Glavni projekt stambene zgrade u ulici Frana Supila u Splitu

Dražić, Marita

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:239475

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split







SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

DIPLOMSKI RAD

Marita Dražić

Split, 2016.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Marita Dražić

Glavni projekt stambene zgrade U ulici Frana Supila u Splitu

Diplomski rad

Split, 2016.

Glavni projekt stambene zgrade
U ulici Frana Supila u Splitu

Sažetak:

U radu je prikazan glavni projekt stambene zgrade koja se nalazi u ulici Frana Supila u Splitu. Građevina se sastoji od tri dijela, ukupne katnosti nad zemljom: 4 i 5 katova, koje su međusobno povezane.
Građevina je izvedena u armiranom betonu, sve monolitne izvedbe s armirano betonskim zidovima, stupovima i armirano betonskim pločama kao međukatnom konstrukcijom. Projekt sadrži: tehnički opis konstrukcije, opće i posebne tehničke uvjete, plan kontrole i osiguranja kvalitete, proračun nosivih konstrukcijskih elemenata i karakteristične građevinske nacrte i armaturne planove.

Ključne riječi:

stambeno-poslovna građevina, glavni projekt, monolina izvedba

Main design of the residental building
in Frana Supila street in Splitu

Abstract:

Main design of the residental building, which is positioned in Frana Supila street in Split, is presented in this work. The building is consist of three parts ,with total number of upergroud stories: 4 and 5, which are interconnected.
Building is made of reinforced concrete elements: walls, columns and ceiling slabs, all casting in site. The work include tehnical description of the structure, general and particular conditions of civil engineering works, control plan and quality assurance plan, calcuation of the main structural elements as well as characteristic structural plans and reinforcement plans.

Keywords:

residential building, main design, monolithic construction

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY

STUDIJ:	**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ**
SMJER:	**KONSTRUKCIJE**
KANDIDAT:	**Marita Dražić**
BROJ INDEKSA:	**534/2014**
KATEDRA:	**Katedra za Betonske konstrukcije i mostove**
PREDMET:	**Betonske konstrukcije**

ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Tema: **Glavni projekt stambene zgrade u ulici Frana Supila u Splitu**

Opis Zadatka: Na temelju danih arhitektonskih podloga, potrebno je izraditi glavni projekt stambene zgrade. Izrađeni projekt mora sadržavati:

- tehnički opis
- plan kontrole i osiguranja kvalitete
- proračune
- građevinske nacrte

U Splitu, ožujak 2016.

Voditelj diplomskog rada: Predsjednik povjerenstva za diplomske ispite

Prof. dr. sc. Alen Harapin Prof. dr. sc. Ivica Boko

Sadržaj

1.TEHNIČKI OPIS PRORAČUNA KONSTRUKCIJE 1
1.1. Općenito (projektni zadatak) 1
1.2. Oblik i veličina građevinske čestice 2
1.3. Namjena građevine 2
1.4. Konstruktivne pojedinosti – općenito 5
1.5. Konstruktivne pojedinosti - garaža 5
1.6. Konstruktivne pojedinosti - katovi 5
1.7. Lokacija i opterećenja 6
1.8. Izvedba 6
1.9. Materijali 7
2.GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ 9
2.1. Podaci o istražnim radovima 9
3.PLAN KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE 11
3.1. Općenito 11
4.OPĆI I POSEBNI TEHNIČKI UVJETI 18
4.1. Oplate i skele 18
5.NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA 22
6.UVJETI ODRŽAVANJA I PROJEKTIRANI VIJEK TRAJANJA 24
7.PLANOVI POZICIJA 26
8.ANALIZA OPTEREĆENJA 27
8.1.Stalno opterećenje 27
8.2. Promjenjivo opterećenje 30
8.2.1. Opterećenje snijegom 30
8.2.2. Opterećenje vjetrom 31
8.3. Izvanredno opterećenje 39
8.3.1. Seizmičko opterećenje 39
9.NUMERIČKI MODEL 41
9.1. Rezultati dinamičke analize 42
9.1.1. Prikaz aktivacije masa 42
9.1.2. Grafički prikaz deformacije usljed nekoliko modova osciliranja 43
10. DIMENZIONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE ... 45
10.1. Proračun ploče iznad garaže 45
10.1.1.Rezultati proračuna 45

10.1.2.Dimenzioniranje na savijanje (d=18cm) 46
10.1.3.Kontrola pukotina 47
10.1.4.Kontrola progiba 50
10.2. Proračun ploče 2. kata 53
10.2.1.Rezultati proračuna 53
10.2.2.Dimenzioniranje na savijanje (d=18cm) 53
10.2.3.Kontrola pukotina 54
10.2.4.Kontrola progiba 57
10.3 Proračun greda - greda 30x60 cm (polje i ležajevi) 60
10.3.1.Rezultati proračuna 60
10.4 Proračun greda - greda 30x30 cm (polje i ležajevi) 70
10.4.1 Rezultati proračuna 70
11. DIMENZIONIRANJE VERTIKALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE 80
11.1 Proračun stupova 80
11.2. Proračun zidova 86
12. PRORAČUN TEMELJA 98
12.1 Proračun temelja ispod stupova 99
12.2 Proračun temelja ispod zidova 101
13.GRAFIČKI PRILOZI 103

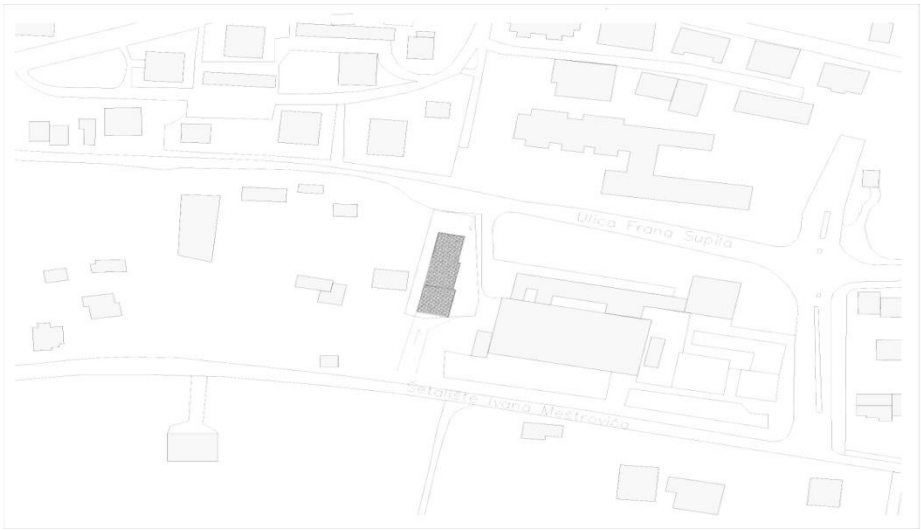
1.TEHNIČKI OPIS PRORAČUNA KONSTRUKCIJE

1.1. Općenito (projektni zadatak)

U ulici Frana Supila u Splitu nalazi se građevinska čestica na kojoj investitor ima namjeru izgraditi stambenu zgradu.

Građevinska parcela površine je cca 1515 m^2. Analizirajući lokaciju, oblik i veličinu građevinske parcele, visinske razlike prisutne na terenu, a vodeći računa o važećoj planskoj dokumentaciji, izrađeno je arhitektonsko rješenje samostojećeg stambenog objekta.

Ovaj glavni projekt usklađen je sa svim prostorno – planskim parametrima s važećom lokacijskom dozvolom, formiranje čestice, namjena građevine, veličina i površina građevine, izgrađenost, visina, etažnost, smještaj građevine na građevnoj čestici, uređenje čestice, priključenje na javno – prometnu površinu i komunalnu infrastrukturu, parkirališna mjesta.



Slika 1.1 *Situacija – položaj stambeno-poslovne zgrade s obzirom na okolni teren*

1.2. Oblik i veličina građevinske čestice

Novoformirana parcela je nepravilno oblika površine oko 1500 m^2. Tlocrtna površina objekta je 1000 m^2 . Smještaj građevine na parceli proizlazi iz prostorno – prometnih uvjeta, odnosno mogućnosti kolnog pristupa s prometnica koje se nalaze na južnoj strani višestambene zgrade, te pješačkog pristupa sa sjeverne i južne strane zgrade.

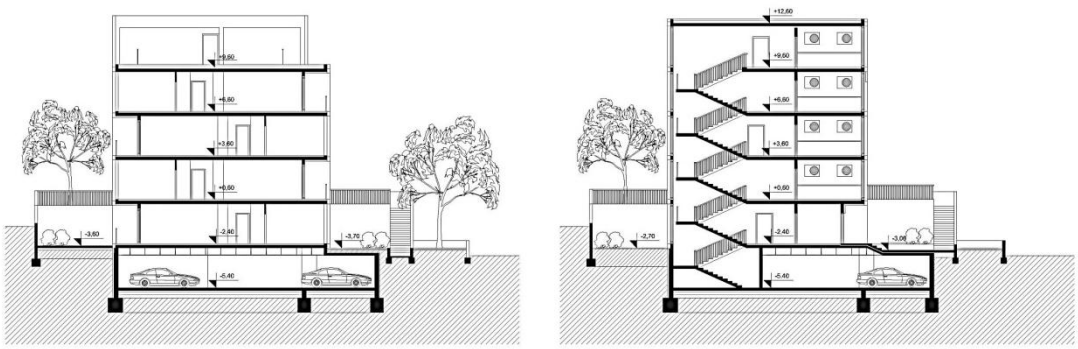
1.3. Namjena građevine

Namjena građevine je stambena.Sadržaji građevine podijeljeni su prema katovima zgrada. Uzevši u obzir problem parking mjesta izrađena je podzemna garaža. Zgrada se sastoji od tri dijela te ima 5 nadzemnih etaža na jednom dijelu te 4 nadzemne etaže na drugom.

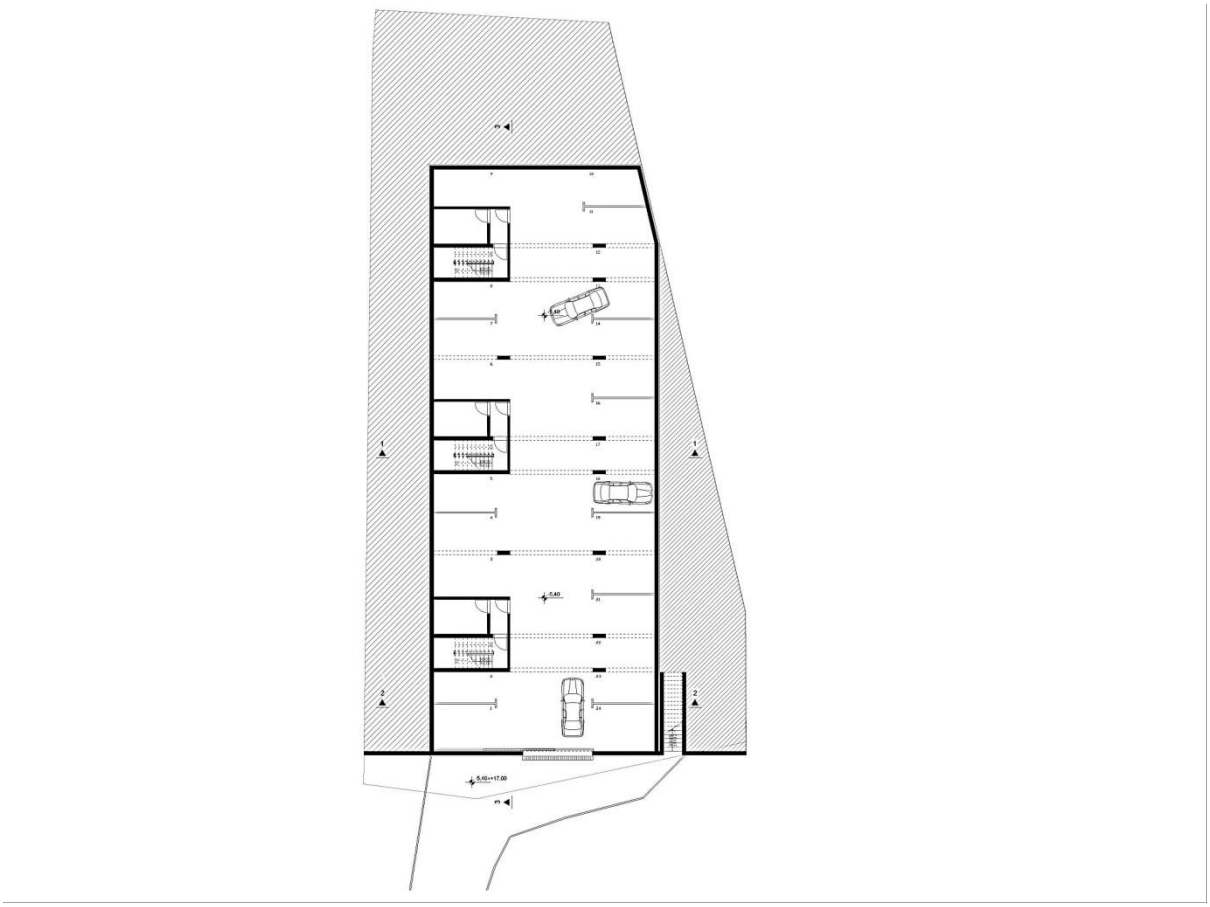
Vertikalnu kominikaciju podzemne garađe, suterena i stambenih katova čine stubišta.

Ulaz u zgradu moguć je i kroz podzemnu garažu. Visina zgrade je 12.8 m od nulte točke terena.

Zgrada ima dva karakteristična kata (suteren i I. kat).



Slika 1.2. *Presjek stambene zgrade*



Slika 1.3. *Tlocrt podzemne garaže*



Slika 1.4. *Karakteristični katovi stambene zgrade*

Kolni prilaz na građevinsku parcelu, tj. u garažu je s južne strane objekta, dok se pješački prilazi, tj. ulazi u zgradu nalaze sa južne i sjeverne strane. Sa ceste se ulazi rampom u podzemnu garažu.

Okolni teren zgrada prikladno će se hortikulturalno urediti. Svi infrastrukturni priključci izvest će se prema posebnim zahtjevima komunalnih i javnih poduzeća ili stručnih službi grada i županije.

1.4. Konstruktivne pojedinosti – općenito

U konstrukcijskom smislu građevina je standardne betonske i armirano – betonske konstrukcije koje će se izvesti prema ovom projektu. Na objektu će se izvesti ravni krov. Temelji objekta izvesti će se kao trakasti temelji i temeljne stope. Dubina temelja je definirana arhitektonskim i ovim projektom.

Debljina ploče nad garažom(podrumom) i nad katovima je d=18.0 cm. Nosivi zidovi su također betonski, d=30 cm, s potrebnim termičkim slojevima. Točan položaj betonskih zidova dan je u prilozima. Sve ostale vertikalne pregrade izvedene su kao lagane pregrade, zidane porobetonskim blokovima (npr. Ytong) ili šupljom opekom i nisu tretirane ovim proračunom, osim kao dodatno opterećenje na pločama.

1.5. Konstruktivne pojedinosti - garaža

Konstrukcija ploče garaže je armiranobetonska monolitna konstrukcija koja se sastoji od armiranobetonskih ploča (d=18 cm), koje su povezane gredama 30x60 cm u oba smjera.

Garaža se sastoji od jedne u potpunosti ukupane etaže kojoj se prilazi rampom te koja je kao takva ukrućena obodnim zidovima i nasipom zemlje za horizontalna opterećenja.

Vertikalni nosivi sustav su stupovi pravokutnog presjeka dimenzija 30x100cm. Obodni i unutrašnji zidovi su debljine 30 cm..

Materijal izrade je beton klase C 30/37.

1.6. Konstruktivne pojedinosti - katovi

Za izvedbu međukatne konstrukcije predvišena je AB ploča. Izrađena je od betona klase C30/37 (prikazano u planovima pozicija), debljine 18.0 cm s gredama na pročelju 30x30 cm.

Betonska ploča izvodi se lijevanjem na licu mjesta u oplati. U proračunu su dane osnovne dimenzije i količine armature za pojedine konstruktivne elemente uglavnom kroz skice armature. Elementi koji nisu računati armiraju se konstruktivno ($\geq 0.1\%$ površine betonskog presjeka).

1.7. Lokacija i opterećenja

Građevina se nalazi na lokaciji koja prema važećim propisima spada u zonu za koju je zadano projektno ubrzanje tla a_g= 0.22g. Konstrukcija seizmičke sile preuzima sustavom armirano-betonskih zidova i stupova, što je u skladu s Eurokodom 2 i Eurokodom 8.

Građevina se nalazi na lokaciji koja prema važećim propisima spada u III zonu opterećenja vjetrom.

1.8. Izvedba

Iskop građevinske jame do nivoa 4.40 m ispod nivoa prizemlja buduće građevine izvršit će se u širokom iskopu s vertikalnim zasjekom (10:1). Pristup jami predviđen je na mjestu buduće rampe.

U trenutku izrade projektne dokumentacije nije poznat izvođač konstrukcije. Prilikom izrade statičkog proračuna usklađena je geometrija presjeka elemenata konstrukcije s izvođačkim mogućnostima većine građevinskih firmi. Prilikom odabira izvođača moguće je da dođe do manjih odstupanja u obliku poprečnog presjeka pojedinih elemenata u odnosu na elemente iz statičkog proračuna, ali se ne očekuju bitna odstupanja, koja bi imala utjecaj na ukupnu stabilnost građevine te je dovoljno ove razlike obraditi u izvedbenom projektu konstrukcije.

Opterećenja su uzeta prema podacima dobivenim od strane investitora, projektanata instalacija te prema normama i pravilima struke.

Zbog veličine i složenosti građevine u cilju osiguranja što kvalitetnije izvedbe nosive konstrukcije investitor je dužan osigurati projektantski nadzor nad konstrukcijom tijekom cijelog vremena izvedbe konstrukcije u skladu s Zakonom o gradnji (NN1 53/13).

1.9. Materijali

a) Beton

Za sve betonske radove predviđen je beton C 30/37, a sve prema "Tehničkim propisima za betonske konstrukcije" ("TPBK" N.N. 139/09, 14/10, 125/10, 136/12). Tehnički uvjeti za projektirana svojstva svježeg betona dani su u tablici u nastavku.

Tablica 1-1 Tehnički uvjeti za projektirana svojstva svježeg betona

NAMJENA		Podbeton	Ploča nad garažom ispod tla, temelji (temeljne trake, stope, grede) šahte liftova u tlu	Ploče međ. konstr., zidovi, grede, stubišta i veći stupovi ($\geq$ 0.12 m^3 bet./ m^2 ili m')	Stupovi,. i ostali konstruktivni elementi malog presjeka ($\leq$ 0.12 m^3 bet./ m^2 ili m')
TRAŽENA SVOJSTVA SVJEŽEG I OČVRSLOG BETONA					
razred čvrstoće normalnog betona		C 16/20	C 30/37		
razred izloženosti		X0	XC3	XC2	XC2
minimalna količina cementa	(kg/m^3)	260	360		
max. vodocementni faktor	(v/c)	0.60	0.42		
uz dodatak superplastifikatora		NE	DA		
razred slijeganja (slump)	razred	S3 ili S4	S3 ili S4		
maksimalno zrno agregata	(mm)	16	32	32	16
razred sadržaja klorida		Cl 0,10			
minimalno vrijeme obradivosti	(min)	60	90		
temperatura svježeg betona	(+ ºC)	5 – 30			

b) Armatura

Predviđena armatura je B 500B (prema "TPBK") za sve elemente, u obliku šipki ili mreža. Zaštitni slojevi betona do armature iznose min 3 cm.

Veličinu zaštitnog sloja osigurati dostatnim brojem kvalitetnih distancera. Kvalitetu zaštitnog sloja osigurati kvalitetnom oplatom i ugradnjom betona te dodacima betonu i ostalim rješenjima prema zahtjevima ovog projekta i projektu betona, kojeg je dužan izraditi izvođač radova. Veličina i kvaliteta zaštitnog sloja betona presudni su za trajnost objekta.

U potpunosti poštivati projektirani raspored i položaj armaturnih šipki, koje trebaju biti nepomične kod betoniranja. Sva upotrebljena armatura treba imati odgovarajuće ateste o kakvoći.

Skidanje oplate za grede i ploče može se izvršiti nakon što beton postigne min. 70% čvrstoće (cca 7 dana uz normalnu njegu betona). Za temelje se može upotrijebiti beton niže klase.

2.GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ

2.1. Podaci o istražnim radovima

Pobliži opis istraživanja na lokaciji objekta dan je u elaboratu: "Izvješće o rezultatima inženjersko-geološkog i geotehničkog istraživanja na lokalitetu k.č. 5823/2 u Ulici Frane Supila " kojeg je izradio GEOS, društvo za geološka istraživanja, projektiranje i inženjering. Geotehnički istražni radovi su se sastojali od obilaska terena s prospekcijskim pregledom i detaljnim geološkim kartiranjem, izrade fotodokumentacije, georadarskog snimanja, seizmičkog snimanja i iskopa i pregleda dvije istražne jame. Sve istražne jame su iskopane do dubine pojave matične stijene, na dijagonalnim kutovima građevine.

U nastavku su izneseni samo najvažniji zaključci iz navedenog elaborata koji su bitni za ovu predmetnu građevinu.

Geološka i inženjerskogeološka istraživanja

Tlo je uglavnom ujednačenog sastava. U tlu se najčešće protežu čisti slojevi lapora koji su tvrdi i imaju karakteristike slične vapnencima.

Na području predmetne lokacije moguće je postojanje većih krških pojava (kaverne i sl.), zbog čega je potrebno nakon iskopa temeljnih jama izvršiti kompresorsku provjeru stijenske mase.

Dubina podzemne vode

U hidrogeološkom smislu, razlomljene i okršene naslage lapora imaju pukotinsku i moguće kavernoznu poroznost te se oborinske vode relativno brzo procjeđuju u podzemlje. U nijednoj istražnoj jami nije zabilježena pojava podzemne vode.

Temeljenje

Površinski sloj sačinjavaju elementi nastali trošenjem matične stijene ili nasipni materijal, koji se sastoji uglavnom od žućkastosmeđe gline, same ili pomiješane s crvenkastosmeđom zemljom.

Kako je predviđena dubina dna temelja pretpostavlja se da će se svi temelji nalaziti na kvalitetnoj laporovitoj stijeni.

Iskop građevinske jame do nivoa 4.4 m ispod nivoa prizemlja buduće građevine izvršit će se u širokom iskopu s vertikalnim zasjekom (10:1). Pri zasijecanju potrebno je ukloniti sve nestabilne stijene. Zasijek treba zaštititi prskanim betonom debljine d=5-10 cm uz armiranje armaturnom mrežom Q-196 i geotehničkim sidrima duljine l=2.5 m po potrebi prema posebnom projektu. Pristup jami predviđen je na mjestu buduće rampe.

Nakon iskopa potrebno je temeljnu plohu ručno očistiti od ostataka razlomljenog materijala, kao i eventualnu glinovitu ispunu iz pukotina. Po obavljenom čišćenju temeljne plohe potrebno je neravnine i udubine (škrape) popuniti i izravnati podložnim betonom C 16/20 do projektirane kote temeljenja.

Ukoliko se naiđe na kavernu (pukotinu), veće udubine i relativno manje širine, a nije moguće potpuno uklanjanje gline crvenice, sanaciju izvesti tako da se glina očisti do dubine cca 50 cm ispod kote temeljenja, a nastali prostor do projektiranje kote temeljenja "plombira", tj. zapuni podbetonom.

Dopuštena centrična naprezanja tla na detaljno očišćenim naslagama matične stijene uzeta su za osnovna opterećenja 0.55 MPa.

Za predviđeni način temeljenja ne očekuju se slijeganja niti diferencijalna slijeganja.

Naročitu pažnju treba posvetiti na eventualne proširene pukotine bez ispune koje mogu biti dio većeg podzemnog sustava. Na tim mjestima je potrebno izvršiti provjeru bušenjem svrdlom Ø32 mm ("štampom") do dubine 2.0 do 3.0 m od kote temeljenja.

3.PLAN KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

3.1. Općenito

Izvoditelj je odgovoran za kvaliteta izvođenja radova i za uredno poslovanje. Izvoditelj ne smije odstupati od projekta bez pismenog odobrenja nadzornog inženjera investitora, a uz prethodnu suglasnost projektanta. Sve izmjene se moraju unijeti u građevinsku knjigu i građevinski dnevnik.

Kvaliteta korištenog građevinskog materijala, poluproizvoda i gotovih proizvoda, kao i kvaliteta izvedenih radova mora odgovarati prethodno navedenim uvjetima propisanim važećim propisima, standardima, uvjetima iz tehničke dokumentacije, te uvjetima iz ugovora.

Ukoliko izvoditelj ugrađuje materijal koji nije standardiziran, za isti je dužan pribaviti odgovarajuće dokaze o kakvoći i priložiti ih u pismenoj formi.

Pri izvođenju građevine, izvoditelj se dužan pridržavati navedenih propisa kao i svih ostalih Pravilnika, Tehničkih normativa, posebnih uvjeta za izradu, ugradnju i obradu pojedinih elemenata građevine, kao i standarda propisanih za izvođenje radova na građevini (temeljenje, betonski radovi, skele i oplate, armatura, čelik za armiranje, kontrola kvalitete betona i čelika, zidanje zidova, završni radovi), kako bi osigurao da izvedena građevina odgovara projektu, te svim propisima i standardima RH.

Betonski, armiranobetonski i tesarski radovi

Beton

Sve komponente betona (agregat, cement, voda, dodaci), te beton kao materijal, trebaju udovoljavati zahtjevima važećih normi, propisa i pravila struke. Izvoditelj je dužan izraditi projekt betona u skladu s projektom konstrukcije i dostaviti ga na suglasnost projektantu objekta.

Kontrola kvalitete betona sastoji se od kontrole proizvodnje i kontrole suglasnosti s uvjetima projekta konstrukcije i projekta betona.

Betonski radovi moraju se izvoditi prema projektu konstrukcije i projektu betona (kojeg je dužan izraditi Izvođač), a u svemu sukladno s: Tehnički propis za betonske konstrukcije (N.N.139/09,14/10,125/10,136/12).

Kod projektiranog betona u projektu mora biti specificiran razred tlačne čvrstoće (marka betona) i to kao karakteristična vrijednost 95%-tne vjerojatnosti s kriterijima sukladnosti prema normi HRN EN 206-1.Sastavni materijali od kojih se beton proizvodi, ili koji mu se pri proizvodnji dodaju, moraju ispunjavati zahtjeve normi na koje upućuje norma HRN EN 206-1 i zahtjeve prema Tehničkom propisu za betonske konstrukcije.

Zahtjevi za isporuku betona i informacije proizvođača betona korisniku moraju sadržavati podatke prema normi HRN EN 206-1.Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava svježeg betona provodi se prema normama niza HRN EN 12350, a ispitivanje svojstava očvrsnulog betona prema normama niza HRN EN 12390.

Eventualna vremenski ubrzana proizvodnja betonskih elemenata, u cilju ubrzanja građenja, dopuštena je samo uz poseban projekt tehnologije izvođenja i dokaz zahtijevanih svojstava prethodnim ispitivanjima. Za svako odstupanje od projekta, nadzorni inženjer je dužan izvijestiti Projektanta i Investitora. Nužna je njega ugrađenog betona da se ne pojave štetne pukotine, a u svemu prema projektu betona, važećim propisima i pravilima struke.

Betonski čelik

Betonski čelici trebaju udovoljavati zahtjevima važećih propisa. Za čelik za armiranje primjenjuju se norme nHRN EN 10080-1 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik

– 1. dio: Opći zahtjevi (prEN 10080-1:1999), nHRN EN 10080-2 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik

– 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A (prEN 10080-2:1999), nHRNEN 10080-3 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik

– 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B (prEN 10080-3:1999), nHRN EN 10080-4 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik

– 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C (prEN 10080-4:1999), nHRN EN 10080-5 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 5. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih armaturnih mreža (prEN 10080-5:1999), nHRN EN 10080-6 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 6. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih rešetki za gredice (prEN 10080-6:1999).

Potvrđivanje sukladnosti čelika za armiranje provodi se prema odredbama Dodataka A norme nHRN EN 10080-1 i odredbama posebnog propisa.

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava čelika za armiranje provodi se prema normama nizova nHRN EN 10080, odnosno nHRN EN 10138, i prema normama niza HRN EN ISO 15630 i prema normi HRN EN 10002-1.

Preklopi se izvode prema odredbama priznatim tehničkim pravilima iz Priloga H Tehničkog propisa za betonske konstrukcije, odnosno prema normi HRN ENV 1992-1-1:2004.

Sva armatura je iz čelika B500 u obliku šipki ili mreža. Osobito poštivati projektom predviđene razmake i zaštitne slojeve armature. Ni jedno betoniranje elementa ne može započeti bez prethodnog detaljnog pregleda armature od strane nadzornog inženjera i njegove dozvole.

Prekidi betoniranja

Prekid i nastavci betoniranja konstrukcija moraju biti obrađeni projektom betona.

Oplata

Za izvedbu svih betonskih i armiranobetonskih elemenata potrebno je pravovremeno izraditi, postaviti i učvrstiti odgovarajuću drvenu, metalnu ili sličnu oplatu. Oplata mora odgovarati mjerama građevinskih nacrta, detalja i planova oplate. Podupiranjem i razupiranjem oplate

mora se osigurati njena stabilnost i nedeformabilnost pod teretom ugrađene mješavine. Unutarnje površine moraju biti ravne i glatke, bilo da su vertikalne, horizontalne ili kose. Postavljena oplata mora se lako i jednostavno rastaviti, bez udaranja i upotrebe pomoćnih alata i sredstava čime bi se "mlada" konstrukcija izložila štetnim vibracijama. Ako se nakon skidanja oplate ustanovi da izvedena konstrukcija dimenzijama i oblikom ne odgovara projektu Izvođač je obavezan istu srušiti i ponovo izvesti prema projektu. Prije ugradnje svježe mješavine betona u oplatu istu, ako je drvena, potrebno je dobro navlažiti, a ako je metalna mora se premazati odgovarajućim premazom.

Izvođač ne može započeti betoniranje dok nadzor ne izvrši pregled postavljene oplate i pismeno je ne odobri.

Primijenjeni standardi

Standardi za beton – osnovni

HRN EN 206-1:2002	Beton – 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000)
HRN EN 206-1/A1:2004	Beton – 1. dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000/A1:2004)
nHRN EN 206-1/A2	Beton – 1. dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000/prA2:2004)

Standardi za beton - ostali

HRN EN 12350-1	Ispitivanje svježeg betona – 1. dio: Uzorkovanje
HRN EN 12350-2	Ispitivanje svježeg betona – 2. dio: Ispitivanje slijeganjem
HRN EN 12350-3	Ispitivanje svježeg betona – 3. dio: VeBe ispitivanje
HRN EN 12350-4	Ispitivanje svježeg betona – 4. dio: Stupanj zbijenosti
HRN EN 12350-5	Ispitivanje svježeg betona – 5. dio: Ispitivanje rasprostiranjem
HRN EN 12350-6	Ispitivanje svježeg betona – 6. dio: Gustoća
HRN EN 12350-7	Ispitivanje svježeg betona – 7. dio: Sadržaj pora – Tlačne metode
HRN EN 12390-1	Ispitivanje očvrsnulog betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe
HRN EN 12390-2	Ispitivanje očvrsnulog betona – 2. dio: Izradba i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće
HRN EN 12390-3	Ispitivanje očvrsnulog betona – 3. dio: Tlačna čvrstoća uzoraka
HRN EN 12390-6	Ispitivanje očvrsnulog betona – 6. dio: Vlačna čvrstoća cijepanjem uzoraka
HRN EN 12390-7	Ispitivanje očvrsnulog betona – 7. dio: Gustoća očvrsnulog betona

HRN EN 12390-8	Ispitivanje očvrsnulog betona – 8. dio: Dubina prodiranja vode pod tlakom
prCEN/TS 12390-9	Ispitivanje očvrsnulog betona – 9. dio: otpornost na smrzavanje ljuštenjem
ISO 2859-1	Plan uzorkovanja za atributni nadzor – 1. dio: Plan uzorkovanja indeksiran prihvatljivim nivoom kvalitete (AQL) za nadzor količine po količine
ISO 3951	Postupci uzorkovanja i karta nadzora s varijablama nesukladnosti
HRN U.M1.057	Granulometrijski sastav mješavina agregata za beton
HRN U.M1.016	Beton. Ispitivanje otpornosti na djelovanje mraza
HRN EN 480-11	Dodaci betonu, mortu I injekcijskim smjesama – Metode ispitivanja – 11. dio: Utvrđivanje karakteristika zračnih pora u očvrsnulom betonu
HRN EN12504-1	Ispitivanje betona u konstrukcijama – 1. dio: Izvađeni uzorci – Uzimanje, pregled i ispitivanje tlačne čvrstoće
HRN EN 12504-2	Ispitivanje betona u konstrukcijama – 2. dio: Nerazorno ispitivanje – Određivanje veličine odskoka
HRN EN 12504-3	Ispitivanje betona u konstrukciji – 3. dio: Određivanje sile čupanja
HRN EN 12504-4	Ispitivanje betona u konstrukciji – 4. dio: Određivanje brzine ultrazvuka
prEN 13791:2003	Ocjena tlačne čvrstoće betona u konstrukcijama ili u konstrukcijskim elementima

Standardi za čelik za armiranje – osnovni

nHRN EN 10080-1	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 1.dio: Opći zahtjevi (prEN 10080-1:1999)
nHRN EN 10080-2	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A (prEN 10080-2:1999)
nHRNEN 10080-3	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B (prEN 10080-3:1999)
nHRN EN 10080-4	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C (prEN 10080-4:1999)
nHRN EN 10080-5	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 5. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih armaturnih mreža (prEN 10080-5:1999)
nHRN EN 10080-6	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 6. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih rešetki za gredice (prEN 10080-6:1999)

Standardi za čelik za armiranje – ostali

HRN EN 10020	Definicije i razredba vrsta čelika
HRN EN 10025	Toplovaljani proizvodi od nelegiranih konstrukcijskih čelika – Tehnički uvjeti isporuke
HRN EN 10027-1	Sustavi označivanja čelika – 1. dio: Nazivi čelika, glavni simboli

HRN EN 10027-2	Sustavi označivanja čelika – 2. dio: Brojčani sustav
EN 10079	Definicije čeličnih proizvoda
HRN EN 10204	Metalni proizvodi – Vrste dokumenata o ispitivanju (uključuje dopunu A1:1995)
prEN ISO 17660	Zavarivanje čelika za armiranje
HRN EN 287-1	Provjera osposobljenosti zavarivača – Zavarivanje taljenjem – 1. dio: Čelici
HRN EN 719	Koordinacija zavarivanja – Zadaci i odgovornosti
HRN EN 729-3	Zahtjevi za kakvoću zavarivanja– Zavarivanje taljenjem metalnih materijala – 3. dio: Standardni zahtjevi za kakvoću
HRN EN ISO 4063	Zavarivanje i srodni postupci – Nomenklatura postupaka i referentni brojevi
HRN EN ISO 377	Čelik i čelični proizvodi – Položaj i priprema uzoraka i ispitnih uzoraka za mehanička ispitivanja
HRN EN 10002-1	Metalni materijali – Vlačni pokus – 1. dio: Metoda ispitivanja (pri sobnoj temperaturi)
HRN EN ISO 15630-1	Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Ispitne metode – 1. dio: Armaturne šipke i žice
HRN EN ISO 15630-2	Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Ispitne metode – 2. dio: Zavarene mreže

Ostali standardi

ENV 1992-1-1	Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija – 1. dio: Opća pravila i pravila za zgrade
ENV 1992-1-2	Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija – 1-2 dio: Opća pravila – Projektiranje konstrukcije na požar

Ovlaštene organizacije i institucije za atestiranje su na listi u Glasniku Zavoda kojeg izdaje Državni zavod za normizaciju i graditeljstvo.

