



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA

15. Dani Hrvatske komore inženjera građevinarstva

Opatija, 2021.

Stambeno trgovački kompleks RIO Rijeka

Daniel Repac, dipl. ing. građ.

Daniel Repac, dipl. ing. građ., stabilnost d.o.o., M. Albaharija 10a, 51000 Rijeka

dr. sc. Saša Mitrović dipl. ing. građ., i.t.t. d.o.o., M. Albaharija 10a, 51000 Rijeka

Jelena Tatalović, dipl. ing. građ., stabilnost d.o.o., M. Albaharija 10a, 51000 Rijeka

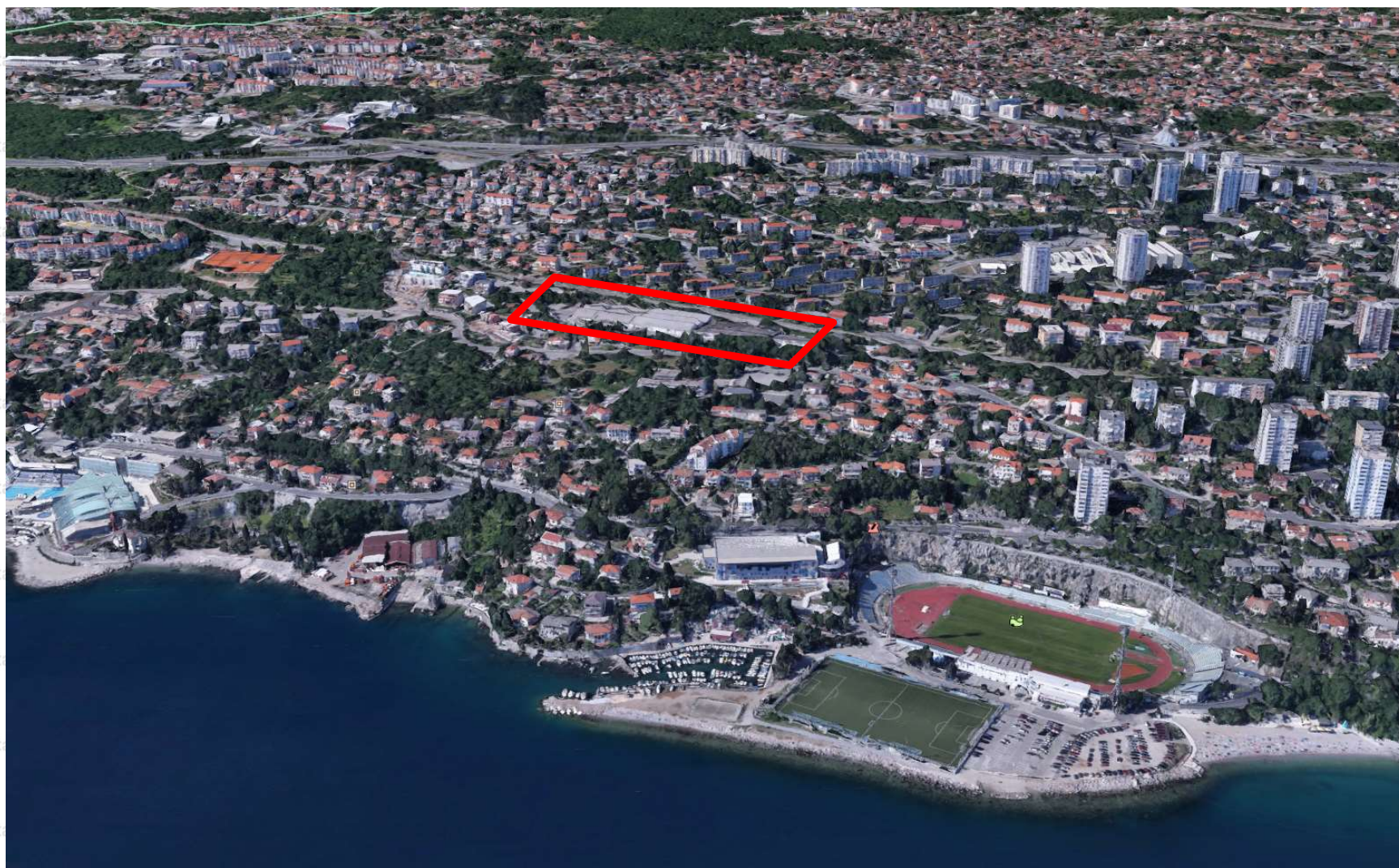
Ivana Nekoksa, mag. ing. aedif., stabilnost d.o.o., M. Albaharija 10a, 51000 Rijeka

Luka Eškinja, dipl. ing. građ. stabilnost d.o.o., M. Albaharija 10a, 51000 Rijeka

LOKACIJA: Rijeka, Zamet, k.č. 4132, k.o. Zamet (bivša tvornica RIO Rijeka)



LOKACIJA: Rijeka, Zamet, k.č. 4132, k.o. Zamet (bivša tvornica RIO Rijeka)



SUDIONICI:

GRAĐEVINA: STAMBENO TRGOVAČKI KOMPLEKS RIO RIJEKA

ARHITEKTURA: Rožić arhitekti i partneri d.o.o., Đure Šporera 8, 51000 Rijeka
Rubing projekt j.d.o.o., Jagnjeđe 3, Trakošćanska 2, 10000 Zagreb

KONSTRUKCIJA: STABILNOST d.o.o., Moše Albaharija 10a, 51000 Rijeka
I.T.T. d.o.o., Moše Albaharija 10a, 51000 Rijeka

PROJEKTANTI KONSTRUKCIJE:

Daniel Repac, dipl. ing. građ., stabilnost d.o.o.

dr. sc. Saša Mitrović dipl. ing. građ., i.t.t. d.o.o.

Jelena Tatalović, dipl. ing. građ., stabilnost d.o.o.

Ivana Nekoksa, mag. ing. aedif., stabilnost d.o.o.

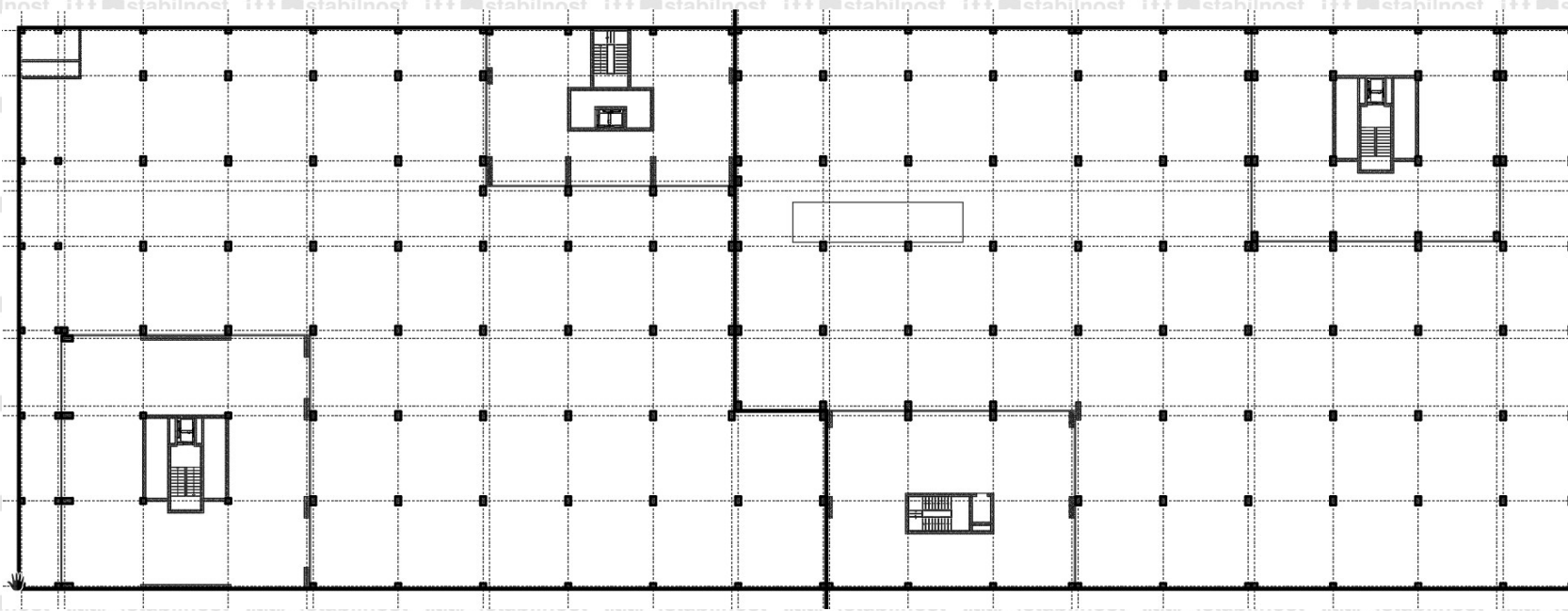
Luka Eškinja, dipl. ing. građ. stabilnost d.o.o.

REVIZIJA: Prof. emer.dr.sc. Milutin Anđelić, dipl.ing.građ.



