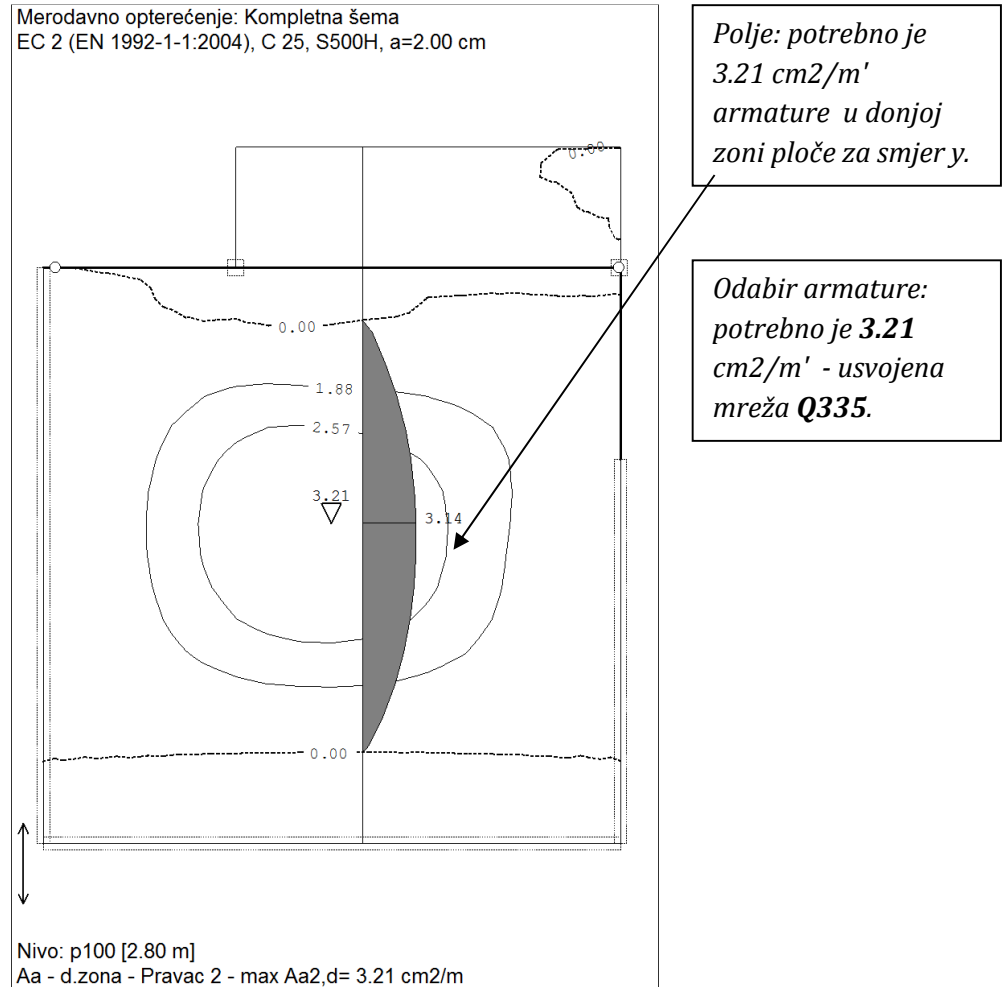


Slika 14, dijagram momenata savijanja za ploču Poz 100 i zid - 3D, tumačenje rezultata

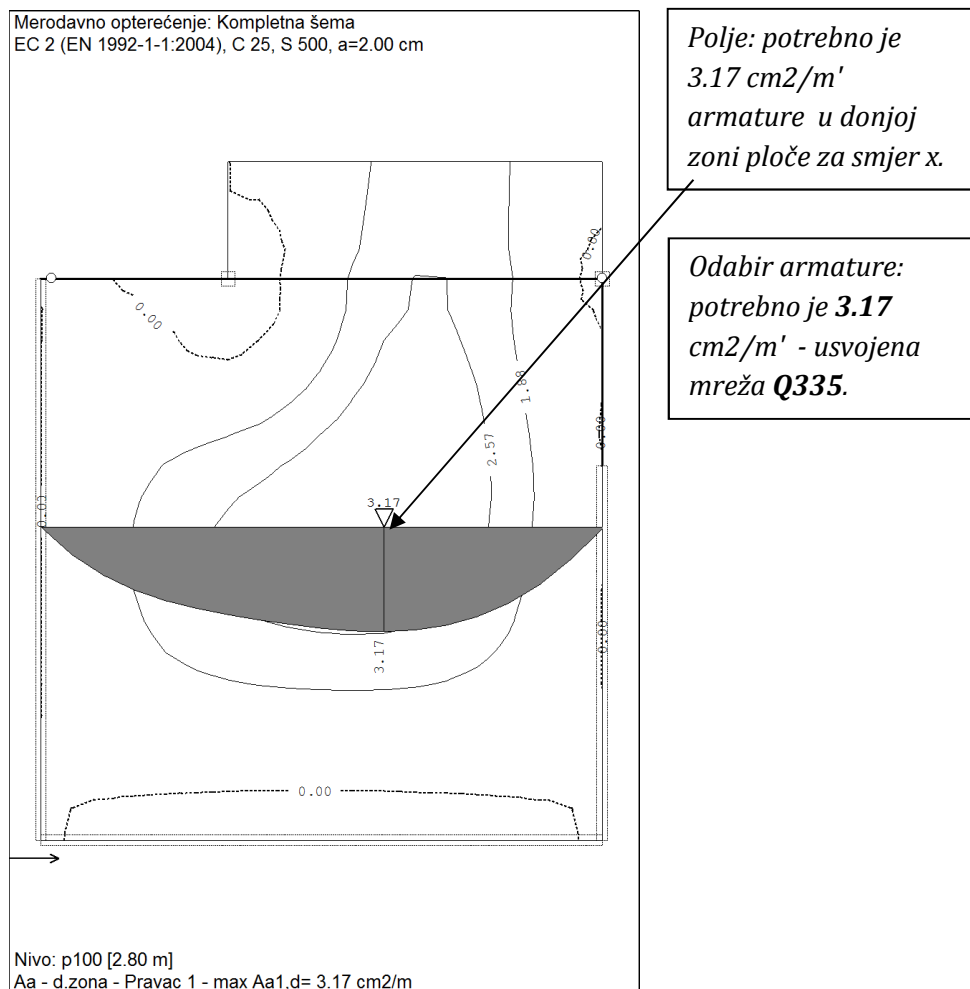
Na sl.14, dat je kvalitativni prikaz momenata savijanja u ploči (zidu), sa pojednostavljenim objašnjenjem. Generalno: na mjestima gdje postoji moment savijanja - potrebna je armatura. Treba primjetiti da se iz samih dijagrama momenata savijanja ne može zaključiti koliko armature je potrebno za dati površinski element: ploča ili zid.

5.1.2 Potrebna armatura

U rezultatima statičkog proračuna posebno su dati dijagrami za pojedine elemente, (ploča, zid), na kojima je označeno koliko armature je potrebno za dati element.



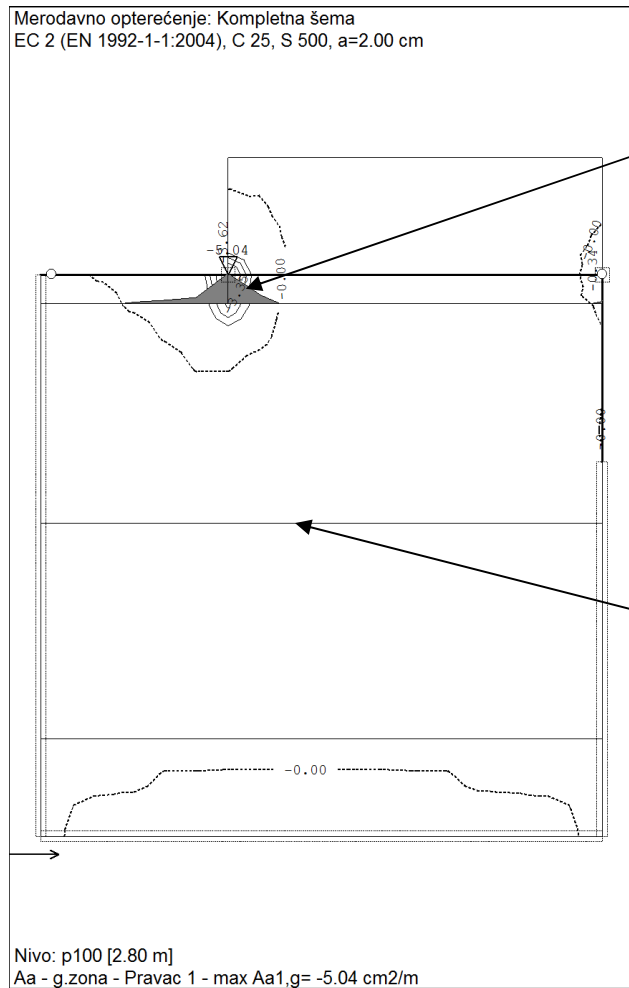
Slika 15a, dijagram potrebne armature (donja zona) za ploču Poz 100 - smjer y (smjer 2), tumačenje rezultata



Slika 15b, dijagram potrebne armature (donja zona) za ploču Poz 100 - smjer x (smjer 1), tumačenje rezultata

Komentar: na slikama iznad vidimo da je potrebna armatura za smjer x i smjer y otprilike ista ($3.21/3.17\text{cm}^2/\text{m}'$), pa je u skladu sa tim i usvojena armatura ista: Q335 ($3.35\text{cm}^2/\text{m}'$).