Izvoditelj je dužan osiguravati dokaze o kvaliteti radova i ugrađenih proizvoda i opreme prema Zakonu i prema zahtjevima iz projekta, te u tom smislu mora čuvati dokumentaciju o ispitivanju ugrađenog materijala, proizvoda i opreme prema programu ispitivanja iz projekta.

Nadzorni inženjer dužan je voditi računa da je kvaliteta radova, ugrađenih proizvoda i opreme u skladu sa zahtjevima projekta te da je kvaliteta dokazana propisanim ispitivanjima i dokumentima. Nadzorni inženjer dužan je da za tehnički pregled priredi završno izvješće o izvedbi građevine.

Ostali radovi i materijali

Svi ostali materijali i proizvodi koji se ugrađuju u objekt trebaju biti kvalitetni i trajni, uz zadovoljenje svih važećih normi, propisa i pravila struke. Za sve se upotrijebljene materijale provode tekuća i kontrolna ispitivanja, odnosno prilažu atesti isporučitelja. Izvedba svih radova treba biti ispravna, kvalitetna i pod stalnim stručnim nadzorom. Za svako odstupanje primijenjenog gradiva ili gotovog proizvoda od projekta, potrebna je suglasnost Projektanta i Investitora.

4.OPĆI I POSEBNI TEHNIČKI UVJETI

4.1. Oplate i skele

Skele i oplate moraju imati takvu sigurnost i krutost da bez slijeganja i štetnih deformacija mogu primiti opterećenja i utjecaje koji nastaju tijekom izvedbe radova. Skela i oplata moraju biti izvedeni tako da se osigurava puna sigurnost radnika i sredstava rada kao i sigurnost prolaznika, prometa, susjednih objekata i okoline uopće.

Materijali za izradu skela i oplata moraju biti propisane kvalitete. Nadzorni inženjer treba odobriti oplatu prije početka betoniranja.

Kod izrade projekta oplate mora se uzeti u obzir kompaktiranje pomoću vibratora na oplati tamo gdje je to potrebno.

Oplata mora sadržavati sve otvore i detalje prikazane u nacrtima, odnosno tražene od nadzornog inženjera.

Oplata odnosno skela treba osigurati da se beton ne onečisti. Obje moraju biti dovoljno čvrste i krute da odole pritiscima kod ugradnje i vibriranja i da spriječe ispupčenja. Nadzorni inženjer će, tamo gdje mu se čini potrebno, tražiti proračunski dokaz stabilnosti i progibanja.

Nadvišenja oplate dokazuju se računski i geodetski se provjeravaju prije betoniranja.

Oplata mora biti toliko vodotijesna da spriječi istjecanje cementnog mlijeka.

Ukoliko se za učvršćenje oplate rabe metalne šipke od kojih dio ostaje ugrađen u betonu, kraj stalno ugrađenog dijela ne smije biti bliži površini od 5 cm. Šupljina koja ostaje nakon uklanjanja šipke mora se dobro ispuniti, naročito ako se radi o plohama koje će biti izložene protjecanju vode. Ovakav način učvršćenja ne smije se upotrijebiti za vidljive plohe betona.

Žičane spojnice za pridržavanje oplate ne smiju prolaziti kroz vanjske plohe gdje bi bile vidljive.

Radne reške moraju biti, gdje god je moguće, horizontalne ili vertikalne i moraju biti na istoj visini zadržavajući kontinuitet.

Pristup oplati i skeli radi čišćenja, kontrole i preuzimanja, mora biti osiguran.

Oplata mora biti tako izrađena, naročito za nosače i konstrukcije izložene proticanju vode, da se skidanje može obaviti lako i bez oštećenja rubova i površine.

Površina oplate mora biti očišćena od inkrustacija i sveg materijala koji bi mogao štetno djelovati na izložene vanjske plohe.

Kad se oplata premazuje uljem, mora se spriječiti prljanje betona i armature.

Oplata, ukoliko je drvena, mora prije betoniranja biti natopljena vodom na svim površinama koje će doći u dodir s betonom i zaštićena od prianjanja za beton premazom vapnom.

Skidanje oplate se mora izvršiti čim je to provedivo, naročito tamo gdje oplata ne dozvoljava polijevanje betona, ali nakon što je beton dovoljno očvrsnuo. Svi popravci betona trebaju se izvršiti na predviđen način i to što je prije moguće.

Oplata se mora skidati prema određenom redoslijedu, pažljivo i stručno, da se izbjegnu oštećenja. Moraju se poduzeti mjere predostrožnosti za slučaj neplaniranog kolapsa. Nadzorni inženjer će odrediti kad se mora, odnosno može, skidati oplata.

Sve skele (za oplatu, pomoćne i fasadne) moraju se izvesti od zdravoga drva ili čeličnih cijevi potrebnih dimenzija.

Sve skele moraju biti stabilne, ukrućene dijagonalno u poprečnom i uzdužnom smislu, te solidno vezane sponama i kliještima. Mosnice i ograde trebaju biti također dovoljno ukrućene. Skelama treba dati nadvišenje koje se određuje iskustveno u ovisnosti o građevini ili proračunski. Ako to traži nadzorni inženjer, vanjska skela, s vanjske strane, treba biti prekrivena tršćanim ili lanenim pletivom kako bi se uz općenitu zaštitu osigurala i kvalitetnija izvedba i zaštita fasadnog lica.

Skele moraju biti izrađene prema pravilima struke i propisima Pravilnika o higijenskim i tehničkim zaštitnim mjerama u građevinarstvu.

Nadzorni inženjer mora zabraniti izradu i primjenu oplata i skela koje prema njegovom mišljenju ne bi mogle osigurati traženu kvalitetu lica gotovog betona ili su neprihvatljive kvalitete ili sigurnosti. Prijem gotove skele ili oplate vrši se vizualno, geodetskom kontrolom i ostalom izmjerom. Pregled i prijem gotove skele, oplate i armature vrši nadzorni inženjer. Bez obzira na odobrenu primjenu skela, oplate i armature, izvođač snosi punu odgovornost za sigurnost i kvalitetu radova.

Transport i ugradnja betona

S betoniranjem se može početi samo na osnovi pismene potvrde o preuzimanju podloge, skele, oplate i armature te po odobrenju programa betoniranja od nadzornog inženjera.

Beton se mora ugrađivati prema unaprijed izrađenom programu i izabranom sistemu.

Vrijeme transporta i drugih manipulacija sa svježim betonom ne smije biti duže od onog koje je utvrđeno u toku prethodnih ispitivanja (promjena konzistencije s vremenom pri raznim temperaturama).

Transportna sredstva ne smiju izazivati segregaciju smjese betona.

U slučaju transporta betona auto-miješalicama, poslije pražnjenja auto-miješalice treba oprati bubanj, a prije punjenja treba provjeriti je li ispražnjena sva voda iz bubnja.

Zabranjeno je korigiranje sadržaja vode u gotovom svježem betonu bez prisustva tehnologa za beton.

Dozvoljena visina slobodnog pada betona je 1,0 m. Nije dozvoljeno transportiranje betona po kosinama.

Transportna sredstva se ne smiju oslanjati na oplatu ili armaturu kako ne bi dovela u pitanje njihov projektirani položaj.

Svaki započeti betonski odsjek, konstruktivni dio ili element objekta mora biti neprekidno izbetoniran u opsegu, koji je predviđen programom betoniranja, bez obzira na radno vrijeme, brze vremenske promjene ili isključenja pojedinih uređaja mehanizacije pogona.

Ako dođe do neizbježnog, nepredvidljivog prekida rada, betoniranje mora biti završeno tako da se na mjestu prekida može izraditi konstruktivno i tehnološki odgovarajući radni spoj. Izrada takvog radnog spoja moguća je samo uz odobrenje nadzornog inženjera.

Svježi beton mora se ugrađivati vibriranjem u slojevima čija debljina ne smije biti veća od 70 cm. Sloj betona koji se ugrađuje mora vibriranjem biti dobro spojen s prethodnim donjim slojem betona. Ako dođe do prekida betoniranja, prije nastavka betoniranja površina donjeg sloja betona mora biti dobro očišćena ispuhivanjem i ispiranjem, a po potrebi i pjeskarenjem.

Beton treba ubaciti što bliže njegovom konačnom položaju u konstrukciji da bi se izbjegla segregacija. Smije se vibrirati samo oplatom ukliješten beton. Nije dozvoljeno transportiranje betona pomoću pervibratora.

Ugrađeni beton ne smije imati temperaturu veću od 45 °C u periodu od 3 dana nakon ugradnje.

Betoniranje pri visokim vanjskim temperaturama

Niska početna temperatura svježeg betona ima višestruko povoljan utjecaj na poboljšanje uvjeta za betoniranje masivnih konstrukcija. Stoga je sniženje temperature svježeg betona i održavanje iste u propisanim granicama od posebnog značaja. Za održavanje temperature svježeg betona unutar dopuštenih 25 °C, neophodno je poduzeti sljedeće mjere:

-krupne frakcije agregata hladiti raspršivanjem vode po površini deponije, što se ne preporuča s frakcijama do 8 mm, zbog poteškoća s održavanjem konzistencije betona,

-deponije pijeska zaštititi nadstrešnicama,

-silose za cement, rezervoare, miješalicu, cijevi itd. zaštititi od sunca bojenjem u bijelo.

Ukoliko ovi postupci hlađenja nisu dostatni, daljnje sniženje temperature može se postići hlađenjem vode u posebnim postrojenjima (coolerima).

Za vrijeme visokih dnevnih temperatura (oko 30 °C), kada postoje poteškoće s održavanjem dozvoljene temperature svježeg betona, početak radova na betoniranju treba pomaknuti prema hladnijem dijelu dana (noć, jutro).

Vrijeme od spravljanja betona do ugradnje treba biti što kraće, kako bi se izbjegli problemi pri pražnjenju transportnih sredstava i ugradnji zbog smanjenja obradivosti.

Ugrađivanje se mora odvijati brzo i bez zastoja. Redoslijed betoniranja mora omogućiti povezivanje novog betona s prethodnim.

U uvjetima vrućeg vremena najpogodnije je njegovanje vodom. Njegovanje treba početi čim beton počne očvršćivati. Ako je intenzitet isparavanja blizu kritične granice, površina se može finim raspršivanjem vode održavati vlažnom, bez opasnosti od ispiranja.

Čelične oplate treba rashlađivati vodom, a podloga prije betoniranja mora biti dobro nakvašena.

Ukoliko se u svježem betonu pojave pukotine, treba ih zatvoriti revibriranjem.

Voda koja se upotrebljava za njegovanje ne smije biti mnogo hladnija od betona, kako razlike između temperature betona na površini i unutar jezgre ne bi prouzročile pojavu pukotina. Stoga je efikasan način njegovanja pokrivanje betona materijalima koji vodu upijaju i zadržavaju (juta, spužvasti materijal i sl.) te dodatno prekrivanje plastičnom folijom.

Prekrivanje povoljno djeluje i na utjecaj razlika temperatura noć - dan.

Betoniranje pri niskim vanjskim temperaturama

Betoniranje pri temperaturama nižim od +5 °C moguće je uz pridržavanje mjera za zimsko betoniranje.

Upotreba smrznutog agregata u mješavini nije dozvoljena, a zagrijavanje pijeska parom nije preporučljivo zbog poteškoća s održavanjem konzistencije betona.

Pri ugradnji svježi beton mora imati minimalnu temperaturu od +6 °C, koja se na nižim temperaturama zraka ($0 < t < +5$ °C) može postići samo zagrijavanjem vode, pri čemu temperatura mješavine agregata i vode prije dodavanja cementa ne smije prijeći +25 °C. Temperatura svježeg betona u zimskom periodu na mjestu ugradnje mora biti od +6 °C do +15 °C.

Da bi se omogućio normalni tok procesa stvrdnjavanja i spriječilo smrzavanje, odmah poslije ugradnje, beton se toplinski zaštićuje prekrivanjem otvorenih površina izolacijskim materijalima i izolacijom čeličnih oplata.

Toplinska izolacija betona mora biti takva da osigura postizanje najmanje 50 % projektirane čvrstoće na pritisak prije nego što beton bude izložen djelovanju mraza.

Pri temperaturama zraka nižim od +5 °C, temperatura svježeg betona mjeri se najmanje jedanput u toku 2h.

5.NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA

Način zbrinjavanja građevnog otpada mora biti u skladu s propisima o otpadu. Osnovni propis iz tog područja je: Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13), koji u sebi sadrži sve ostale relevantne pravilnike: Pravilnik o vrstama otpada, Pravilnik o postupanju s otpadom…

Prema navedenom zakonu građevni otpad spada u inertni otpad jer uopće ne sadrži ili sadrži malo tvari koje podliježu fizikalnoj, kemijskoj i biološkoj razgradnji pa ne ugrožavaju okoliš.

Nakon završetka radova gradilište treba očistiti od otpadaka i suvišnog materijala i okolni dio terena dovesti u prvobitno stanje.

Pravilnikom o vrstama otpada određeno je da je proizvođač otpada čija se vrijedna sredstva mogu iskoristiti dužan otpad razvrstavati na mjestu nastanka, odvojeno skupljati po vrstama i osigurati uvjete skladištenja za očuvanje kakvoće u svrhu ponovne obrade.

Taj pravilnik predviđa slijedeće moguće postupke s otpadom:

- kemijsko-fizikalna obrada

- biološka obrada

- termička obrada

- kondicioniranje otpada

- odlaganje otpada

Kemijsko-fizikalna obrada otpada je obrada kemijsko-fizikalnim metodama s ciljem mijenjanja njegovih kemijsko-fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: neutralizacija, taloženje, ekstrakcija, redukcija, oksidacija, dezinfekcija, centrifugiranje, filtracija, sedimentacija, rezervna osmoza.

Biološka obrada je obrada biološkim metodama s ciljem mijenjanja kemijskih, fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: aerobna i anaerobna razgradnja.

Termička obrada je obrada termičkim postupkom. Provodi se s ciljem mijenjanja kemijskih, fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: spaljivanje, piroliza, isparavanje, destilacija, sinteriranje, žarenje, taljenje, zataljivanje u staklo.

Kondicioniranje otpada je priprema za određeni način obrade ili odlaganja, a može biti: usitnjavanje, ovlaživanje, pakiranje, odvodnjavanje, oprašivanje, očvršćivanje te postupci kojima se smanjuje utjecaj štetnih tvari koje sadrži otpad.

S građevnim otpadom treba postupiti u skladu s Pravilnikom o uvjetima za postupanje s otpadom.

Taj pravilnik predviđa moguću termičku obradu za slijedeći otpad:

-drvo

-plastiku

-asfalt koji sadrži katran

-katran i proizvodi koji sadrže katran

Kondicioniranjem se može obraditi slijedeći otpad:

-građevinski materijali na bazi azbesta

-asfalt koji sadrži katran

-asfalt (bez katrana)

-katran i proizvodi koji sadrže katran

-izolacijski materijal koji sadrži azbest

-miješani građevni otpad i otpad od rušenja

Najveći dio građevnog otpada (prethodno obrađen ili neobrađen) može se odvesti u najbliže javno odlagalište otpada: beton, cigle, pločice i keramika, građevinski materijali na bazi gipsa, drvo, staklo, plastika, bakar, bronca, mjed, aluminij, olovo, cink, željezo i čelik, kositar, miješani materijali, kablovi, zemlja i kamenje i ostali izolacijski materijali.

Nakon završetka radova gradilište treba očistiti od otpada i suvišnog materijala, postupiti prema iznesenom, a okolni dio terena dovesti u prvobitno stanje.

6.UVJETI ODRŽAVANJA I PROJEKTIRANI VIJEK TRAJANJA

Razmatrana građevinane zahtijeva poseban tretman održavanja.

Ipak, ukopanost u tlo i relativna blizina agresivne sredine (mora) zahtijevaju povećanu mjeru opreza i pojačani nadzor nad svim elementima (konstruktivnim i nekonstruktivnim) građevina. Tehnološkim mjerama, koje su navedene u ovom projektu pokušalo se dobiti što kvalitetniju i trajniju konstrukciju. U tom smislu neophodno je poštovati mjere za postizanje kvalitete materijala i konstrukcija, kao i posebne tehničke uvjete.

Radnje u okviru održavanja betonskih konstrukcija treba provoditi prema odredbama Priloga J.3. Održavanje betonskih konstrukcija, Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (N.N. 139/09, 14/10, 125/10,136/12) i normama na koje upućuje Prilog J.3., te odgovarajućom primjenom odredaba ostalih priloga Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (N.N. 139/09, 14/10, 125/10,136/12).

Redoviti pregled predmetne građevine, od strane kvalificiranih osoba, a u svrhu održavanja konstrukcije za predmetnu građevinu treba provoditi najmanje svakih 5 godina (zgrade javne namjene). Izvanredne preglede građevine provoditi nakon nekog izvanrednog događaja (ekstremne vremenske neprilike, potres, požar, eksplozija i slično) ili prema zahtjevu inspekcije.

Osim ovih pregleda preporučuje se da korisnici građevine vrše godišnje preglede i ukoliko primijete neku nepravilnost na konstrukciji zatraže redoviti ili izvanredni pregled i prije roka predviđenog ovim projektom. Način obavljanja pregleda uključuje:

- vizualni pregled, u kojeg je uključeno utvrđivanje položaja i veličine napuklina i pukotina te drugih oštećenja bitnih za očuvanje mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine,

- utvrđivanja stanja zaštitnog sloja armature, za betonske konstrukcije u umjereno ili jako agresivnom okolišu,

- utvrđivanje veličine progiba glavnih nosivih elemenata betonske konstrukcije za slučaj osnovnog djelovanja, ako se na temelju vizualnog pregleda sumnja u ispunjavanje bitnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti.

Nakon obavljenih pregleda konstrukcije potrebno je izraditi dokumentaciju o stanju konstrukcije nakon pregleda sa potrebnim mjerama i radovima na saniranju i održavanju konstrukcije. Ovu i drugu dokumentaciju o održavanju betonske konstrukcije dužan je trajno čuvati vlasnik građevine.

Manje nedostatke može ispraviti stručna osoba (zanatlija) na licu mjesta, a kod većih zahvata vlasnik (ili korisnici) građevine dužni su postupiti prema potrebnim zahtjevima i mjerama iz dokumentacije o stanju konstrukcije te izvesti neophodne radove održavanja, obnove i izmjene uređaja i dijelova te radove popravka, ojačanja i rekonstrukcije.

Sve radove pregleda i izvedbe radova na konstrukciji potrebno je povjeriti za to ovlaštenim osobama.

Norme za ispitivanje i održavanje građevina :

HRN ENV 13269	Održavanje – Smjernice za izradu ugovora o održavanju
HRN EN 13306	Nazivlje u održavanju
HRN ENV 13670-1:2002	Izvedba betonskih konstrukcija – 1. dio: Općenito (ENV 13670-1:2000)
HRN U.M1.047:1987	Ispitivanje konstrukcija visokogradnje pokusnim opterećenjem i ispitivanje do sloma
HRN EN 4866:1999	Mehaničke vibracije i udari – Vibracije građevina – Smjernice za mjerenje vibracija i ocjenjivanje njihova utjecaja na građevine (ISO 4866:1990+Dopuna 1:1994+Dopuna 2:1996)
prEN 13791:2003	Ocjena tlačne čvrstoće betona u konstrukcijama ili u konstrukcijskim elementima
HRN ISO 15686-1:2002	Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 1. dio: Opća načela (ISO 15686-1:2000)
HRN ISO 15686-2:2002	Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 2. dio: Postupci predviđanja vijeka uporabe (ISO 15686-2:2001)
HRN ISO 15686-3:2004	Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 3. dio: Neovisne ocjene (auditi) i pregledi svojstava (ISO 15686-3:2002)
HRN 12504-1:2000	Ispitivanje betona u konstrukcijama – 1. dio: Izvađeni uzorci – Uzimanje, pregled i ispitivanje tlačne čvrstoće (EN 12504-1:2000)
HRN 12504-2:2001	Svojstva betona u konstrukcijama – 2.dio: Nerozorno ispitivanje – Određivanje indeksa sklerometra (EN 12504-2:2001)
nHRN EN 12504-3	Ispitivanje betona u konstrukcijama – 3. dio: Određivanje sile čupanja (pull-out) (prEN 12504-3:2003)
HRN EN 12504-4:2004	Ispitivanje betona – 4. dio: Određivanje brzine ultrazvučnog impulsa (EN 12504-4:2004)
HRN EN 12390-1:2001	Ispitivanje očvrsloga betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe (EN 12390-1:2000)
HRN EN 12390-3:2002	Ispitivanje očvrsloga betona – 3. dio: Tlačna čvrstoća ispitnih uzoraka (EN 12390-3:2001)

Očekivani vijek trajanja građevina je 50 godina.Preduvjet za postizanje očekivanog vijeka trajanja je pravilna izvedba te pravilno održavanje u skladu s prethodno navedenim zahtjevima te zakonima i pravilima struke.

7.PLANOVI POZICIJA

Planovi pozicija i relevantni tlocrti i presjeci prikazani su u grafičkim prilozima.

Ploče su označavane velikim slovom P pripadajućim brojem, grede su označavane velikim slovom G(G1,G2,..) i pripadajućim brojem, stupovi velikim slovom S (S2,S3..) i pripadajućim brojem te stepeništa velikim slovom Z (Z100,Z200,..) i pripadajućim brojem.

Zbog jednostavnosti grede i stupovi su označavani prema tipu (dimenzijama).

U grafičkim prilozima numeričkog proračuna vidljiva je potrebna količina armature na pojedinim mjestima u ploči.

Svi računalni proračuni su izvršeni računalnim programom "Scia Engineer 2014". Zbog opširnosti projekta prikazani su samo oni rezultati koji su smatrani relevantnim. Svi ulazni i izlazni podaci se mogu, na zahtjev, dobiti kod autora ovog projekta.

Svi ostali podaci i detalji relevantni za predmetni objekt dani su kroz projektna rješenja.

Za sve izmjene i dopune konzultirati projektanta.

Sva opterećenja uzeta prema:

HRN ENV 1991-1	Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 1. dio: Osnove projektiranja (ENV 1991-1:1994)
HRN ENV 1991-2-1	Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-1. dio: Djelovanja na konstrukcije – Prostorne težine, vlastite težine, uporabna opterećenja (ENV 1991-2-1:1995)
HRN ENV 1991-2-2	Eurokod 1: Osnove proračuna i djelovanja na konstrukcije – 2-2. dio: Djelovanja na konstrukcije – Djelovanja na konstrukcije izložene požaru (ENV 1991-2-2:1995)
HRN ENV 1991-2-3	Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-3. dio: Djelovanja na konstrukcije – Opterećenje snijegom (ENV 1991-2-3:1995)
HRN ENV 1991-2-4	Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-4. dio: Djelovanja na konstrukcije – Opterećenje vjetrom (ENV 1991-2-4:1995)
HRN ENV 1991-2-6	Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-6. dio: Djelovanja na konstrukcije – Djelovanja tijekom izvedbe (ENV 1991-2-6:1997)
HRN ENV 1991-2-7	Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-7. dio: Djelovanja na konstrukcije – Izvanredna djelovanja prouzročena udarom i eksplozijom (ENV 1991-2-7:1998)
HRN ENV 1998-1-1:2005	Eurokod 8: Projektiranje konstrukcija otpornih na potres – 1-1. dio: Opća pravila – Potresna djelovanja i opći zahtjevi za konstrukcije (ENV 1998-1-1:1994)

8.ANALIZA OPTEREĆENJA

- debljina AB ploče: $d_{pl} = \frac{l}{35} = \frac{6,3}{35} = 0.18\ m = 18cm$

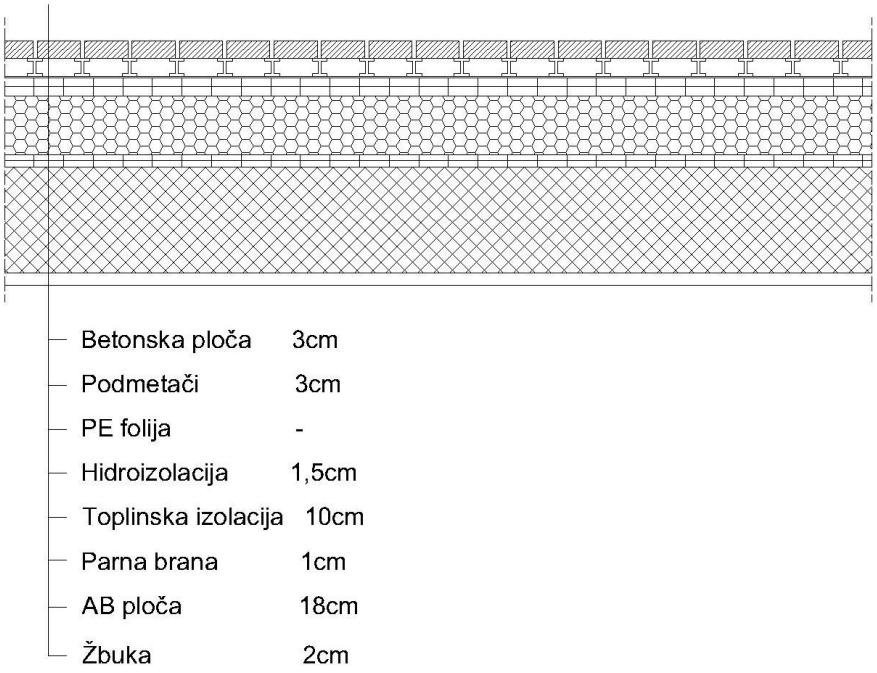
8.1.Stalno opterećenje

Vlastita težina

Vlastita težina svih konstruktivnih elementa je automatski uključena u programskom paketu Scia Engineer.

Dodatno stalno opterečenje

a) Ravni krov

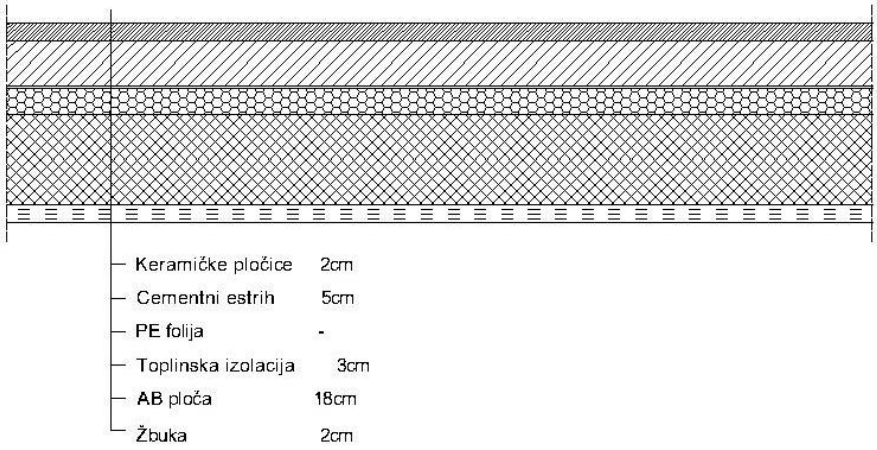


Tablica 8.1 Slojevi ravnog krova

Sloj :	d(m)	g(kN/m3)	d x g(kN/m^2)
Betonska ploča	0,03	25	0,750
Podmetači	0,03		
PE folija	-	-	-
Hidroizolacija	0,015x2	5,90	0,177
Toplinska izolacija	0,1	3,0	0,30
Parna brana	0,01x2	0,15	0,03
ABploča	0,18	Uključena	kroz program
Žbuka	0,02	19	0,38

Ukupno dodatno stalno opterećenje: $\Delta g = 1,64 kN/m^2$

b) Pod između stanova

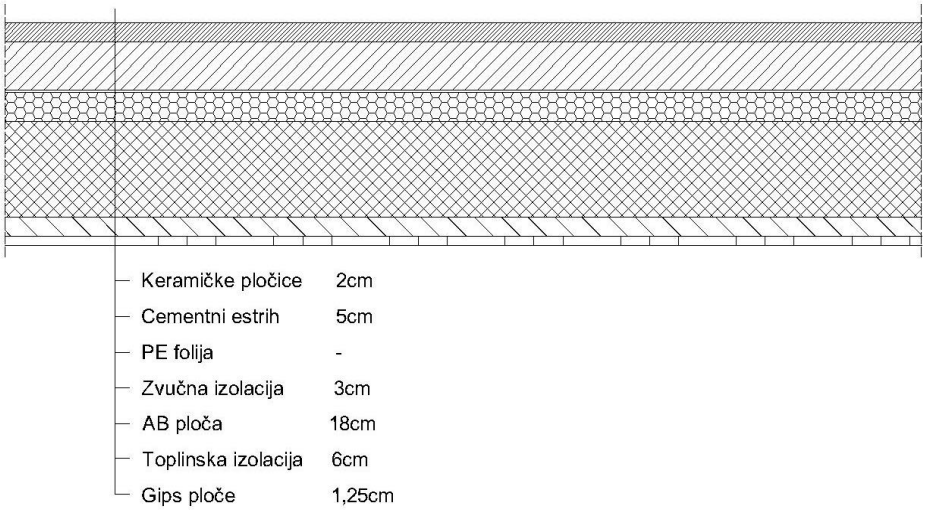


Tablica 8.2 Slojevi poda između stanova

Sloj :	d(m)	g(kN/m3)	d x g(kN/m^2)
Keramičke pločice	0,02	24	0,48
Cementni estrih	0,05	24	1,25
PE folija	-	-	-
Toplinska izolacija	0,03	0,50	0,015
AB ploča	0,18	Uključena	kroz program
Žbuka	0,02	19	0,38

Ukupno dodatno stalno opterećenje:$\Delta g=2,125(kN/m^2)$

c) Pod između garaže i prizemlja

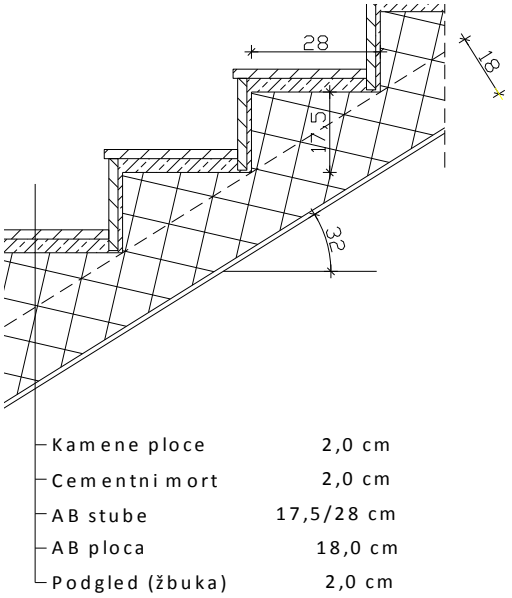


Tablica 8.3 Slojevi poda između graže i prizemlja

Sloj :	d(m)	g(kN/m3)	d x g/kN/m^2)
Keramičke pločice	0,02	24	0,48
Cementni estrih	0,04	24	0,96
PE folija	-	-	-
Zvučna izolacija	0,04	0,50	0,02
AB ploča	0,18	Uključeno	kroz program
Toplinska izolacija	0,06	3,00	0,18
Gips ploče	0,0125	12	0,15

Ukupno dodatno stalno opterećenje:$\Delta g=1,79(kN/m^2)$

d) Stubište



Tablica 8.4 Slojevi poda stubišta

Sloj :	d(m)	g(kN/m3)	d x g/kN/m^2)
Kamene ploče	0,02	28	0,56
Cementni mort	0,02	21	0,42
Stepenik	0,075	25	1,88
AB ploča	0,18		4,50
Žbuka	0,02	19	0,38

Ukupno dodatno stalno opterećenje:$\Delta g=7.74(kN/m^2)$

8.2. Promjenjivo opterećenje

Minimalno korisno opterećenje za zgrade definirano je u EC1991-1-1. Ovo korisno opterećenje je najmanje koje se smije primijeniti na zgradama. Na zahtjev investitora ili pri procjeni projektanta smije se koristiti i veće opterećenje. Za potrebe proračuna, a prema EC1991-1-1 korištena su sljedeća opterećenja:

- Ravni krov: q=1,0 kN/m2
- Stambeni prostori: q=2,0 kN/m2
- Stubišta i uredi: q=3,0 kN/m2
- Garaža: q=2,0 kN/m2

8.2.1. Opterećenje snijegom

Nadmorska visina [m]	s_k [kN/m^2]			
	I	II	III	IV
0	0,88	0,75	0,14	0,18
100	1,09	1,05	0,45	0,33
200	1,31	1,38	0,80	0,50
300	1,55	1,76	1,20	0,70
400	1,80	2,18	1,65	0,92
500	2,06	2,63	2,15	1,16
600	2,34	3,13	2,70	



Predmetni objekti se nalaze u Splitu. Prema prijedlogu NAD-a i istraživanja opterećenja snijegom na području republike Hrvatske (K. Zaninović, M. Gajić-Čapka, B. Androić, I. Džeba, D. Dujmović - Određivanje karakterističnog opterećenja snijegom, Građevinar, 6, 59, 2001.), te preporukama europske norme ENV 1991-2-3:1995, karakteristično opterećenje snijegom je $s_k = 0.14\ kN/m^2$ (Zona III).