POVIJEST PROJEKTA 2014 - 2022:

2014:

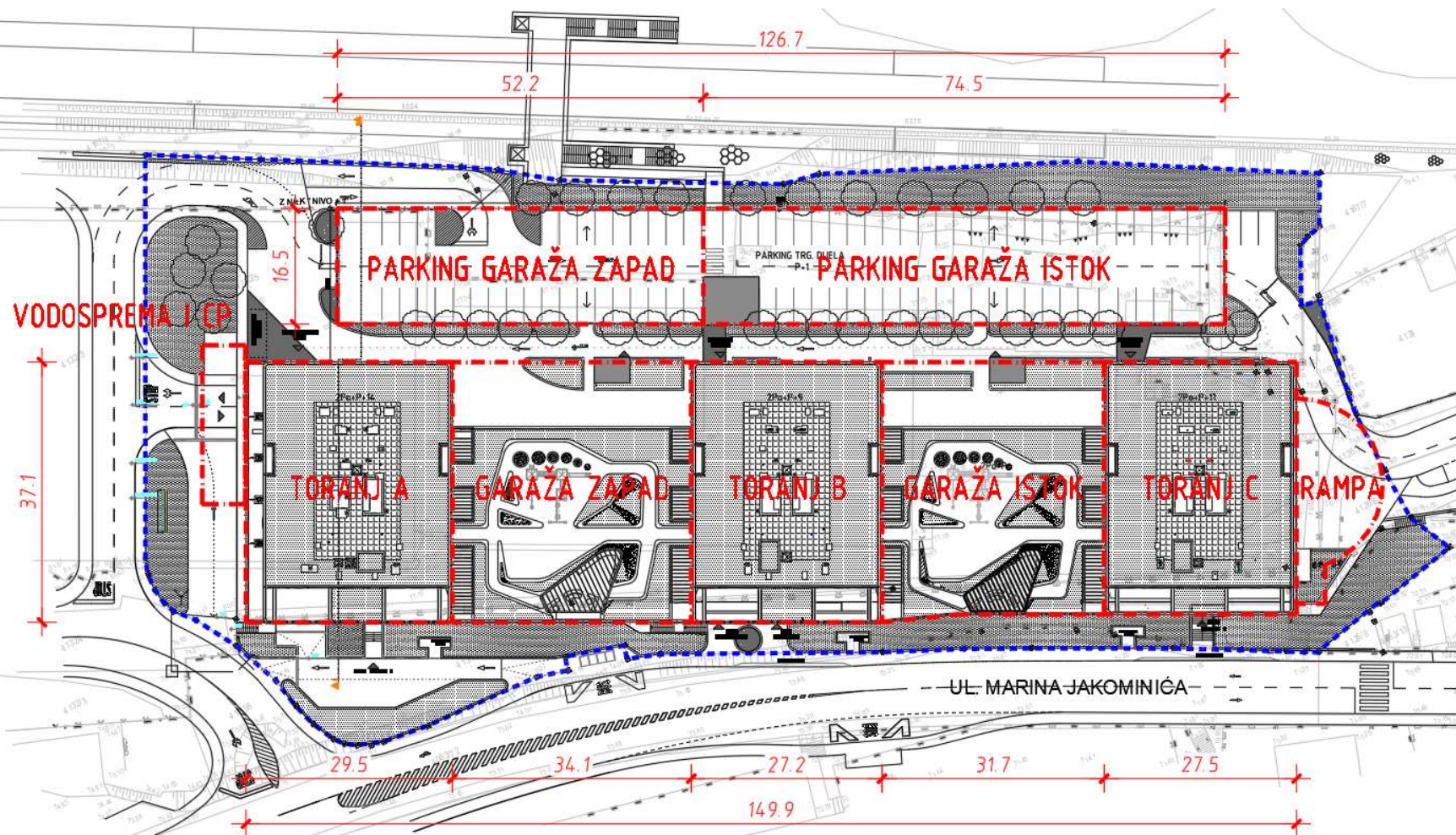


POVIJEST PROJEKTA 2014 - 2022:

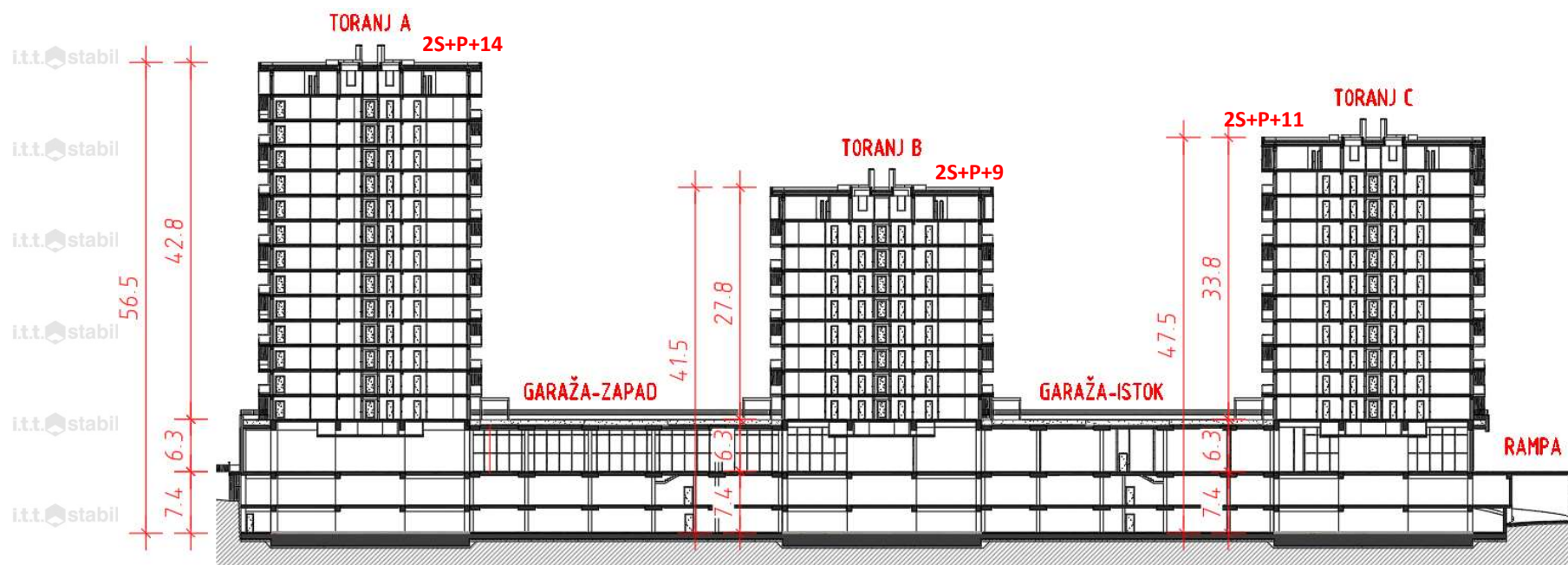
2015:



SITUACIJA - KONSTRUKTIVNE CJELINE (9):



UZDUŽNI PRESJEK - VISINE (KATNOST):



Klasična konstrukcija sa različitom namjenom po visini i “šupljim” prizemljem “dvostruke” visine.

Suterenske etaže su okvirna konstrukcija sa jezgama i obodnim zidovima.

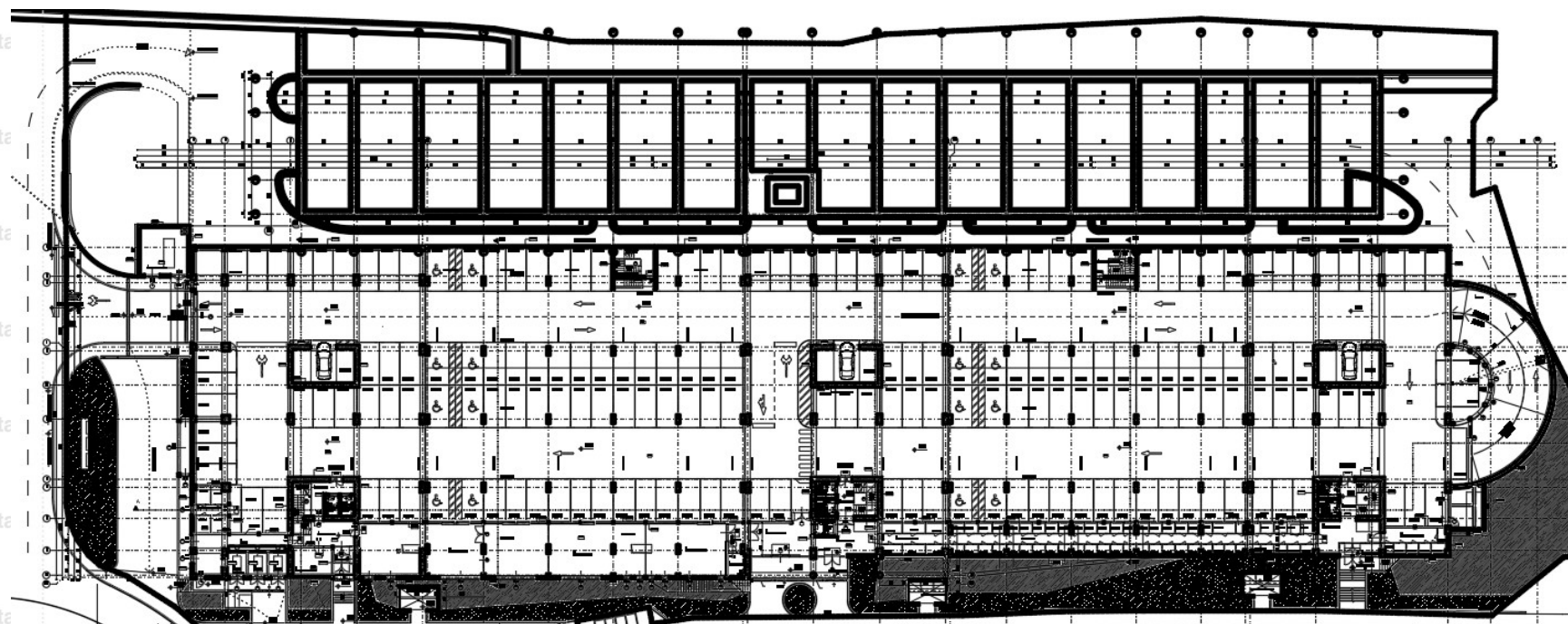
Prizemna etaža je okvirna konstrukcija, povećane visine i gređa za prihvat platana stambenih etaža, sa jezgama i obodnim zidovima.