U praksi se često dešava da se potrebna armatura za smjer x i y razlikuje, te se prema tome i može odabrati različita armatura za različite smjerove. Primjera radi, neka je za smjer x potrebna armatura - $2.35\text{cm}^2/\text{m}'$ a za smjer y - $3.84\text{cm}^2/\text{m}'$, onda usvajamo Q - mrežu koja je dovoljna da pokrije manju potrebnu armaturu: smjer x - Q257 ($2.57\text{cm}^2/\text{m}'$). Kako Q - mreža ima istu armaturu u oba smjera to znači da i za smjer y imamo usvojenu armaturu $2.57\text{cm}^2/\text{m}'$ a potrebna armatura za smjer y je $3.84\text{cm}^2/\text{m}'$, što znači da nam za smjer y nedostaje: $3.84 - 2.57 = 1.27\text{cm}^2/\text{m}'$. Ovo razliku koju treba pokriti dodatnom armaturom možemo da uradimo sa R - mrežom koja je nosiva samo po dužini (u pravcu polaganja mreže), dakle usvaja se dodatna armatura za smjer y, R188 ($1.88\text{cm}^2/\text{m}'$). Rezime: za smjer x potrebno je $2.35\text{cm}^2/\text{m}'$ - usvojeno: Q257($2.57\text{cm}^2/\text{m}'$), za smjer y potrebno je $3.84\text{cm}^2/\text{m}'$ - usvojeno: Q257 + R188 ($2.57 + 1.88 = 4.45\text{cm}^2/\text{m}'$).

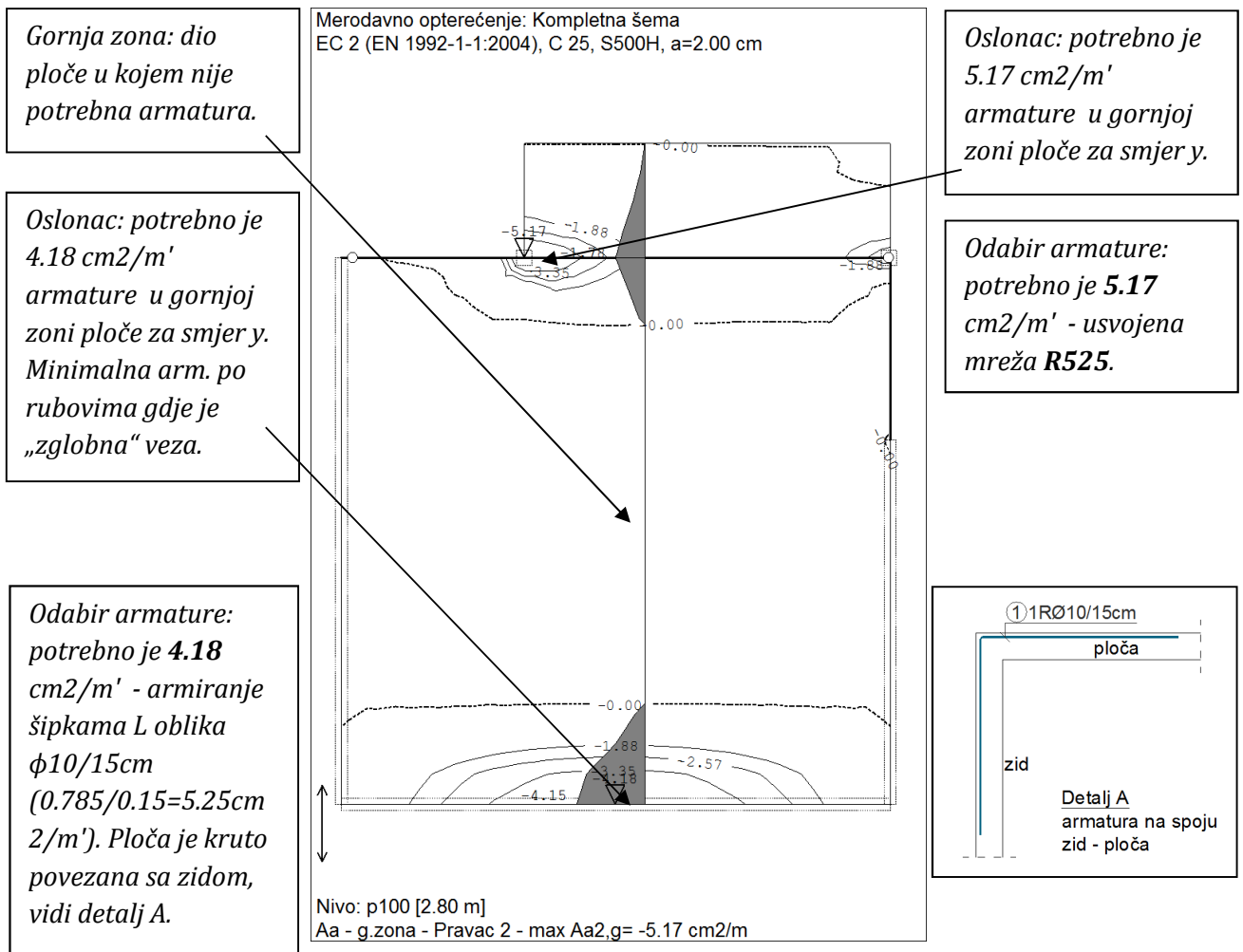


Oslonac: potrebno je 5.04 cm²/m' armature u gornjoj zoni ploče za smjer x u zoni iznad stuba.

*Odabir armature: potrebno je **5.04** cm²/m' - usvojena mreža **R525**.*

*Gornja zona: dio ploče u kojem nije potrebna armatura. Armiraju se oslonački rubovi prema pravilima armiranja (min. armatura na dužini od 0.15*L). L – raspon ploče*

Slika 16a, dijagram potrebne armature (gornja zona) za ploču Poz 100 - smjer x (smjer 1),
 tumačenje rezultata



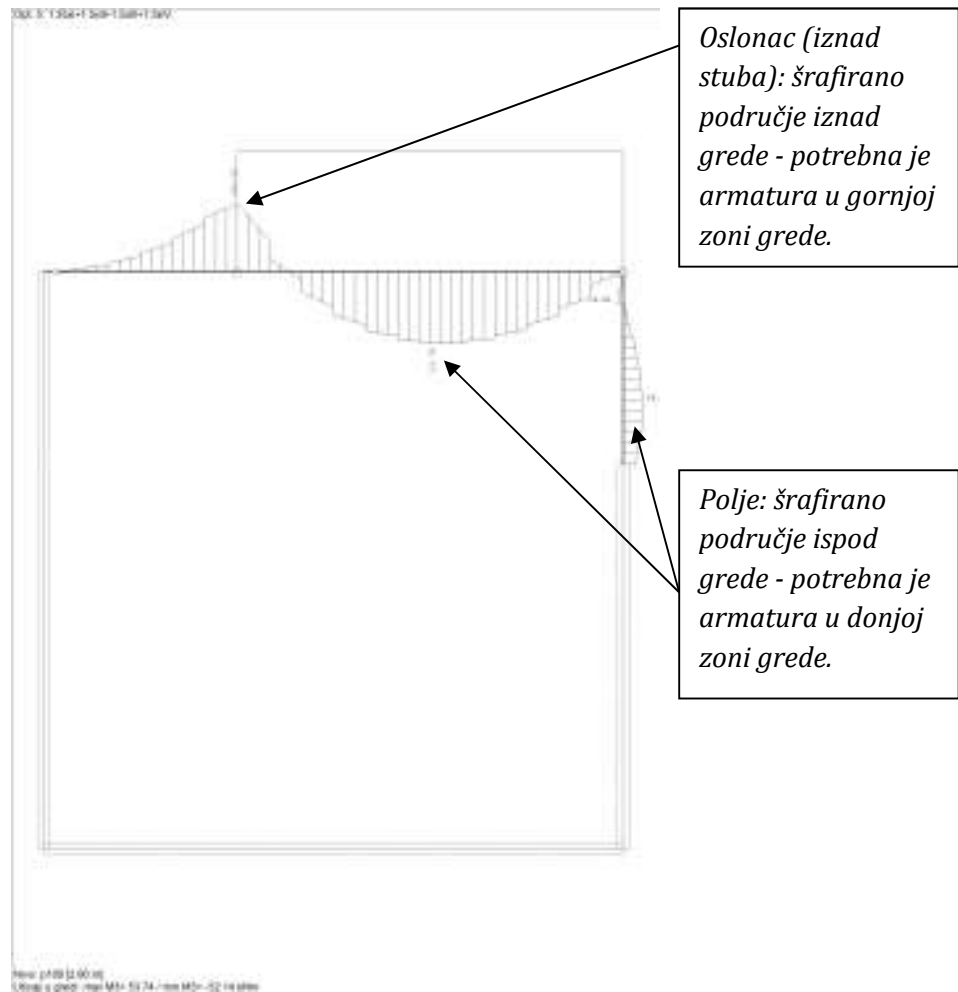
Slika 16b, dijagram potrebne armature (gornja zona) za ploču Poz 100 - smjer y (smjer 2), tumačenje rezultata

Na slikama iznad dati su dijelovi statičkog proračuna sa dijagramima potrebne armature, sa objašnjenjima. Pravilnim tumačenjem dijagrama momenata savijanja i dijagrama potrebne armature, lako se dolazi do zaključka koliko armature je potrebno i kakav je raspored armature po datom AB elementu, uvažavajući opšta pravila armiranja. U tabelama za armiranje date su tipske mreže sa svim neophodnim podacima. Primjera radi, oznaka mreže "Q335" tumači se na slijedeći način: Q - znači da je nosiva u oba smjera (x i y), a broj 335 znači da je površina armature - 3.35cm²/m', u oba smjera. Sa druge strane oznaka mreže "R424" tumači se na slijedeći način: R - znači da je nosiva po dužini, a broj 424 znači da je površina armature - 4.24cm²/m', po dužini - u smjeru polaganja mreže.