Opterećenje snijegom se razmatra u kombinaciji s vjetrom, kako je to ranije prikazano.

8.2.2. Opterećenje vjetrom

Opterećenje vjetrom definirano je Eurokodom 1991-1-4 – Djelovanje vjetra (Eurocode 1: Actions on structures - General actions - Part 1-4: Wind actions).

v_{b0} (ili $v_{ref\,0}$ - u prednormi) je osnovna poredbena brzina vjetra ovisna o geografskom poloţaju objekta (dana na mapi na sljedećoj stranici). Osnovna poredbena vrijednost brzine vjetra je karakteristična srednja 10-minutna vrijednost brzine vjetra, neovisna o smjeru vjetra, vremenu i godišnjem dobu, na 10 m iznad površine otvorenog terena, koji moţe biti obrastao travom i grmljem i manjim preprekama.

Vrijednost osnovne poredbene brzine vjetra v_{b0} (na mapi) dodatno se korigira s obzirom na smjer vjetra, godišnje doba i nadmorsku visinu, te se tako dobiva poredbena (referentna) brzina vjetra:

$$v_b = c_{DIR} \cdot c_{TEM} \cdot c_{ALT} \cdot v_{bo}$$

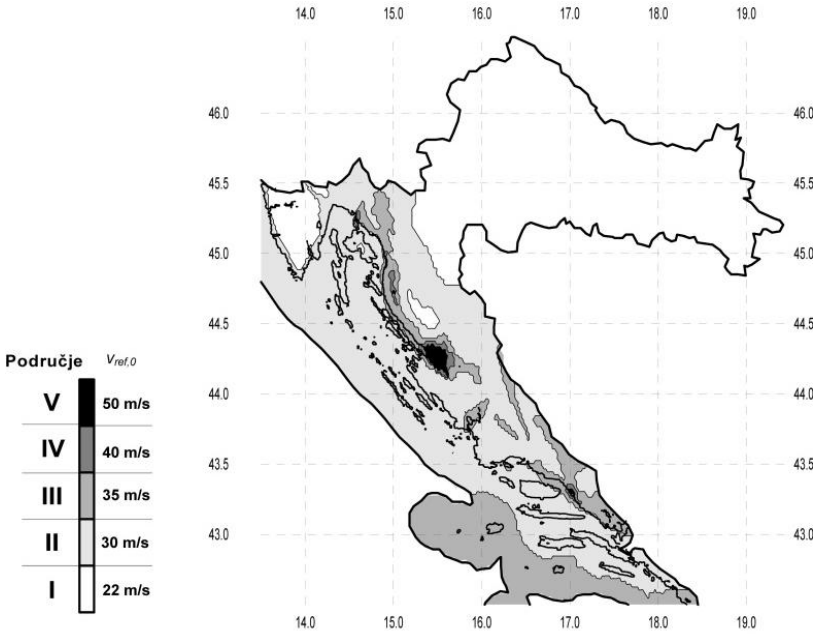
Koeficijent smjera vjetra (c_{DIR}) proizlazi iz odnosa brzine vjetra za različiti smjer vjetra i uzima se za cijelo područje Hrvatske: $c_{DIR} = 1,0$.

Koeficijent godišnjeg doba (c_{TEM}) uzima se za cijelo područje Hrvatske: $c_{TEM} = 1,0$.

Koeficijent nadmorske visine (c_{ALT}) koji obuhvaća povećanje brzine vjetra s nadmorskom visinom, zbog ograničenog broja mjernih mjesta na planinskom području Republike Hrvatske nije moguće egzaktno odrediti, te se koristi izraz

$$c_{ALT} = 1 + 0,0001 \cdot a_s$$

gdje je a_s = nadmorska visina mjesta u (m).



Srednja brzina vjetra na nekoj visini z:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$$

$$c_r(z) = \left[k_r \cdot \ln\left(z / z_0 \right) \right] \qquad za \qquad z_{min} \le z \le z_{max}$$

$$c_r(z) = c_r(z_{min}) \qquad za \qquad z \le z_{min} \qquad - koeficijent \;\; hrapavosti$$

$$k_r = 0{,}19 \left(\frac{z_0}{z_{o.II}} \right)^{0.07} \qquad - koeficijent \;\; terena (dan \; u \; tablici)$$

$$c_o(z) - koeficijent \;\; topografije (uglavnom \;\; se \;\; uzima \;\; 1.0)$$

	Opis	k_r	z_0 [m]	Z_{min} [m]
0	More ili područje uz more otvoreno prema moru	0.156	0.003	1
I	Uzburkano otvoreno more ili jezero, s najmanje 5 km dužine navjetrine i gladak ravan teren bez prepreka	0.170	0.01	1
II	Poljoprivredno zemljište s ogradama, povremenim malim poljoprivrednim objektima, kućama ili drvećem	0.190	0.05	2
III	Predgrađa ili industrijske zone i stalne šume	0.215	0.30	5
IV	Urbane zone u kojima je najmanje 15% površine pokriveno zgradama čija je srednja visina veća od 15 m	0.234	1.00	10

Maksimalna visina z_{max} se obično uzima 200 m.

Turbulencija vjetra na visini z iznad terena dana je izrazom:

$$I_v(z) = \frac{1}{c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)} \qquad za \qquad z_{min} \le z \le z_{max}$$

$$I_v(z) = I_v(z_{min}) \qquad za \qquad z \le z_{min}$$

Pa je maksimalni tlak brzine vjetra :

$$q_p(z) = \left[1 + 7 \cdot I_v(z)\right] \cdot \frac{\rho_{zr}}{2} \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

$$q_b = \frac{\rho_{zr}}{2} \cdot v_b^2(z)$$

$$\rho_{zr} = 1.25 \, kg/m^3$$

Za, npr. ravna područja, kod kojih je =1.0, Faktor izloženosti je prikazan na dijagramu u ovisnosti kategorije terena i visine iznad terena.

Rezultirajuća sila vjetra:

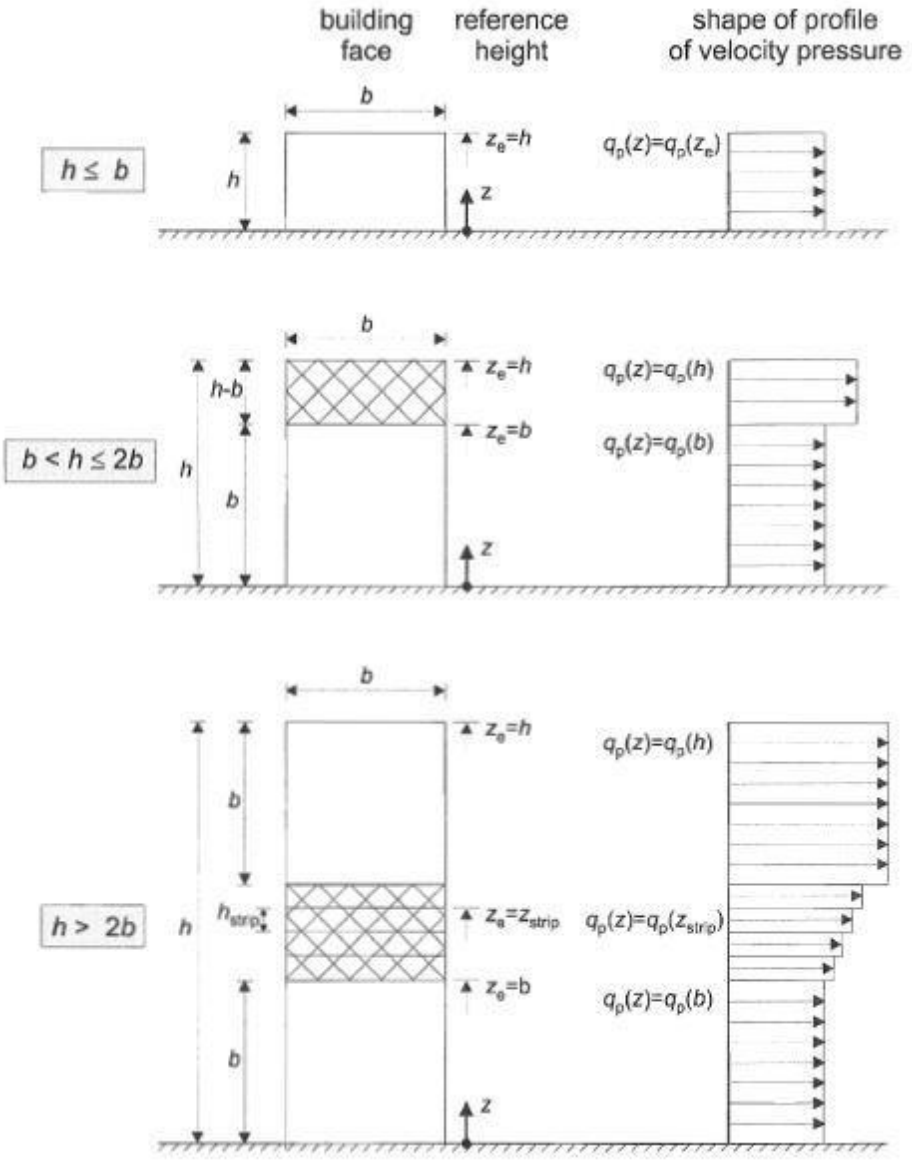
$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$ - sila vjetra na vanjske plohe; c_{pe} - koeficijent vanjskog tlaka

$w_i = q_p(z_e) \cdot c_{pi}$ - sila vjetra na unutarnje plohe; c_{pi} - koeficijent unutarnjeg tlaka

z_e - referentna visina objekta

Određivanje koeficijenta vanjskog tlaka c_{pe}

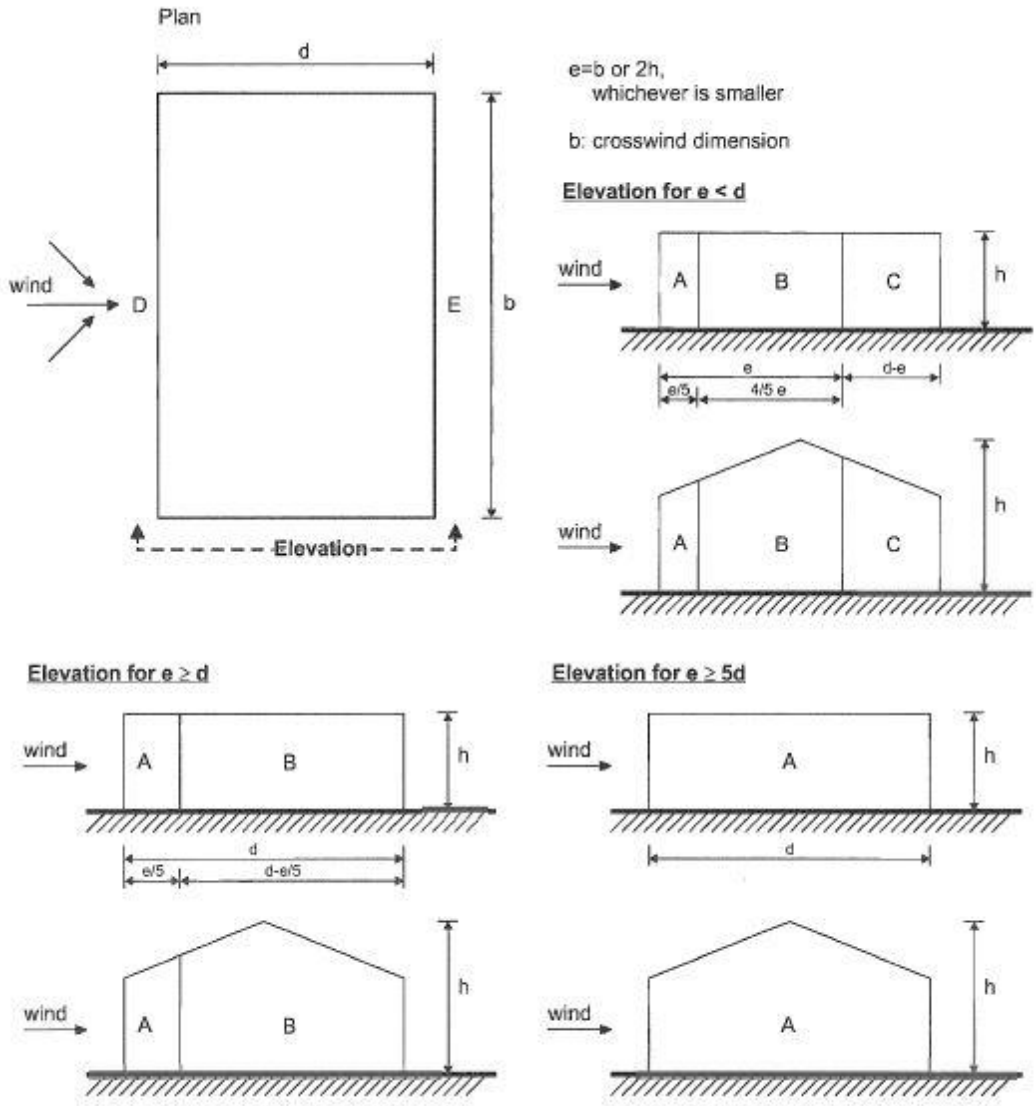
1) Referentna visina objekta z_e – određuje se prema odnosu h/b



Slika 8.1 Referentna visina z_e u ovisnosti o h i b, te odgovarajući profil brzina

2) Podjela zgrade na zone

− vertikalni zidovi

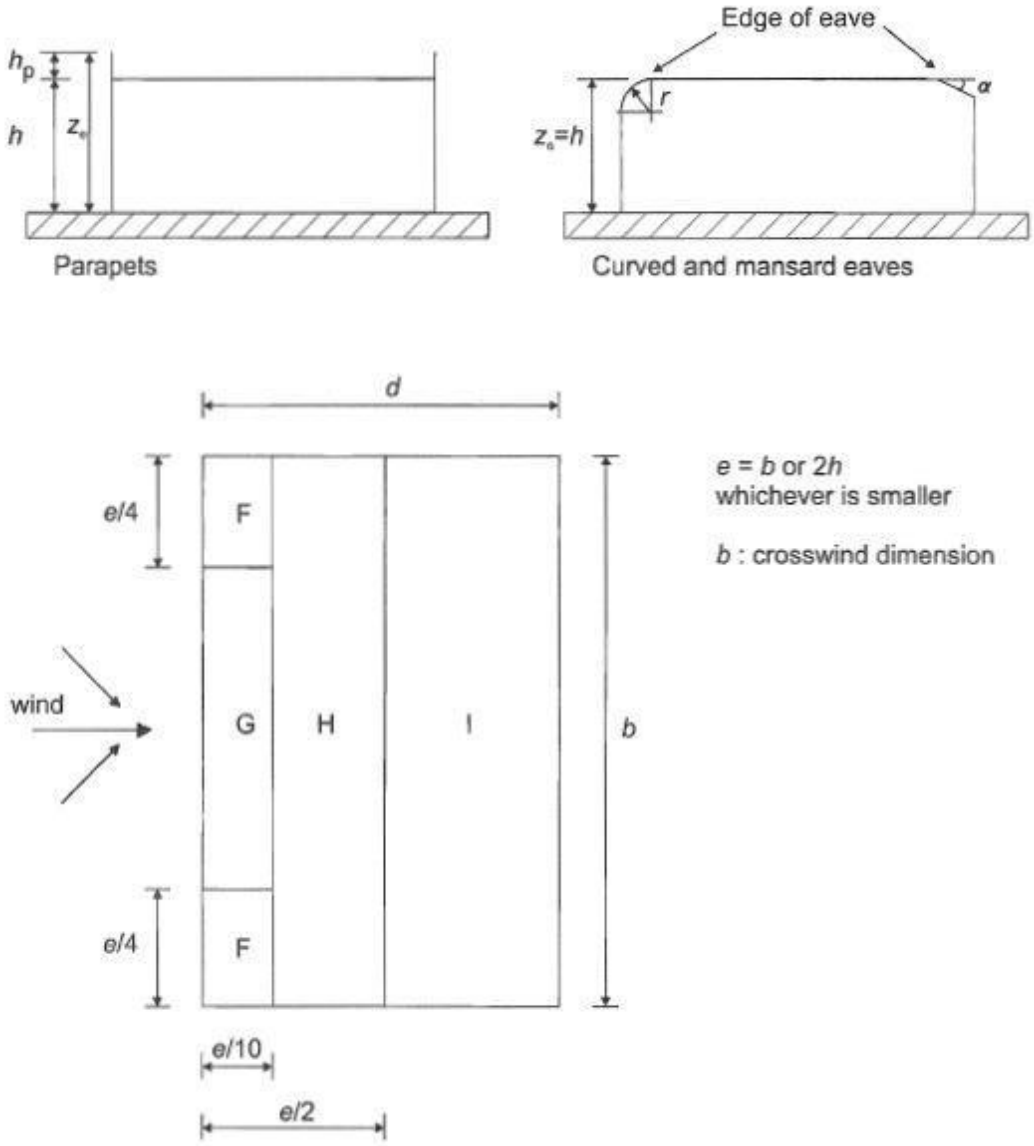


Slika 8.2 Podjela na zone A,B,C,D i E u ovisnosti o e i d

Tablica 8.5 Preporučene vrijednosti koeficijenta vanjskog tlaka za vertikalne zidove tlocrtno pravokutnih zgrada

Zone	A		B		C		D		E	
h/d	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
≤ 0,25	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

− ravni krov



Slika 8.3 Podjela ravnog krova na zone F,G,H i I

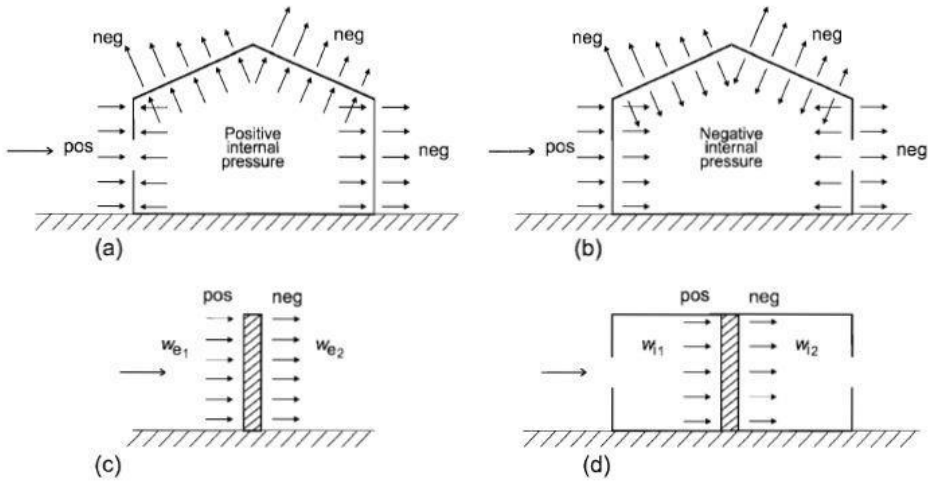
Tablica 8.6 Preporučene vrijednosti koeficijenta vanjskog tlaka za ravne krovove

Roof type		Zone F		Zone G		Zone H		Zone I	
		$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
Sharp eaves		-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	
With Parapets	h_p/h=0,025	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	
	h_p/h=0,05	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	
	h_p/h=0,10	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	
Curved Eaves	r/h = 0,05	-1,0	-1,5	-1,2	-1,8	-0,4		+0,2	
								-0,2	
	r/h = 0,10	-0,7	-1,2	-0,8	-1,4	-0,3		+0,2	
								-0,2	
	r/h = 0,20	-0,5	-0,8	-0,5	-0,8	-0,3		+0,2	
								-0,2	
Mansard Eaves	α = 30°	-1,0	-1,5	-1,0	-1,5	-0,3		+0,2	
								-0,2	
	α = 45°	-1,2	-1,8	-1,3	-1,9	-0,4		+0,2	
								-0,2	
	α = 60°	-1,3	-1,9	-1,3	-1,9	-0,5		+0,2	
								-0,2	

Određivanje koeficijenta unutarnjeg tlaka c_{pi}

Maksimalni koeficijent unutarnjeg tlaka je 0,8, a minimalni koeficijent unutarnjeg tlaka (podtlak) je -0,5.

Rezultirajuća sila vjetra na vanjske i unutarnje plohe (w_e i w_i) se rasporedi prema shemi prikazanoj na slici 6.8. te se zbrajanjem odnosno oduzimanjem rezultirajuće sile vjetra dobije ekvivalentna sila vjetra na plohu.



Slika 8.4 Tlak na površine

Rezultati proračuna zgrade

− smjer x

Tablica 8.7 Proračun maksimalnog tlaka brzine vjetra q_p

$v_{b,0}$=35m/s ,k_r=0,234 ,z_{min}=10m, z_0=1m	
z_e(m)	15,60
$v_{b,0}$(m/s)	35
a_s(m)	60
c_{ALT}	1,006
c_{DIR}	1
c_{TEM}	1
v_b(m/s)	35,21
c_r(z)	0,643
k_r	0,234
$z=z_{min}$	15,60
z_0	1
c_0	1
v_m(z)	22,64
lv(z)	0,364
ρ_{zr}(kg/m^3)	1,25
q_p(z)	1,137

Tablica 8.8 Proračun ekvivalentnog opterećenja vjetrom w_{ekv}

z_e =15, 60m	q_p(kN /m^2)	$c_{Pe}=c_{Pe,10}$	c_{Pi}-max	c_{Pi}-min	w_e(kN /m^2)	w_i-max(kN/ m^2)	w_i-min(kN/ m^2)	w_{uk}-max(kN/m^2)	w_{uk}-min(kN/m^2)	w_{ekv}-min(kN/m^2)
A	1,137	-1,2	0,8	-0,5	-1,364	0,910	-0,569	-2,274	-0,796	-2,274
B	1,137	-0,8	0,8	-0,5	-0,910	0,910	-0,569	-1,819	-0,341	-1,819
D	1,137	0,8	0,8	-0,5	0,910	0,910	-0,569	0,000	1,478	1,478
E	1,137	-0,5	0,8	-0,5	-0,569	0,910	-0,569	-1,478	0,000	-1,478

− smjer y

Tablica 8.9 Proračun maksimalnog tlaka brzine vjetra q_p

$v_{b,0}$=35m/s ,k_r=0,234 ,z_{min}=10m, z_0=1m		
z_e(m)	13,30	15,60
$v_{b,0}$(m/s)	35	35
a_s(m)	60	60
c_{ALT}	1,006	1,006
c_{DIR}	1	1
c_{TEM}	1	1
v_b(m/s)	35,21	35,21
c_r(z)	0,606	0,643
k_r	0,234	0,234
$z=z_{min}$	13,30	15,60
z_0	1	1
c_0	1	1
v_m(z)	21,34	22,64
lv(z)	0,386	0,364
ρ_{zr}(kg/m^3)	1,25	1,25
q_p(z)	1,054	1,137

Tablica 8.10 Proračun ekvivalentnog opterećenja vjetrom w_{ekv}

z_e =13 ,30m	q_p(kN/m^2)	c_{Pe}= $c_{Pe,10}$	c_{Pi}-max	c_{Pi}-min	w_e(kN/m^2)	w_i-max(kN/m^2)	w_i-min(kN/m^2)	w_{uk}-max(kN/m^2)	w_{uk}-min(kN/m^2)	w_{ekv}-min(kN/m^2)
A	1,054	-1,2	0,8	-0,5	-1,265	0,843	-0,527	-2,108	-0,738	-2,108
B	1,054	-0,8	0,8	-0,5	-0,843	0,843	-0,527	-1,686	-0,316	-1,686
C	1,054	-0,5	0,8	-0,5	-0,527	0,843	-0,527	-1,370	0,000	-1,370
D	1,054	0,8	0,8	-0,5	0,843	0,843	-0,527	0,000	1,370	1,370
E	1,054	-0,5	0,8	-0,5	-0,527	0,843	-0,527	-0,843	0,527	-0,843

z_e =15 ,60m	q_p(kN/m^2)	c_{Pe}= $c_{Pe,10}$	c_{Pi}-max	c_{Pi}-min	w_e(kN/m^2)	w_i-max(kN/m^2)	w_i-min(kN/m^2)	w_{uk}-max(kN/m^2)	w_{uk}-min(kN/m^2)	wekv-min(kN/m^2)
A	1,054	-1,2	0,8	-0,5	-1,265	0,843	-0,527	-2,108	-0,738	-2,108
B	1,054	-0,8	0,8	-0,5	-0,843	0,843	-0,527	-1,686	-0,316	-1,686
C	1,054	-0,5	0,8	-0,5	-0,527	0,843	-0,527	-1,370	0,000	-1,370
D	1,054	0,8	0,8	-0,5	0,843	0,843	-0,527	0,000	1,370	1,370
E	1,054	-0,5	0,8	-0,5	-0,527	0,843	-0,527	-1,370	0,000	-1,370

8.3. Izvanredno opterećenje

8.3.1. Seizmičko opterećenje

Za proračun seizmičkog opterećenja korištena je višemodalna spektralna analiza. Pri izračunu masa korištena je kombinacija stalnog opterećenja (težina konstrukcije i dodatno stalno opterećenje) i 30 % pokretnog opterećenja.

Proračun je proveden pomoću računalnog programa Scia Engineer s ulaznim podacima navedenim u tablici XX. Računsko ubrzanje je za povratni period 475 godina.

Klasa tla	A
Računsko ubrzanje tla ag	0,2g
Koeficijent računskog ubrzanja tla α	0,2
Faktor tla S za klasu tla A	1
Donja vrijednost faktora horizontalnog spektra odziva β	0,2
Granični periodi osciliranja za klasu tla A	T_B=0,15s T_C=0,40s T_D=2,0s

Proračun faktora ponašanja

- faktor ponašanja za klasu DCM

$$q = q_0 \cdot k_w \geq 1{,}5$$

- osnovni faktor ponašanja: $q_0 = 3 \cdot \frac{\alpha_u}{\alpha_1} \rightarrow za\ zidni\ sustav$

$$\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1{,}0 \rightarrow za\ tlocrtno\ nepravilne\ sustave$$

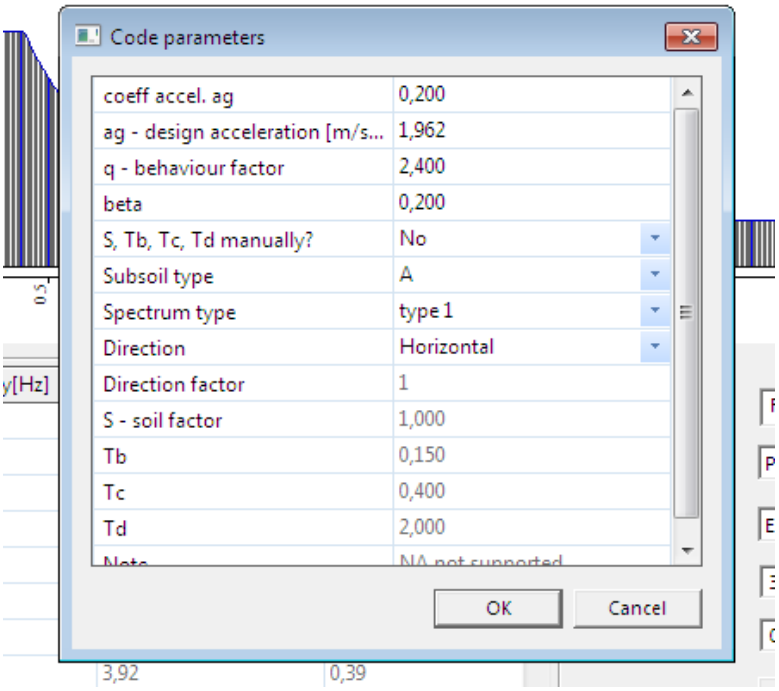
$$q_0 = 3 \cdot 1 = 3{,}0$$

- faktor prevladavajućeg sloma: $k_w = \frac{1+\alpha_0}{3}\ uz\ uvjet\ 0{,}5 \leq k_w \leq 1\ ;\ \alpha_0 = \frac{\sum h_{wi}}{\sum l_{wi}}$

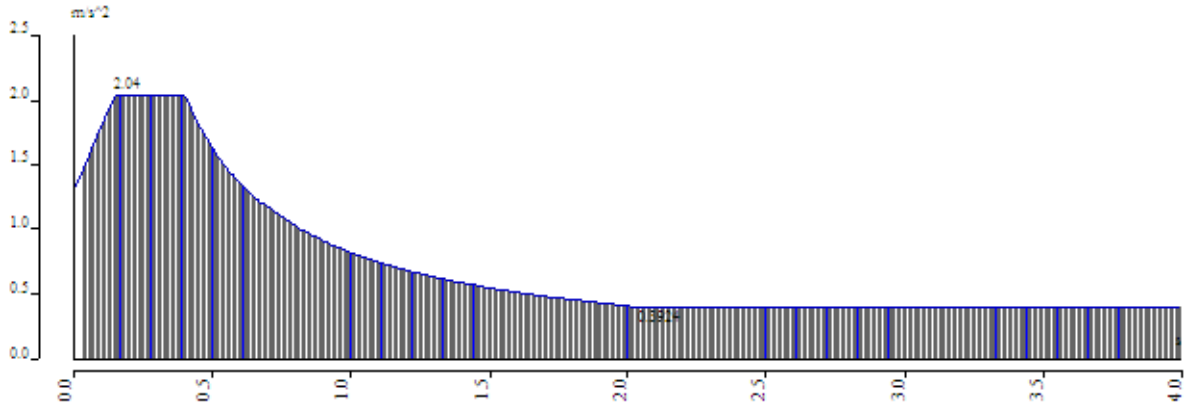
$$k_w = 1\ za\ smjer\ x\ i\ y$$

- za zgrade nepravilne po visini faktor ponašanja se umanjuje za 20%

$$q = 0{,}8 \cdot q_0 \cdot k_w = 0{,}8 \cdot 3 \cdot 1 = 2{,}4$$



Slika 8.5 Upotrijebljeni parametri u proračunu



Slika 8.6 Normirani računski spektar odziva

9.NUMERIČKI MODEL

Numerički model je izrađen u računalnom programu Scia Engineer. Modelom su obuhvaćene sve ploče, stupovi i ab-zidovi. Model je opterećen stalnim opterećenjem (vlastita težina konstrukcije i nekonstruktivnih elemenata), te korisnim opterećenjem, pri čemu su sva opterećenja zadana kao raspodijeljena opterećenja po pločama.

Zidovi su armiranobetonski debljine 30 cm, modelirani kao 2D elementi. Stupovi su kvadratnog poprečnog presjeka, modelirani kao štapni elementi. Međukatne konstrukcije su pune armiranobetonske ploče debljine 18 cm, modelirane kao pločasti elementi. Grede imaju poprečni presjek 30x100 cm te su modelirane kao štapni elementi. Svi nosivi elementi su klase betona C 30/37 te kvalitete čelika B 500B.

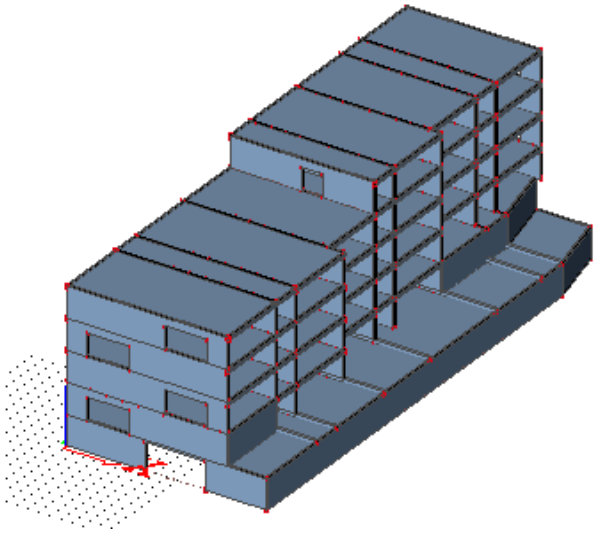
Za potrebe analize na potres izvršena je višemodalna analiza na modelu. Proračun konstrukcije izvršen je metodom spektra odgovora.

Rezultati numeričkog proračuna su prikazani za računsko (granično, ultimativno) opterećenje, koje se dobiva kao kombinacija stalnog, pokretnog i potresnog opterećenja, prema izrazima:

Granično stanje nosivosti (GSN)	
GSN-K1	1,35g+1,35Δg+1,5q
GSN-K2	1,35g+1,35Δg+1,5*1,2*q
GSN-K3	1,35g+1,35Δg+1,5*1,2*q+1,5Wx(+)
GSN-K4	1,35g+1,35Δg+1,5*1,2*q+1,5Wx(-)
GSN-K5	1,35g+1,35Δg+1,5*1,2*q+1,5Wy(+)
GSN-K6	1,35g+1,35Δg+1,5*1,2*q+1,5Wy(-)
GSN-K7	1,0g+1,0Δg+0,3q+1,0Sx+0,3Sy
GSN-K8	1,0g+1,0Δg+0,3q+1,0Sy+0,3Sx
Granično stanje uporabivosti (GSU)	
GSU-K1	1,0g+1,0Δg+1,0q
GSU-K2	1,0g+1,0Δg+0,5q+1,0*0,3*Sx
GSU-K3	1,0g+1,0Δg+0,5q+1,0*0,3*Sy

U potresnom opterećenju S_x je uključeno 30% potresnog opterećenja iz suprotnog smjera, tj. y smjera. Isto vrijedi i za potresno opterećenje S_y.

U nastavku je prvo dan prikaz modela, a potom rezultata dobivenih numeričkom analizom.