Stambene etaže su okvirna konstrukcija sa jezgama i obodnim zidovima na poziciji stupova nižih etaža.



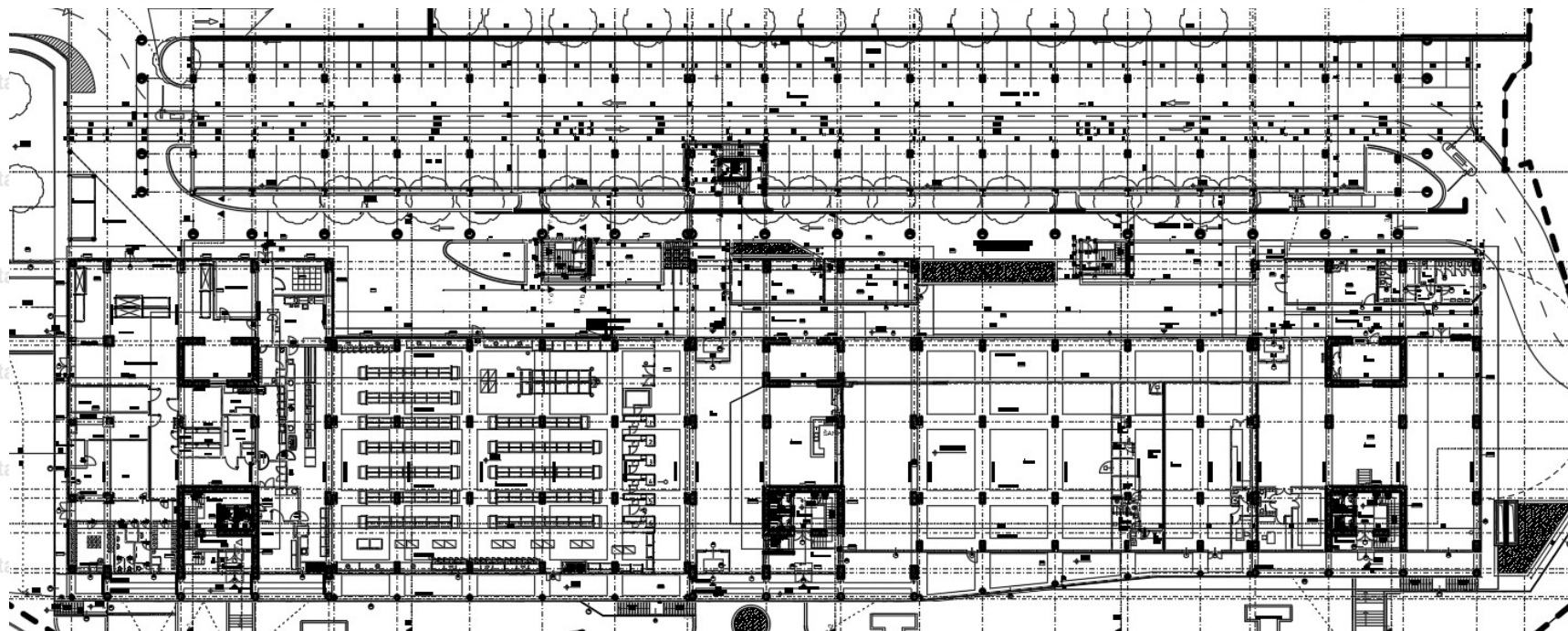
TLOCRTI_NAMJENA:

SUTEREN -2 i SUTEREN -1 (prikazan suteren -1):



TLOCRTI_NAMJENA:

PRIZEMLJE (+ TEHNIČKA ETAŽA):



GRAĐEVINA U BROJEVIMA:

BRUTO POVRŠINA: > 40.000,00 m² BGP

STANOVA: 278

GARAŽA: 375 pm

POSLOVNI PROSTORI: 4.000,00 m² BGP

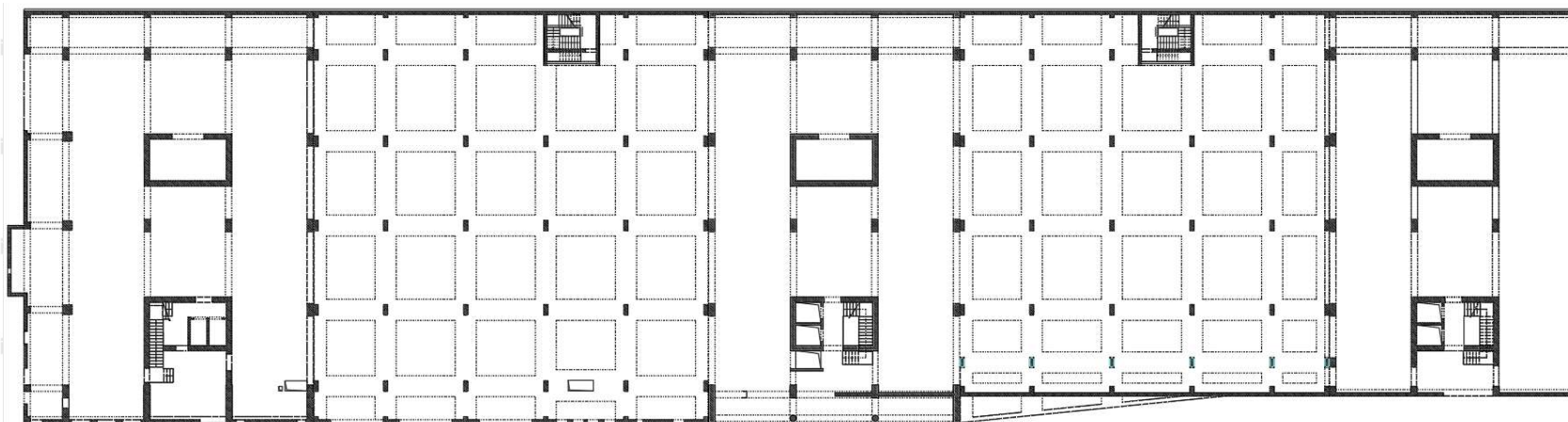
PARKING GARAŽA: 181 pm



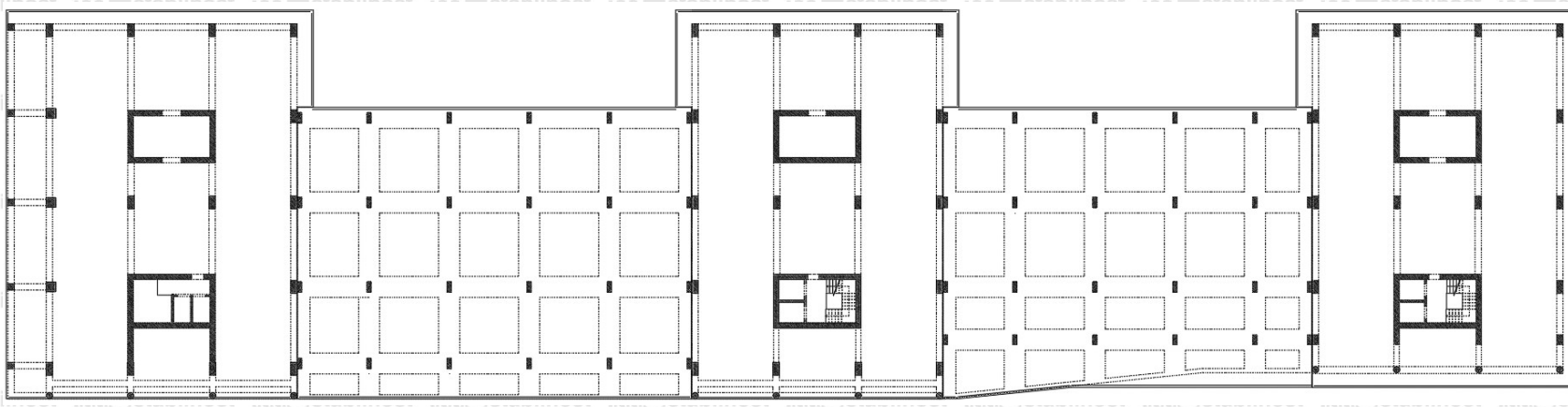
KONSTRUKCIJA OPĆENITO:

ARMIRANOBETONSKA OKVIRNA KONSTRUKCIJA SA JEZGRAMA

SUTEREN -2 i -1

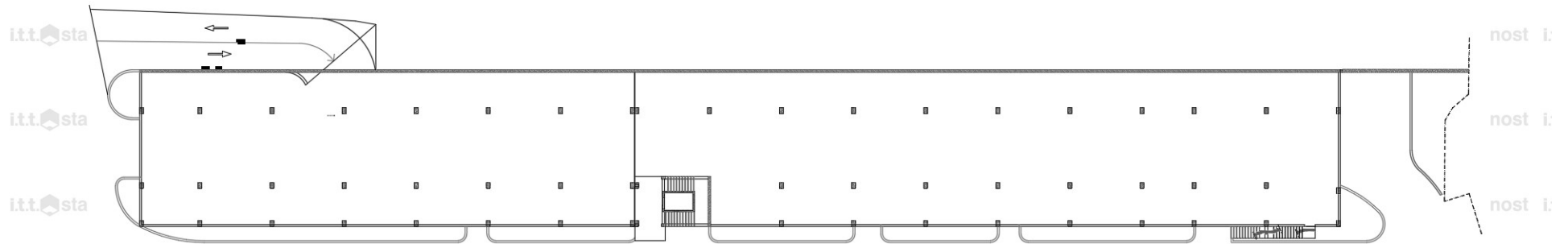


PRIZEMLJE



ARMIRANOBETONSKA KOMBINIRANA KONSTRUKCIJA

VANJSKA PARKING GARAŽA



TORNJEVI_KONSTRUKTIVNI_KONCEPT:

Konstrukcija je armirano betonska monolitna sa dvije jezgre i stupovima po obodu. **Raster nosive konstrukcije je približno 8x8 m uz odstupanja.**

Grede povezuju sve obodne stupove i u uzdužnom smjeru jezgre i stupove na tim linijama.

Prve tri međukatne ploče su debljine 25 cm kao i ploča međуетаže, a ostale ploče su debljine 20 cm u bočnim dijelovima i 18 cm u središnjem dijelu.

Zidovi jezgre u prve 3 etaže su debljine 50 cm, a nakon toga 30 cm ili 40 cm pa zatim 30 cm.

Stupovi kroz prve tri etaže su dimenzija 60x120 cm (iznimno 90x90 cm). Stupovi kroz katove su AB platna širine 30 cm i dužine od 160-175 cm.

U kutovima zgrade se povezuju dva smjera i izvode povezani u "L" tlocrtni oblik.

Stupovi na južnom pročelju kroz prizemlje su promjera $D=60$ cm.

Grede iznad garaže -2 i garaže -1 su dimenzija 60x70 cm.

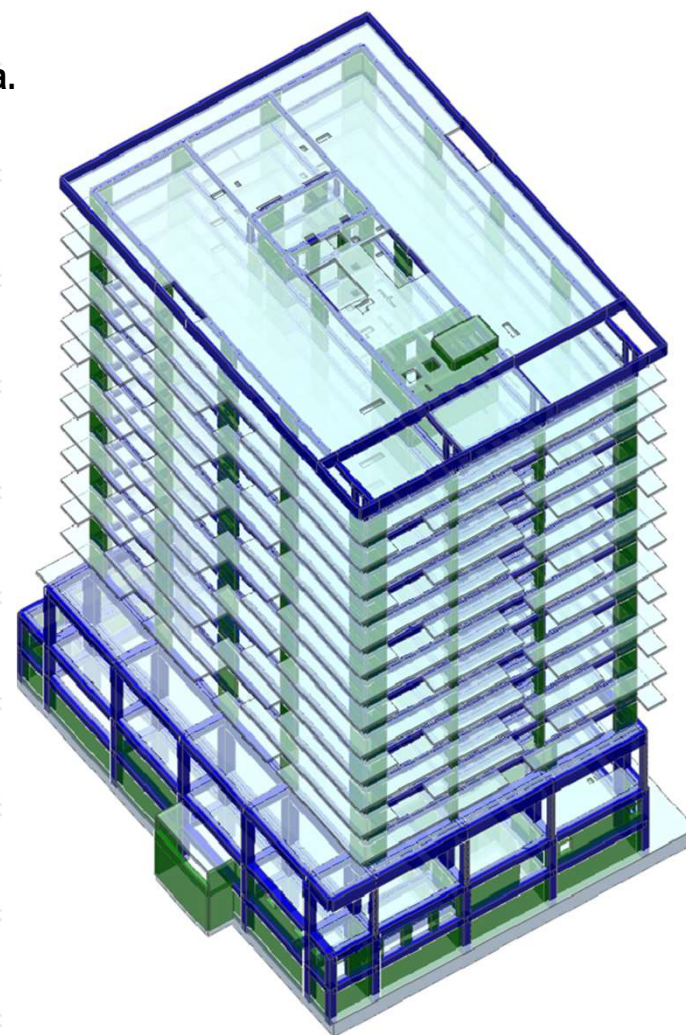
Grede iznad prizemlja su dimenzija 60x120 cm.

Grede iznad katova su dimenzija 30x50 cm, a izvode se iznad rubnih zidova i na uzdužnim osima koje povezuju dvije jezgre.

Zasuti zidovi suterena -2 i suterena -1 izvode se kao vodotijesni i debljine su 30 cm, povezani konstruktivno sa stupovima i gredama po obodu zgrade.

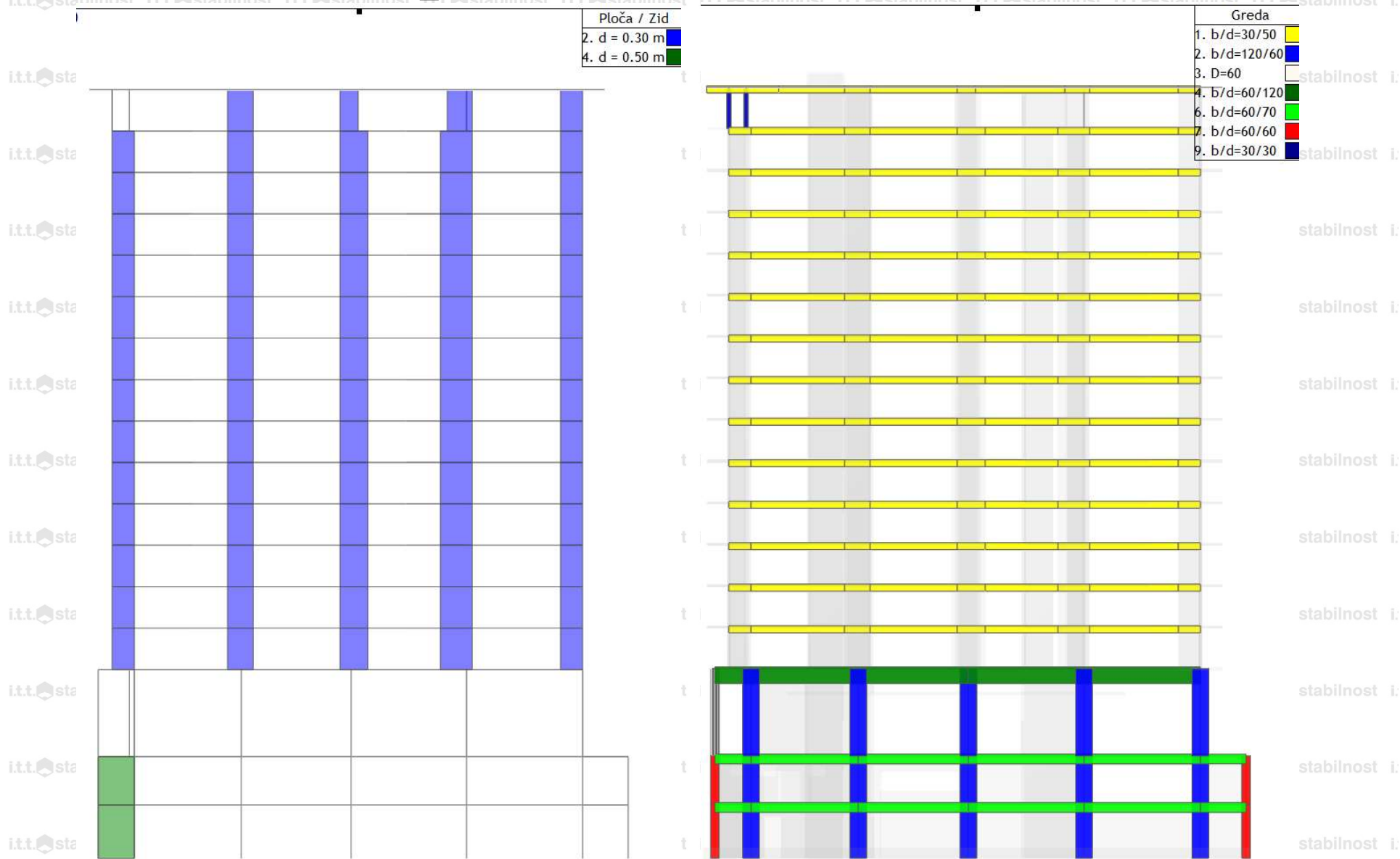
Zidna ispuna, kao i fasadni zidovi su lagani polumontažni sustav tipa

"Knauf". Zidovi su provjereni na opterećenje pritiskom vjetra okomito na plohu zida.