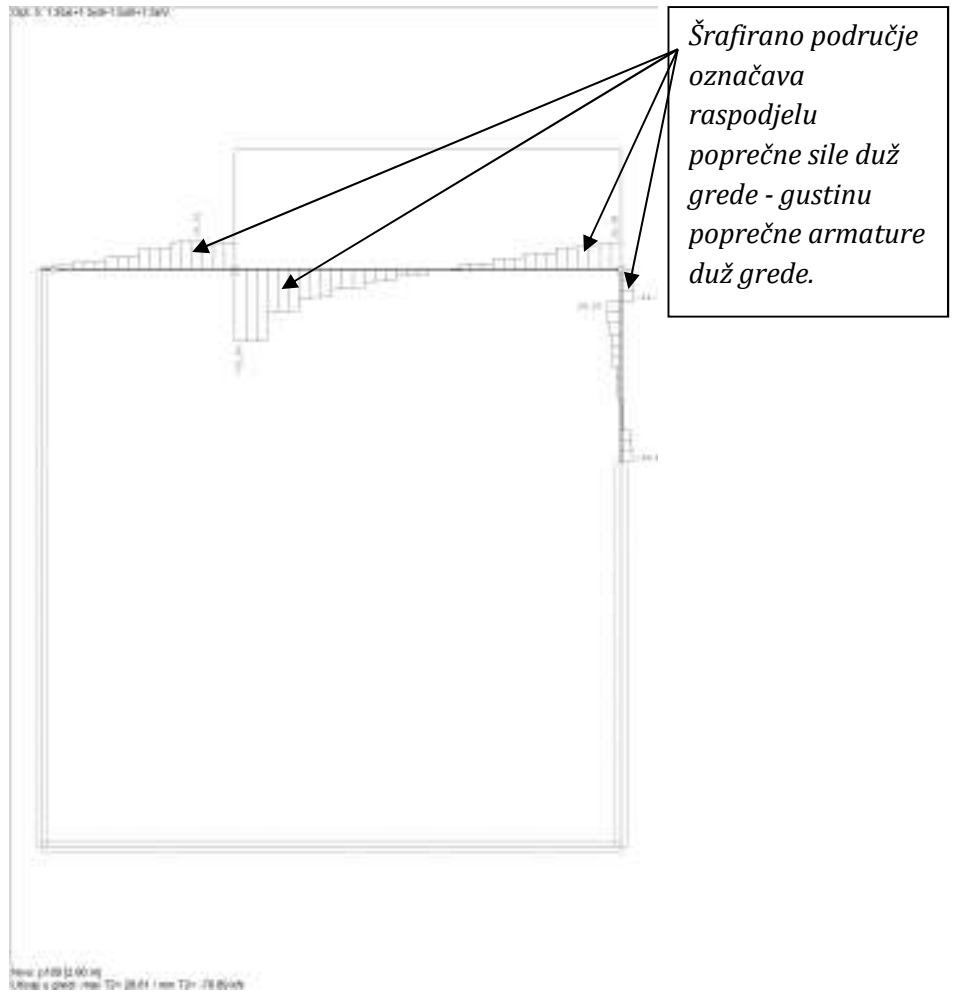
5.2 Grede i stubovi

5.2.1 Momenti savijanja i poprečne sile

Momenti savijanja, isto kao i kod ploča i zidova, predstavljaju glavne rezultate kada je u pitanju odabir i raspored potrebne količine podužne armature u gredi/stubu. Dijagram poprečnih sila nam daje sliku rasporeda poprečne armature (vilice tj. uzengije) po dužini grede/stuba.



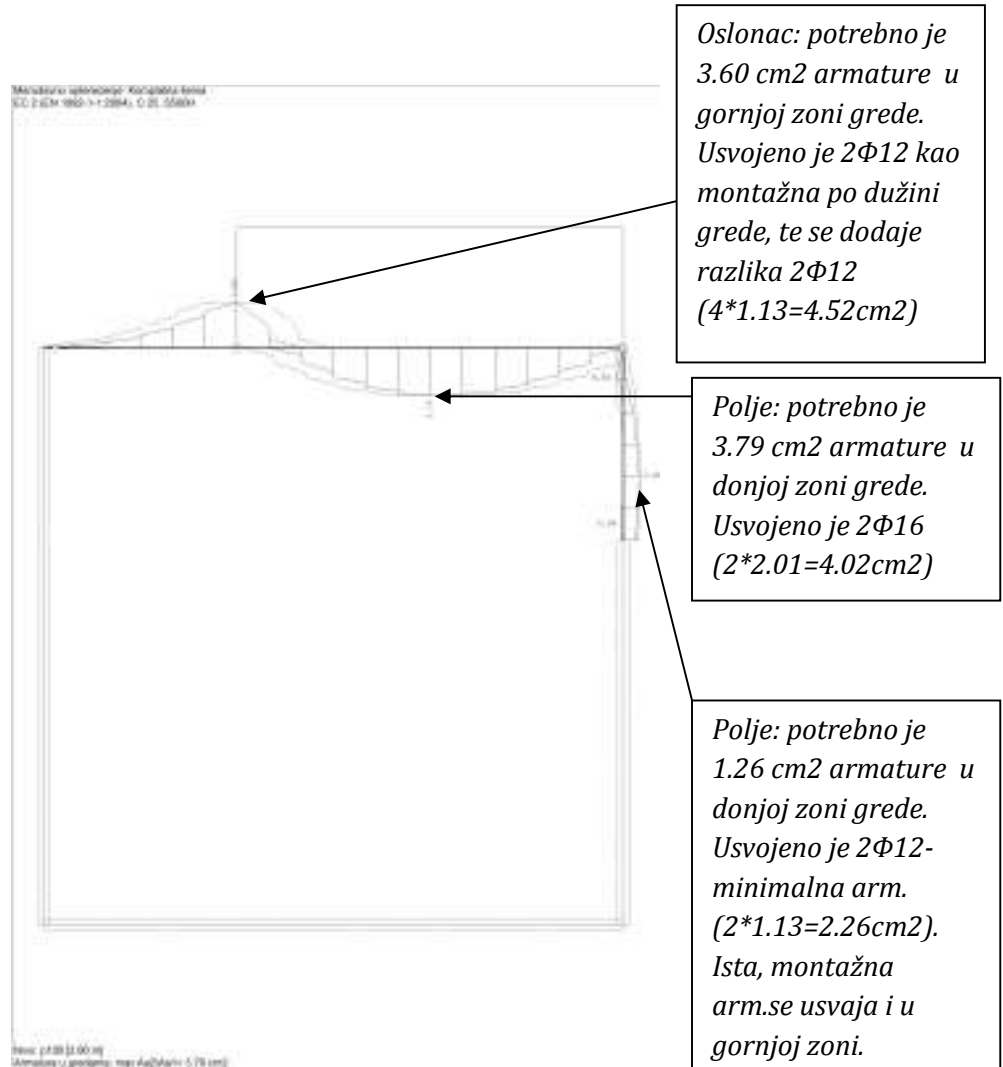
Slika 17, dijagram momenata savijanja za grede na Poz 100, tumačenje rezultata