Slika 9.1 Prikaz numeričkog modela

9.1. Rezultati dinamičke analize

9.1.1. Prikaz aktivacije masa

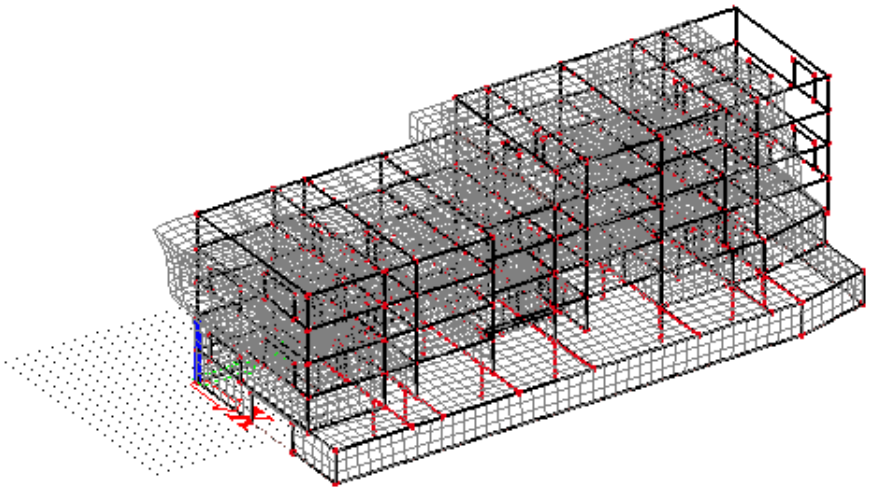
Modal participation factors

Mode	Omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	Wxi / Wxtot	Wyi / Wytot	Wzi / Wztot	Wxi_R / Wxtot_R	Wyi_R / Wytot_R	Wzi_R / Spectral
1	28.5647	0.2200	4.5462	0.0000	0.5915	0.0000	0.0407	0.0000	0.0002
2	59.4488	0.1057	9.4616	0.5098	0.0000	0.0281	0.0023	0.2639	0.0746
3	74.4266	0.0844	11.8454	0.0283	0.0343	0.0006	0.0306	0.0037	0.1609
4	76.2886	0.0824	12.1417	0.0619	0.0140	0.0075	0.0019	0.0068	0.3526
5	106.4364	0.0590	16.9399	0.0706	0.0000	0.0996	0.0104	0.0001	0.0014
6	110.2214	0.0570	17.5423	0.0001	0.0001	0.0861	0.0752	0.0002	0.0034
7	117.4661	0.0535	18.6953	0.0191	0.0002	0.2617	0.0089	0.0041	0.0099
8	125.1595	0.0502	19.9197	0.0027	0.0003	0.0147	0.0132	0.0017	0.0043
9	130.6093	0.0481	20.7871	0.0135	0.0001	0.0525	0.1898	0.0102	0.0165
10	141.7970	0.0443	22.5677	0.0187	0.0002	0.0014	0.0000	0.0361	0.0033
11	144.8924	0.0434	23.0603	0.0099	0.0000	0.0428	0.0664	0.0343	0.0005
12	147.7092	0.0425	23.5087	0.0994	0.0002	0.0003	0.0002	0.1811	0.0057
13	147.9390	0.0425	23.5452	0.0297	0.0015	0.0261	0.1396	0.0244	0.0163
14	153.6301	0.0409	24.4510	0.0001	0.0008	0.0266	0.0000	0.0076	0.0215
15	154.6670	0.0406	24.6160	0.0002	0.0006	0.0001	0.0036	0.0005	0.0006
16	156.7704	0.0401	24.9508	0.0142	0.0000	0.0103	0.0588	0.0403	0.0008
17	158.1866	0.0397	25.1762	0.0045	0.0001	0.0616	0.0157	0.0173	0.0074
18	163.2113	0.0385	25.9759	0.0005	0.0000	0.0035	0.0001	0.0005	0.0162
19	163.7690	0.0384	26.0646	0.0014	0.0130	0.0021	0.0147	0.0011	0.0291
20	166.4298	0.0378	26.4881	0.0000	0.0073	0.0002	0.0002	0.0001	0.0004
21	167.5206	0.0375	26.6617	0.0000	0.0188	0.0002	0.0000	0.0004	0.0019
22	168.6884	0.0372	26.8476	0.0012	0.0024	0.0060	0.0008	0.0027	0.0019
23	169.5929	0.0370	26.9915	0.0014	0.0378	0.0002	0.0011	0.0018	0.0037
24	170.5232	0.0368	27.1396	0.0001	0.0784	0.0004	0.0067	0.0015	0.0006
25	172.8765	0.0363	27.5142	0.0012	0.0011	0.0156	0.0000	0.0135	0.0029
26	173.6316	0.0362	27.6343	0.0000	0.0009	0.0048	0.0039	0.0005	0.0000
27	175.6464	0.0358	27.9550	0.0001	0.0236	0.0018	0.0036	0.0003	0.0000
28	176.3208	0.0356	28.0623	0.0000	0.0018	0.0001	0.0016	0.0003	0.0003
29	177.2467	0.0354	28.2097	0.0004	0.0137	0.0013	0.0035	0.0013	0.0012
30	177.8913	0.0353	28.3123	0.0002	0.0010	0.0025	0.0005	0.0004	0.0020
31	179.1561	0.0351	28.5136	0.0005	0.0007	0.0004	0.0000	0.0016	0.0002
32	180.4764	0.0348	28.7237	0.0002	0.0007	0.0024	0.0001	0.0009	0.0012

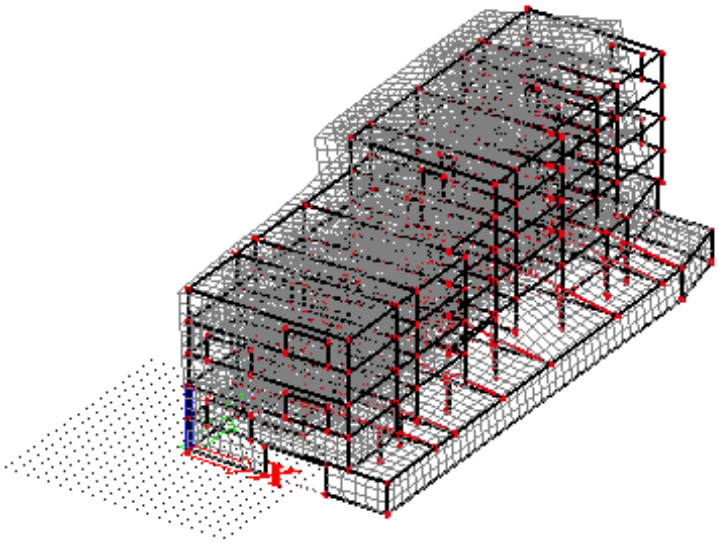
Mode	Omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	Wxi / Wxtot	Wyi / Wytot	Wzi / Wztot	Wxi_R / Wxtot_R	Wyi_R / Wytot_R	Wzi_R / Spectral
33	184.6490	0.0340	29.3878	0.0001	0.0009	0.0001	0.0001	0.0002	0.0005
34	185.3370	0.0339	29.4973	0.0035	0.0000	0.0002	0.0013	0.0002	0.0000
35	187.3989	0.0335	29.8255	0.0006	0.0001	0.0021	0.0001	0.0067	0.0363
36	188.2338	0.0334	29.9583	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0009	0.0000
37	190.9665	0.0329	30.3933	0.0000	0.0007	0.0030	0.0001	0.0001	0.0017
38	191.8116	0.0328	30.5278	0.0000	0.0012	0.0024	0.0055	0.0001	0.0000
39	192.4474	0.0326	30.6290	0.0000	0.0000	0.0014	0.0003	0.0003	0.0021
40	194.9312	0.0322	31.0243	0.0011	0.0021	0.0093	0.0019	0.0124	0.0062
41	196.4958	0.0320	31.2733	0.0021	0.0001	0.0000	0.0000	0.0088	0.0014
42	197.5479	0.0318	31.4407	0.0000	0.0000	0.0005	0.0001	0.0008	0.0016
43	198.1944	0.0317	31.5436	0.0022	0.0003	0.0006	0.0006	0.0050	0.0013
44	198.9928	0.0316	31.6707	0.0010	0.0000	0.0015	0.0066	0.0004	0.0149
45	199.9775	0.0314	31.8274	0.0002	0.0000	0.0008	0.0008	0.0009	0.0013
46	200.8451	0.0313	31.9655	0.0031	0.0003	0.0001	0.0007	0.0100	0.0007
47	202.6764	0.0310	32.2570	0.0005	0.0001	0.0063	0.0021	0.0036	0.0002
48	203.9367	0.0308	32.4575	0.0032	0.0000	0.0009	0.0002	0.0040	0.0023
49	204.6602	0.0307	32.5727	0.0011	0.0001	0.0000	0.0009	0.0007	0.0043
50	206.5629	0.0304	32.8755	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
				0.9088	0.8510	0.7909	0.7156	0.7145	0.8167

Skupljeno je prosječno 85% mase u svakom smijeru za 50 modova. Iz izgleda modova vidljivo je da je aktivirana masa jednoliko raspodijeljena po objektima, i da je s toga moguće ekstrapolirati silu. Stoga je svaki smjer „navučen“ na 100% sile, tako da je ukupna sila množena sa koeficijentom 100/85% po smjeru.

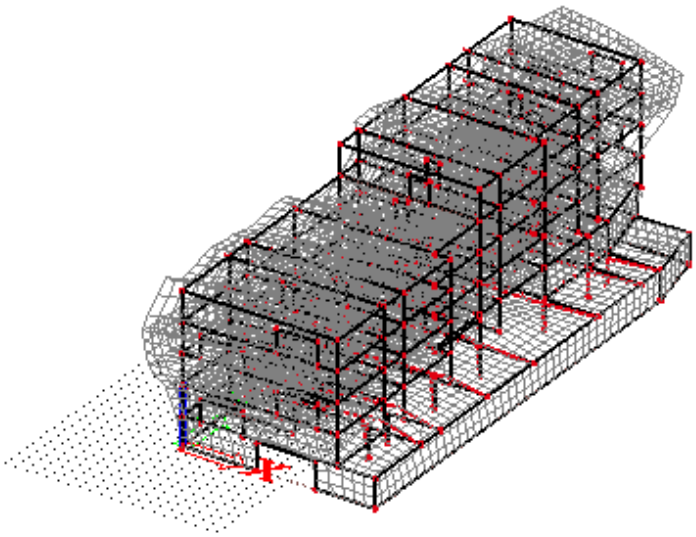
9.1.2. Grafički prikaz deformacije usljed nekoliko modova osciliranja



Slika 9.2 Translacija u smjeru globalne osi y; mod 1;T=0.2200 s



Slika 9.3 Translacija u smjeru globalne osi x; mod 2;T=0.1057 s

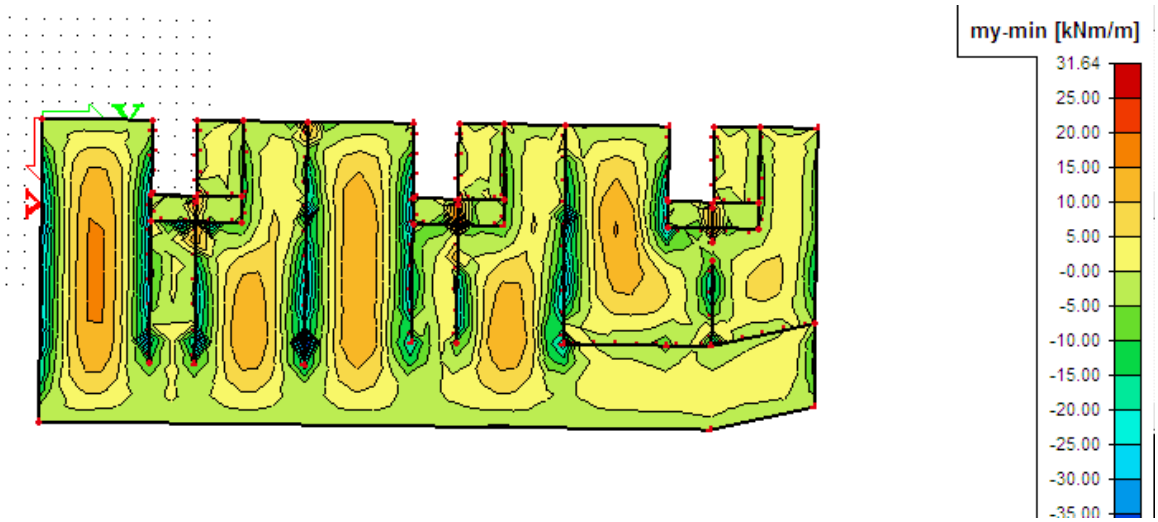


Slika 9.4 Torzija oko globalne osi z; mod 3;T=0.0844 s

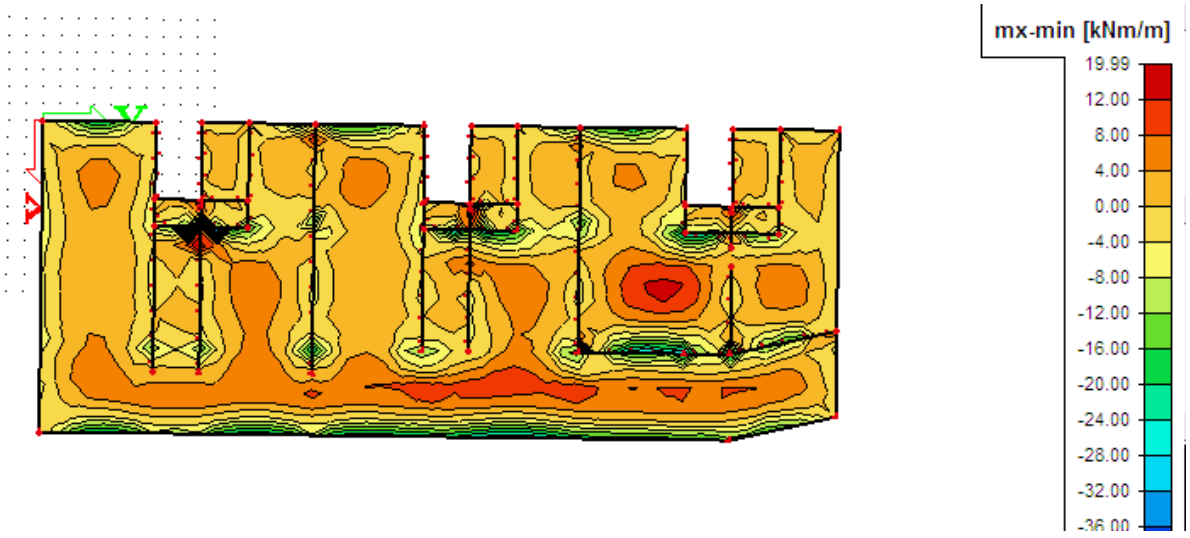
10. DIMENZIONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE

10.1. Proračun ploče iznad garaže

10.1.1.Rezultati proračuna

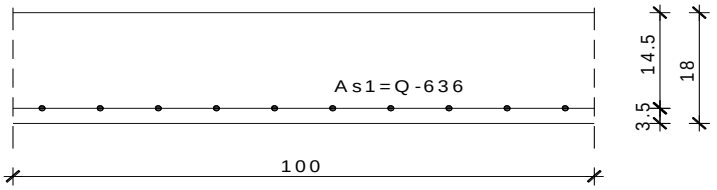


Slika 10.1 Momenti za proračun ploče prizemlja u polju, GSN-K5



Slika 10.2 Momenti za proračun ploče prizemlja na ležaju, GSN-K5

10.1.2.Dimenzioniranje na savijanje (d=18cm)



Postupak dimenzioniranja:

C30/37 $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1{,}5} = 20{,}0$ MPa; $f_{cd} = 2{,}00$ kN/cm^2

B 500B $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1{,}15} = 434{,}8$ MPa; $f_{yd} = 43{,}48$ kN/cm^2

b=100 cm; h=18 cm; d=14.5 cm

$\mu^*_{sds} = 0{,}159;\ \zeta \approx 0{,}9;\ \varepsilon_c/\varepsilon_s = 3{,}5/10$

$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0{,}159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd}$

$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd}$

$A_{s1,min} = 0{,}1\% \cdot b \cdot h = 0{,}001 \cdot 100 \cdot 18 = 1{,}8$ cm^2

$A_{s1,max} = 2{,}0\% \cdot b \cdot h = 0{,}02 \cdot 100 \cdot 18 = 36$ cm^2

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu mrežastu armaturu za dimenzije ploče prema prethodnoj slici:

Mreža	Površina A_{s1}	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
	[cm^2/m']	[kNm]	[kNm]	%
R/Q - 503	5,03	66,86	28,55	0,35
R/Q - 636	6,36	66,86	36,10	0,44
R/Q - 785	7,85	66,86	44,56	0,54

Sva armatura je veća od minimalne i manja od maksimalne. Zbog preraspodjele kod dugotrajnih efekata armaturu u polju uvijek birati veću od izračunate, a armaturu na ležajevima u skladu s izračunatom. Skica armature prikazana je u grafičkim prilozima. Ako se u obzir uzmu i preklopi ≥40 cm:

Mreža	Površina A_{s1}	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
	[cm^2/m']	[kNm]	[kNm]	%
R/Q - 503	5,94	66,86	33,75	0,41
R/Q - 636	7,52	66,86	42,67	0,52
R/Q - 785	9,28	66,86	52,66	0,64

Armatura ploče gornja zona: R-636

10.1.3.Kontrola pukotina

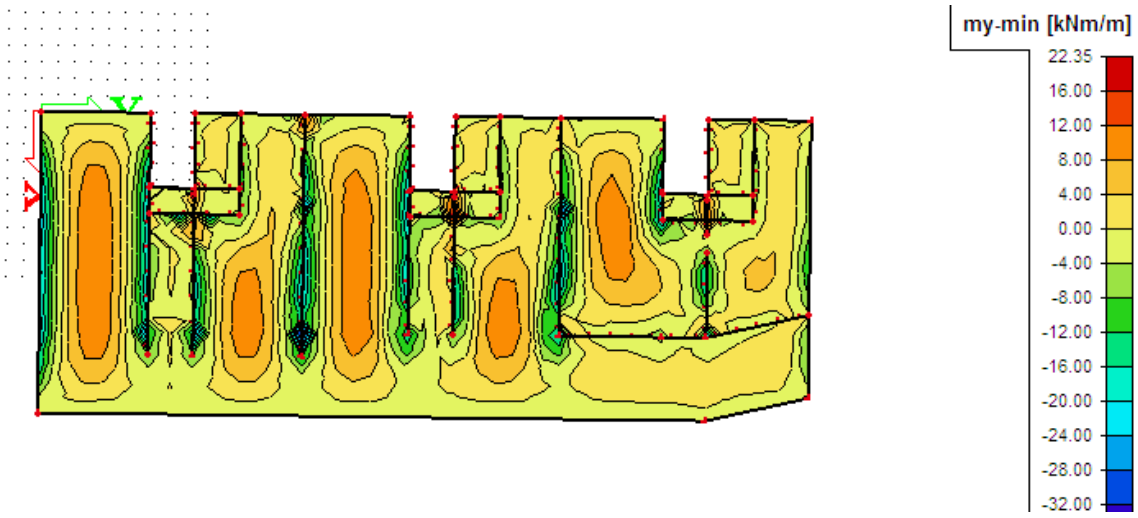
Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja

$(e = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot q)$.

Granična vrijednost širine pukotine: $w_g = 0.3 \text{ mm}$ (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

$$w_k = S_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{sm}) \leq w_g$$



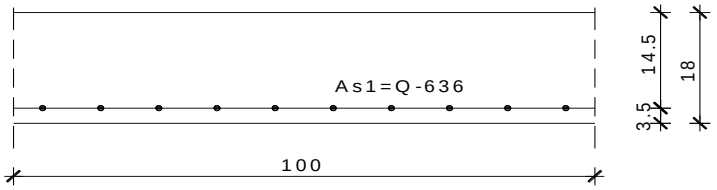
Slika 10.3 Maximalni momenti savijanja za proračun ploče nad garažom za kombinaciju GSU-K1

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju: M_{Ed}=22.35 kNm

Armatura ploče donja zona: Q-636, preklop ≥ 40 cm

($A_{s1} = 6,36 \cdot \frac{220+40}{220}$ =7,52 cm^2/m).

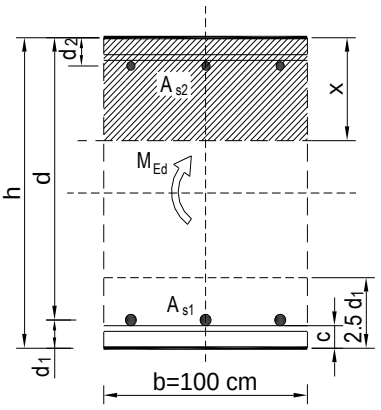
Skica armature u polju:



Slika 10.4. Skica armature ploče u polju

b =	100,0	cm	d =	14,5	cm	h =	18,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	7,52	cm^2	A_{s2} =	0,00	cm^2	$d_1 = d_2$ =	3,5	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,80	GN/m^2	$_e = E_s/E_{cm}$ =	6,10	
M_{Ed} =	22,4	kNm	k_t =	0,40				
s_s =	221,34	MN/m^2						
x =	3,22	cm	$r_{p,eff}$ =	0,0086				
$(e_{sm}-e_{cm})$ =	0,000397	<	$0.6 \cdot s_s/E_s$ =	0,000664				
Ø =	9,0	mm	c =	3,00	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	280,03	mm						

$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm})$ = 0,186 mm < w_g



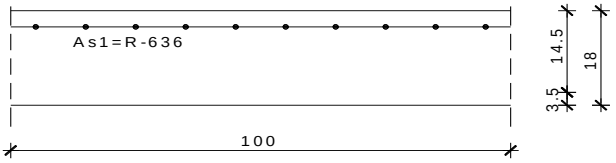
→ Pukotine zadovoljavaju!

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju: M_{Ed}= 32,00 kNm

Armatura ploče gornja zona: R-636, preklop ≥ 100 cm

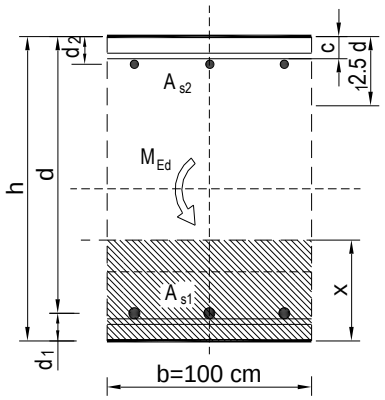
($A_{s1} = 6,36 \cdot \frac{220+100}{220}$ =9,25 cm^2/m).

Skica armature na ležaju:



Slika10.5. Skica armature ploče na ležaju

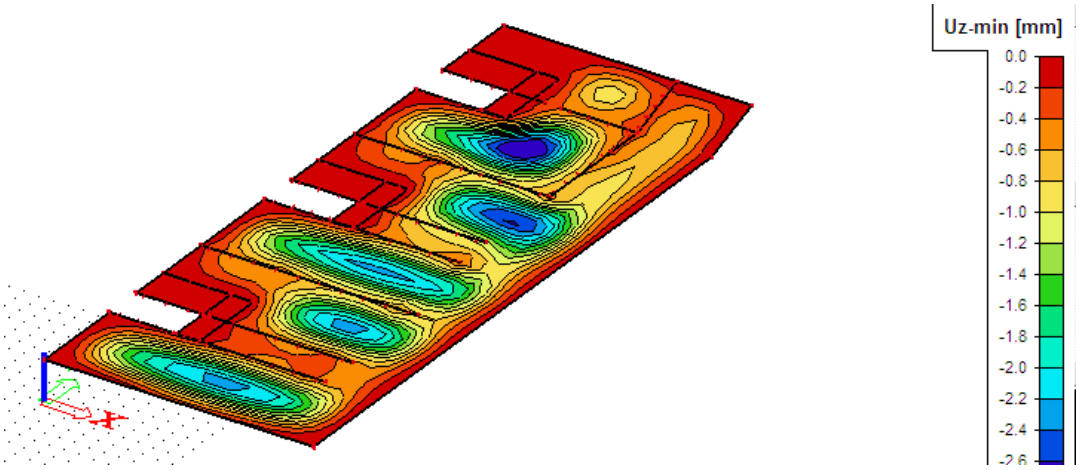
b =	100,0	cm	d =	14,5	cm	h =	18,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	9,25	cm^2	A_{s2} =	0,00	cm^2	$d_1 = d_2$ =	3,5	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,80	GN/m^2	$_e = E_s/E_{cm}$ =	6,10	
M_{Ed} =	32,0	kNm	k_t =	0,40				
s_s =	259,59	MN/m^2						
x =	3,52	cm	$r_{p,eff}$ =	0,0106				
$(e_{sm}-e_{cm})$ =	0,000715	<	$0.6 \cdot s_s/E_s$ =	0,000779				
Ø =	9,0	mm	c =	3,00	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	246,73	mm						
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm})$ =	0,192	mm	<	w_g				



Pukotine zadovoljavaju!

10.1.4.Kontrola progiba

Progibi ploča su također dobiveni kroz numerički model. Također se koriste rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($q = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot p$).



Slika 10.6 Maximalni progib za ploču nad garažom za kombinaciju GSU-K1

Progib ploče iznad garaže

Granična vrijednost progiba ploče u polju: $f_{p,dop} = \frac{l_g}{400} = \frac{620}{400} = 1.55 \text{ cm}$

Granični progib:

$$v_{tot} = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_{tot}}$$

$$M_{Ed} = 22.35 \; kNm$$

$k = \frac{5}{48} \cdot (1 - 0.1\beta) = 0.073$ koeficijent ovisan o statičkom sustavu i opterećenju

$l = 620$ cm raspon elementa

$$\frac{1}{r_{tot}} = \frac{1}{r_m} + \frac{1}{r_{csm}}$$

r_{tot} ukupna zakrivljenost elementa

r_m zakrivljenost zbog opterećenja i puzanja

r_{csm} zakrivljenost zbog skupljanja

$E_{cm} = 9500 \cdot (f_{ck} + 8)^{\frac{1}{3}} = 9500 \cdot (30 + 8)^{\frac{1}{3}} \approx 32000 \text{N/mm}^2$ modul elastičnosti betona

$E_s = 200000\ N/mm^2$ modul elastičnosti čelika

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200000}{32000} = 6,25$$

omjer modula elastičnosti čelika i betona

$$I_I = I_p + \alpha_e \cdot \left[A_{s1} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_2 \right)^2 + A_{s2} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1 \right)^2 \right]$$

moment tromosti za neraspucano stanje

$$I_I = 48600 + 6.25 \cdot \left[7.52 \cdot \left(\frac{18}{2} - 3.5 \right)^2 + 0.00 \cdot \left(\frac{18}{2} - 3.5 \right)^2 \right] = 50022\ \text{cm}^4$$

$$\frac{1}{r_I} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_I} = \frac{2235}{3200 \cdot 50022} = 0,000014\ \frac{1}{\text{cm}}$$

$$x = \frac{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2bd}{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}} \right) = 3.25\ cm$$

položaj neutralne osi

$$I_{II} = \frac{b \cdot x^3}{12} + b \cdot x \cdot \left(\frac{x}{2} \right)^2 + \alpha_e \cdot \left[A_{s1} \cdot (d - x)^2 + A_{s2} \cdot (x - d_2)^2 \right]$$

moment tromosti za raspucalo stanje

$$I_{II} = \frac{100 \cdot 3.25^3}{12} + 100 \cdot 3.25 \cdot \left(\frac{3.25}{2} \right)^2 + 6.25 \cdot \left[7.52 \cdot (14.5 - 3.25)^2 + 0.00 \cdot (3.25 - 3.5)^2 \right]$$

$$I_{II} = 7092.71\ \text{cm}^4$$

$$\frac{1}{r_{II}} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_{II}} = \frac{22.35 \cdot 100}{3200 \cdot 7092.71} = 0.0000985\ \frac{1}{cm}$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_s} \quad ; \quad M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{b \cdot h^2}{6} \quad ; \quad f_{ctm} \approx 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} \quad ; \quad f_{ck} = 30.0\ MPa$$

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} = 0.3 \cdot (30.0)^{2/3} = 2,9\ MPa$$

$$M_{cr} = 0.29 \cdot \frac{100 \cdot 18^2}{6} = 1566 kN cm = 15,66 kN m$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_s} \approx \frac{M_{cr}}{\left(d - \frac{x}{3} \right) \cdot A_s} = \frac{1566}{\left(14.5 - \frac{3.25}{3} \right) \cdot 7.52} = 15.52\ \frac{kN}{cm^2} = 155.2\ MPa$$

$$\sigma_{s1} = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{sd}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}} = \frac{22.35 \cdot 100}{\left(15 - \frac{3.25}{3}\right) \cdot 7.52} = 21.36 \frac{kN}{cm^2} = 213.6\ MPa$$

$$\frac{1}{r_I} = 0,000014 \ \frac{1}{\text{cm}}$$

$$\frac{1}{r_{II}} = 0,0000985 \frac{1}{cm}$$

$$\zeta = \left[1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right]$$ koeficijent raspodjele

$\beta_1 = 1$ koeficijent koji uzima u obzir vrstu armature

$\beta_2 = 0,5$ koeficijent koji uzima u obzir trajanje opterećenja

$$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2$$

$$\zeta = \left[1 - 1.0 \cdot 0.5 \cdot \left(\frac{155.2}{213.6}\right)^2\right] = 0.74$$

$$\frac{1}{r_m} = \zeta \cdot \frac{1}{r_I} + (1 - \zeta) \cdot \frac{1}{r_{II}} = 0.74 \cdot 0.000014 + (1 - 0.74) \cdot 0,0000985 = 0.000036 \ \frac{1}{cm}$$

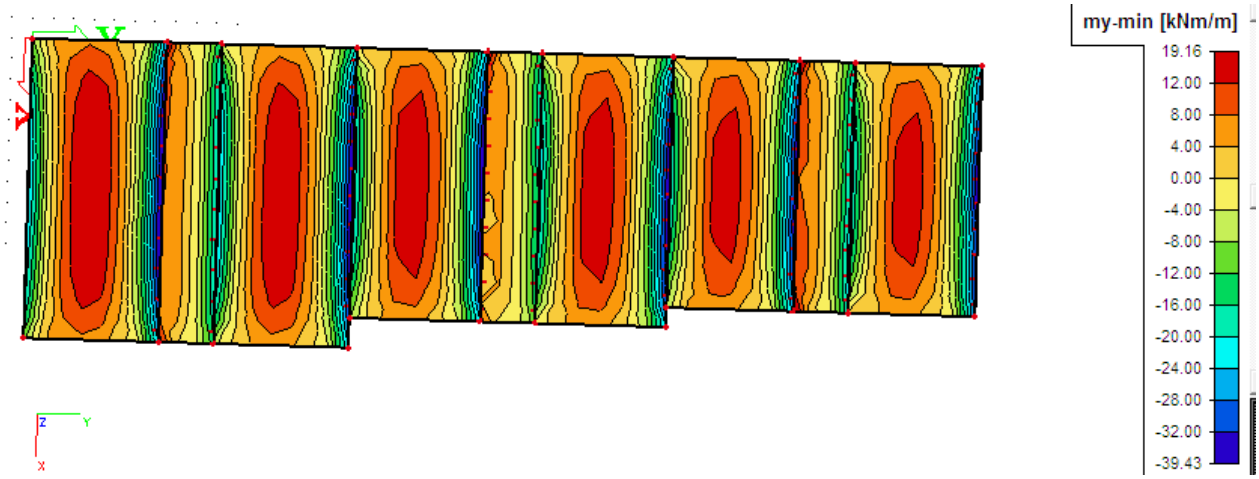
$$v_{tot} = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_{tot}} = 0.073 \cdot 620^2 \cdot 0.000036 = 1.01 \text{ cm} < v_{\lim} = 1.55 \text{ cm}$$

Odabrane dimezije ploče i armature zadovoljavaju u pogledu progiba!

Iz estetskih razloga svim pločama pri izradi dati nadvišenje od 1.0 cm u sredini.

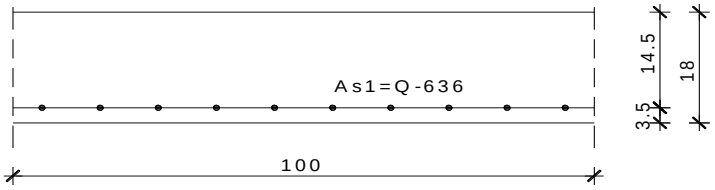
10.2. Proračun ploče 2. kata

10.2.1.Rezultati proračuna



Slika 10.7 Momenti za proračun ploče 2.kata na ležaju i u polju, GSN-K5

10.2.2.Dimenzioniranje na savijanje (d=18cm)



Postupak dimenzioniranja:

C30/37 $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1{,}5} = 20{,}0$ MPa; $f_{cd} = 2{,}00$ kN/cm^2

B 500B $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1{,}15} = 434{,}8$ MPa; $f_{yd} = 43{,}48$ kN/cm^2

b=100 cm; h=18 cm; d=14.5 cm

$\mu^*_{sds} = 0{,}159;\ \zeta \approx 0{,}9;\ \varepsilon_c/\varepsilon_s = 3{,}5/10$

$M_{Rd,c,lim} = \mu_{Rd,lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0{,}159 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd}$

$M_{Rd,s,lim} = A_s \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd}$

$A_{s1,min} = 0{,}1\% \cdot b \cdot h = 0{,}001 \cdot 100 \cdot 18 = 1{,}8$ cm^2

$A_{s1,max} = 2{,}0\% \cdot b \cdot h = 0{,}02 \cdot 100 \cdot 18 = 36$ cm^2

U sljedećoj tablici prikazani su ultimativni momenti nosivosti za odabranu mrežastu armaturu za dimenzije ploče prema prethodnoj slici:

Mreža	Površina A_{s1}	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
	[cm^2/m']	[kNm]	[kNm]	%
R/Q - 503	5,03	6,44	8,86	1,12
R/Q - 636	6,36	6,44	11,20	1,41
R/Q - 785	7,85	6,44	13,83	1,74

Sva armatura je veća od minimalne i manja od maksimalne. Zbog preraspodjele kod dugotrajnih efekata armaturu u polju uvijek birati veću od izračunate, a armaturu na ležajevima u skladu s izračunatom. Skica armature prikazana je u grafičkim prilozima. Ako se u obzir uzmu i preklopi ≥40 cm:

Mreža	Površina A_{s1}	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
	[cm^2/m']	[kNm]	[kNm]	%
R/Q - 503	5,94	66,86	33,75	0,41
R/Q - 636	7,52	66,86	42,67	0,52
R/Q - 785	9,28	66,86	52,66	0,64

Armatura ploče gornja zona: R-636

10.2.3.Kontrola pukotina

Mjerodavni momenti u ploči su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja

$(e = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot q)$.