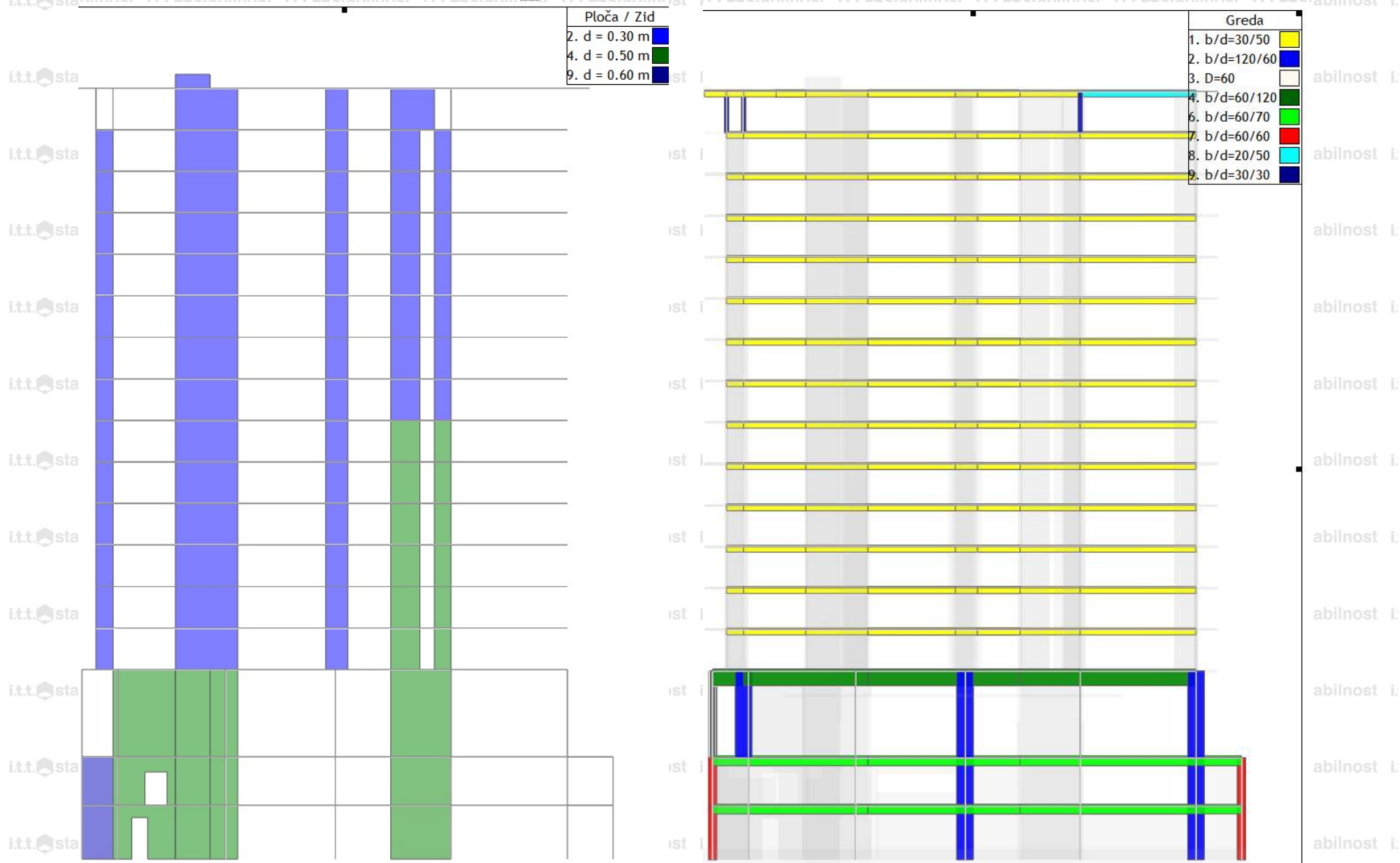


Numerički model izometrija

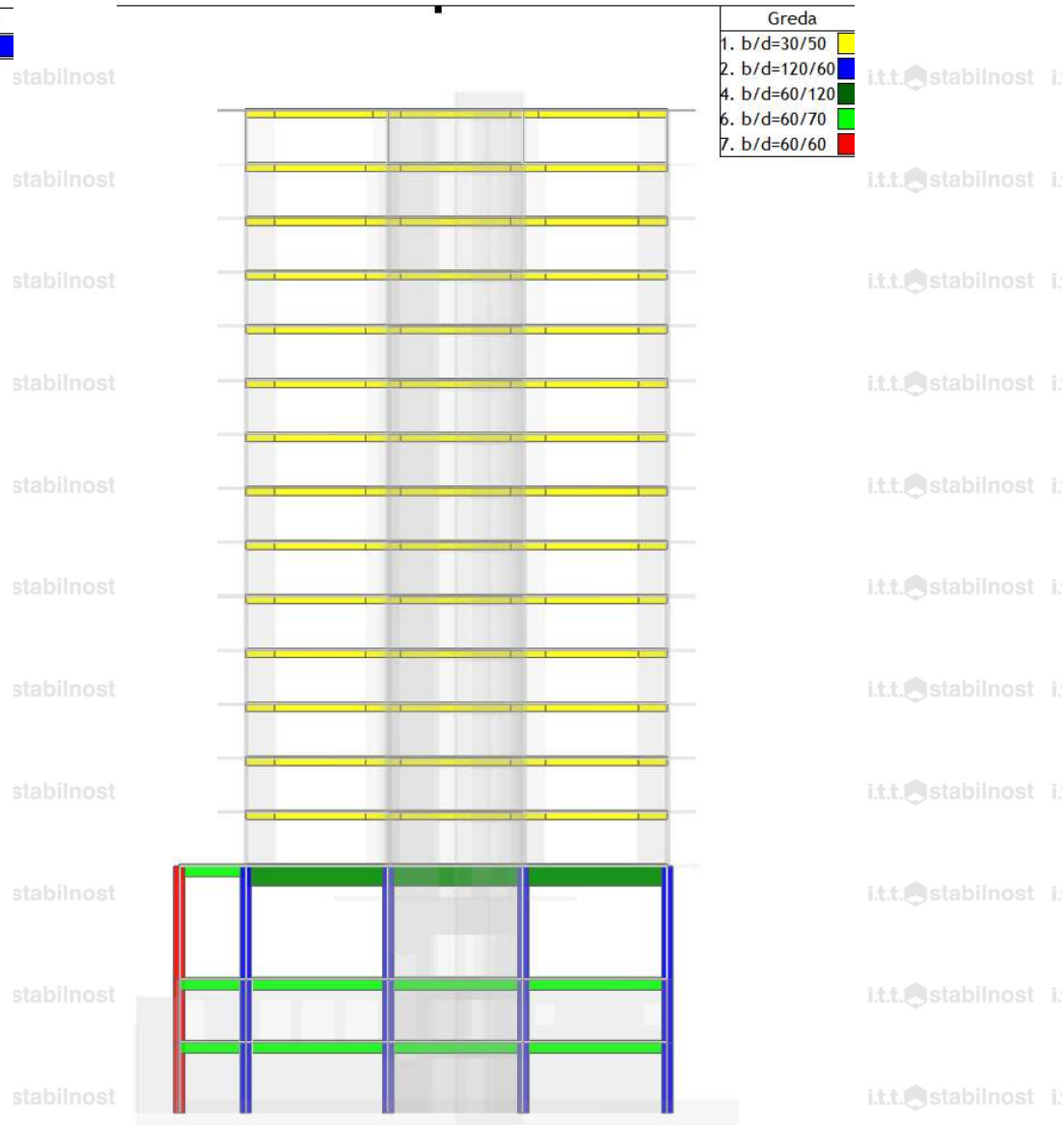
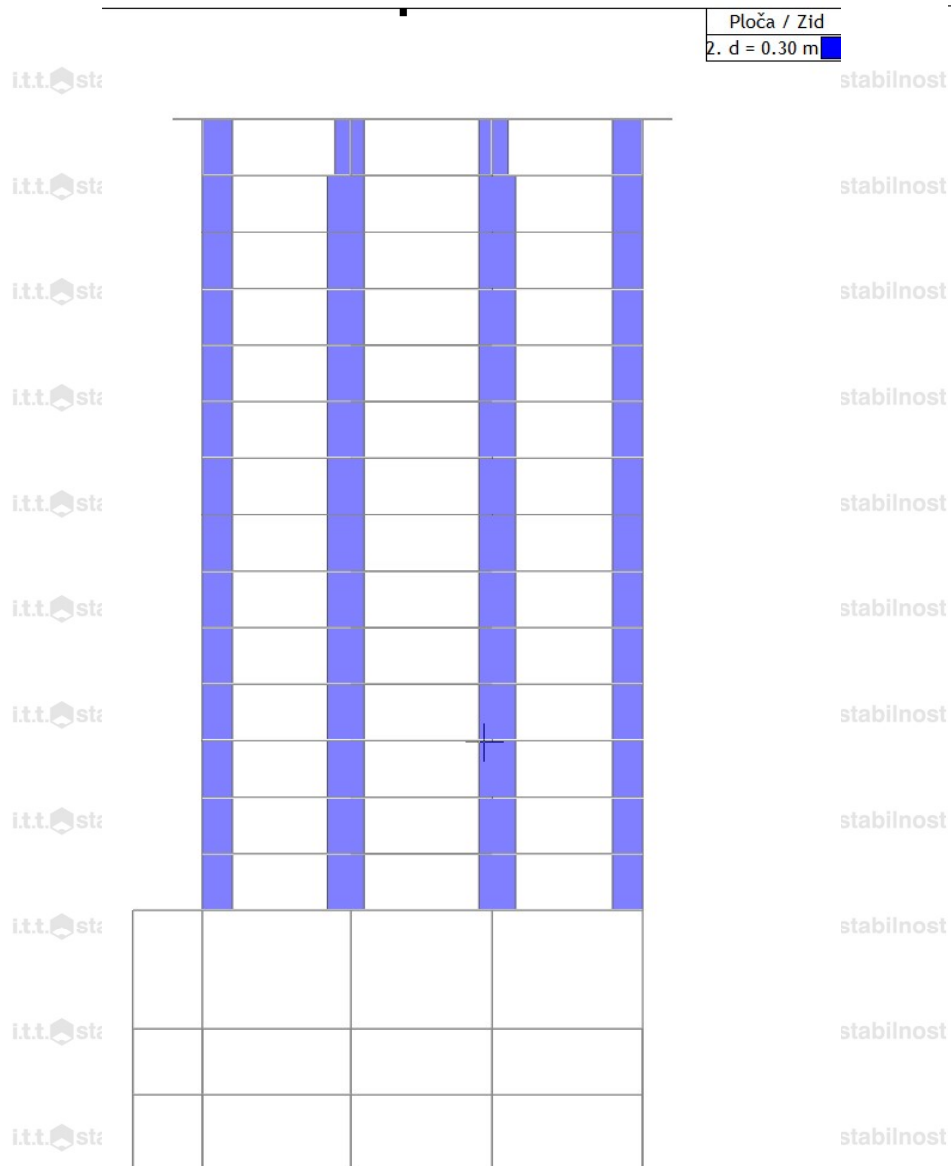
TIPIČNI RUBNI OKVIR_DUŽI SMJER (plošni i štapni elementi):