Slika 18, dijagram poprečnih sila za grede na Poz 100, tumačenje rezultata

5.2.2 Potrebna armatura

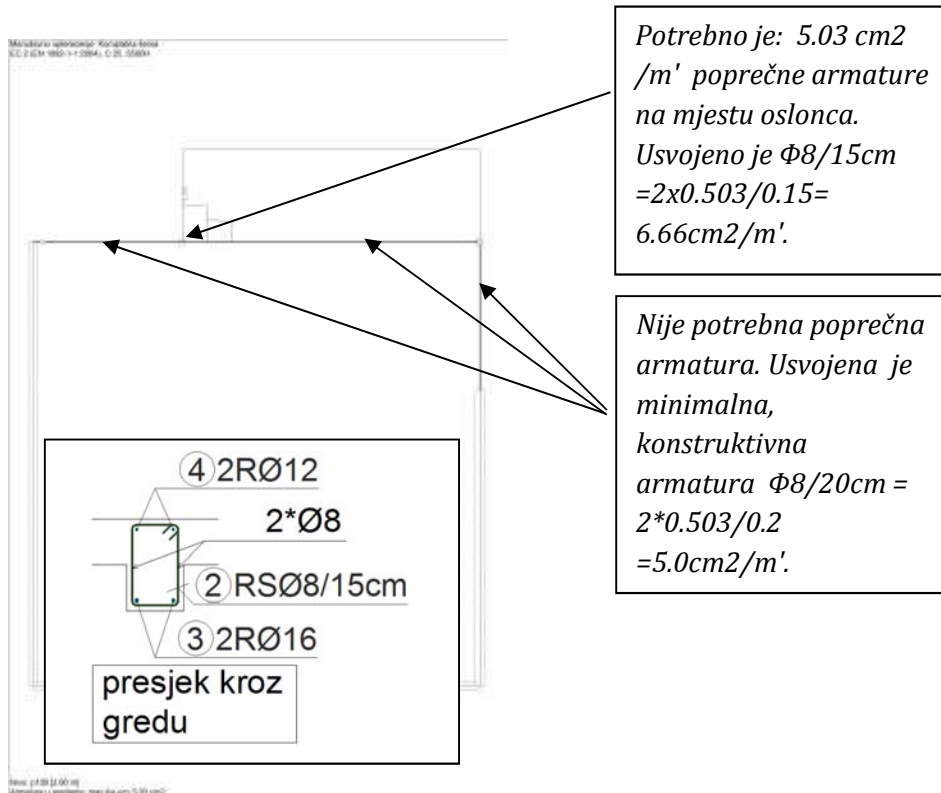
U rezultatima statičkog proračuna posebno su dati dijagrami za elemente, (gređa, stub), na kojima je označeno koliko armature, podužne i poprečne, je potrebno za dati element.



Slika 19, dijagram potrebne podužne armature (donja i gornja zona) za gređe na Poz 100, tumačenje rezultata

Odabir potrebne armature radi se prema gore datom objašnjenju, svi potrebni podaci koji se odnose na šipke (površina poprečnog presjeka, težina itd.) mogu se pronaći u odgovarajućim tabelama. Pored dijagrama sa potrebnom armaturom, mora se voditi računa i o opštim pravilima armiranja (minimalna armatura za AB gređe, vođenje armature i sl.). Na str.6 „Priručnik za armiranje prema DIN 1045-1“ u tabeli A.1 za pojedine profile šipki date su površine poprečnih presjeka, konkretno za gore korištene profile imamo: $\phi 12(1.13\text{cm}^2)$ i $\phi 16(2.01\text{cm}^2)$. Minimalna podužna armatura za gređu dimenzija $b \cdot h$ računa se prema formuli:

$A_{s,min} = 0.00135 \cdot b \cdot 0.95 \cdot h [\text{cm}^2]$. Za gredu dimenzija 25/40 imamo: $A_{s,min} = 0.00135 \cdot 25 \cdot 0.95 \cdot 40 = 1.283 \text{cm}^2$ za beton C25/30.



Slika 20, dijagram potrebne poprečne armature za grede na Poz 100, tumačenje rezultata

Sve što je gore navedeno za podužnu armaturu važi i za poprečnu armaturu pri odabiru i rasporedu armature. Na isti način se tumače rezultati i usvaja armatura za stubove.

Poprečna armatura grede (vilice) izvodi se kao zatvorena šipka u koju se polaže podužna armatura grede i ako pogledamo presjek kroz gredu vidimo da imamo 2 šipke $\phi 8$, ($2 \cdot \phi 8$), u vertikalnom pravcu. Dalje, vidimo da su vilice na razmaku od 15cm (0.15m). Znači poprečna armatura u datom presjeku je: $2 \cdot (\phi 8 / 15 \text{cm}) = 2 \cdot (0.503 / 0.15) = 6.66 \text{cm}^2 / \text{m}'$. Broj 2 znači: 2 šipke u vertikalnom pravcu – „dvosječna“ vilica, $\phi 8$ – profil šipke od koje je napravljena vilica, 0.15 – vilice su na razmaku od 15cm, tj. 0.15m. Na str.6 „Priručnik za armiranje prema DIN 1045-1“ u tabeli A.1 za pojedine profile šipki date su površine poprečnih presjeka, konkretno za gore korišteni profil imamo: $\phi 8 (0.503 \text{cm}^2)$. Minimalna poprečna armatura za gredu dimenzija $b \cdot h$ računa se prema formuli: $A_{sw,min} = 0.0011 \cdot b \cdot 100 [\text{cm}^2 / \text{m}']$ za beton C25/30. Za gredu dimenzija 25/40 imamo: $A_{sw,min} = 0.0011 \cdot 25 \cdot 100 = 2.75 \text{cm}^2$. Kod odabira poprečne armature mora se voditi računa i o max. razmaku vilica (vidi priručnik za armiranje).

Na kraju priručnika dat je kompletan statički proračun za objekat čije elemente smo razmatrali na slikama iznad.

6 Statički proračun

Ulazni podaci - Konstrukcija

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	α [1/C]	Em[kN/m ²]	μ m
1	C25	3.100e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.100e+7	0.20

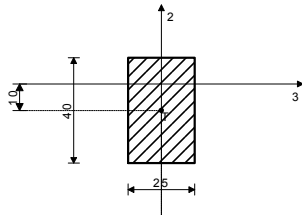
Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m ²]	G[kN/m ²]	α
<1>	0.400	0.200	1	Tanka ploča	Izotropna			
<2>	0.200	0.100	1	Tanka ploča	Izotropna			

Setovi gređa

Set: 1 Presek: b/d=25/40, Fiktivna ekscentričnost

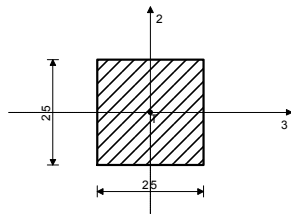
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C25	1.000e-1	8.333e-2	8.333e-2	1.273e-3	5.208e-4	1.333e-3



[cm]

Set: 2 Presek: b/d=25/25, Fiktivna ekscentričnost

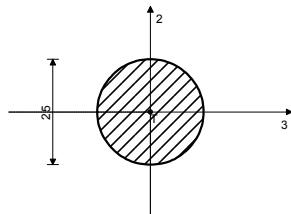
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C25	6.250e-2	5.208e-2	5.208e-2	5.501e-4	3.255e-4	3.255e-4



[cm]

Set: 3 Presek: D=25, Fiktivna ekscentričnost

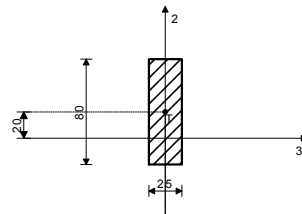
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C25	4.909e-2	4.418e-2	4.418e-2	3.835e-4	1.917e-4	1.917e-4



[cm]

Set: 4 Presek: b/d=25/80, Fiktivna ekscentričnost

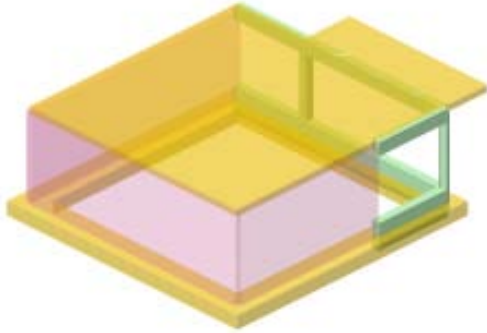
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C25	2.000e-1	1.667e-1	1.667e-1	3.347e-3	1.042e-3	1.067e-2



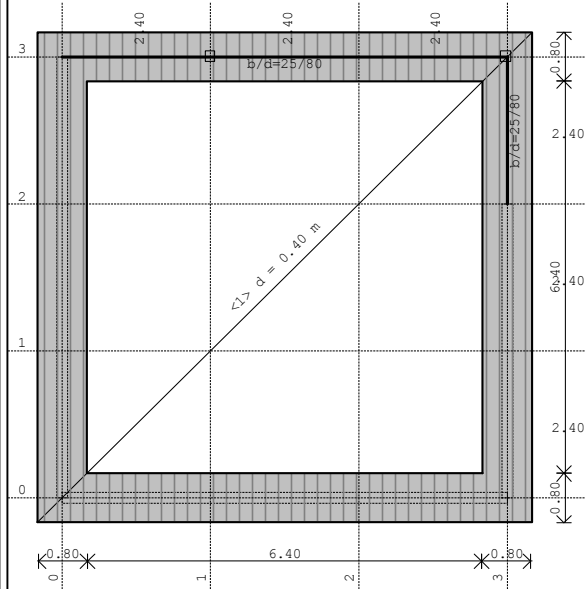
[cm]