Granična vrijednost širine pukotine: $w_g = 0.3$ mm (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

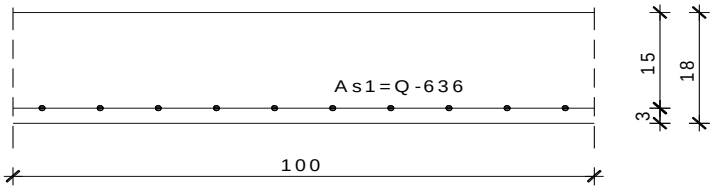
$$w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{sm}) \leq w_g$$

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju: M_{Ed}=19,16 kNm

Armatura ploče donja zona: Q-636, preklop ≥ 40 cm

($A_{s1} = 6,36 \cdot \frac{220 + 40}{220}$ =7,52 cm^2/m).

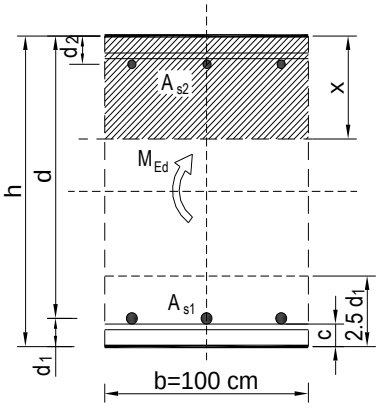
Skica armature u polju:



Slika10.8.. Skica armature ploče u polju

b =	100,0	cm	d =	14,5	cm	h =	18,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	7,52	cm^2	A_{s2} =	0,00	cm^2	$d_1 = d_2$ =	3,5	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,80	GN/m^2	$_e = E_s/E_{cm}$ =	6,10	
M_{Ed} =	19,2	kNm	k_t =	0,40				
s_s =	189,75	MN/m^2						
x =	3,22	cm	$r_{p,eff}$ =	0,0086				
$(e_{sm}-e_{cm})$ =	0,000239	<	$0.6 \cdot s_s/E_s$ =	0,000569				
Ø =	9,0	mm	c =	3,00	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	280,03	mm						

$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm})$ = 0,159 mm < w_g



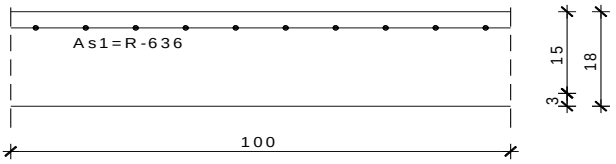
→ Pukotine zadovoljavaju!

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju: M_{Ed}= 39,43 kNm

Armatura ploče gornja zona: R-636, preklop ≥ 100 cm

($A_{s1} = 6,36 \cdot \frac{220+100}{220}$ =9,25 cm^2/m).

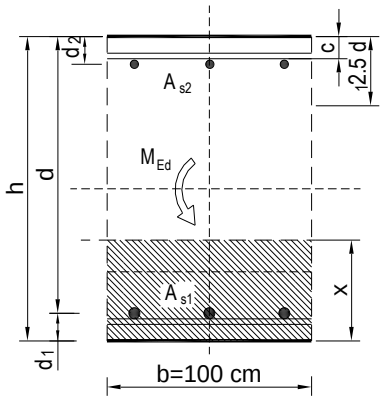
Skica armature na ležaju:



Slika10.9. Skica armature ploče na ležaju

b =	100,0	cm	d =	14,5	cm	h =	18,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	9,25	cm^2	A_{s2} =	0,00	cm^2	$d_1 = d_2$ =	3,5	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,80	GN/m^2	$_e = E_s/E_{cm}$ =	6,10	
M_{Ed} =	32,0	kNm	k_t =	0,40				
s_s =	259,59	MN/m^2						
x =	3,52	cm	$r_{p,eff}$ =	0,0106				
$(e_{sm}-e_{cm})$ =	0,000715	<	$0.6 \cdot s_s/E_s$ =	0,000779				
Ø =	9,0	mm	c =	3,00	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	246,73	mm						

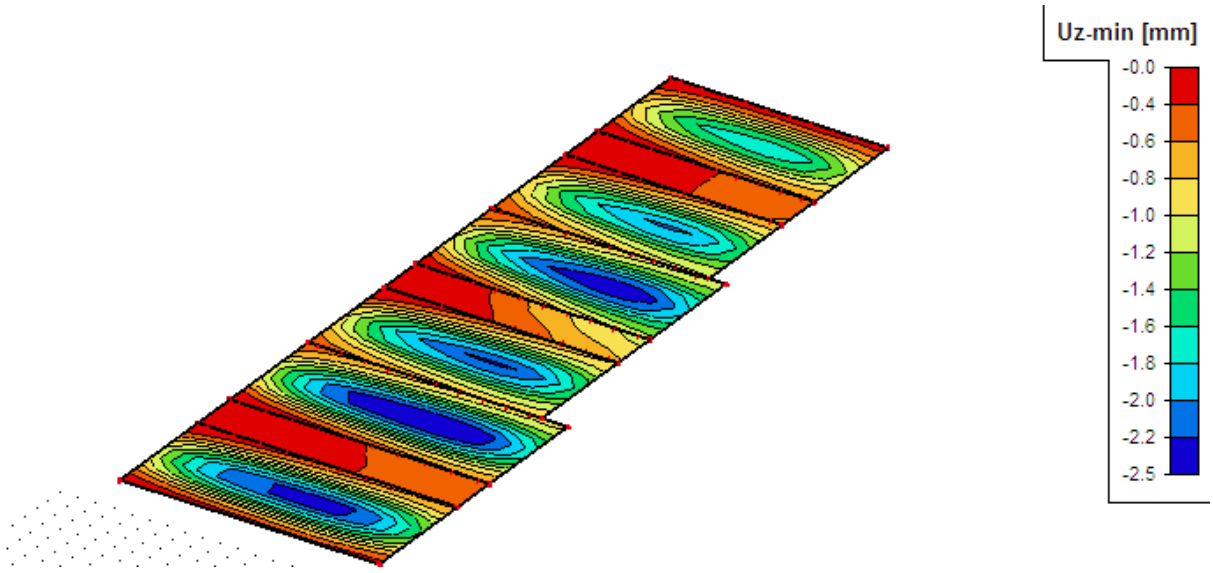
$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm}-e_{cm})$ = 0,192 mm < w_g



Pukotine zadovoljavaju!

10.2.4.Kontrola progiba

Progibi ploča su također dobiveni kroz numerički model. Također se koriste rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($q = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot p$).



Slika 10.11 Maximalni progib za ploče katova za kombinaciju GSU-K3

a)Progib ploče katova

Granična vrijednost progiba ploče u polju: $f_{p,dop} = \frac{l_g}{400} = \frac{660}{400} = 1.65 \text{ cm}$

Granični progib:

$$v_{tot} = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_{tot}}$$

$$M_{Ed} = 19{,}16 \; kNm$$

$k = \frac{5}{48} \cdot (1 - 0.1\beta) = 0.073$ koeficijent ovisan o statičkom sustavu i opterećenju

$l = 660$ cm raspon elementa

$$\frac{1}{r_{tot}} = \frac{1}{r_m} + \frac{1}{r_{csm}}$$

r_{tot} ukupna zakrivljenost elementa

r_m zakrivljenost zbog opterećenja i puzanja

r_{csm} zakrivljenost zbog skupljanja

$E_{cm} = 9500 \cdot (f_{ck} + 8)^{\frac{1}{3}} = 9500 \cdot (30 + 8)^{\frac{1}{3}} \approx 32000 \text{N/mm}^2$ modul elastičnosti betona

$E_s = 200000\ N/mm^2$ modul elastičnosti čelika

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200000}{32000} = 6,25$$

omjer modula elastičnosti čelika i betona

$$I_I = I_p + \alpha_e \cdot \left[A_{s1} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_2 \right)^2 + A_{s2} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1 \right)^2 \right]$$

moment tromosti za neraspucano stanje

$$I_I = 48600 + 6,25 \cdot \left[7.52 \cdot \left(\frac{18}{2} - 3.5 \right)^2 + 0.00 \cdot \left(\frac{18}{2} - 3.5 \right)^2 \right] = 50022\ \text{cm}^4$$

$$\frac{1}{r_I} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_I} = \frac{1916}{3200 \cdot 50292} = 0,000012\ \frac{1}{\text{cm}}$$

$$x = \frac{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2bd}{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}} \right) = 3.25\,cm$$

položaj neutralne osi

$$I_{II} = \frac{b \cdot x^3}{12} + b \cdot x \cdot \left(\frac{x}{2} \right)^2 + \alpha_e \cdot \left[A_{s1} \cdot (d - x)^2 + A_{s2} \cdot (x - d_2)^2 \right]$$

moment tromosti za raspucalo stanje

$$I_{II} = \frac{100 \cdot 3.25^3}{12} + 100 \cdot 3.25 \cdot \left(\frac{3.25}{2} \right)^2 + 6.25 \cdot \left[7.52 \cdot (14.5 - 3.25)^2 + 0,00 \cdot (3.25 - 3.5)^2 \right]$$

$$I_{II} = 7092.71\ \text{cm}^4$$

$$\frac{1}{r_{II}} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_{II}} = \frac{19.16 \cdot 100}{3200 \cdot 7092.71} = 0,0000844\ \frac{1}{cm}$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_s} \quad ; \quad M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{b \cdot h^2}{6} \quad ; \quad f_{ctm} \approx 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} \quad ; \quad f_{ck} = 30.0\ MPa$$

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} = 0.3 \cdot (30.0)^{2/3} = 2,9\ MPa$$

$$M_{cr} = 0.29 \cdot \frac{100 \cdot 18^2}{6} = 1566 kN cm = 15,66 kN m$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_s} \approx \frac{M_{cr}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_s} = \frac{1566}{\left(14.5 - \frac{3.25}{3}\right) \cdot 7.52} = 15.52 \frac{kN}{cm^2} = 155.2\ MPa$$

$$\sigma_{s1} = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{sd}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}} = \frac{19,16 \cdot 100}{\left(14.5 - \frac{3,25}{3}\right) \cdot 7.52} = 16.22 \frac{kN}{cm^2} = 162.2\ MPa$$

$$\frac{1}{r_I} = 0,000012 \ \frac{1}{\text{cm}}$$

$$\frac{1}{r_{II}} = 0,0000844 \frac{1}{cm}$$

$$\zeta = \left[1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right]$$ koeficijent raspodjele

$\beta_1 = 1$ koeficijent koji uzima u obzir vrstu armature

$\beta_2 = 0,5$ koeficijent koji uzima u obzir trajanje opterećenja

$$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2$$

$$\zeta = \left[1 - 1.0 \cdot 0.5 \cdot \left(\frac{155.2}{162.2}\right)^2\right] = 0.54$$

$$\frac{1}{r_m} = \zeta \cdot \frac{1}{r_I} + (1 - \zeta) \cdot \frac{1}{r_{II}} = 0.54 \cdot 0.000012 + (1 - 0.54) \cdot 0,0000844 = 0.000045 \frac{1}{cm}$$

$$\nu_{tot} = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_{tot}} = 0.073 \cdot 660^2 \cdot 0.000045 = 1.43 \text{ cm} < \nu_{\lim} = 1.55 \text{ cm}$$

Odabrane dimezije ploče i armature zadovoljavaju u pogledu progiba!

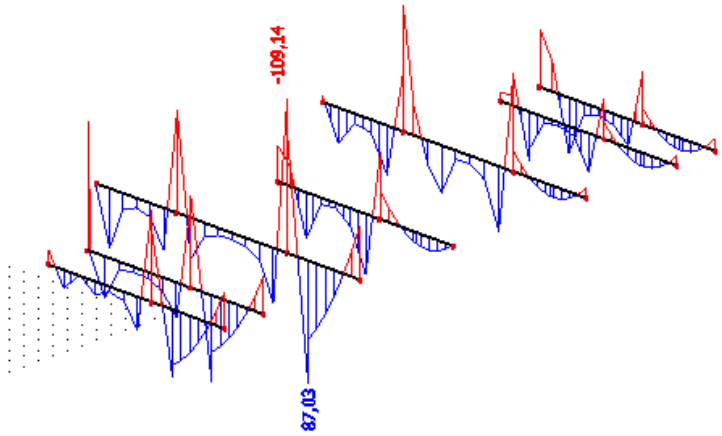
Iz estetskih razloga svim pločama pri izradi dati nadvišenje od 1.0 cm u sredini.

10.3 Proračun greda - greda 30x60 cm (polje i ležajevi)

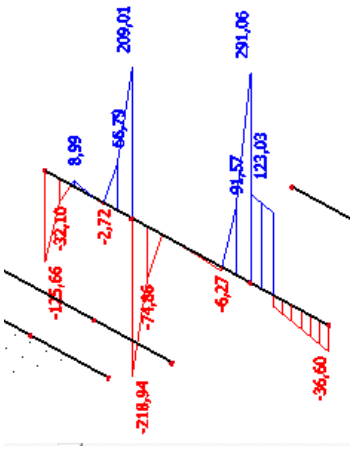
Grede su, kako je ranije naglašeno, modelirane zajedno s pločom računalnim programom "Scia Engineer 2015".

10.3.1.Rezultati proračuna

Proračun je proveden za više kombinacija, dok je prikazan samo rezultat kritične kombinacije.



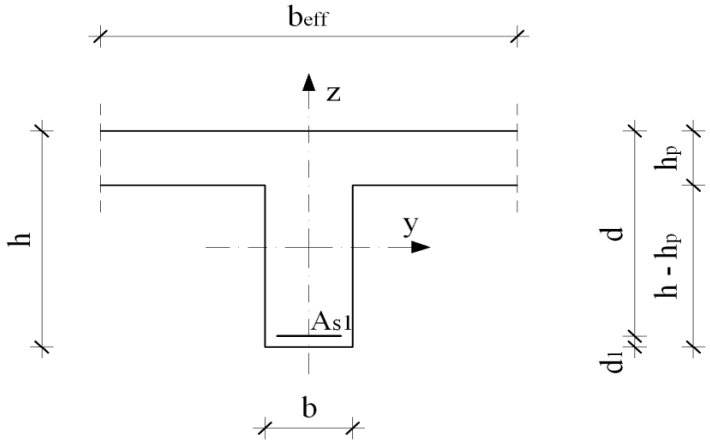
Slika 10.12 Maximalni moment savijanja My za kombinaciju K5 za grede 30x60 cm



Slika 10.13 Maximalna poprečna sila za kombinaciju K5za grede 30x60 cm

Proračun greda 30x60cm na savijanje

Postupak dimenzioniranja:



b =30.0 cm

h =60.0 cm

h_p=18.0cm

d_1= 5.0 cm

d =h – d_1=55.0 cm

b_{eff}=b+(l_0×l_y)÷ 5.0=30+(0.7 ×750)÷ 5.0 =135cm

$$M_{Ed} = 109,14 kNm$$

C 30/37 $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5}$ = 20.0 MPa; f_{cd} = 2.0 kN/cm^2

B 500B $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15}$ = 435 MPa; f_{yd} = 43.5 kN/cm^2

$$\mu^*_{sds} = 0.159; \quad \zeta \approx 0.892 \quad \varepsilon_c / \varepsilon_s = 3.5/10.0$$

$$M_{Rd,c,\lim} = \mu^*_{sds}\, b\, d^2\, f_{cd} = 0.159 \cdot b\, d^2\, f_{cd}$$

$$M_{Rd,s,\lim s} = A_s\, \zeta\, d\, f_{yd}$$

$$A_{s1,min} = 0.1\%\, b\, h = 0.001 \cdot 30 \cdot 60 = 1.8\ cm^2$$

$$A_{s1,max} = 2.0\%\, b\, h = 0.020 \cdot 30 \cdot 60 = 36.0\ cm^2$$

U tablici su prikazani ultimativni momenti nosivosti za odabranu šipkastu armaturu, grede 30x60cm:

Šipke	Površina A_{s1}	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
	[cm^2/m']	[kNm]	[kNm]	%
3Ø 22	11,40	343,44	267,88	0,63
3Ø 18	7,63	343,44	179,23	0,42
3Ø 12	3,39	343,44	79,63	0,19

U prilozima numeričkog proračuna prikazani su momenti savijanja za svaku gredu i za svaki smjer. Odabrana armatura za sve grede i skica armiranja greda prikazani su u grafičkim prilozima.

Proračun greda na poprečnu silu - greda 30x60 cm

C 30/37

f_{cd}=30/1.5=20.0 MPa

τ_{Rd}=0.34 MPa

Računske poprečne sile:

$V_{Ed,max}$= 291,06 kN

$$V_{Rd,C} = \left[C_{Rd} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$uz\ uvjet \qquad V_{Rd,c} \geq (\nu_{\min} + k_{1\cdot} \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$gdje\ je$$

$$C_{Rdc} = 0{,}18 / \gamma_c = 0{,}18 / 1{,}5 = 0{,}12$$

$$b_w = 30.0\ cm$$

$$d = 55.0\ cm$$

$$k = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{550}} = 1.603 \leq 2$$

$$k_1 = 0.15$$

$$\sum A_s = 7.63\, cm^2$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{b_w d} = \frac{7.63}{1650} = 0.005 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N}{A_c} = 0.0\ MPa \quad \leq 0.2\, f_{cd} = 4.0\ MPa$$

$$\nu_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.420$$

$$V_{Rd,C} = \left[C_{Rd} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,C} = \left[0.12 \cdot 1.603 \cdot (100 \cdot 0.005 \cdot 30)^{1/3} + 0.15 \cdot 0.0 \right] \cdot 300 \cdot 550 = 78.28\ kN$$

$$V_{Rd,c} \geq (\nu_{\min} + k_{1\cdot} \cdot \sigma_{cp}) b_w \cdot d = (0.420 + 0.15 \cdot 0.0) \cdot 300 \cdot 550 = 69.30\ kN$$

$$V_{Rd,\max} = 0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d$$

$$\nu = 0.6 \cdot (1 - \frac{f_{ck}}{250}) = 0.6 \cdot (1 - \frac{35}{250}) = 0.516$$

$$V_{Rd,\max} = 0.5 \cdot 0.516 \cdot 30.00 \cdot 300 \cdot 550 = 1277.10 kN$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd2}} \approx \frac{291.06}{1277.10} = 0.23$$

$$s_w = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{Es}} = \frac{2 \cdot 0.79 \cdot 43.48 \cdot 0.9 \cdot 55}{291.06} = 11.68\ cm$$

Odabrane minimalne spone: **Ø10/10 cm** (A_{sw}=0.79 cm^2)

Kontrola pukotina

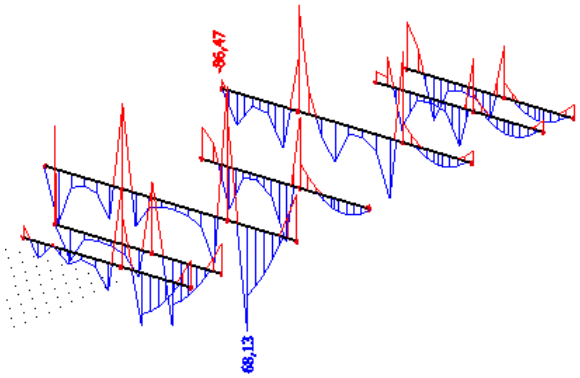
Mjerodavni momenti u gredama 30x60cm su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja

$(e = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot q)$.

Granična vrijednost širine pukotine: $w_g = 0.3 \text{ mm}$ (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

$$w_k = S_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{sm}) \leq w_g$$



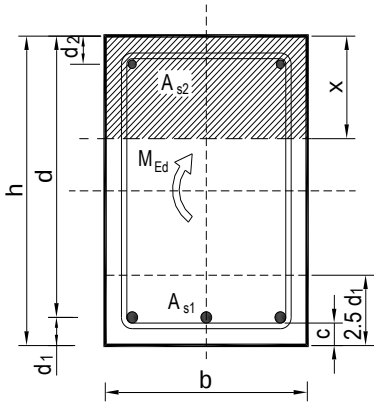
Slika10.14. Maximalni moment savijanja My za kombinaciju GSU-K2 za grede 30x60cm

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju: M_{Ed}=68.13 kNm

Armatura grede3Ø16 $A_{s1} = 6.03 cm^2$

b =	30,0	cm	d =	55,0	cm	h =	60,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	6,03	cm^2	A_{s2} =	0,00	cm^2	$d_1 = d_2$ =	5,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,80	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,10	
M_{Ed} =	68,1	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	219,32	MN/m^2						
x =	10,45	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0161				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,000701	>	$0.6\cdot\sigma_s/E_s$ =	0,000658				
Ø =	16,0	mm	c =	2,50	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	254,15	mm						

$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ = 0,178 mm < w_g



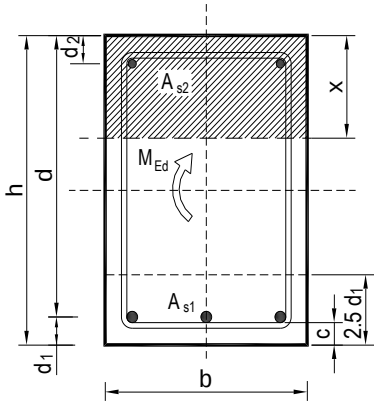
→ Pukotine zadovoljavaju!

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju: M_{Ed}=86.47 kNm

Armatura grede 3Ø18 $A_{s1} = 7.63 cm^2$

b =	30,0	cm	d =	55,0	cm	h =	60,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	7,63	cm^2	A_{s2} =	0,00	cm^2	$d_1 = d_2$ =	5,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,80	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,10	
M_{Ed} =	86,5	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	221,64	MN/m^2						
x =	11,60	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0203				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	0,000788	>	$0.6\cdot\sigma_s/E_s$ =	0,000665				
Ø =	18,0	mm	c =	2,50	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	235,39	mm						

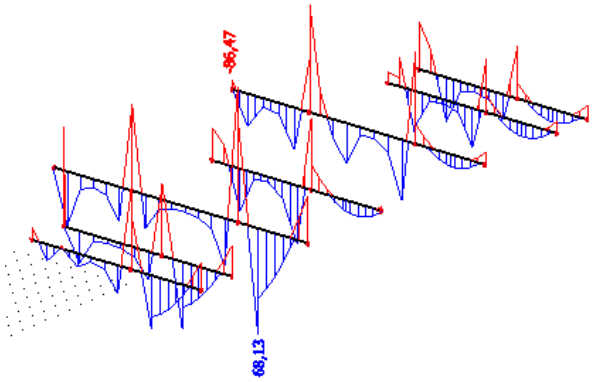
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ = 0,186 mm < w_g



→ Pukotine zadovoljavaju!

Kontrola progiba

Progibi ploča su također dobiveni kroz numerički model. Također se koriste rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($q = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot p$).



Slika10.15. Maximalni moment savijanja My za kombinaciju GSU-K2 za grede 30x60

Granična vrijednost progiba grede u polju: $f_{p,dop} = \frac{l_g}{250} = \frac{750}{250} = 3.0 \text{ cm}$

Granični progib:

$$v_{tot} = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_{tot}}$$

$$M_{Ed} = 68.13 kNm$$

$k = \frac{5}{48} \cdot (1 - 0.1\beta) = 0.1$ koeficijent ovisan o statičkom sustavu i opterećenju

$l = 750$ cm raspon elementa

$$\frac{1}{r_{tot}} = \frac{1}{r_m} + \frac{1}{r_{csm}}$$

r_{tot} ukupna zakrivljenost elementa

r_m zakrivljenost zbog opterećenja i puzanja

r_{csm} zakrivljenost zbog skupljanja

$E_{cm} = 9500 \cdot (f_{ck} + 8)^{\frac{1}{3}} = 9500 \cdot (30 + 8)^{\frac{1}{3}} \approx 32000 \text{N/mm}^2$ modul elastičnosti betona

$E_s = 200000\ N/mm^2$ modul elastičnosti čelika

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200000}{32000} = 6,25$$

omjer modula elastičnosti čelika i betona

$$I_I = I_p + \alpha_e \cdot \left[A_{s1} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_2 \right)^2 + A_{s2} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1 \right)^2 \right]$$

moment tromosti za neraspucano stanje

$$I_I = 360000 + 6,25 \cdot \left[6.03 \cdot \left(\frac{60}{2} - 3 \right)^2 + 0.00 \cdot \left(\frac{60}{2} - 3 \right)^2 \right] = 387474.19\ \text{cm}^4$$

$$\frac{1}{r_I} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_I} = \frac{6813}{3200 \cdot 387474.19} = 0,00001\ \frac{1}{\text{cm}}$$

$$x = \frac{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2bd}{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}} \right) = 10.50cm$$

položaj neutralne osi

$$I_{II} = \frac{b \cdot x^3}{12} + b \cdot x \cdot \left(\frac{x}{2} \right)^2 + \alpha_e \cdot \left[A_{s1} \cdot (d - x)^2 + A_{s2} \cdot (x - d_2)^2 \right]$$

moment tromosti za raspucalo stanje

$$I_{II} = \frac{30 \cdot 10.50^3}{12} + 30 \cdot 10.50 \cdot \left(\frac{10.50}{2} \right)^2 + 6,25 \cdot \left[6.03 \cdot (55 - 10.50)^2 + 0,00 \cdot (10.50 - 3)^2 \right]$$

$$I_{II} = 86206.92\ \text{cm}^4$$

$$\frac{1}{r_{II}} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_{II}} = \frac{6813}{3200 \cdot 86206.92} = 0,0000247\ \frac{1}{cm}$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_s} \quad ; \quad M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{b \cdot h^2}{6} \quad ; \quad f_{ctm} \approx 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} \quad ; \quad f_{ck} = 30.0\ MPa$$

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} = 0.3 \cdot (30.0)^{2/3} = 2,9\ MPa$$

$$M_{cr} = 0.29 \cdot \frac{30 \cdot 60^2}{6} = 5220kNcm = 52.20kNm$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_s} \approx \frac{M_{cr}}{\left(d - \frac{x}{3} \right) \cdot A_s} = \frac{5220}{\left(55 - \frac{12}{3} \right) \cdot 6.03} = 19.97\ \frac{kN}{cm^2} = 199.7\ MPa$$

$$\sigma_{s1} = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{sd}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}} = \frac{8647}{\left(55 - \frac{10.50}{3}\right) \cdot 6.03} = 27.84 \frac{kN}{cm^2} = 278.4 MPa$$

$$\frac{1}{r_I} = 0,00001 \ \frac{1}{\text{cm}}$$

$$\frac{1}{r_{II}} = 0,0000247 \frac{1}{cm}$$

$$\zeta = \left[1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right]$$ koeficijent raspodjele

$\beta_1 = 1$ koeficijent koji uzima u obzir vrstu armature

$\beta_2 = 0,5$ koeficijent koji uzima u obzir trajanje opterećenja

$$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2$$

$$\zeta = \left[1 - 1.0 \cdot 0.5 \cdot \left(\frac{199.7}{278.4}\right)^2\right] = 0.74$$

$$\frac{1}{r_m} = \zeta \cdot \frac{1}{r_I} + (1 - \zeta) \cdot \frac{1}{r_{II}} = 0.74 \cdot 0.00001 + (1 - 0.74) \cdot 0,0000247 = 0.000014 \ \frac{1}{cm}$$

$$v_{tot} = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_{tot}} = 0.1 \cdot 750^2 \cdot 0.000014 = 0.788 \text{ cm} < v_{\lim} = 3 \text{ cm}$$

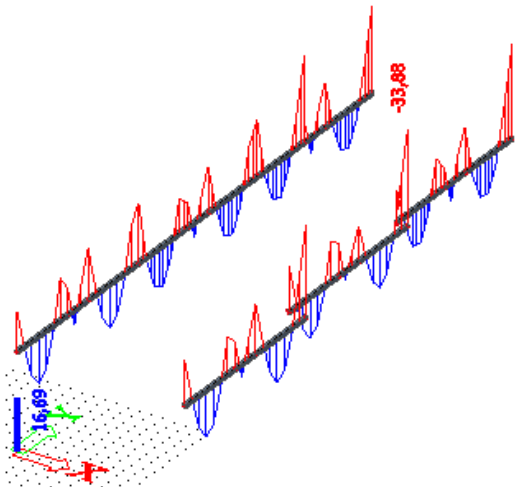
Odabrane dimezije grede i armature zadovoljavaju u pogledu progiba!

10.4 Proračun greda - greda 30x30 cm (polje i ležajevi)

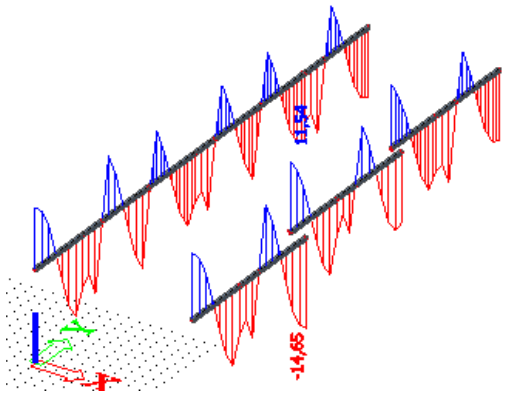
Grede su, kako je ranije naglašeno, modelirane zajedno s pločom računalnim programom "Scia Engineer 2015".

10.4.1 Rezultati proračuna

Proračun je proveden za više kombinacija, dok je prikazan samo rezultat kritične kombinacije za prvi kat.



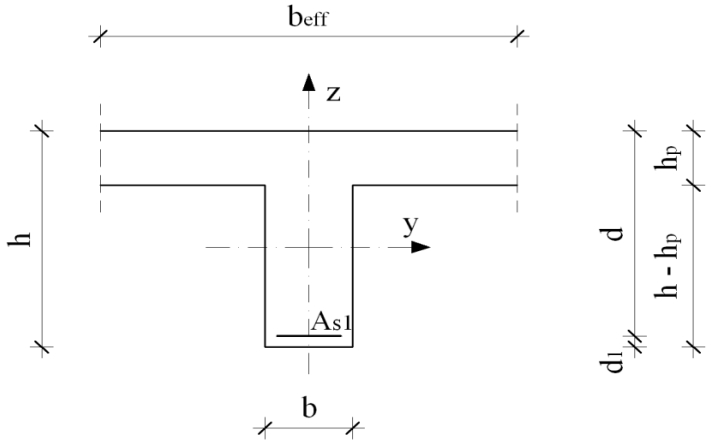
Slika 10.16 Maximalni moment savijanja My za kombinaciju K5 za grede 30x30



Slika 10.17 Maximalna poprečna sila za kombinaciju K5 za grede 30x30

Proračun greda 30x30cm na savijanje

Postupak dimenzioniranja:



b =30.0 cm

h =30.0 cm

h_p=18.0cm

d_1= 5.0 cm

d =h – d_1=25.0 cm

b_{eff}=b+(l_0×l_y)÷ 5.0=30+(0.7 ×660)÷ 5.0 =122.4cm

$M_{Ed} = 33.88 kNm$

C 30/37 $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20.0$ MPa; $f_{cd} = 2.0$ kN/cm^2

B 500B $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435$ MPa; $f_{yd} = 43.5$ kN/cm^2

$\mu^*_{sds} = 0.159; \quad \zeta \approx 0.892 \quad \varepsilon_c / \varepsilon_s = 3.5/10.0$

$M_{Rd,c,\lim} = \mu^*_{sds}\, b\, d^2\, f_{cd} = 0.159 \cdot b\, d^2\, f_{cd}$

$M_{Rd,s,\lim s} = A_s\, \zeta\, d\, f_{yd}$

$A_{s1,min} = 0.1\%\, b\, h = 0.001 \cdot 30 \cdot 30 = 0.9\ cm^2$

$A_{s1,max} = 2.0\%\, b\, h = 0.020 \cdot 30 \cdot 30 = 18.0\ cm^2$

U tablici su prikazani ultimativni momenti nosivosti za odabranu šipkastu armaturu, grede 30x60cm:

Šipke	Površina A_{s1}	Moment nosivosti betona $M_{Rd,c,lim}$	Moment nosivosti armature $M_{Rd,s,lim}$	Postotak armature
	[cm^2/m']	[kNm]	[kNm]	%
3Ø 22	11,40	85,86	133,94	1,27
3Ø 18	7,63	85,86	89,61	0,85
3Ø 12	3,39	85,86	39,82	0,38

U prilozima numeričkog proračuna prikazani su momenti savijanja za svaku gredu i za svaki smjer. Odabrana armatura za sve grede i skica armiranja greda prikazani su u grafičkim prilozima.

Proračun greda na poprečnu silu - greda 30x30 cm

C 30/37

f_{cd}=30/1.5=20.0 MPa

τ_{Rd}=0.34 MPa

Računske poprečne sile:

$V_{Ed,max}$= 14.55 kN

$$V_{Rd,C} = \left[C_{Rd} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$uz\ uvjet \qquad V_{Rd,c} \geq (v_{\min} + k_{1\cdot} \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$gdje\ je$$

$$C_{Rdc} = 0{,}18 / \gamma_c = 0{,}18 / 1{,}5 = 0{,}12$$

$$b_w = 30.0\ cm$$

$$d = 25.0\ cm$$

$$k = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{250}} = 1.89 \leq 2$$

$$k_1 = 0.15$$

$$\sum A_s = 7.63\, cm^2$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{b_w d} = \frac{7.63}{750} = 0.010 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N}{A_c} = 0.0\ MPa \quad \leq 0.2\, f_{cd} = 4.0\ MPa$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.420$$

$$V_{Rd,C} = \left[C_{Rd} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,C} = \left[0.12 \cdot 1.603 \cdot (100 \cdot 0.010 \cdot 30)^{1/3} + 0.15 \cdot 0.0 \right] \cdot 300 \cdot 250 = 44.83\ kN$$

$$V_{Rd,c} = 44.83 \geq (v_{\min} + k_{1\cdot} \cdot \sigma_{cp}) b_w \cdot d = (0.420 + 0.15 \cdot 0.0) \cdot 300 \cdot 250 = 31.50$$

Odabrane konstruktivne spone: **Ø10/30 cm** (A_{sw}=0.79 cm^2)

Kontrola pukotina

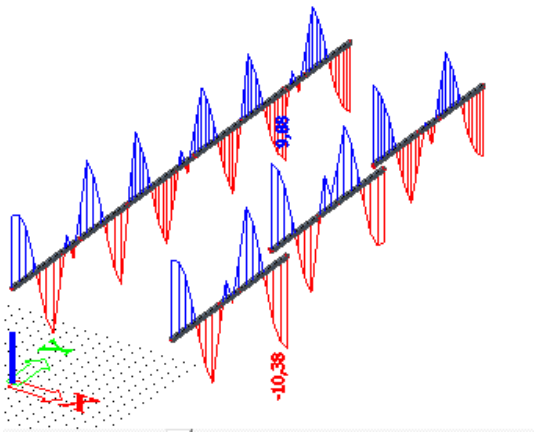
Mjerodavni momenti u gredama 30x30cm su dobiveni kroz numerički model. Koriste se rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja

($e = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot q$).