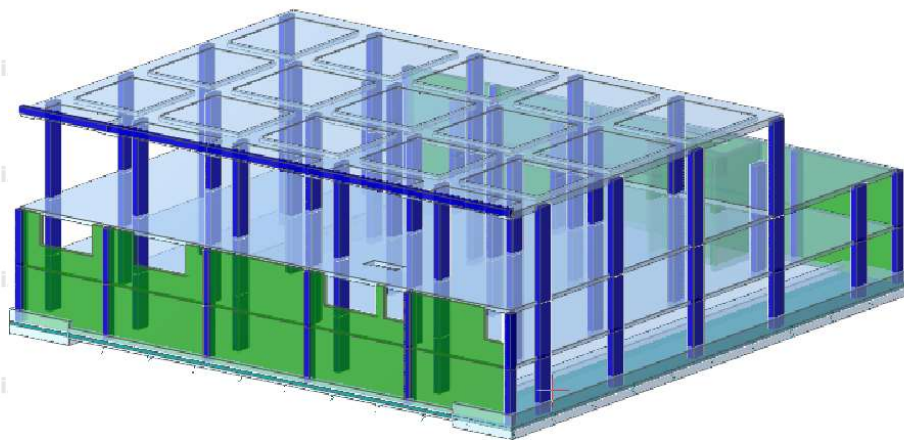
TIPIČNI UNUTRAŠNJI OKVIR_DUŽI SMJER (plošni i štapni elementi):



TIPIČNI RUBNI OKVIR_KRAĆI SMJER (plošni i štapni elementi):



GARAŽE - KONSTRUKTIVNI KONCEPT:



Numerički model_izometrija

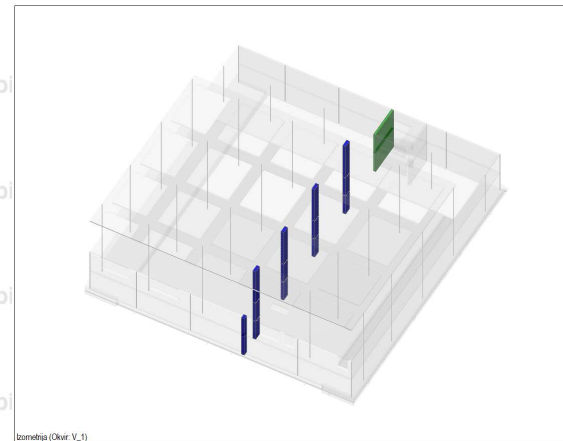
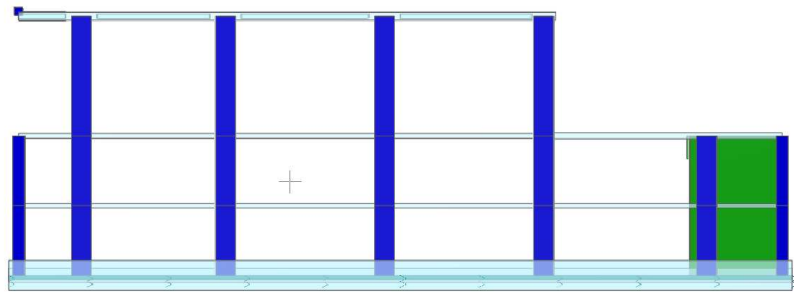
Konstrukcija je armirano betonska monolitna sa jednom stubišnom jezgrom na sjeveru građevine i stupovima u sredini i po obodu. **Raster nosive konstrukcije je približno 8x8 m uz manja odstupanja.**

Ploča iznad suterena -2 i suterena -1 se izvode bez greda kapitela kao naknadno prednapete ploče konstantne debljine. U ploči iznad prizemlja plitke grede dimenzija 160*40 cm povezuju sve stupove u oba smjera i prednapete su kabelima za naknadno naprezanje. Međukatna ploča iznad garaže -2 je debljine 22 cm, ploča iznad garaže -1 je debljine 24 cm od osi A do osi H i 30 cm od osi H do osi L (prometno opterećenje), a ploča iznad prizemlja je debljine 22 cm. Zasuti zidovi suterena i zidovi jezgre su debljine 30 cm. Zasuti zidovi suterena -2 i suterena -1 se izvode po principu "bijeke kade".

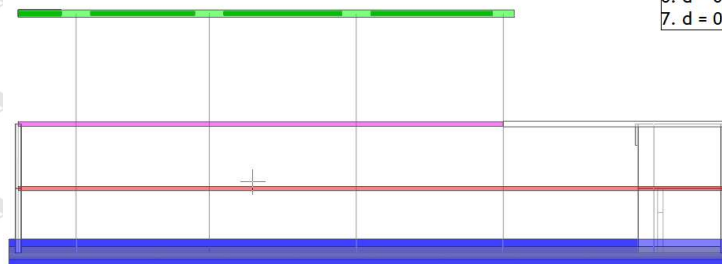
Stupovi su dimenzija 40x100 cm osim stupova u sklopu zidova suterene koji se izvode kroz prve dvije etaže i dimenzija su 40x60 cm.

Grede iznad prizemlja su "plitke grede" dimenzija 160x40 cm, osim greda na dilatacijama, na osima 6 i 11 gdje su grede dimenzija 100x40 cm i osim grede na južnom pročelju iznad prizemlja koja je dimenzija 40x40 cm.

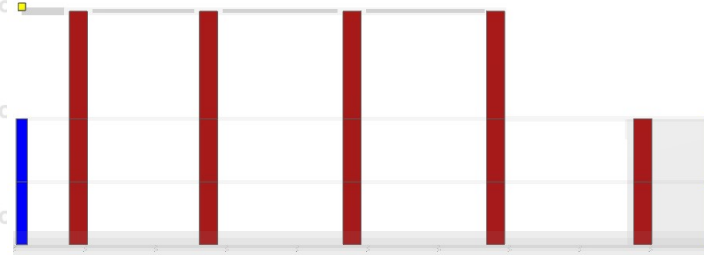
TIPIČNI OKVIR U SMJERU SJEVER-JUG (plošni i štapni elementi):



Ploča / Zid	
1. d = 0.70 m	Yellow
2. d = 1.50 m	Blue
3. d = 0.30 m	White
4. d = 0.22 m	Green
5. d = 0.24 m	Pink
6. d = 0.40 m	Light Green
7. d = 0.22 m	Red