Setovi površinskih oslonaca

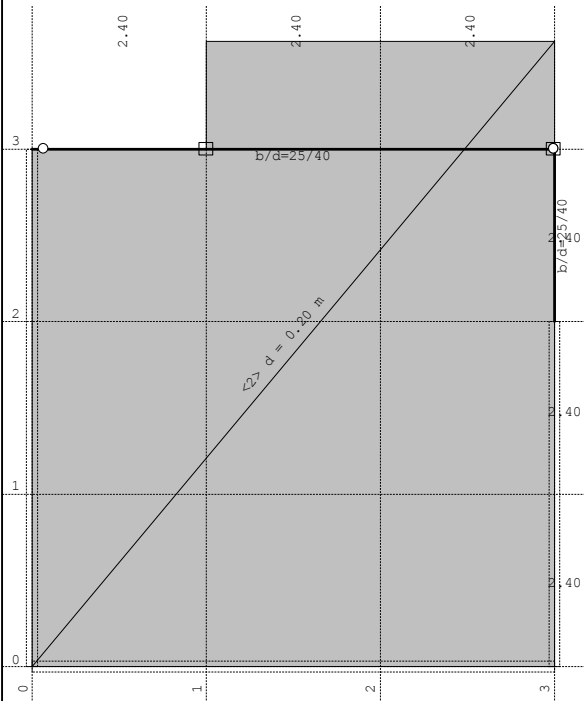
Set	K,R1	K,R2	K,R3
1	5.000e+3	5.000e+3	5.000e+3



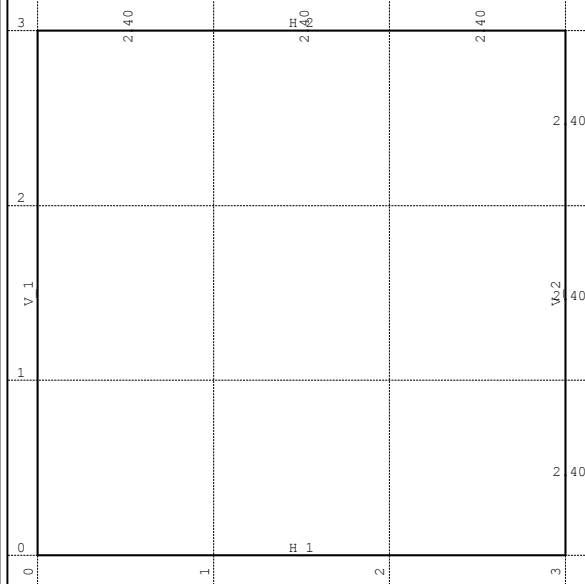
Izometrija



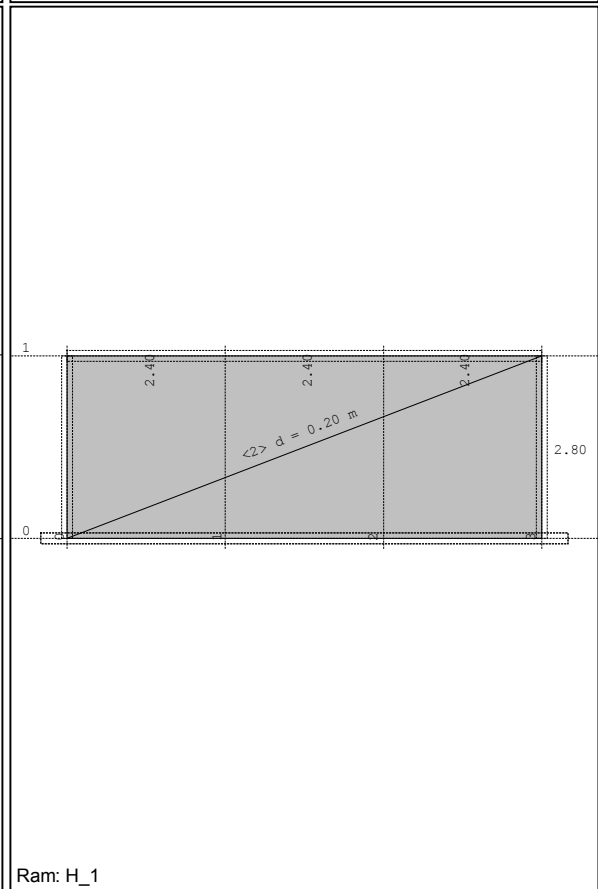
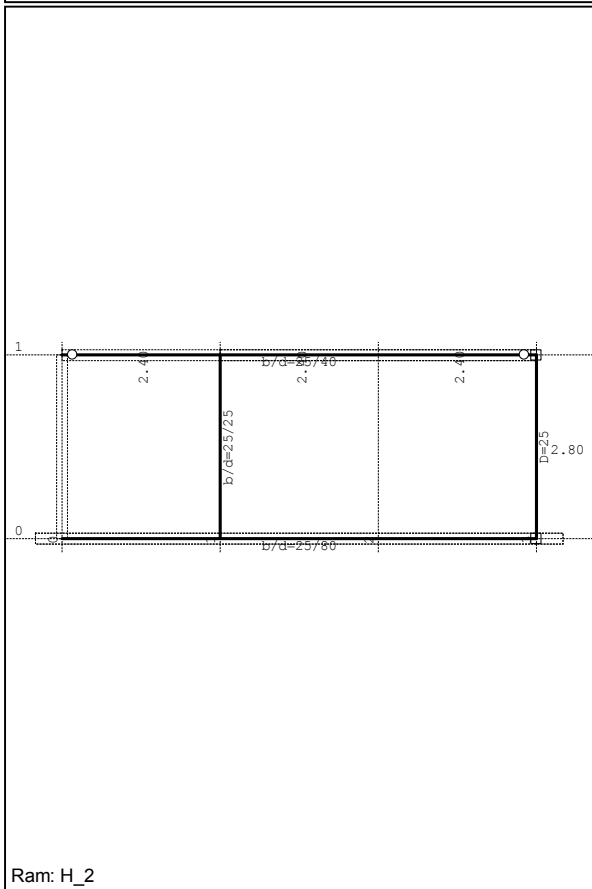
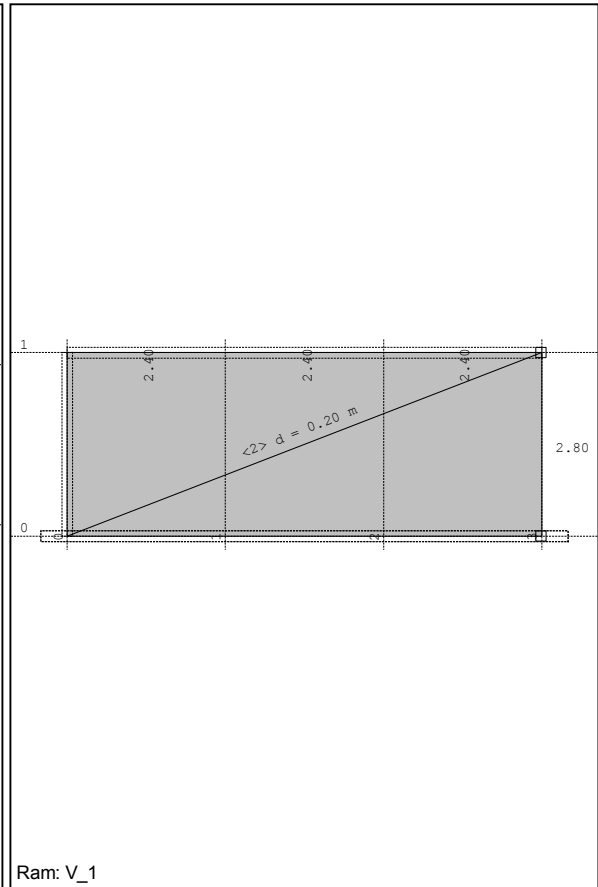
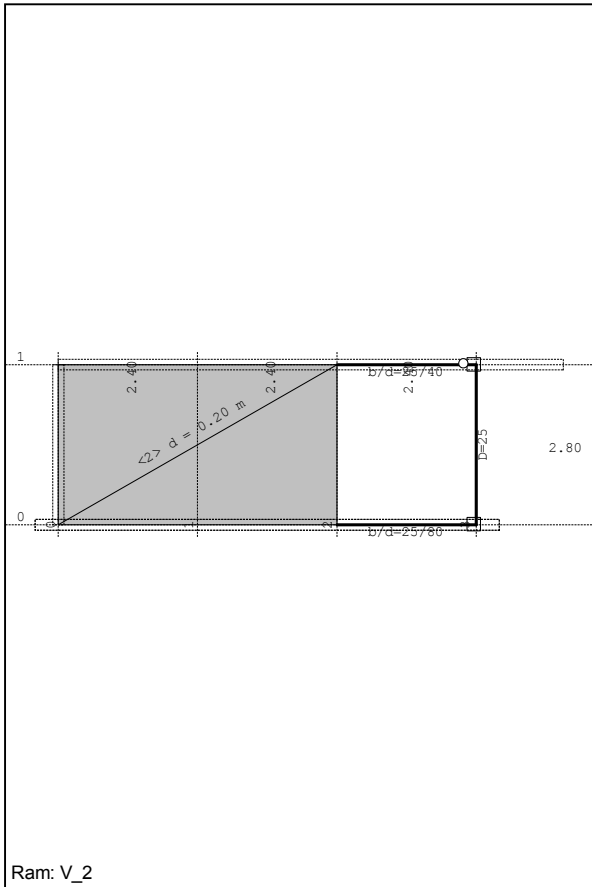
Nivo: p000 [0.00 m]