Granična vrijednost širine pukotine: $w_g = 0.3$ mm (EC-2)

Proračunska vrijednost širine pukotine: (EC-2):

$$w_k = S_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{sm}) \leq w_g$$



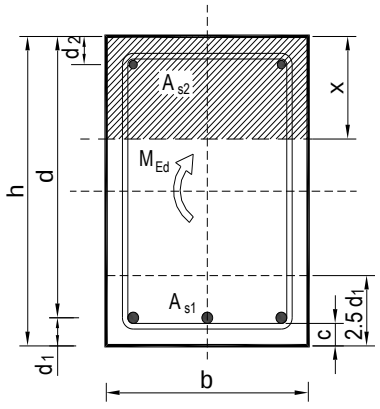
Slika10.18. Maximalni moment savijanja My za kombinaciju GSU-K2 za grede 30x30 cm

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment u polju: M_{Ed}=10.38 kNm

Armatura grede3Ø16 $A_{s1} = 6.03 cm^2$

b =	30,0	cm	d =	25,0	cm	h =	30,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	6,03	cm^2	A_{s2} =	0,00	cm^2	$d_1 = d_2$ =	5,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,80	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,10	
M_{Ed} =	10,4	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	75,61	MN/m^2						
x =	6,70	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0161				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	-0,000018	<	$0.6\cdot\sigma_s/E_s$ =	0,000227				
Ø =	16,0	mm	c =	2,50	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	254,15	mm						

$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ = 0,058 mm < w_g



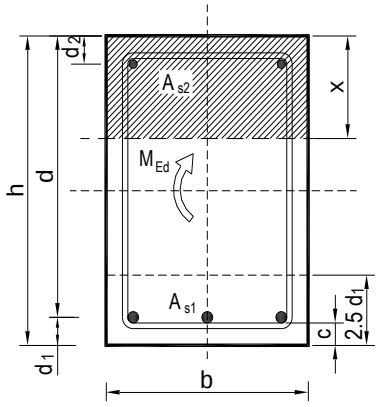
→ Pukotine zadovoljavaju!

Maksimalni eksploatacijski (radni) moment na ležaju: M_{Ed}=9.88 kNm

Armatura grede 3Ø18 $A_{s1} = 7.63 cm^2$

b =	30,0	cm	d =	25,0	cm	h =	30,0	cm
f_{ck} =	30,0	MN/m^2	f_{ctm} =	2,90	MN/m^2	w_g =	0,30	mm
A_{s1} =	7,63	cm^2	A_{s2} =	0,00	cm^2	$d_1 = d_2$ =	5,0	cm
E_s =	200,00	GN/m^2	E_{cm} =	32,80	GN/m^2	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,10	
M_{Ed} =	9,9	kNm	k_t =	0,40				
σ_s =	57,46	MN/m^2						
x =	7,39	cm	$\rho_{p,eff}$ =	0,0203				
$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ =	-0,000033	<	$0.6\cdot\sigma_s/E_s$ =	0,000172				
Ø =	18,0	mm	c =	2,50	cm			
k_1 =	0,8		k_2 =	0,50				
k_3 =	3,4		k_4 =	0,43				
$s_{r,max}$ =	235,39	mm						

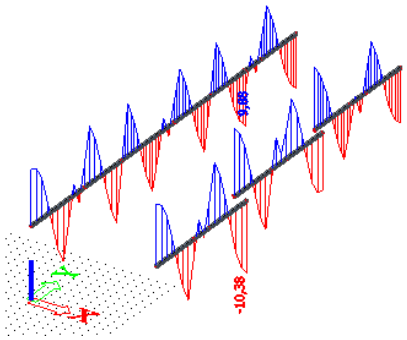
$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ = 0,041 mm < w_g



→ Pukotine zadovoljavaju!

Kontrola progiba

Progibi ploča su također dobiveni kroz numerički model. Također se koriste rezultati od kratkotrajnog djelovanja i radne kombinacije opterećenja ($q = 1.0 \cdot g + 1.0 \cdot p$).



Slika 10.19 Maximalni moment savijanja My za kombinaciju GSU-K2 za grede 30x30cm

Granična vrijednost progiba grede u polju: $f_{p,dop} = \frac{l_g}{250} = \frac{660}{250} = 2,64 \text{ cm}$

Granični progib:

$$v_{tot} = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_{tot}}$$

$$M_{Ed} = 10.38 kNm$$

$k = \frac{5}{48} \cdot (1 - 0.1\beta) = 0.1$ koeficijent ovisan o statičkom sustavu i opterećenju

$l = 660$ cm raspon elementa

$$\frac{1}{r_{tot}} = \frac{1}{r_m} + \frac{1}{r_{csm}}$$

r_{tot} ukupna zakrivljenost elementa

r_m zakrivljenost zbog opterećenja i puzanja

r_{csm} zakrivljenost zbog skupljanja

$E_{cm} = 9500 \cdot (f_{ck} + 8)^{\frac{1}{3}} = 9500 \cdot (30 + 8)^{\frac{1}{3}} \approx 32000 \text{N/mm}^2$ modul elastičnosti betona

$E_s = 200000\ N/mm^2$ modul elastičnosti čelika

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200000}{32000} = 6,25$$

omjer modula elastičnosti čelika i betona

$$I_I = I_p + \alpha_e \cdot \left[A_{s1} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_2 \right)^2 + A_{s2} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1 \right)^2 \right]$$

moment tromosti za neraspucano stanje

$$I_I = 360000 + 6,25 \cdot \left[6.03 \cdot \left(\frac{30}{2} - 3 \right)^2 + 0.00 \cdot \left(\frac{60}{2} - 3 \right)^2 \right] = 365427\ \text{cm}^4$$

$$\frac{1}{r_I} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_I} = \frac{6813}{3200 \cdot 387474.19} = 0,000001\ \frac{1}{\text{cm}}$$

$$x = \frac{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2bd}{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}} \right) = 6.77cm$$

položaj neutralne osi

$$I_{II} = \frac{b \cdot x^3}{12} + b \cdot x \cdot \left(\frac{x}{2} \right)^2 + \alpha_e \cdot \left[A_{s1} \cdot (d - x)^2 + A_{s2} \cdot (x - d_2)^2 \right]$$

moment tromosti za raspucalo stanje

$$I_{II} = \frac{30 \cdot 6.77^3}{12} + 30 \cdot 6.77 \cdot \left(\frac{6.77}{2} \right)^2 + 6,25 \cdot \left[6.03 \cdot (25 - 6.77)^2 + 0,00 \cdot (6.77 - 3)^2 \right]$$

$$I_{II} = 15627.68\ \text{cm}^4$$

$$\frac{1}{r_{II}} = \frac{M_{Ed}}{E_{c,eff} \cdot I_{II}} = \frac{1038}{3200 \cdot 15627.68} = 0,0000206\ \frac{1}{cm}$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_s} \quad ; \quad M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{b \cdot h^2}{6} \quad ; \quad f_{ctm} \approx 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} \quad ; \quad f_{ck} = 30.0\ MPa$$

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} = 0.3 \cdot (30.0)^{2/3} = 2,9\ MPa$$

$$M_{cr} = 0.29 \cdot \frac{30 \cdot 30^2}{6} = 1305 kN cm = 13.05 kN m$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_s} \approx \frac{M_{cr}}{\left(d - \frac{x}{3} \right) \cdot A_s} = \frac{1305}{\left(25 - \frac{6.77}{3} \right) \cdot 6.03} = 9.52\ \frac{kN}{cm^2} = 95.2\ MPa$$

$$\sigma_{s1} = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{sd}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}} = \frac{1038}{\left(25 - \frac{6.77}{3}\right) \cdot 6.03} = 7.57 \frac{kN}{cm^2} = 75.7 MPa$$

$$\frac{1}{r_I} = 0,000001 \frac{1}{\text{cm}}$$

$$\frac{1}{r_{II}} = 0,0000206 \frac{1}{cm}$$

$$\zeta = \left\lceil 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2 \right\rceil$$ koeficijent raspodjele

$\beta_1 = 1$ koeficijent koji uzima u obzir vrstu armature

$\beta_2 = 0,5$ koeficijent koji uzima u obzir trajanje opterećenja

$$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left\lceil \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2 \right\rceil$$

$$\zeta = \left\lceil 1 - 1.0 \cdot 0.5 \cdot \left(\frac{95.2}{75.7}\right)^2 \right\rceil = 0.21$$

$$\frac{1}{r_m} = \zeta \cdot \frac{1}{r_I} + (1 - \zeta) \cdot \frac{1}{r_{II}} = 0.74 \cdot 0.000001 + (1 - 0.21) \cdot 0,0000206 = 0.000017 \frac{1}{cm}$$

$$v_{tot} = k \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_{tot}} = 0.1 \cdot 660^2 \cdot 0.000017 = 0.741 \text{ cm} < v_{\lim} = 3 \text{ cm}$$

Odabrane dimezije grede i armature zadovoljavaju u pogledu progiba!

11. DIMENZIONIRANJE VERTIKALNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE

11.1 Proračun stupova

Stupovi su predviđeni kao klasično armirani betonski elementi. Glavni stupovi u garaži su pravokutnog poprečnog presjeka dimenzija 30x100.Većina stupova u garaži su stupovi čija svijetla visina iznosi 2.7 m.

Stupovi se izvode kao monolitni elementi lijevani u četverostranoj oplati na licu mjesta. Za sve stupove predviđen je beton C 30/37, $\varnothing_{agr} \leq 32$ mm, te armatura B500B. Zaštitni slojevi betona do armature iznose min 3.5 cm.

Rezne sile na stupovima očitane su iz numeričkog modela koji je prikazan u prilozima. Ujedno su izračunate računske sile od više kombinacija opterećenja.

Stupovi su analizirani na sljedeća opterećenja:

-vl. težina

-dodatno stalno i pokretno

-vjetar

-potres

Proračun stupova na savijanje i uzdužnu silu

S obzirom na geometriju i veličinu sila koje primaju, stupovi su podijeljeni u nekoliko grupa. Svaka grupa, s obzirom na geometriju je dimenzionirana posebno, dok je armatura izabrana što uniformnija zbog jednostavnosti izvedbe. U tablici je za svaku grupu stupova očitan maksimalni moment, bez obzira je li on u X ili Y smjeru. Utjecaj vitkosti stupova obuhvaćen je inženjerskom metodom povećanja momenta.

Rezultati reznih sila za svaki pojedini tip stupa, proračunati računalnom programom "Scia Engineer 2015", prikazani su u nastavku.

Povećanje momenta zbog vitkosti stupa provedeno je približnim postupkom prema EC-2:

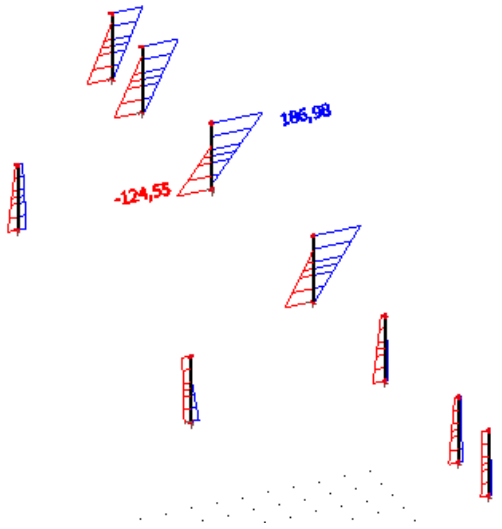
$$M_{Ed,rac} = \psi \cdot M_{sd} \quad ; \quad \psi = \frac{C_m}{1 - \frac{\gamma \cdot N}{N_e}} \quad ; \quad C_m = 1.0 \quad ; \quad \gamma = 1.5$$

$$N_e = \pi^2 \frac{E_\phi \cdot I}{\ell_i^2} \quad ; \qquad E_\phi = \frac{E}{\phi}$$

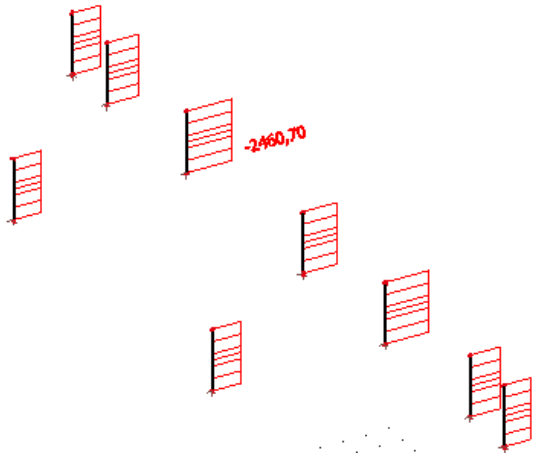
Mjerodavne rezne sile su očitane i dimenzioniranje je izvršeno za najkritičniji presjek.

Proračun stupova

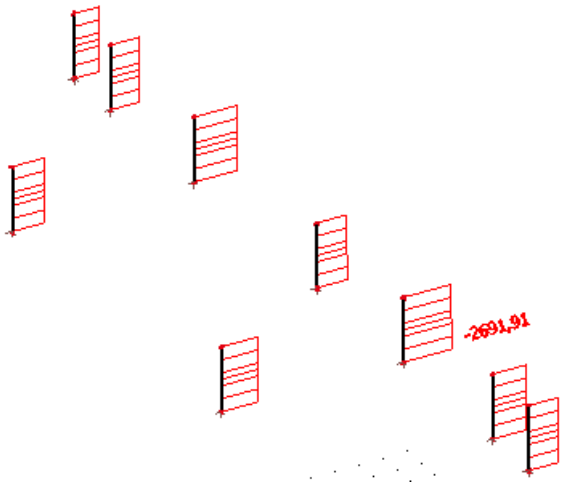
Rezultati proračuna



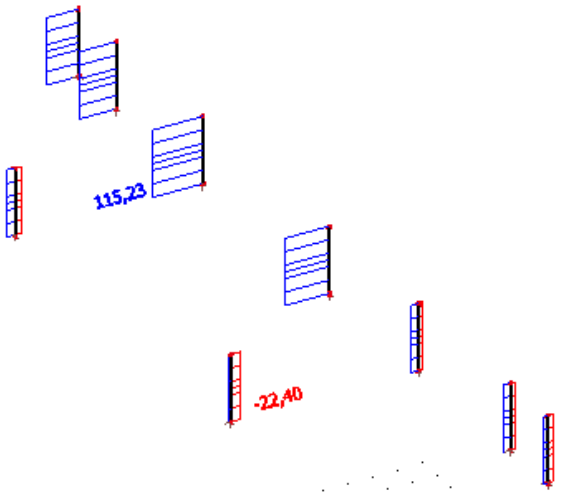
Slika11.1. Maximalni moment savijanja My za kombinaciju K7



Slika 11.2. Maximalni uzdužna sila N za kombinaciju K7



Slika11.3. Maximalni uzdužna sila N za kombinaciju K5



Slika 11.4. Maximalna poprečna sila V za kombinaciju K7

-Maksimalan moment savijanja i pripadajuću uzdužnu silu:

$$M_{Ed}^{I} = 186.80 kNm \qquad N = 2460.70 kNm$$

$$M_{Ed}^{II} = \psi \cdot M_{sd}^{I} \quad ; \quad \psi = \frac{C_m}{1 - \frac{\gamma \cdot N}{N_e}} \quad ; \quad C_m = 1.0 \quad ; \quad \gamma = 1.5$$

$$N_e = \pi^2 \frac{E_\phi \cdot I}{\ell_0^2} \quad ; \qquad E_\phi = \frac{E}{1+\phi} = \frac{32000}{1+0} = 32000.0\ MPa$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = 0.025 m^4$$

$$\ell_0 = 1.4 \cdot 2.7 = 3.78 m$$

$$N_e = \pi^2 \frac{32.000.000.0 \cdot 0.025}{3.78^2} = 55989.47 kN$$

$$\psi = \frac{C_m}{1 - \frac{\gamma \cdot N}{N_e}} = \frac{1.0}{1 - \frac{1.5 \cdot 2460.70}{55989.47}} = 1.071$$

$$M_{Ed}^{II} = 1.071 \cdot 186.80 = 200.06\ kNm$$

-Maksimalna uzdužna sila i pripadajući moment:

$$M_{Ed}^{I} = 21.38 kNm \quad N = 2691.91 kNm$$

$$M_{Ed}^{II} = \psi \cdot M_{sd}^{I} \quad ; \quad \psi = \frac{C_m}{1 - \frac{\gamma \cdot N}{N_e}} \quad ; \quad C_m = 1.0 \quad ; \quad \gamma = 1.5$$

$$N_e = \pi^2 \frac{E_\phi \cdot I}{\ell_0^2} \quad ; \qquad E_\phi = \frac{E}{1+\phi} = \frac{32000}{1+0} = 32000.0\ MPa$$

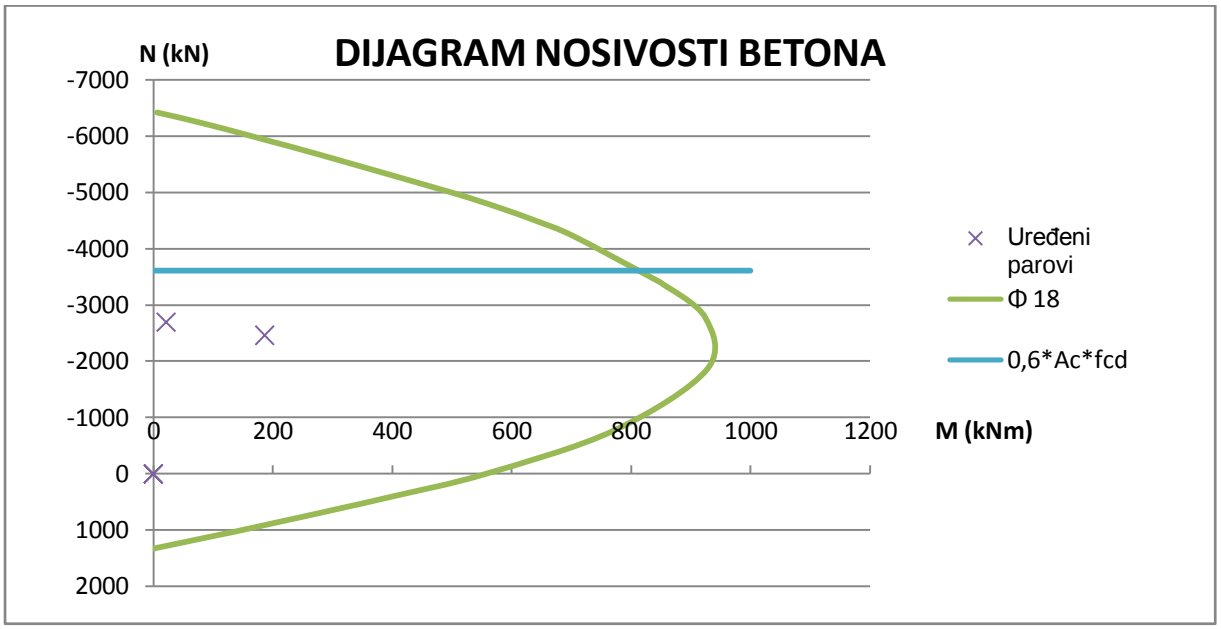
$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = 0.025 m^4$$

$$\ell_0 = 1.4 \cdot 2.7 = 3.78 m$$

$$N_e = \pi^2 \frac{32.000.000,0 \cdot 0,025}{3.78^2} = 55989.47 kN$$

$$\psi = \frac{C_m}{1 - \frac{\gamma \cdot N}{N_e}} = \frac{1.0}{1 - \frac{1.5 \cdot 2691.91}{55989.47}} = 1.078$$

$$M_{Ed}^{II} = 1.078 \cdot 21.38 = 23.04\ kNm$$



Slika11.5. Dijagrami nosivosti za stup (C30/37)

Proračun stupova na poprečnu silu - Stup 30x100cm

C 30/37

f_{cd}=30/1.5=20.0 MPa

τ_{Rd}=0.34 MPa

Računska poprečna sile:

V_{Ed}=115,23 kN

N_{Ed}=2691,91 kN

$$V_{Rd,C} = \left[C_{Rd} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$uz\ uvjet \qquad V_{Rd,c} \geq (v_{\min} + k_{1\cdot} \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$gdje\ je$$

$$C_{Rdc} = 0{,}18 / \gamma_c = 0{,}18 / 1{,}5 = 0{,}12$$

$$b_w = 30.0cm$$

$$d = 97cm$$

$$k = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{970}} = 1.454 \leq 2$$

$$k_1 = 0.15$$

$$\sum A_s = 30.54\,cm^2$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{A_c} = \frac{30.54}{3000} = 0.0102$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.165$$

$$V_{Rd,C} = \left[C_{Rd} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = \frac{2691.91}{3000} = 8.9MPa$$

$$V_{Rd,C} = \left[0.12 \cdot 1.45 \cdot (100 \cdot 0.0102 \cdot 30)^{1/3} + 0.15 \cdot 8.9 \right] \cdot 300 \cdot 970 = 546.859\,kN$$

$$V_{Rd,c} = 546.9 \geq (v_{\min} + k_{1\cdot} \cdot \sigma_{cp}) b_w \cdot d = (0.165 + 0.15 \cdot 8.9) \cdot 300 \cdot 970 = 436.5kN$$

Presjek može preuzeti poprečne sile bez računske armature, te ćemo stoga postaviti samo konstruktivnu armaturu.Odabrane spone: Ø10/10 cm (Asw=0,79 cm2).

11.2. Proračun zidova

Dominantni konstrukcijski sustav za prijem horizontalnih sila je okvirni sustav (sustav stupova i greda) koji je ukrućen jezgrama. Mjerodavna opterećenja su potresno i vjetrovno opterećenje, tj. kombinacije opterećenja.

Zidovi su predviđeni kao klasično armirani betonski elementi. Debljina zidova je 30 cm, što je vidljivo iz plana pozicija zidova. Ovi zidovi imaju dvostruku ulogu: kao nosači fasade i kao ukruta građevine na potresne sile. Zidovi se izvode kao monolitni elementi lijevani u dvostranoj oplati na licu mjesta. Za sve zidove predviđen je beton C 30/37 , $\varnothing_{agr} \leq 32$ mm, te armatura B 500B. Zaštitni slojevi betona do armature iznose min 2.5 cm.

Rezne sile na zidovima očitane su iz numeričkog modela u računalnom programu "Scia Engineer 2015". U tablicama su prikazane vrijednosti za uzdužnu silu (N_{Ed}), poprečnu silu (V_{Ed}) i moment savijanja (M_{Ed}).

Svaki zid je dimenzioniran posebno. Armatura je izabrana što uniformnija zbog jednostavnosti izvedbe. U skicama armature zidova prikazani su detalji armiranja svakog zida i svih karakterističnih spojeva.

PRORAČUN ZIDOVA NA SAVJANJE I UZDUŽNU SILU:

Na savijanje i uzdužnu silu stupovi su proračunati kao gredni elementi. Pri tome nije uzet u obzir povoljni utjecaj zidova koji se vezuju na njih, čime je proračun na strani sigurnosti. Dobiveni rezultati prikazani su tablično.

$$A_s = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{cd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{cd}}$$

$$\zeta \approx 0.892$$

$$M_{Rd,c,\lim} = \mu^*_{sds}\ b\ \mathrm{d}^2\ \mathrm{f}_{\mathrm{cd}} = 0.159 \cdot b\ \mathrm{d}^2\ \mathrm{f}_{\mathrm{cd}}$$

PRORAČUN ZIDOVA NA POPREČNU SILU:

Svi zidovi koji se uzimaju u obzir za prijenos horizontalnog opterećenja mogu se smatrati da su vitki zidovi.

Kritično područje:

$$h_{cr} \le 2h_s = 5.6m$$

Za svaki zid vrijedi:

$$V'_{Ed} = \varepsilon \cdot V_{Ed,i}$$

V'_{Ed} - korigirana poprečna sila

$V_{Ed,i}$ - računska poprečna sila (iz proračuna)

ε - korekcijski koeficijent $\varepsilon \le q$, radi jednostavnosti usvaja se $\varepsilon = q = 4.5$

Minimalna armatura u zidovima:

$$A_{z,\min} = 0.2\% \cdot b_w \cdot 100 = 0.2\% \cdot 30.0 \cdot 100 = 6.00\ cm^2/m$$

tj. zidove za koje ne treba računska armatura armirati s Q-283 obostrano.

$$A_z = 2 \cdot 2.83 = 5.66\ cm^2/m$$

Nosivost zidova na poprečne sile (s minimalnom armaturom):

Slom tlačne dijagonale:

U kritičnom području:

$$V_{Ed} \le V_{Rd2} = 0.4 \cdot (0.7 - f_{ck}/200) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z$$

Van kritičnog područja:

$$V_{Rd2} = 0.5 \cdot (0.7 - f_{ck}/200) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z$$

$$f_{ck} = 30.0\ Mpa$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1.5} = 20.0\ Mpa$$

$$b_w = 30.0\ cm$$

$$z \approx 0.80 \cdot d$$

Slom vlačne dijagonale:

$$\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot l_w}$$

Ako je $\alpha_s \leq 1.3$ tada zidovi nose izrazito posmično i potrebno je da:

$$V_{sd} \leq V_{Rd3} = \left[\rho_h \cdot f_{ywd} \cdot (\alpha_s - 0.3) + \rho_v \cdot f_{ywd} \cdot (1.3 - \alpha_s) \right] \cdot b_w \cdot z$$

$$\rho_h = \rho_v = \frac{A_s}{A_c}$$

$$f_{ywd} = \frac{500.0}{1.15} = 434.8\ Mpa$$

$$b_w = 30.0\ cm$$

$$z \approx 0.8 \cdot d$$

NAPOMENA: Skica i način armiranja zidova prikazano je u grafičkim prilozima.

Rezultati proračuna

Glavni nosivi sustav objekta za prijenos horizontalnih opterećenja (vjetar i potres) tvore stupovi i zidovi, koji su međusobno povezani gredama u okvirni nosivi sustav.

Dakle, zidovi su analizirani na sljedeća opterećenja:

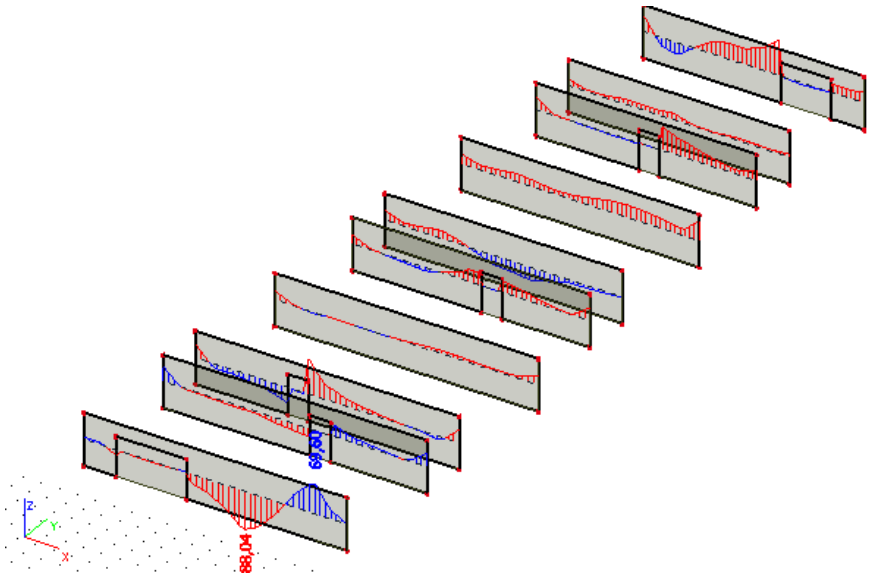
-vl. težina i dodatno stalno

-pokretno opterećenje

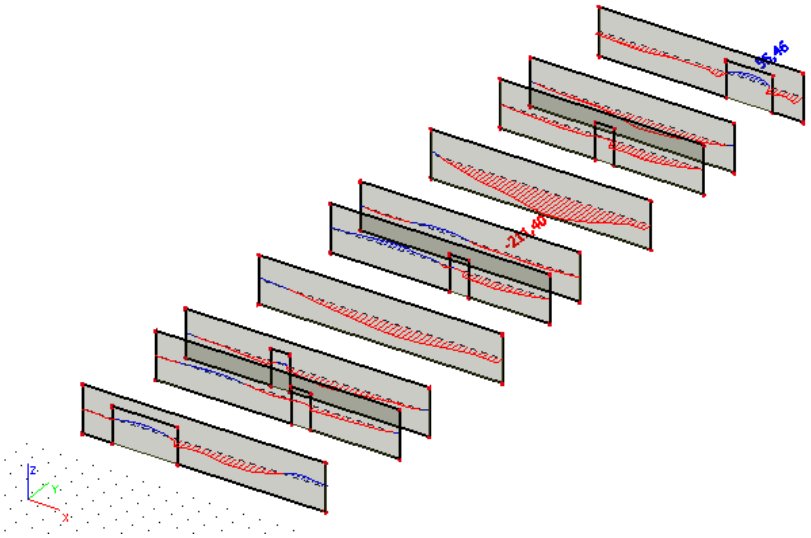
-vjetar

-potres

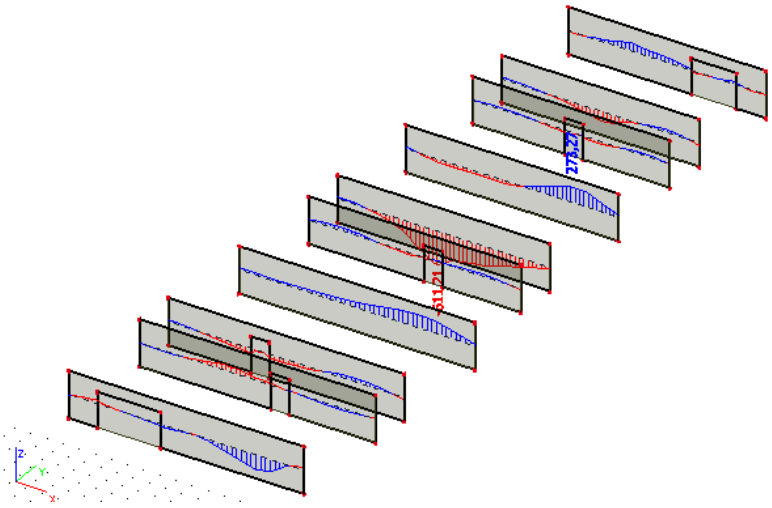
Rezultati reznih sila za svaki zid proračunati su računalnim programom "Scia Engineer 2015" te prikazani u nastavku.