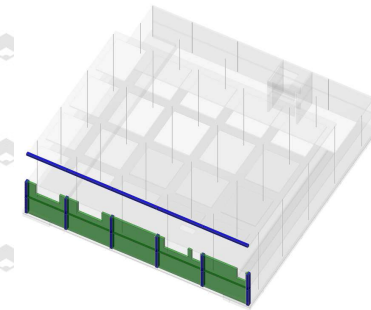
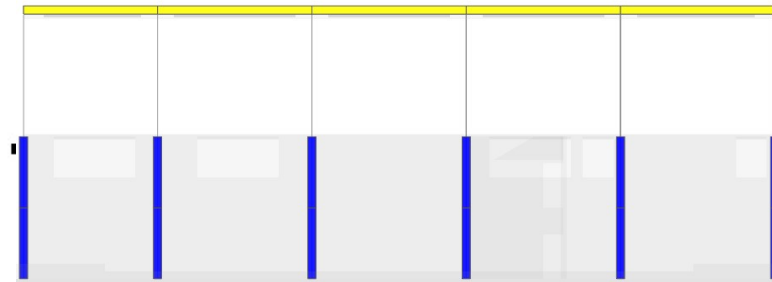
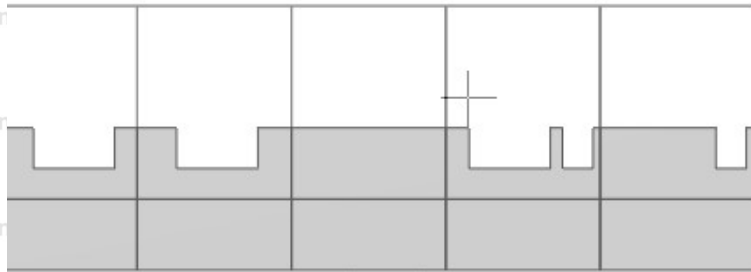
Greda	
1. b/d=100/40	Red
2. b/d=60/40	Blue
10. b/d=40/40	Yellow



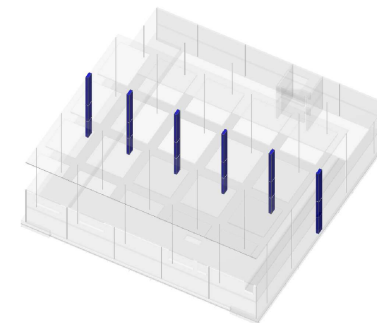
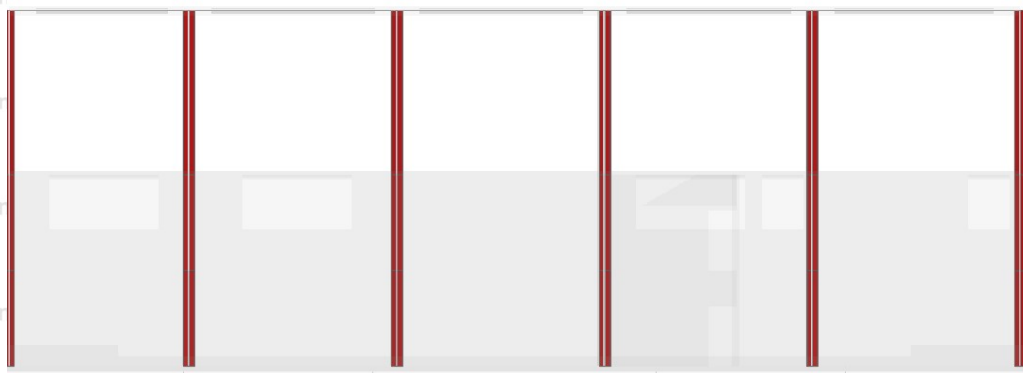
RUBNI (JUG) I TIPIČNI SREDIŠNJI OKVIR U SMJERU ISTOK-ZAPAD:

Ploča / Zid
3. d = 0.30 m

Greda
2. b/d=60/40
10. b/d=40/40



Greda
1. b/d=100/40



TEMELJENJE:

Winklerov koeficijent 100.000 kN/m^2 , bez povećanja na rubovima (utjecaj okolnog tla).

TORNJEVI

AB PLOČA DEBLJINE 150 cm

GARAŽE I RAMPA

AB PLOČA DEBLJINE 70 cm

PARKING GARAŽA

AB TRAKE DIMENZIJA $80 \times 75 \text{ cm}$

Temeljna ploča nije dilatirana ali je izvedena u taktovima sa vremenskim odmakom od 20 dana.

Široki iskop bez stalne zaštite građevne jame.

Suterenske etaže su izvedene po principu "bijeke kade" i naknadno zasute.

Provedeni su istražni radovi u vidu prospektorskog bušenja.



OPTEREĆENJA (atipična stalna i promjenjiva djelovanja, seizmičko djelovanje) HRN EN

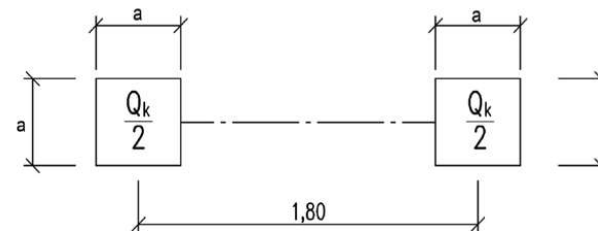
1991-1 :

- POTISAK TLA NA ZASUTE ZIDOVE SUTERENA (pritisak tla u stanju mirovanja $\lambda = 1 - \sin(\varphi)$ + promjenjivo opterećenje na zasip zidova): $G = 2,70 - 72,70 \text{ kN/m}^2$, $Q = 10,00 \text{ kN/m}^2$
- POSLOVNI PROSTORI: $G = 4,00 \text{ kN/m}^2$, $Q = 5,00 \text{ kN/m}^2$
- RAVNI KROV IZNAD SUTERENA -1 (promjenjivo opterećenje + vatrogasno vozilo)

Tablica 6.8(HR) – Uporabna opterećenja garaža i prostora za promet vozila

Kategorija prometnog prostora	q_k [kN/m ²]	Q_k^a [kN]
Kategorija F bruto težina vozila $\leq 30 \text{ kN}$	2,5	20
Kategorija G 30 kN < bruto težina vozila $\leq 160 \text{ kN}$	5,0	90

^a Q_k predstavlja opterećenje osovine (opterećenje pojedinog kotača je $Q_k/2$)



NAPOMENA: Stranice kvadrata na koji se rasprostire opterećenje su 100 mm za kategoriju F, a 200 mm za kategoriju G (vidjeti tablicu 6.8).

Slika 6.2 – Dimenzije osovinskog opterećenja

Tablica 6.7 – Prometni i parkirališni prostori u zgradama

Kategorija prometnog prostora	Namjena	Primjeri
F	Prometni i parkirališni prostori za lagana vozila ($\leq 30 \text{ kN}$ bruto težine vozila i ≤ 8 sjedala bez vozačeva)	Garaže, parkirališni prostori i parkirališne dvorane
G	Prometni i parkirališni prostori za srednja vozila ($> 30 \text{ kN}$, $\leq 160 \text{ kN}$ bruto težine vozila, s dvije osovine)	Pristupni putovi, područja dostave, područja dostupna vatrogasnim vozilima ($\leq 160 \text{ kN}$ bruto težine vozila)

NAPOMENA 1: Pristup prostorima koji su proračunani kao kategorija F treba ograničiti mehaničkim preprekama ugrađenim u zgradu.
NAPOMENA 2: Područja proračunana kao kategorije F i G trebaju biti označena odgovarajućim znakovima upozorenja.

- RAVNI KROV IZNAD PRIZEMLJA DILATACIJA GARAŽA (PARK): $G=10,00 \text{ kN/m}^2$, $Q = 5,00 \text{ kN/m}^2$



OPTEREĆENJA (atipična stalna i promjenjiva djelovanja, seizmičko djelovanje):

- PREDNAPREZANJE HRN EN 1992-1-1

Naknadno se prednapinju stropne ploče iznad stambenih etaža tornjeva A, B i C, stropne ploče dilatacija garaža-zapad i garaža-istok i krovna ploča parking garaže.

Prednapinjanje se vrši kabelima od visokovrijednog čelika prekidne čvrstoće $f_{pk}=1860$ MPa. Kabeli su bez direktnog dodira s betonom, namašteni u plastičnoj cijevi (unbonded tendons) površine 1.5 cm^2 . (sustav BBR VT CONA monostrand CMM 0406).