Nivo: p100 [2.80 m]

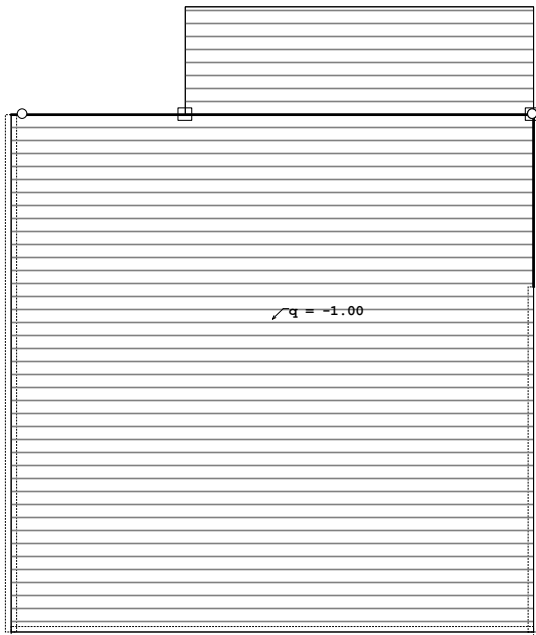


Dispozicija ramova



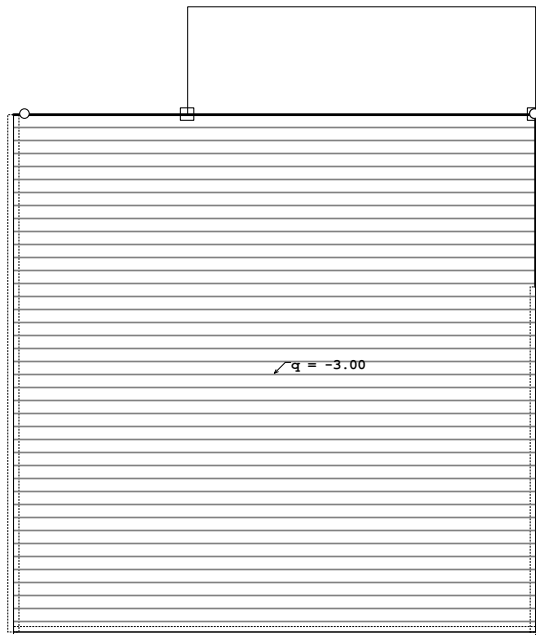
Ulazni podaci - Opterećenje

Opt. 1: g (g)



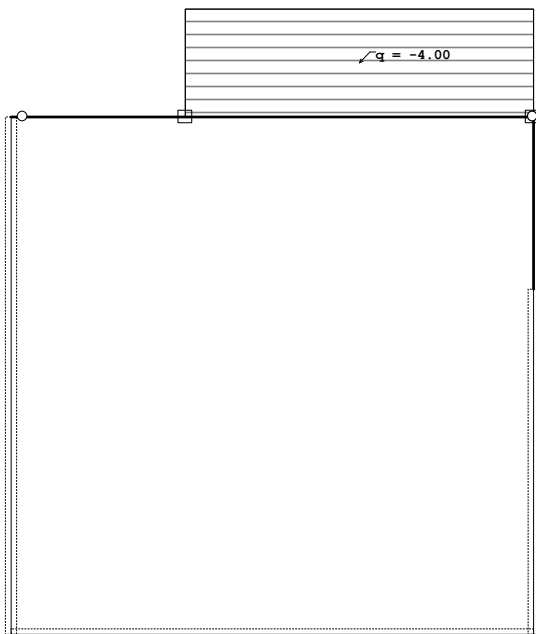
Nivo: p100 [2.80 m]

Opt. 2: q1



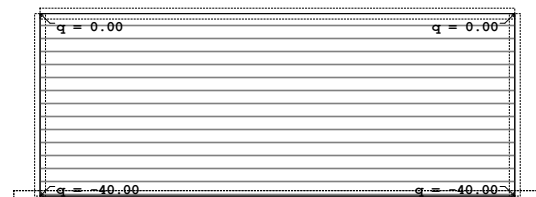
Nivo: p100 [2.80 m]

Opt. 3: q2



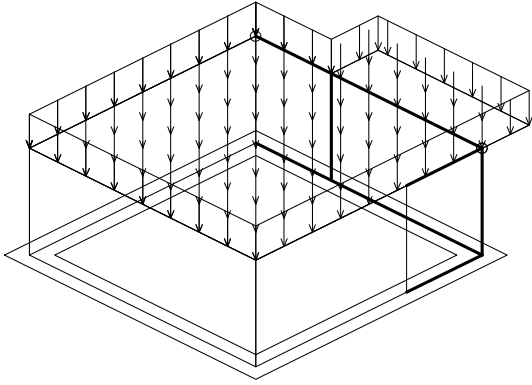
Nivo: p100 [2.80 m]

Opt. 4: zemlja



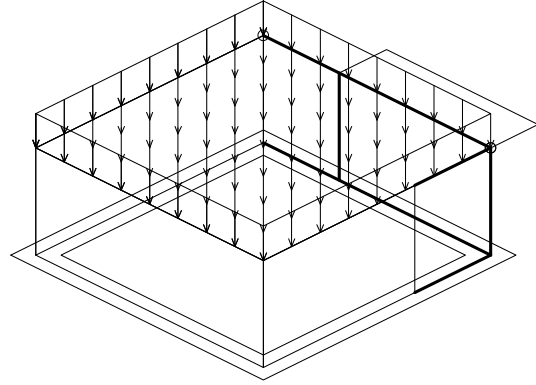
Ram: H_1

Opt. 1: g (g)