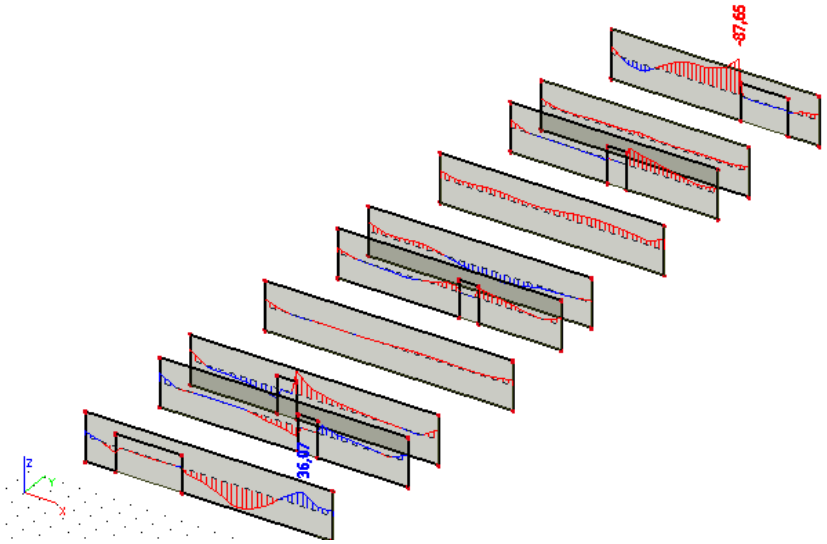
Slika 11.6. Maksimalni moment M za kombinaciju K5



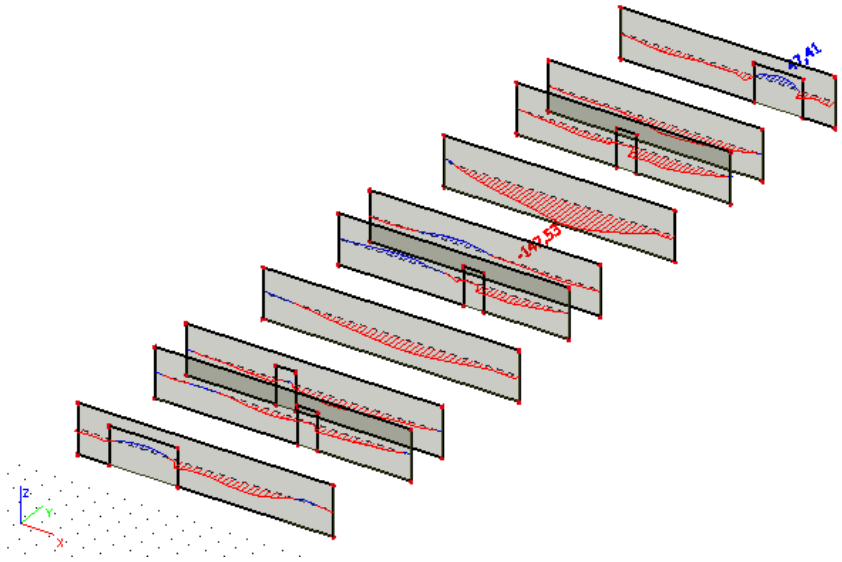
Slika 11.7. Maksimalna uzdužna sila N za kombinaciju K5



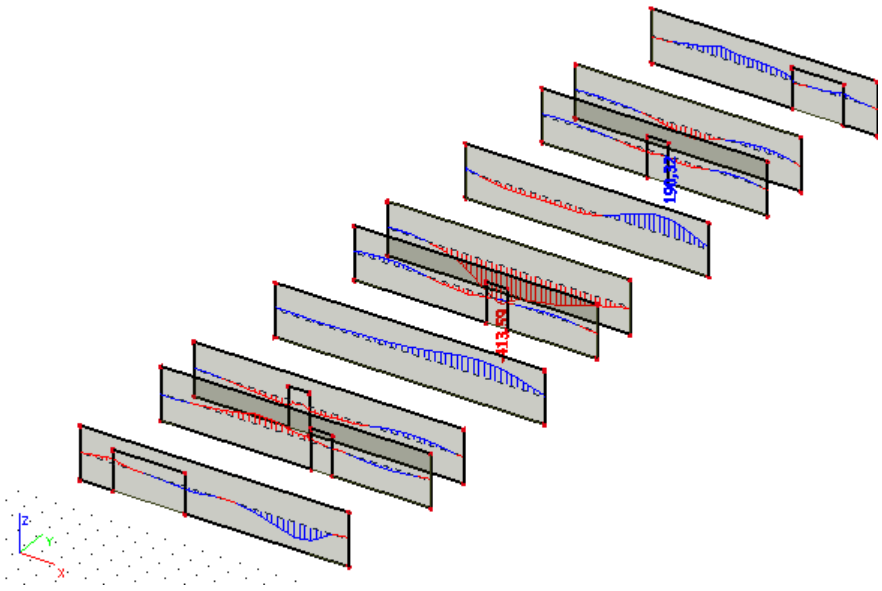
Slika 11.8. Maksimalna poprečna sila V za kombinaciju K5



Slika11.9. Maksimalni moment M za kombinaciju GSU-K1



Slika 11.10. Maksimalna uzdužna sila N za kombinaciju GSU-K1



Slika 11.11. Maksimalna popre;na sila V za kombinaciju GSU-K1

Proračun seizmičkog zida

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE ZIDA

h_s - visina etaže	280	cm
b_w - debljina zida	30	cm
l_w - duljina zida	1460	cm
h_w - visina zida	280	cm
n - broj etaža	6	

d_1=	2	cm
d =	1458	cm

DUKTILNOST: DCM-srednja duktilnost VITKI ZID (hs/lw)>2

FAKTOR PONAŠANJA q= 3.0

Dužina rubnog serklaža:	l_{c0} = min {0,15l_w; 1,50b_w}	l_{c0} =	45,00 cm
Uvjet za debljinu zida:	$b_{w0} \geq$ max{0,15 l_w; h_s/20}	$b_{w0} \geq$	14 cm
Vitkost zida:	h_w/ l_w=0.19	zid nije vitak	

Visina kritične zone: h_{cr} = max {l_w; h_w/6} h_{cr} = 1460 cm

GRADIVO

Beton:

Klasa:	C30/37	
f_{ck} =	30	MPa
f_{cd} =	20,00	MPa
t_{Rd} =	0,34	MPa

Armatura:

Tip:	B 500B	
f_{yk} =	500	MPa
f_{yd} =	434,78	MPa

Koeficijenti sigurnosti - materijala:

g_c =	1,50
g_s =	1,15

Proračun nosivosti na uzdužnu silu i moment savijanja

$$M_{Ed} = 88.04\,(kNm)\sqrt{a^2 + b^2}$$

$$N_{Ed} = 211.40\,(kN)$$

$$V_{Ed} = 611.21\,(kN)$$

b= 30 cm d=1458 cm

Širina rubnog serklaža:

$b_{w0} = \min\{0.15l_w, 1.50b_w\} = \min\{120,30\} = 45$ cm

$$M_{Ed,s} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) = 88.04 + 211.40 \cdot \left(14.58 - \frac{4.50}{2}\right) = 2694.6(kNm)$$

Moment nosivosti jednostruko armiranog presjeka:

$$M_{Rd,\lim} = \mu_{Rd,\lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd}$$

$$M_{Rd,\lim} = 0{,}159 \cdot 0.30 \cdot 14.58^2 \cdot 20000 = 202797.89\ kNm/m > M_{Ed,s}$$

Potrebna površina uzdužne vlačne armature:

$$\mu_{Sds} = \frac{M_{Sds}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2694.6 \cdot 100}{30 \cdot 1458^2 \cdot 2.0} = 0.00211;$$

$$\Rightarrow \varepsilon_{s1} = 10\ ‰\ ; \varepsilon_{c2} = 0.3\ ‰\ ; \xi = 0.029; \zeta = 0.990$$

$$M_{sds} < M_{Rd,\lim}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Sds}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{2694.6 \cdot 100}{0.990 \cdot 1458 \cdot 43,48} - \frac{211.40}{43,48} = -0.57\ \ (cm^2)$$

Potebna minimalna površina uzdužne vlačne armature u rubovima zida:

$$A_{s1,min} = 0.15\% \cdot b \cdot d = 0.0015 \cdot 30 \cdot 1458 = 65.61(cm^2)$$

Odabrana armatura: $14\ \phi\ 25\ (68.72cm^2)$

Proračun armature na poprečnu silu

$$V_{Ed} = \varepsilon \cdot V_{Ed}$$

ε- korekcijski faktor

$$\varepsilon = q \cdot \sqrt{\frac{\gamma_{Rd}}{q} \cdot \frac{M_{Rd}}{M_{Sd}} + 0,1 \cdot \left(\frac{s_e(T_c)}{s_e(T_1)} \right)^2} \leq q$$

Kako gornji izraz mora biti manji od q radi jednostavnosti uzimamo $\varepsilon = q = 3$

$$V_{Ed} = 3.0 \cdot 611.21 = 1833.63 kN$$

C 30/37 f_{ck}=30 MPa

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,3} = 23,08 \quad MPa$$

LOM TLAČNE DIJAGONALE U ZIDU

$$V_{Ed} \leq V_{Rd2}$$

$$V_{Rd2} = \begin{cases} 0,4 \cdot (0,7 - f_{ck}/200) \cdot f_{cd} \cdot b_{w0} \cdot z & \text{u kritičnoj zoni} \\ 0,5 \cdot (0,7 - f_{ck}/200) \cdot f_{cd} \cdot b_{w0} \cdot z & \text{van kritične zone} \end{cases}$$

$$V_{Rd2} = \begin{cases} 0,4 \cdot (0,7\text{-}3.00/200) \cdot 2.30 \cdot 30.0 \cdot 0.8 \cdot 1458 = 22051.96 \\ 0,5 \cdot (0,7\text{-}3.00/200) \cdot 2.30 \cdot 30.0 \cdot 0.8 \cdot 1458 = 27564.95 \end{cases}$$

Zid zadovoljava na slom tlačne dijagonale !

LOM VLAČNE DIJAGONALE U ZIDU

$$V_{Ed} \leq V_{Rd3}$$

$$V_{Rd3} = V_{cd} + V_{wd}$$

ZAVISNO OD KOEFICIJENTA SMICANJA

Postupak ovisi o koeficijentu α_s

$$\alpha_S = M_{Ed} / (V_{Ed} \cdot L_w) = 88.04 / (1833.63 \cdot 14.60) = 0.70$$

Primjenjuje se slijedeći postupak:

ako je $\alpha_s \leq 1.3$ koristi se izraz (i za vertikalnu i horizontalnu armaturu):

$$V_{Ed} \leq V_{Rd3} = \left[\rho_h \cdot f_{yw,d} \left(\alpha_s - 0,3 \right) + \rho_v \cdot f_{yw,d} \cdot \left(1,3 - \alpha_s \right) \right] \cdot b_{w0} \cdot z + V_{cd}$$

NOSIVOST BETONA

ako je N_{Ed} vlačna

V_{cd}=0 u kritičnom području

V_{cd} – prema izrazu za poprečnu silu van kritičnog područja

ako je N_{Ed} tlačna

$V_{cd} = \tau_{Rd} \cdot (1.2 + 40 \rho_v) \cdot b_{w0} \cdot z$ u kritičnom području

V_{cd} – prema izrazu za poprečnu silu van kritičnog područja

Minimalna armatura $A_{z,min} = 0.15\% \cdot d \cdot 100$

Zid debljine 30 cm $A_{z,min} = 0,0015 \cdot 30 \cdot 100 = 4.50\, cm^2$

Odabrano: Q-283 obostrano (ϕ10/10cm - vilice)

Koeficijent armiranja vertikalnom i horizontalnom armaturom:

$$\rho_v = \rho_h = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{5.66}{30 \cdot 100} = 0,0019$$

$$V_{wd} = \rho_v \cdot f_{yw,d} \cdot b \cdot 0.8 \cdot d$$

$$V_{wd} = 0.0019 \cdot 50.0 \cdot 30 \cdot 0.8 \cdot 1458 = 3324.24 kN$$

Nosivost betona i odabrane uzdužne armature:

$$V_{cd} = \tau_{rd} \cdot (1.2 + 40 \cdot \rho_v) \cdot b \cdot 0.8 \cdot d$$

$$V_{cd} = 0.034 \cdot (1.2 + 40 \cdot 0.00196) \cdot 30 \cdot 0.8 \cdot 1458 = 1520.95 \text{ kN}$$

Ukupna nosivost vlačnih dijagonala hrpta:

$$V_{Rd3} = V_{cd} + V_{wd} = 1520.95 + 3324.24 = 4845.19 kN$$

$$V_{Ed} < V_{Rd3}$$

12. PRORAČUN TEMELJA

Temelji se izvode kao klasično armirani betonski elementi. Oni na kojim se temelje stupovi su najopterećeniji.Za sve temelje predviđen je beton C 30/37, $\varnothing_{agr} \leq 32$ mm, te armatura B 500B. Zaštitni slojevi betona do armature iznose min. 3.0 cm.

Rezne sile na temeljima očitane su iz numeričkog modela, koji je prethodno prikazan. Ujedno su izračunate računske sile od nekoliko kombinacija opterećenja.

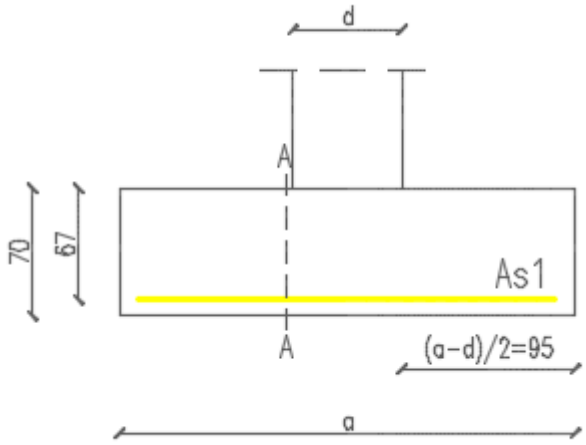
Temelji su podijeljeni u nekoliko grupa (prikazano u grafičkom prilogu). Svaka grupa je dimenzionirana posebno,dok je armatura izabrana što uniformnija zbog jednostavnosti izvedbe.

12.1 Proračun temelja ispod stupova

Tablica 0-1Mjerodavne rezne sile u stupovima za proračun temelja

	$\mathbf{M_{max}}$	$\mathbf{V_{max}}$	$\mathbf{N_{max}}$
stup 30x100cm	124.35	115.23	2460.70

DIMENZIJE TEMELJA SAMCA :2.20 x 2.90 x 0.7 m



Slika12.1. Dimenzije temelja samca ispod stupa

Težina temelja: $N_t = 2,2 \cdot 2,9 \cdot 0.7 \cdot 25 = 159.50 \quad kN$

$N_{Ed} = N_{\max} + N_t = 2560.70 + 159.50 = 2720.20 \quad kN \quad tlak$

$W = \frac{a \cdot b^2}{6} = \frac{2.2 \cdot 2.9^2}{6} = 3.08 m^3$

Maksimalno rubno naprezanje

$\sigma_r = 550.0 \; kN / m^2$

Naprezanje ispod temelja:

$$\sigma_{1,2} = \frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{W} = \frac{2720.20}{6.38} \pm \frac{124.35}{3.08} = 426.36 \pm 40.37 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_1 = 426.36 + 40.37 = 466.73 \text{ kN/m}^2 < \sigma_r = 550 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_2 = 426.36 - 40.37 = 385.99 \text{ kN/m}^2 < \sigma_r = 550 \text{ kN/m}^2$$

Maksimalno rubno naprezanje

$$\sigma_r = 550.0 \; kN/m^2$$

Ukupna sila na temelj u presjeku A-A:

$$T_{Ed,A-A} = 1.5 \cdot \sigma_{max} \cdot \frac{b - b_z}{2}$$

$$T_{Ed,A-A} = 1.5 \cdot 466.73 \cdot \frac{2.9 - 0.3}{2} = 910.12 \; kN/m$$

$$M_{Ed,A-A} = \frac{T_{Ed,A-A} \cdot \frac{b - b_z}{2}}{2}$$

$$M_{Ed,A-A} = \frac{665.09 \cdot \frac{2.9 - 0.3}{2}}{2} = 432.31 \; kNm$$

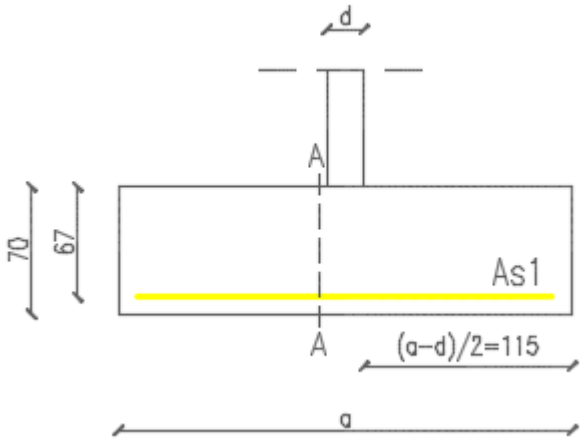
Dimenzioniranje na moment:

C30/37; f_{cd}=20.0 Mpa M_{Ed}= 432.31 kNm	$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{pl} \, d^2 \, f_{cd}} = \frac{43231}{290 \cdot 67^2 \cdot 2.00} = 0.017$ $\varepsilon_{c2}/\varepsilon_{s1} = 0.2/10.0$ ‰ ; $\zeta = 0.977$ $B\ 500B \Rightarrow A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \, d \, f_{yd}} = \frac{43231}{0.977 \cdot 67 \cdot 43.48} = 15.19 \text{ cm}^2 (6.9 cm^2/m')$ Odabrana armatura: Q-785 (A_a=7.85cm^2/m) (u oba smjera)

Skica armature temelja vidljiva je u grafičkom prilogu 2.1.

12.2 Proračun temelja ispod zidova

DIMENZIJE TRAKASTOG TEMELJA : 1.00 x 2.60 x 0.7 m



Slika12.2. Dimenzije trakastog temelja ispod zida debljine d=30cm

$N = 1004.70 kN$

Težina temelja: $N_t = 1.0 \cdot 2,6 \cdot 0.7 \cdot 25 = 45.50 kN$

$N_{Ed} = N + N_t = 1004.79 + 45.50 = 1050.29 \ \ kN \ \ tlak$

Maksimalno rubno naprezanje

$\sigma_r = 550.0 \ kN/m^2$

Naprezanje ispod temelja:

$\sigma = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{1050.29}{2.6 \cdot 1.0} = 403.96$ kN/m^2 < σ_r=550 kN/m^2

Ukupna sila na temelj u presjeku A-A:

$$T_{Ed,A-A} = 1.5 \cdot \sigma_{max} \cdot \frac{b - b_z}{2}$$

$$T_{Ed,A-A} = 1.5 \cdot 403.96 \cdot \frac{2.6 - 0.3}{2} = 696.831 kN/m$$

$$M_{Ed,A-A} = \frac{T_{Ed,A-A} \cdot \frac{b - b_z}{2}}{2}$$

$$M_{Ed,A-A} = \frac{696.831 \cdot \frac{2.6 - 0.3}{2}}{2} = 400.68\ kNm$$

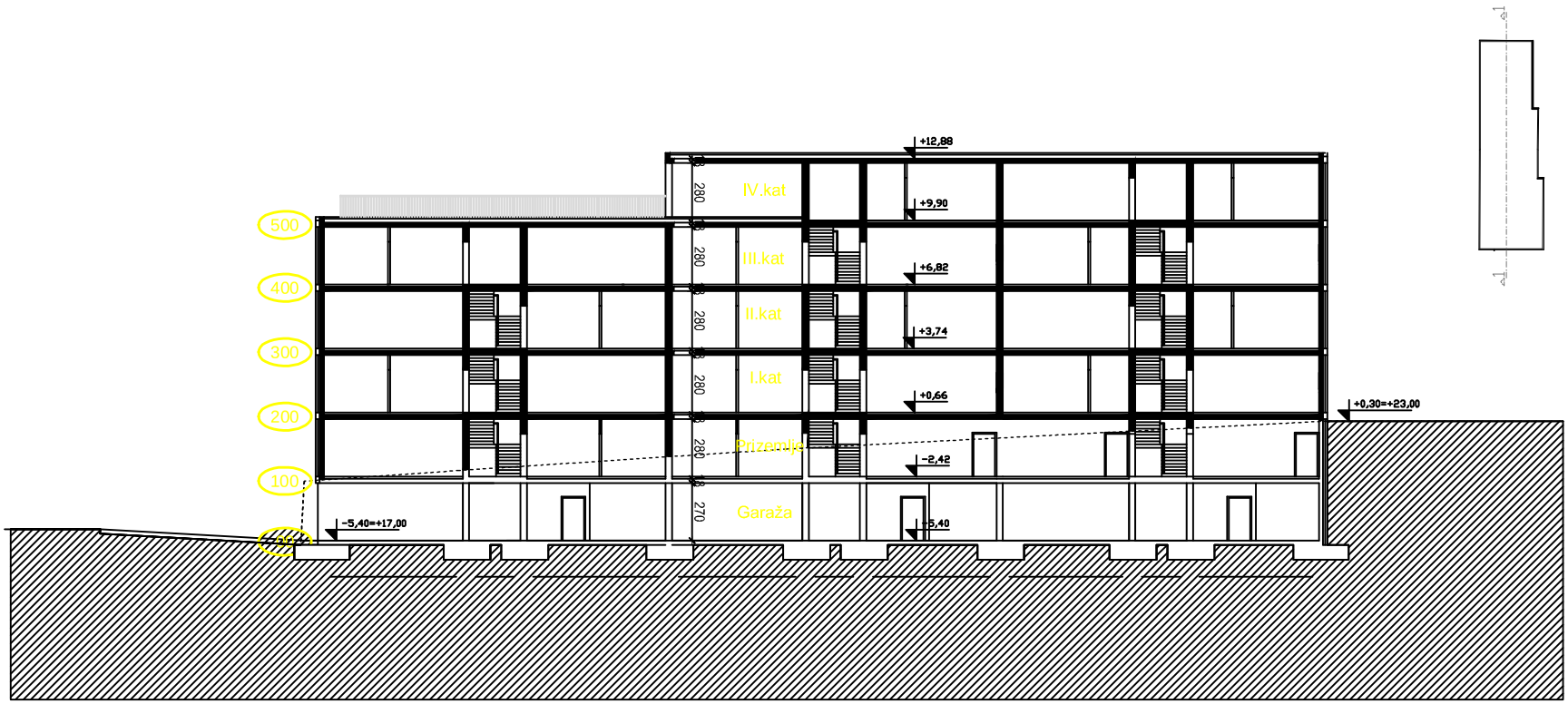
Dimenzioniranje na moment:

C30/37; f_{cd}=20.0 Mpa M_{Ed}=400.68 kNm	$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{pl}\ d^2\ f_{cd}} = \frac{40068}{100 \cdot 67^2 \cdot 2.00} = 0.04$ $\varepsilon_{c2}/\varepsilon_{s1} = 1.2/10.0$ ‰ ; $\zeta = 0.962$ $B\ 500B \Rightarrow A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta\ d\ f_{yd}} = \frac{40068}{0.962 \cdot 67 \cdot 43.48} = 14.29\ cm^2 (5.87 cm^2/m')$ Odabrana armatura: Q-636 (Aa=6.36cm^2/m) (U oba smjera)!

Skica armature temelja vidljiva je u grafičkom prilogu 2.1.

13.GRAFIČKI PRILOZI

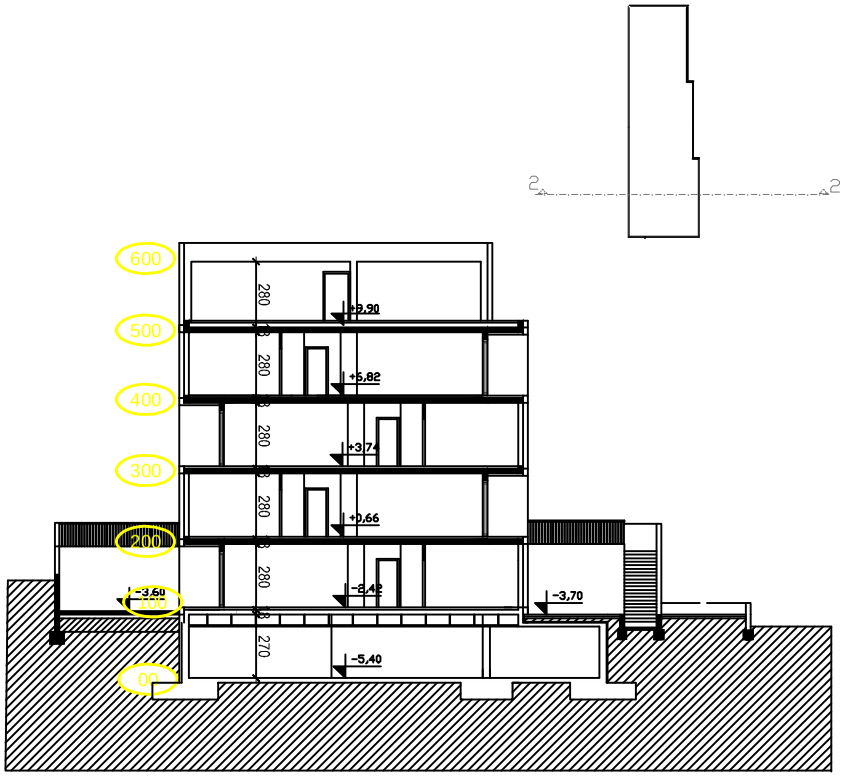
GLOBALNI PLAN POZICIJA - PRESJEK
1-1
M 1:200

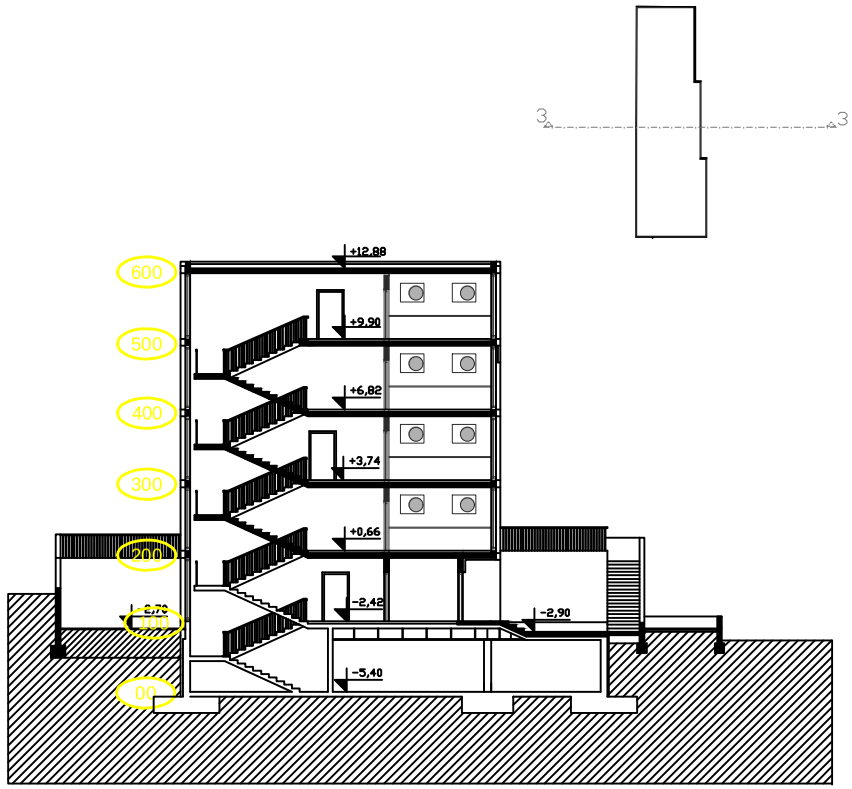


SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
GRAĐEVINA: Stambena zgrada u ulici Frana Supila u Splitu	DATUM: rujan, 2016.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2016
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marita Dražić
SADRŽAJ: GLOBALNI PLAN POZICIJA - PRESJEK 1-1	BROJ PRILOGA: 1.1

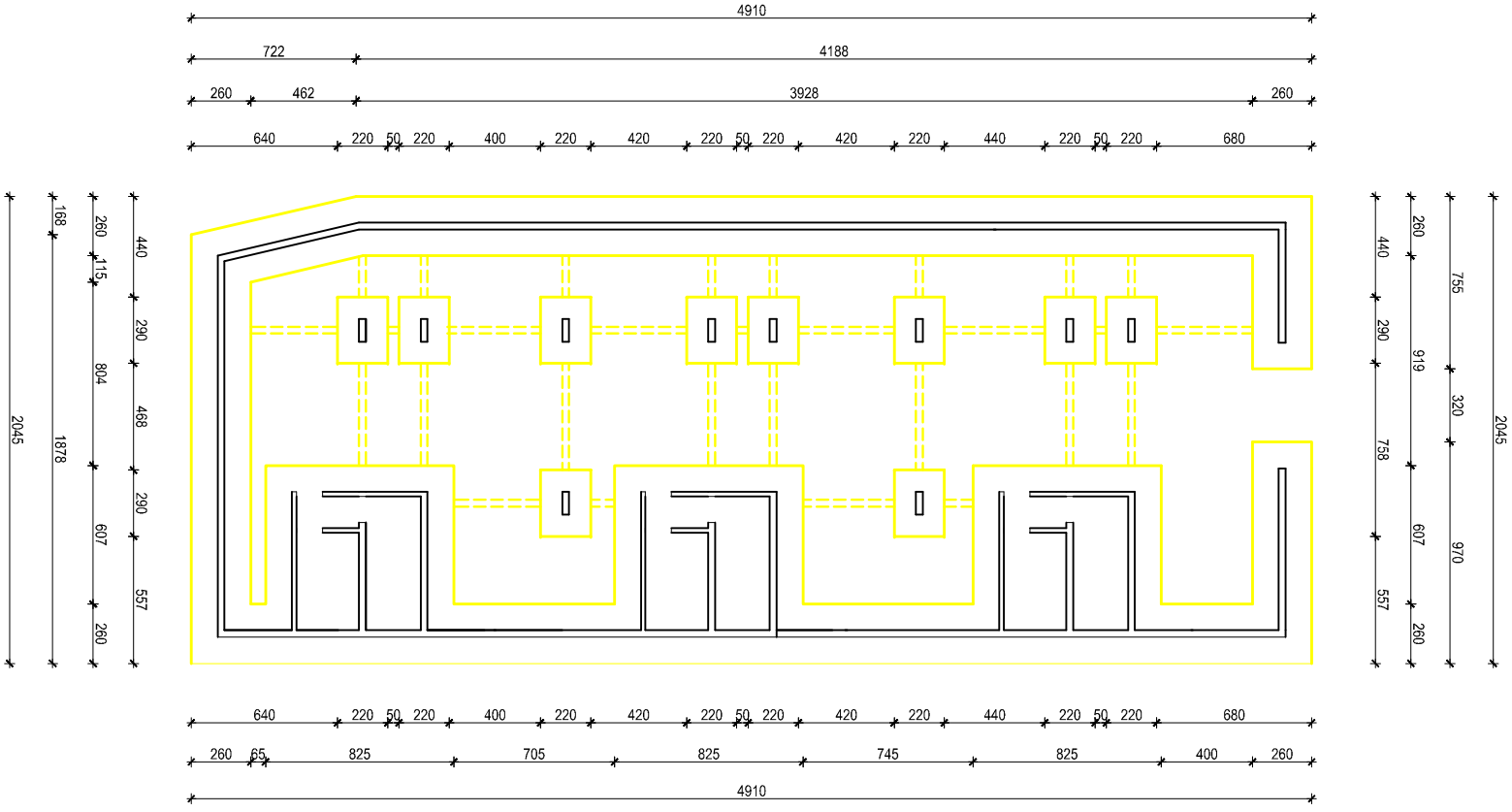
GLOBALNI PLAN POZICIJA - PRESJEK
2-2
M 1:200





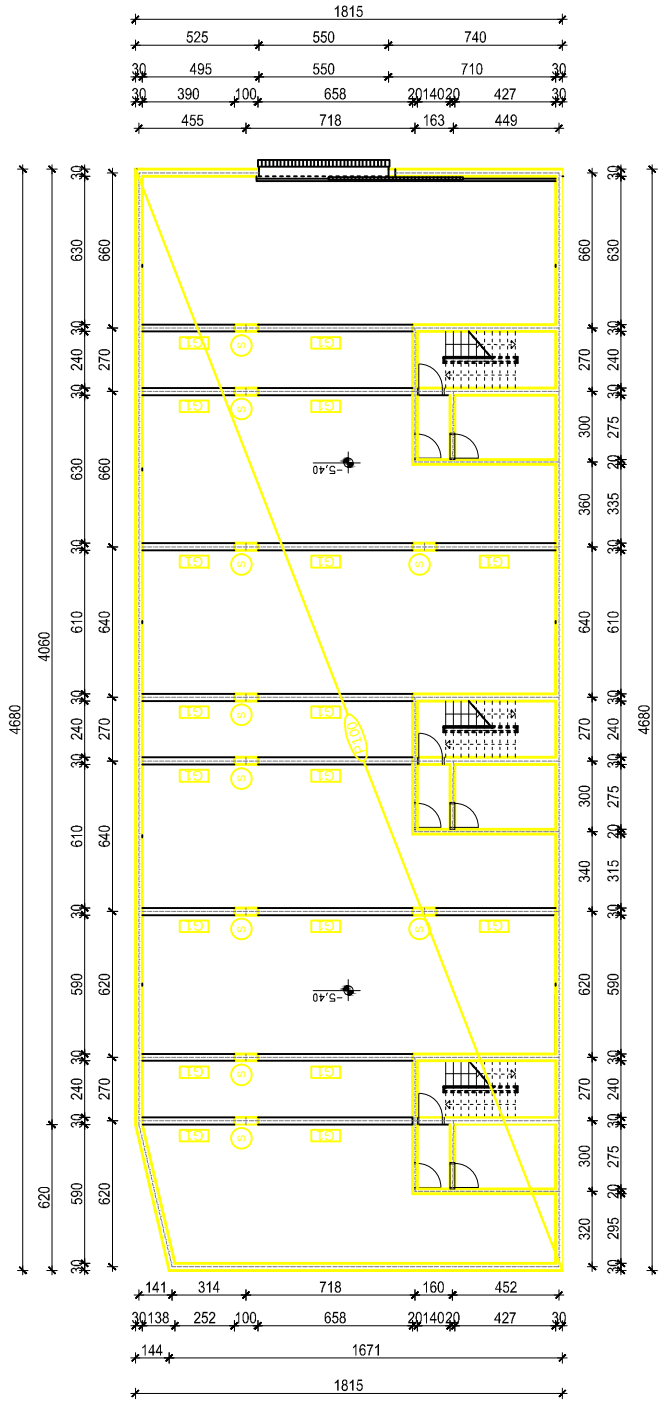
SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE, 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15, MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambena zgrada u ulici Frana Supila u Splitu	DATUM: rujan, 2016.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2016
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marita Dražić
	SADRŽAJ: GLOBALNI PLAN POZICIJA - PRESJEK 2-2 i 3-3	BROJ PRILOGA: 1.2

TLOCRT TEMELJA - POZICIJA 00
M 1:200



SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE, 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15, MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambena zgrada u ulici Frana Supila u Splitu	DATUM: rujan, 2016.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2016
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marita Dražić
	SADRŽAJ: TLOCRT TEMELJA - PLAN POZICIJA 00	BROJ PRILOGA: 1.3