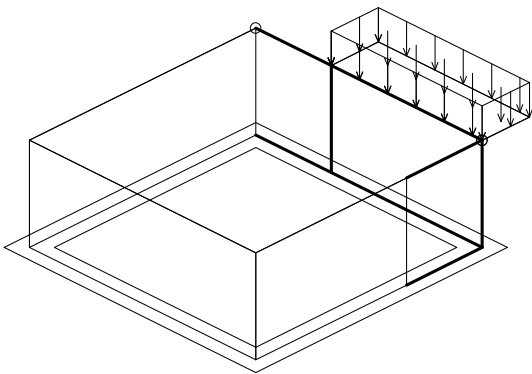
Izometrija

Opt. 2: q1



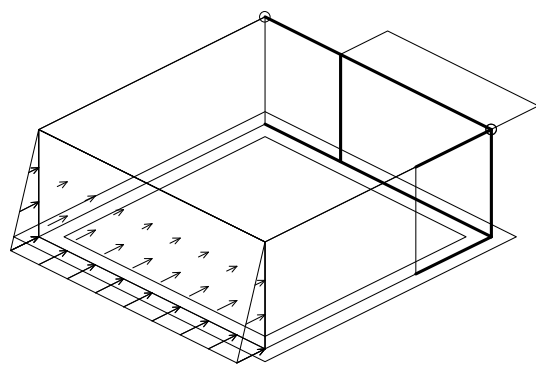
Izometrija

Opt. 3: q2



Izometrija

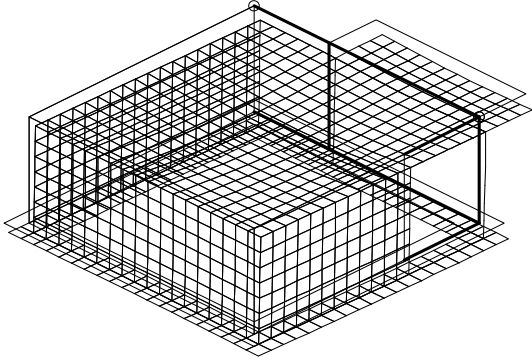
Opt. 4: zemlja



Izometrija

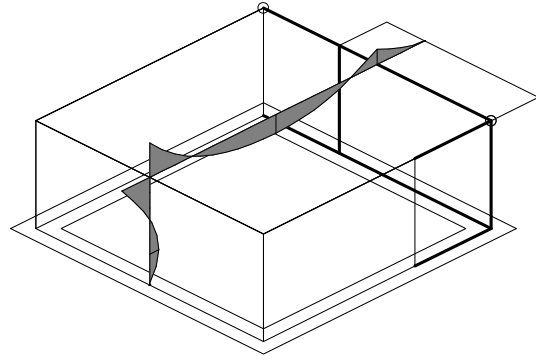
Statički proračun

Opt. 20: I+II+III+IV



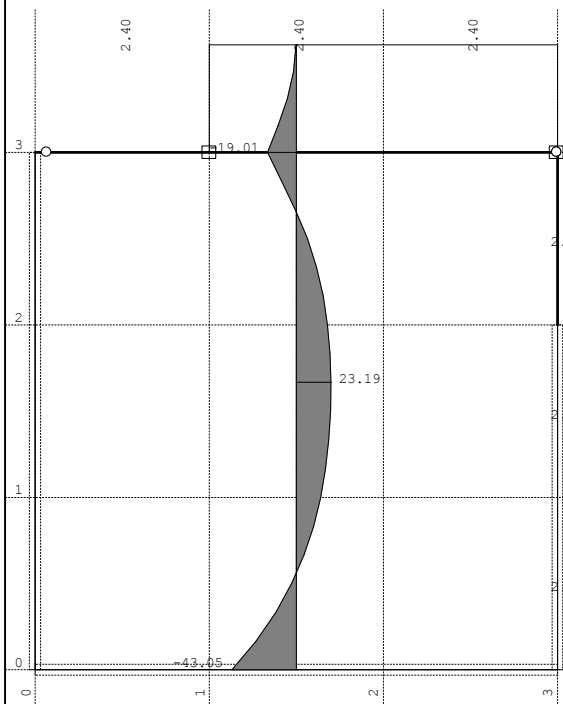
Izometrija
Deformisani model

Opt. 5: 1.35xI+1.5xII+1.5xIII+1.5xIV



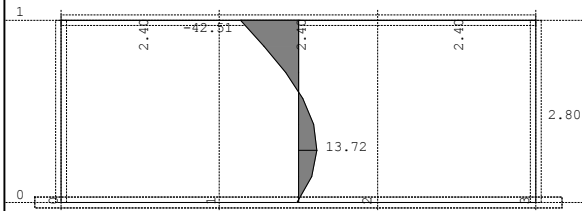
Izometrija
Vektorski preseci: Ms

Opt. 5: 1.35xI+1.5xII+1.5xIII+1.5xIV



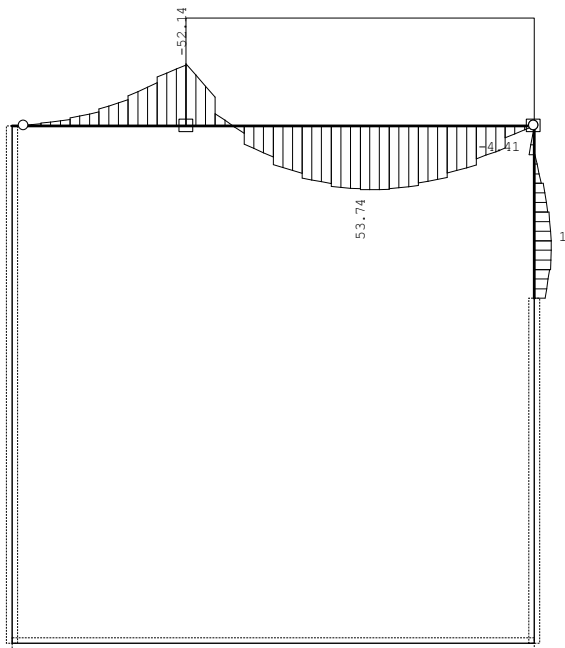
Nivo: p100 [2.80 m]
Vektorski preseci: Ms

Opt. 5: 1.35xI+1.5xII+1.5xIII+1.5xIV



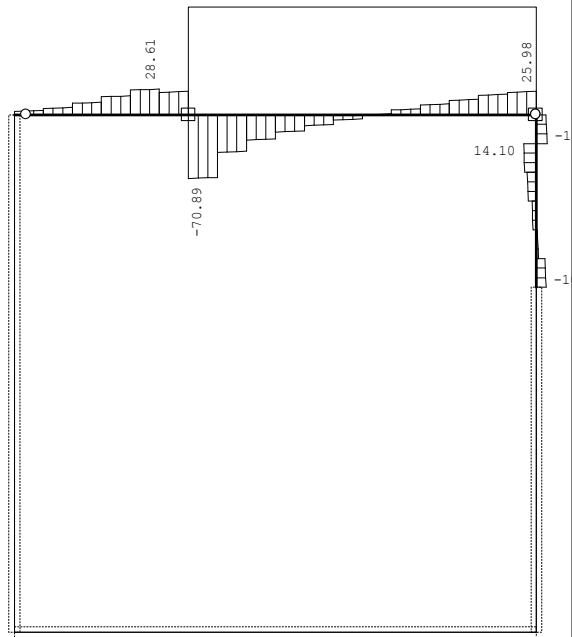
Ram: H_1
Vektorski preseci: Ms

Opt. 5: 1.35xI+1.5xII+1.5xIII+1.5xIV



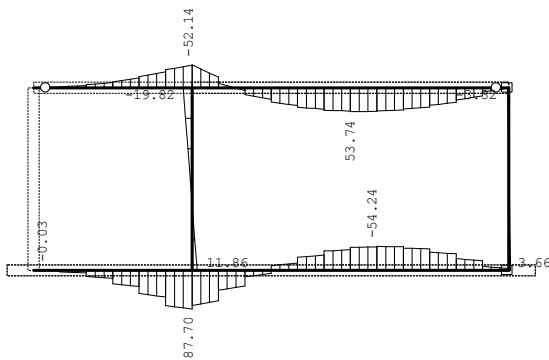
Nivo: p100 [2.80 m]
 Uticaji u gredi: max M3= 53.74 / min M3= -52.14 kNm

Opt. 5: 1.35xI+1.5xII+1.5xIII+1.5xIV



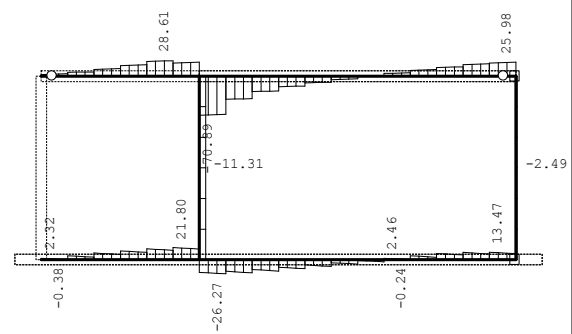
Nivo: p100 [2.80 m]
 Uticaji u gredi: max T2= 28.61 / min T2= -70.89 kN

Opt. 5: 1.35xI+1.5xII+1.5xIII+1.5xIV



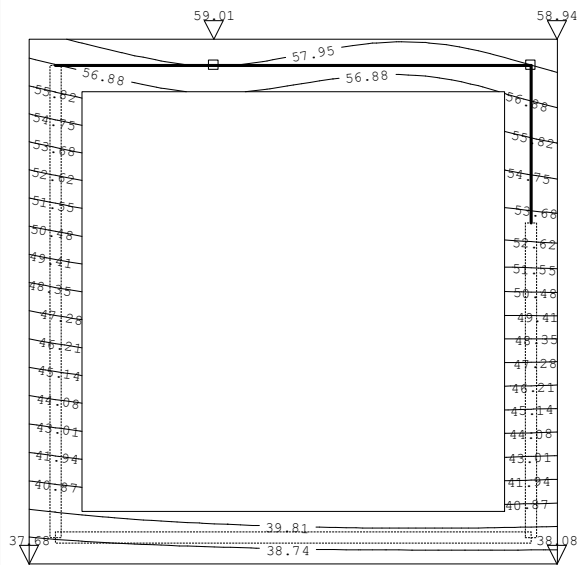
Ram: H_2
 Uticaji u gredi: max M3= 87.70 / min M3= -54.24 kNm

Opt. 5: 1.35xI+1.5xII+1.5xIII+1.5xIV



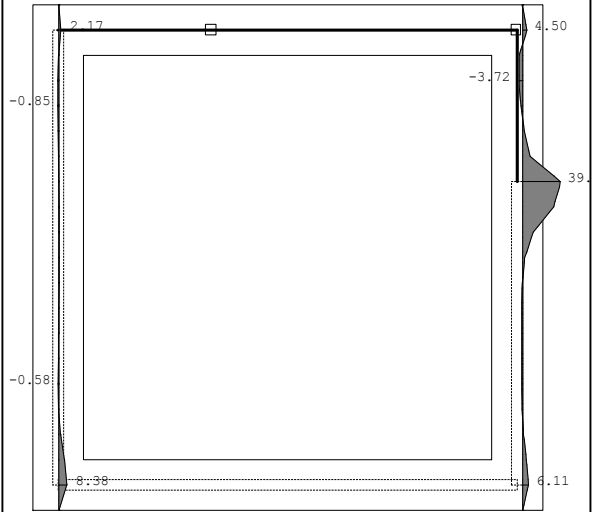
Ram: H_2
 Uticaji u gredi: max T2= 28.61 / min T2= -70.89 kN

Opt. 20: I+II+III+IV



Nivo: p000 [0.00 m]
 Uticaji u pov. osloncu: max σ_{tla} = 59.01 / min σ_{tla} = 37.68 kN/m²