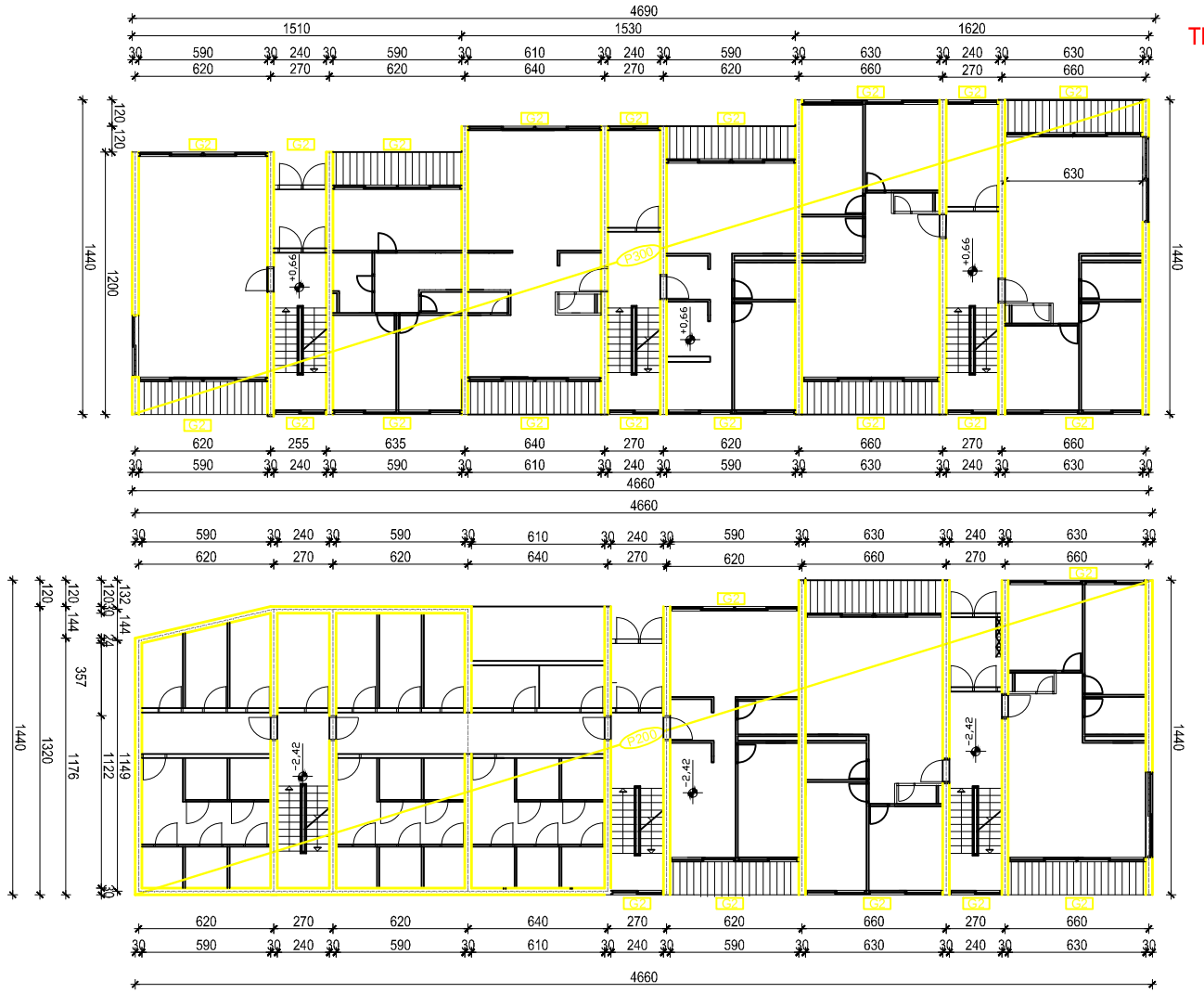
TLOCRT GARAŽE
M 1:200



INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
GRAĐEVINA: Stambena zgrada u ulici Frana Supila u Splitu	DATUM: rujan, 2016.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2016
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marita Dražić
SADRŽAJ: TLOCRT GARAŽE	BROJ PRILOGA: 1.4

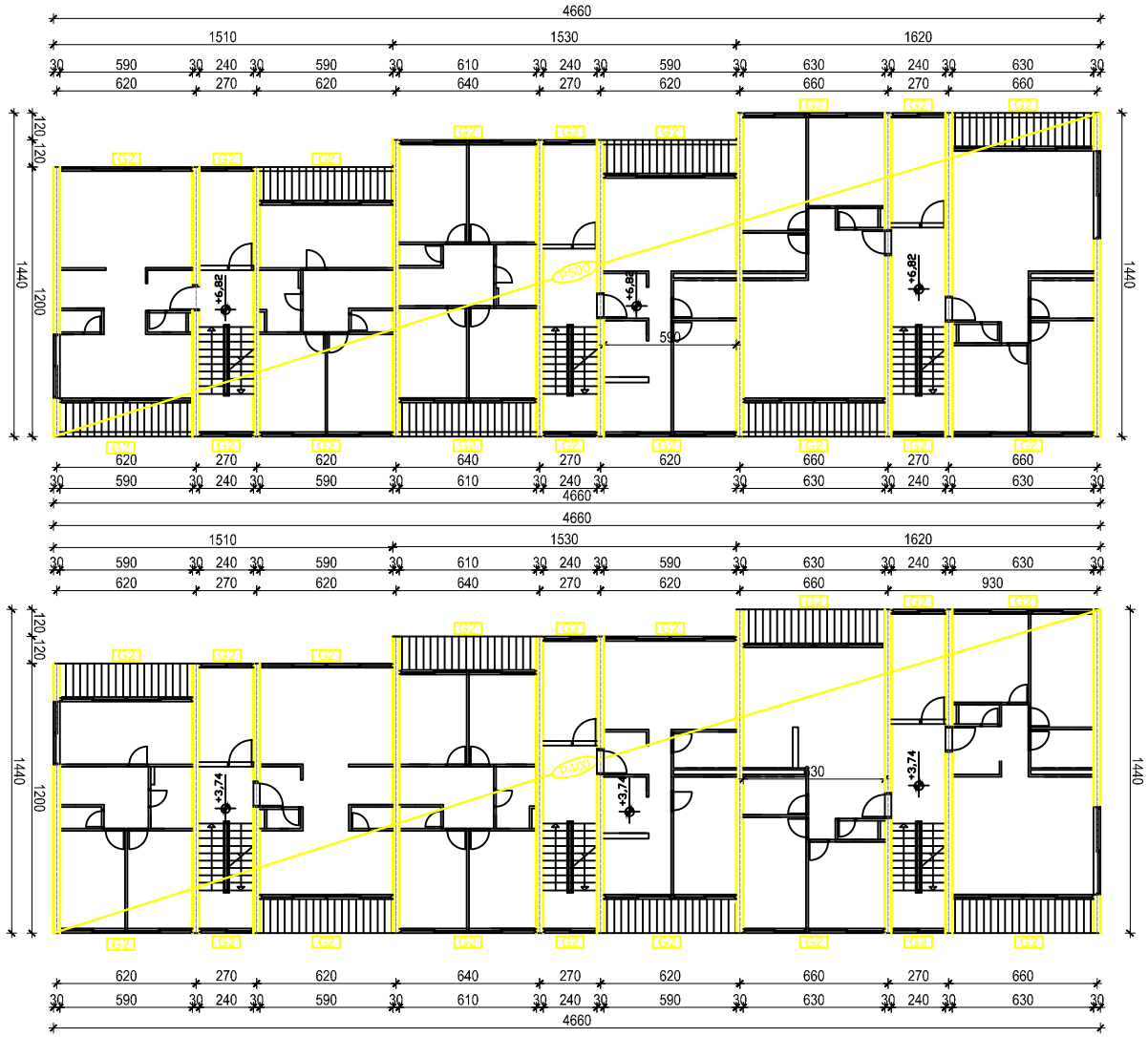
SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
M.B.3146483; tel.: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465 117

TLOCRT PRIZEMLJA i 1.KATA
M 1:200



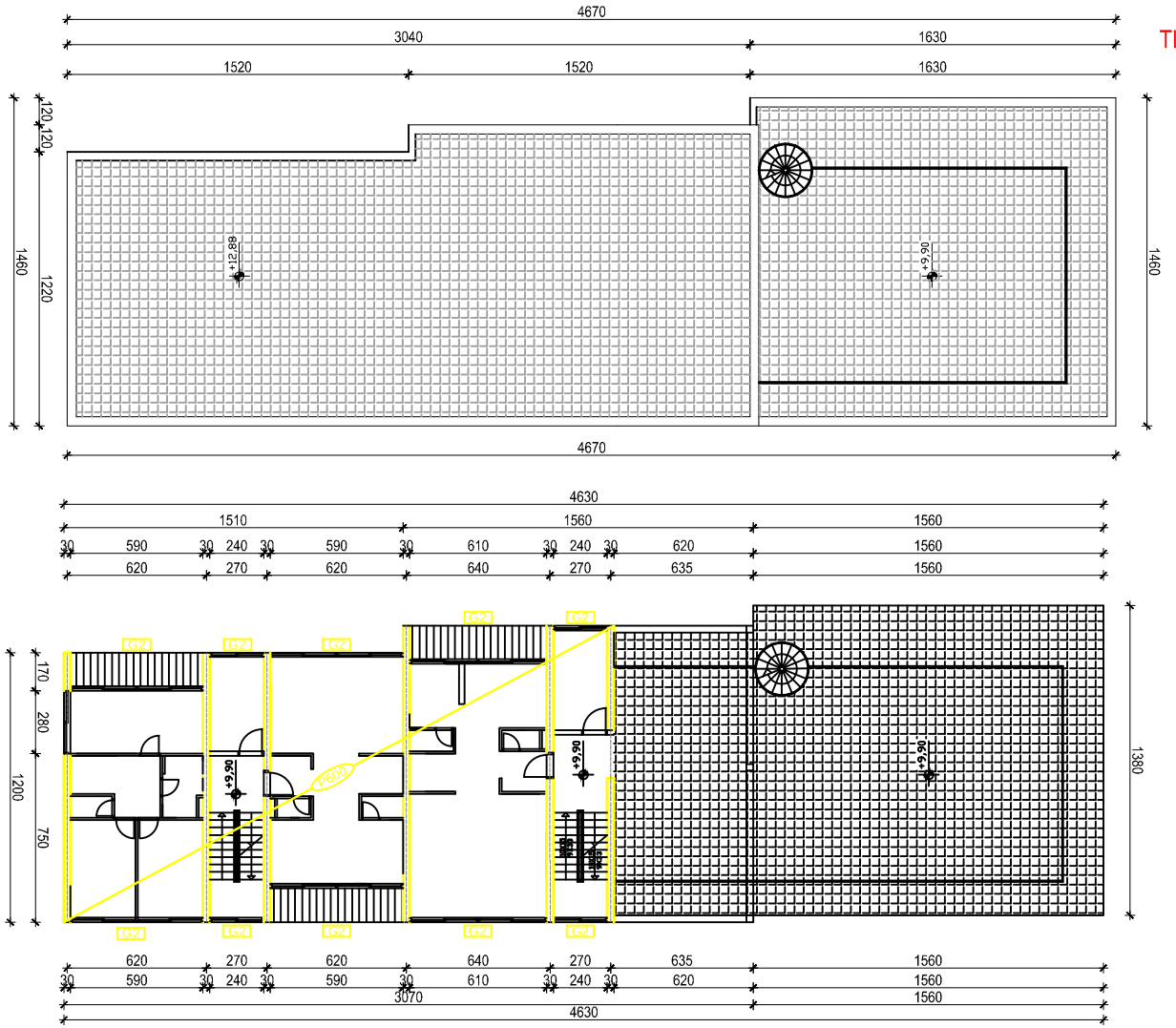
SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE, 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15, MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambena zgrada u ulici Frana Supila u Splitu	DATUM: rujan, 2016.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2016
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marita Dražić
	SADRŽAJ: TLOCRT PRIZEMLJA -PLAN POZICIJA 200 i 300	BROJ PRILOGA: 1.5

TLOCRT 2. i 3.KATA
M 1:200



SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE, 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15, MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
	GRAĐEVINA: Stambena zgrada u ulici Frana Supila u Splitu	DATUM: rujan, 2016.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2016
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marita Dražić
	SADRŽAJ: TLOCRT PRIZEMLJA -PLAN POZICIJA 400 i 500	BROJ PRILOGA: 1.6

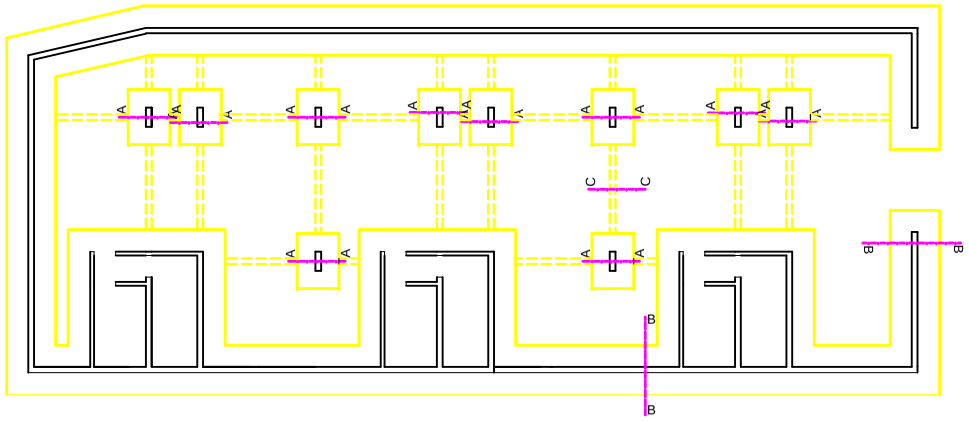
TLOCRT 4. KATA I KROVA
M 1:200



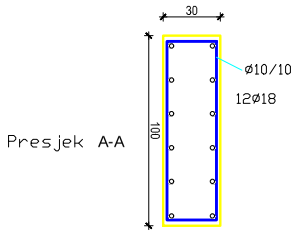
SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

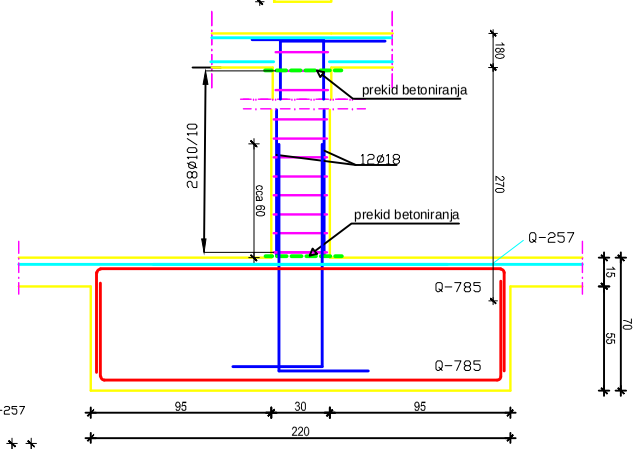
INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
GRAĐEVINA: Stambena zgrada u ulici Frana Supila u Splitu	DATUM: rujan, 2016.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2016
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marita Dražić
SADRŽAJ: TLOCRT PRIZEMLJA -PLAN POZICIJA 500 i 600	BROJ PRILOGA: 1.7

SKICA ARMATURE TEMELJA I STUPA
-POZICIJA 00 I POZICIJA 100
M 1:20

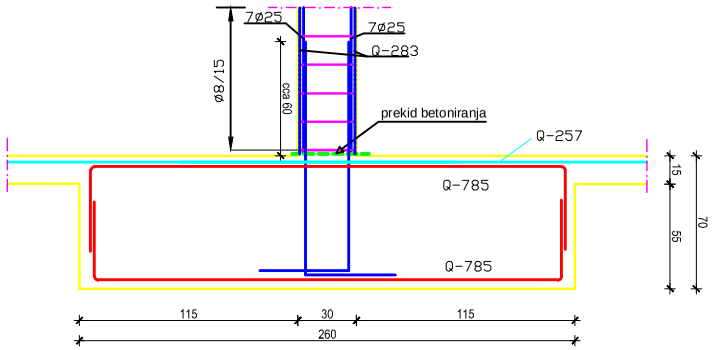


Presjek A-A

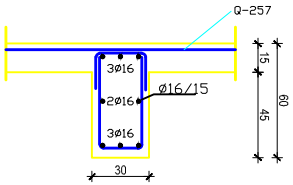




Presjek B-B

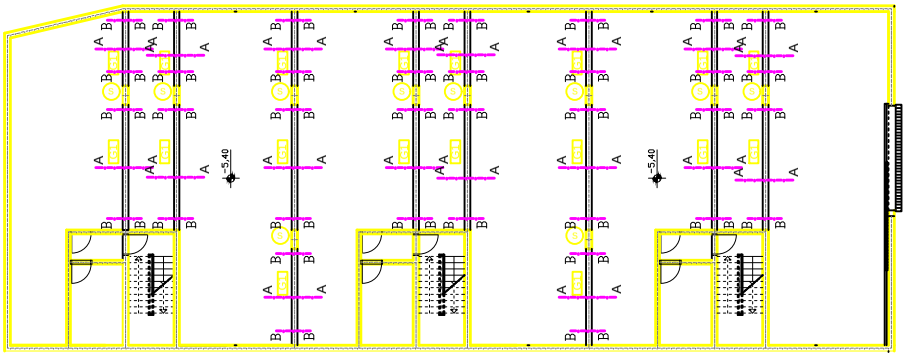


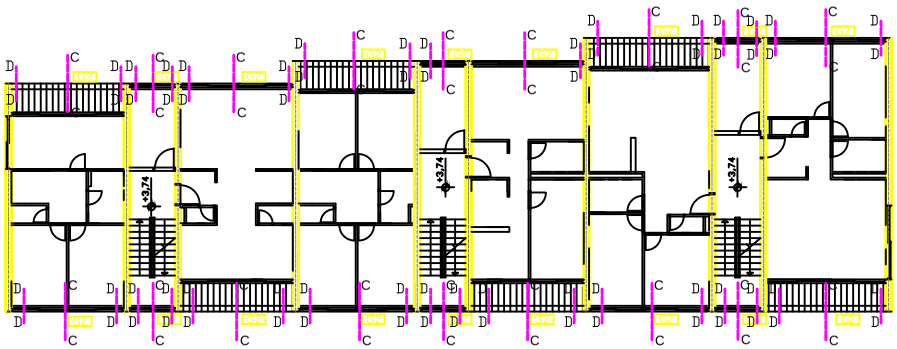
Presjek C-C



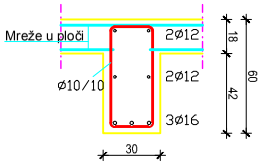
SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 M:0	INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
	GRAĐEVINA: Stambena zgrada u ulici Frana Supila u Splitu	DATUM: rujan, 2016.
	VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2016
	RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marita Dražić
	SADRŽAJ: SKICA ARMATURE TEMELJA I STUPA	BROJ PRILOGA: 2.1

SKICA ARMATURE GREDA
- M 1:20

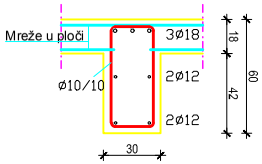




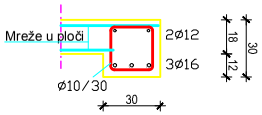
Presjek A-A:



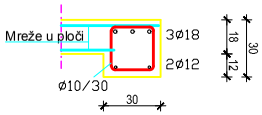
Presjek B-B:



Presjek C-C:



Presjek D-D:

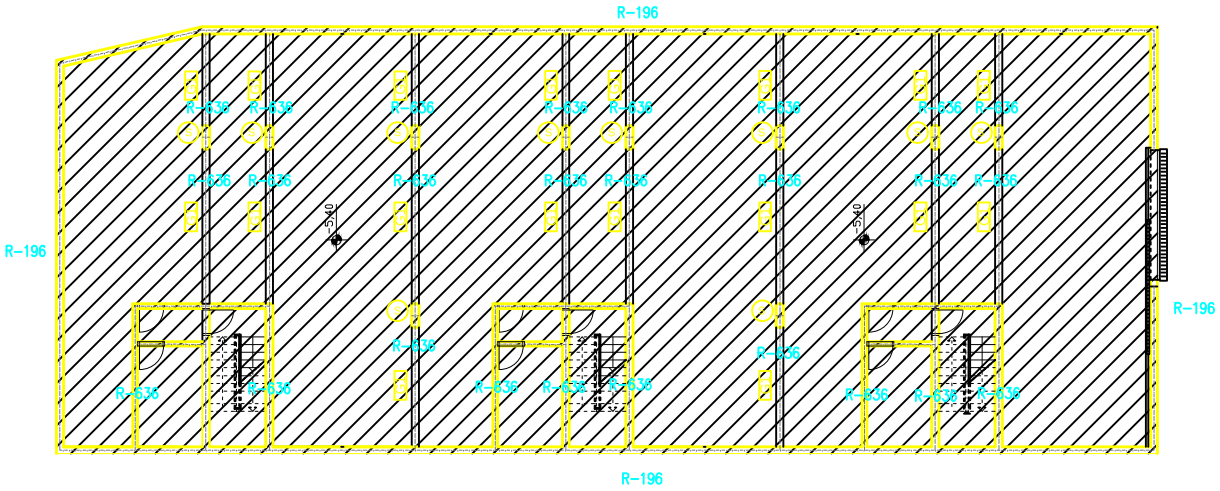


SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
M:0 314492; tel. + 385 (0)21 303333; fax. + 385 (0)21 465117

INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
GRAĐEVINA: Stambena zgrada u ulici Frana Supila u Splitu	DATUM: rujan, 2016.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2016
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marita Dražić
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE GREDA	BROJ PRILOGA: 2.2

SKICA ARMATURE PLOČE
-POZICIJA 100 i 300
M 1:200

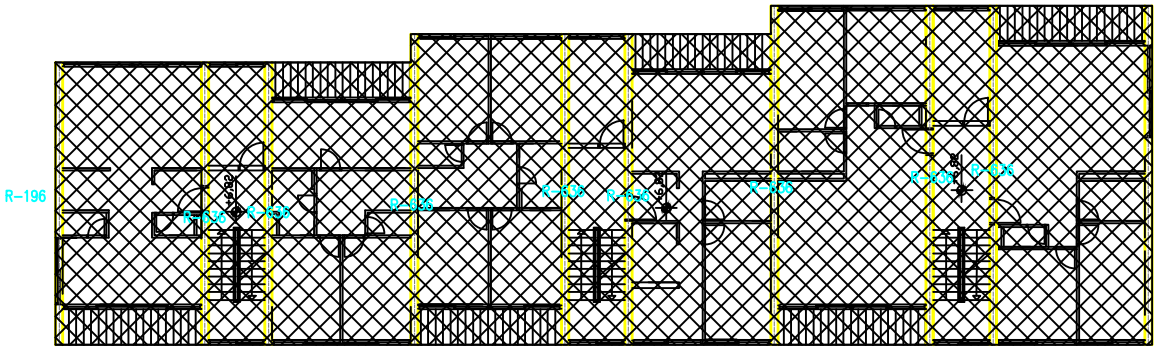
-POZICIJA 100



Napomene: Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta!
Sve mjere kontrolirati na licu mjesta!
Beton: C 30/37
Armatura: B 500B

Q-636

-POZICIJA 300



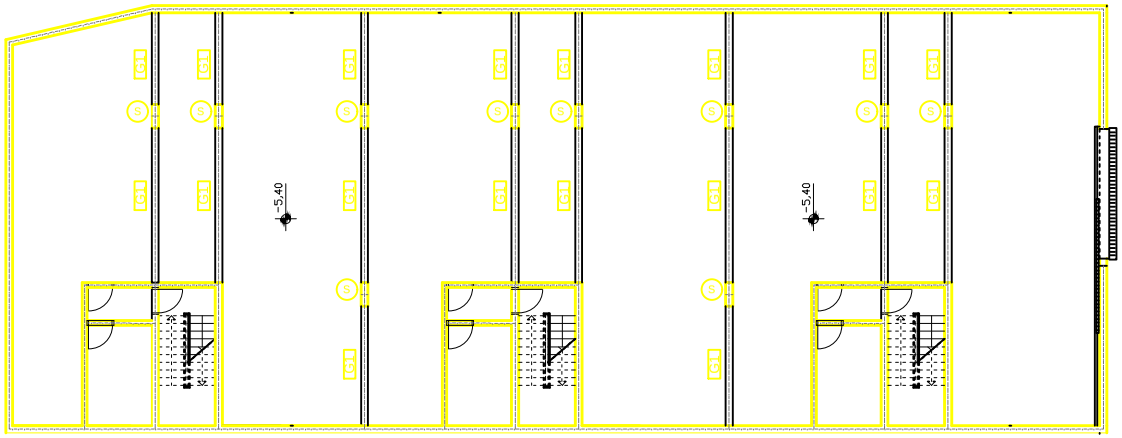
Napomene: Na mjestima otvora mreže isjeći na licu mjesta!
Sve mjere kontrolirati na licu mjesta!
Beton: C 30/37
Armatura: B 500B

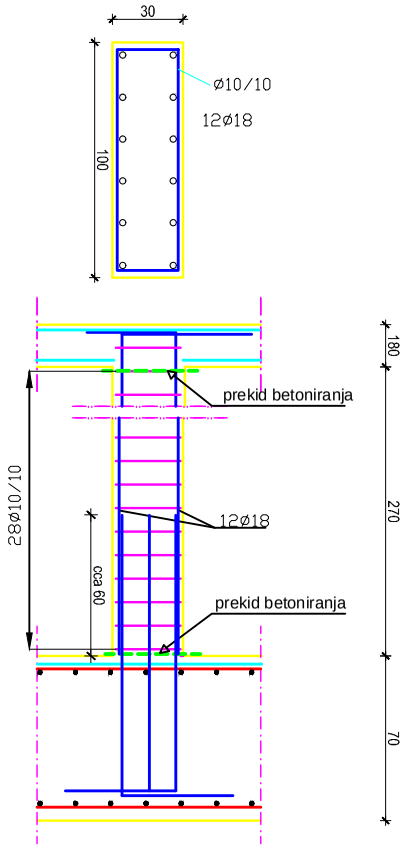
Q-636

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
MB 3149683; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:200
GRAĐEVINA: Stambena zgrada u ulici Frana Supila u Splitu	DATUM: rujan, 2016.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2016.
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marita Dražić
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE PLOČE- POZICIJA 100 i 300	BROJ PRILOGA: 3.1

SKICA ARMATURE STUPA
M 1:20

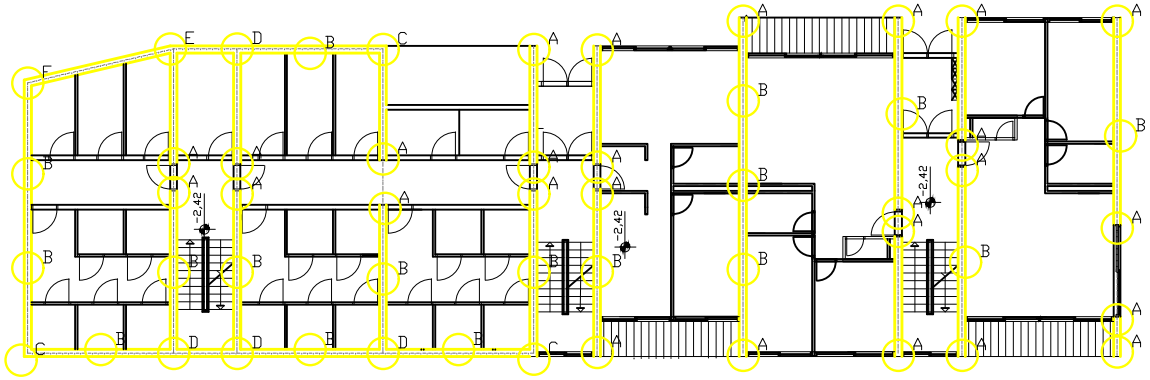




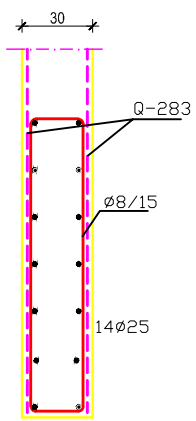
SVEUČILIŠTE U SPLITU,
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
MB 3148463; tel. + 385 (0)21 303333; fax. + 385 (0)21 465117

INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
GRAĐEVINA: Stambena zgrada u ulici Frana Supila u Splitu	DATUM: rujan, 2016.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2016
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marita Dražić
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE STUPA - POZICIJA 100	BROJ PRILOGA: 4.1

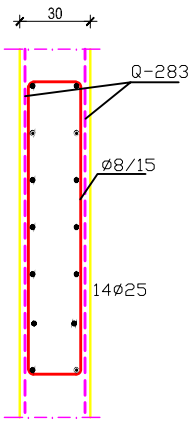
SKICA ARMATURE ZIDOVA
-POZICIJA 200
M 1:20



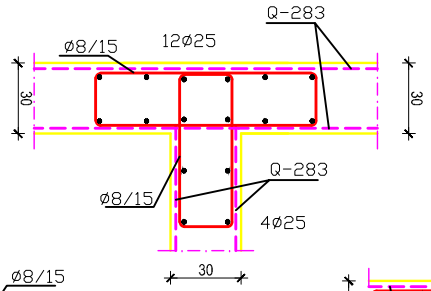
Detalj A



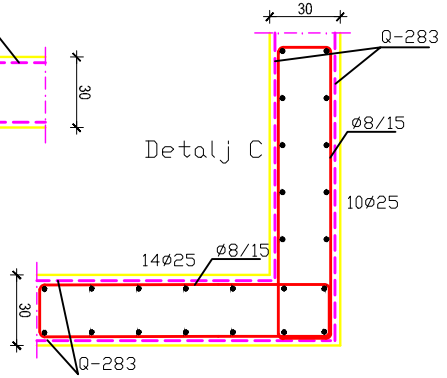
Detalj B



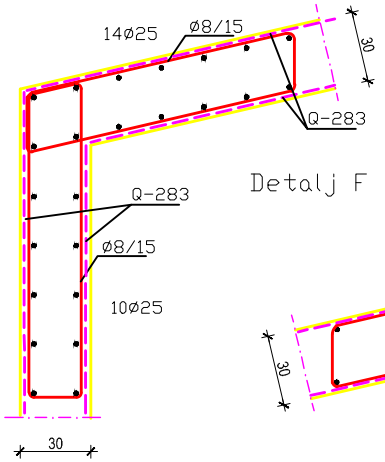
Detalj D



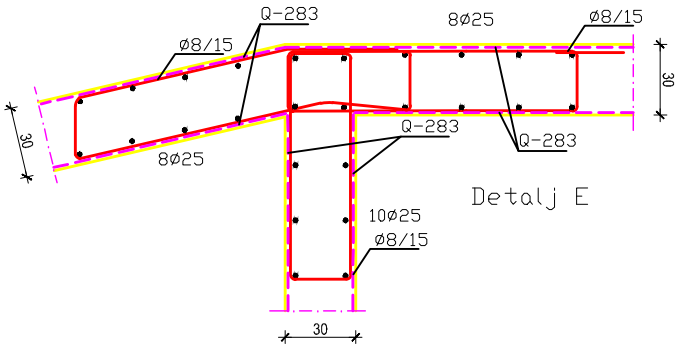
Detalj C



Detalj F



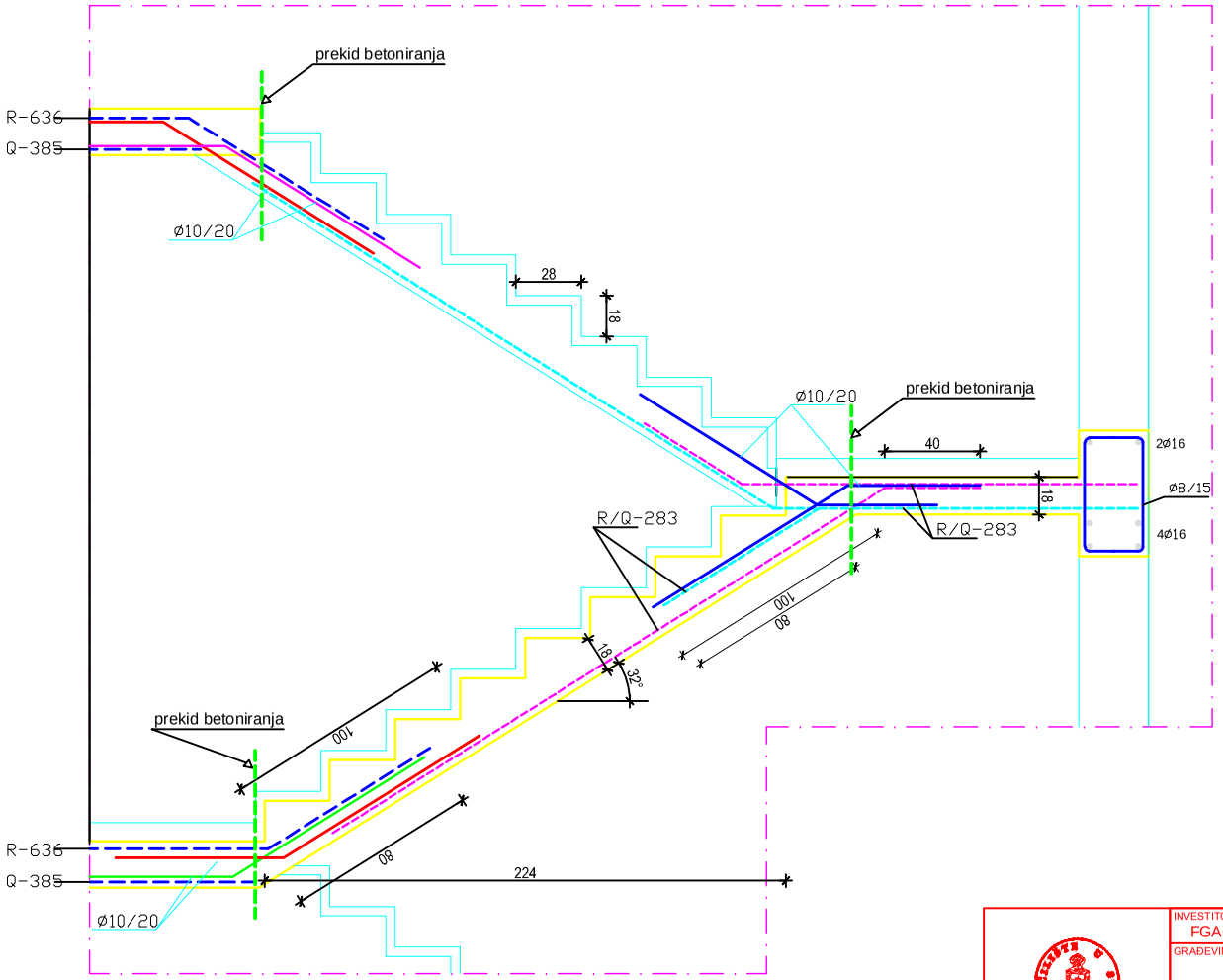
Detalj E



SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
GRAĐEVINA: Stambena zgrada u ulici Frana Supila u Splitu	DATUM: rujan, 2016.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2016
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marita Dražić
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE ZIDOVA	BROJ PRILOGA: 4.2

SKICA ARMATURE STUBIŠTA
M 1:20



SVEUČILIŠTE U SPLITU,
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE
I GEODEZIJE
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15
MB 3149463; tel: + 385 (0)21 303333; fax: + 385 (0)21 465117

INVESTITOR / NARUČITELJ: FGAG, Matice hrvatske 15, 21000 Split	MJERILO: 1:20
GRAĐEVINA: Stambena zgrada u ulici Frana Supila u Splitu	DATUM: rujan, 2016.
VRSTA PROJEKTA: Projekt konstrukcije	BROJ PROJEKTA: kk-09-2016
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	PROJEKTANT: Marita Dražić
SADRŽAJ: SKICA ARMATURE STUBIŠTA	BROJ PRILOGA: 5.1