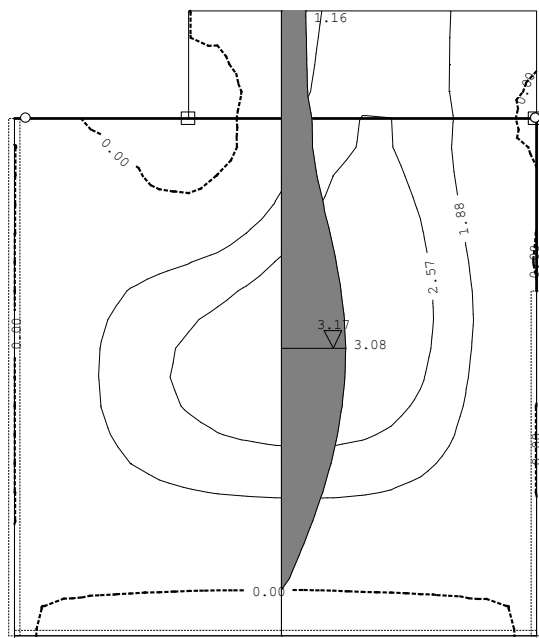
Opt. 20: I+II+III+IV



Nivo: p000 [0.00 m]
 Vektorski preseci: Ms

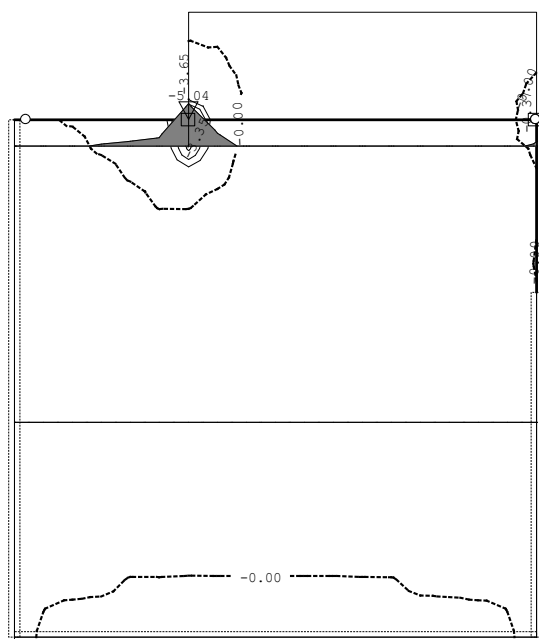
Dimenzionisanje (beton)

Merodavno opterećenje: Kompletna šema
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, S500H, a=2.00 cm



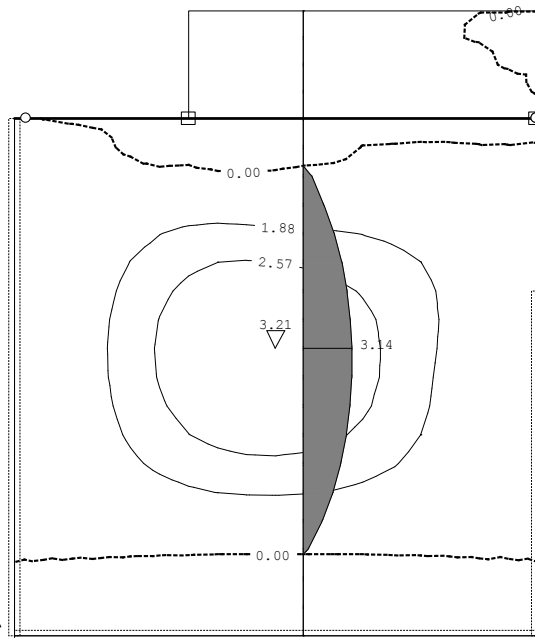
Nivo: p100 [2.80 m]
Aa - d.zona - Pravec 1 - max Aa1,d= 3.17 cm²/m

Merodavno opterećenje: Kompletna šema
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, S500H, a=2.00 cm



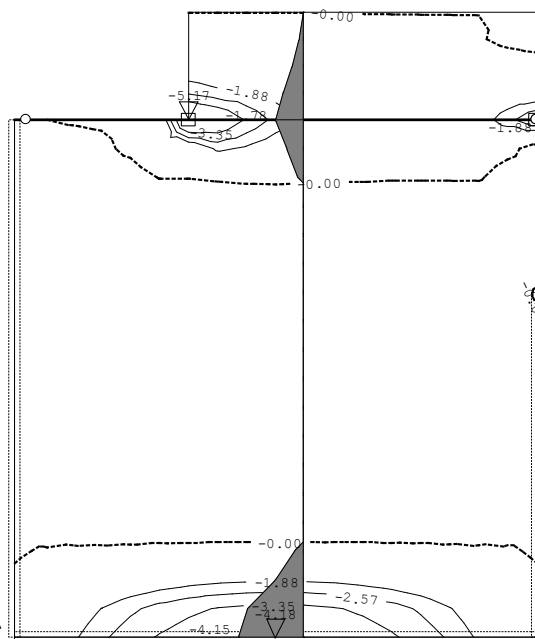
Nivo: p100 [2.80 m]
Aa - g.zona - Pravec 1 - max Aa1,g= -5.04 cm²/m

Merodavno opterećenje: Kompletna šema
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, S500H, a=2.00 cm



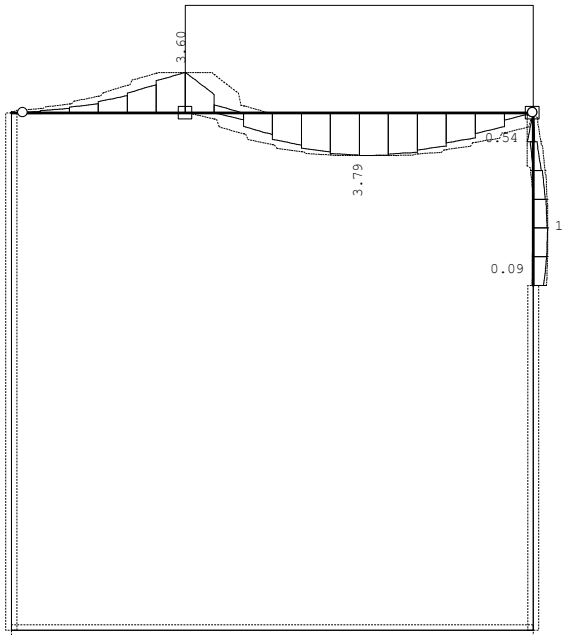
Nivo: p100 [2.80 m]
Aa - d.zona - Pravec 2 - max Aa2,d= 3.21 cm²/m

Merodavno opterećenje: Kompletna šema
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, S500H, a=2.00 cm



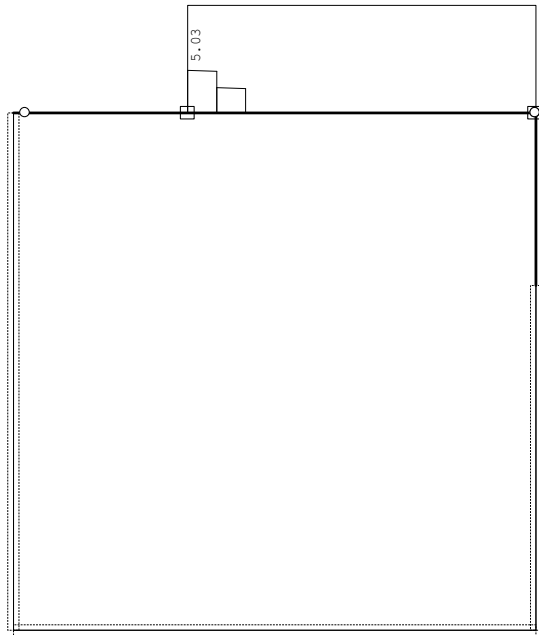
Nivo: p100 [2.80 m]
Aa - g.zona - Pravec 2 - max Aa2,g= -5.17 cm²/m

Merodavno opterećenje: Kompletna šema
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, S500H



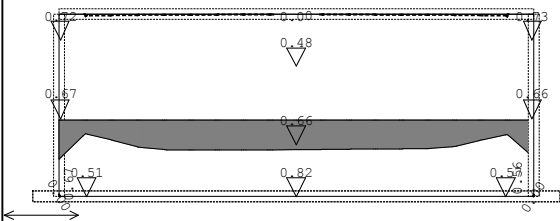
Nivo: p100 [2.80 m]
 Armatura u gredama: max $A_{a2}/A_{a1} = 3.79 \text{ cm}^2$

Merodavno opterećenje: Kompletna šema
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, S500H



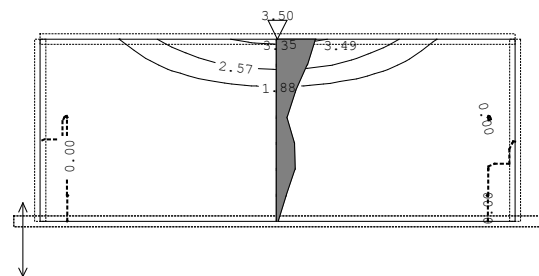
Nivo: p100 [2.80 m]
 Armatura u gredama: max $A_{a,uz} = 5.03 \text{ cm}^2$

Merodavno opterećenje: Kompletna šema
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, S500H, $a=2.00 \text{ cm}$



Ram: H_1
 Aa - d.zona - Pravec 1 - max $A_{a1}, d = 0.82 \text{ cm}^2/\text{m}$

Merodavno opterećenje: Kompletna šema
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, S500H, $a=2.00 \text{ cm}$



Ram: H_1
 Aa - d.zona - Pravec 2 - max $A_{a2}, d = 3.50 \text{ cm}^2/\text{m}$