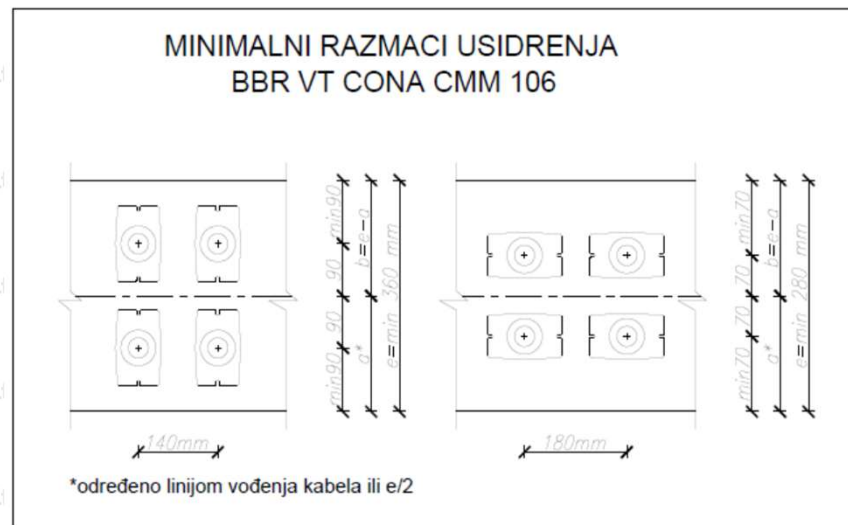
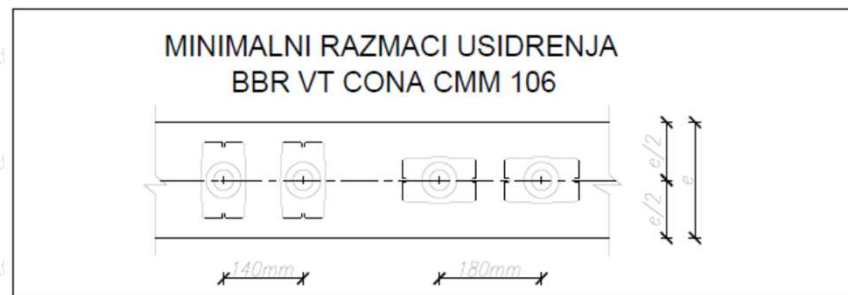
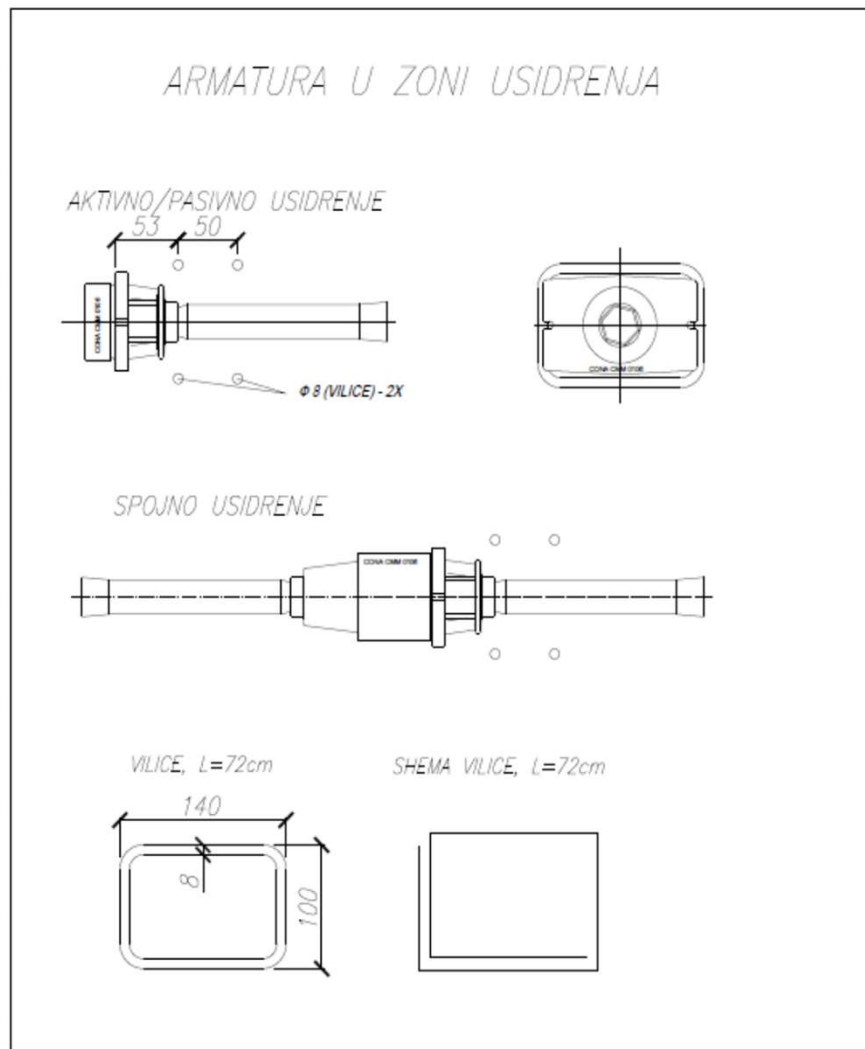
Napinjanje se izvodi sa silom na preši u iznosu 80% granične prekidne čvrstoće, $0.8 \cdot UTS = 0.8 \cdot 279 \text{ KN} = 223 \text{ kN}$.

Napinjanje je vršeno kada je tlačna čvrstoća betona dostigla 24 MPa.



OPTEREĆENJA (atipična stalna i promjenjiva djelovanja, seizmičko djelovanje):

- PREDNAPREZANJE HRN EN 1991-1, HRN EN 1992-1-1



OPTEREĆENJA (atipična stalna i promjenjiva djelovanja, seizmičko djelovanje):

- VJETAR (Fermacell polumontažni fasadni elementi) HRN EN 1991-1-4:

Temeljna vrijednost brzine vjetra:	$v_{b0} := 25 \cdot \frac{m}{s}$
Faktor smjera:	$c_{dir} := 1.0$
Faktor godišnjeg doba:	$c_{season} := 1.0$
Osnovna brzina vjetra:	$v_b := c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b0} = 25.00 \frac{m}{s}$
Visina iznad terena:	$z_t := 56 \cdot m$
Kategorija terena:	$KT := 2$



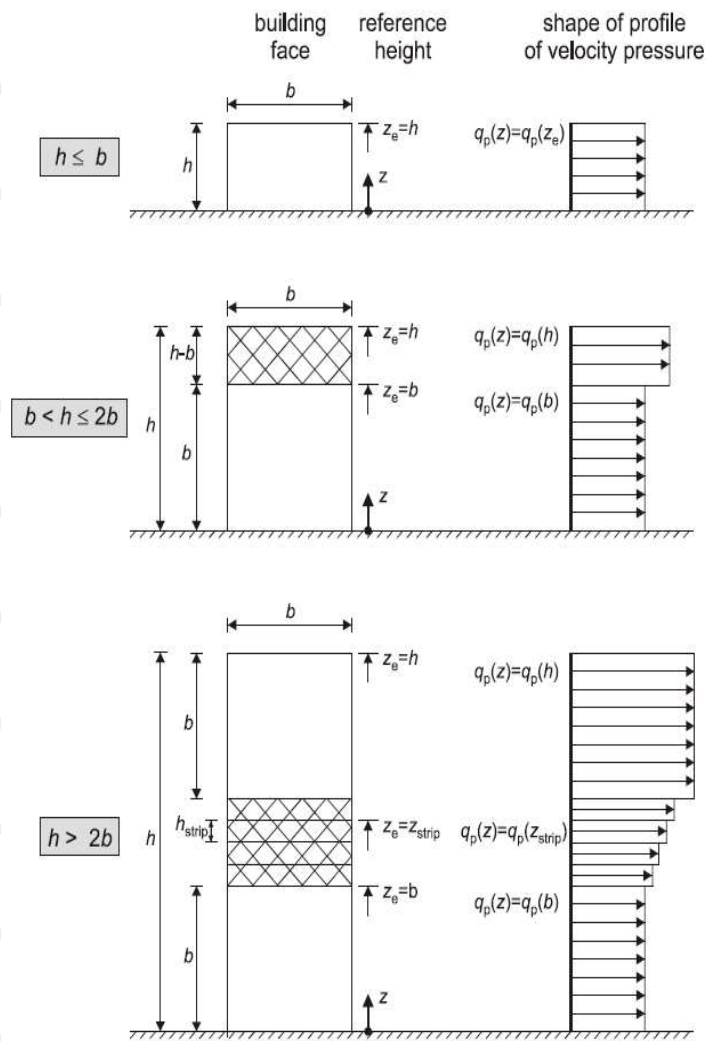
- 0 - More ili priobalna područja izložena otvorenom moru
- 1 - Jezera ili ravna i horizontalno položena područja sa zanemarivom vegetacijom i bez prepreka
- 2 - Područja s niskom vegetacijom i izoliranim preprekama s razmakom najmanje 20 visina prepreke
- 3 - Područja sa stalnim pokrivenom od vegetacije ili zgrade ili područja sa izoliranim preprekama s razmakom najviše 20 visina prepreke
- 4 - Područja s najmanje 15% površine pokrivena zgradama čija prosječna visina premašuje 15 m.

Duljina hrapavosti (II):	$z_{0II} := 0.05 \cdot m$	
Duljina hrapavosti:	$z_0 = 0.050 \cdot m$	
Najmanja visina:	$z_{min} = 2.00 \cdot m$	
Faktor terena:	$k_r := 0.19 \cdot (z_0 \div z_{0II})^{0.07} = 0.19$	
Faktor hrapavosti:	$c_r(z) := k_r \cdot \ln(z \div z_0)$	$c_r(z_t) = 1.33$
Faktor vertikalne razvedenosti:	$c_0(z) := 1.0$	
Srednja brzina vjetra:	$v_m(z) := c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$	$v_m(z_t) = 33.35 \frac{m}{s}$
Gustoća vjetra:	$\rho := 1.25 \cdot kg \cdot m^{-3}$	
Faktor turbulencije:	$k_f := 1.0$	
Turbulencija vjetra:	$I_v(z) := \begin{cases} \text{if } z \geq z_{min} \\ \left k_f \div (c_0(z) \cdot \ln(z \div z_0)) \right \\ \text{if } z < z_{min} \\ \left k_f \div (c_0(z) \cdot \ln(z_{min} \div z_0)) \right \end{cases}$	$I_v(z_t) = 0.14$
Tlak pri vršnoj brzini:	$q_p(z) := (1 + 7 \cdot I_v(z)) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m(z)^2$	$q_p(z_t) = 1.39 \frac{kN}{m^2}$
Tlak pri osnovnoj brzini:	$q_b(z) := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$	$q_b(z_t) = 0.39 \frac{kN}{m^2}$

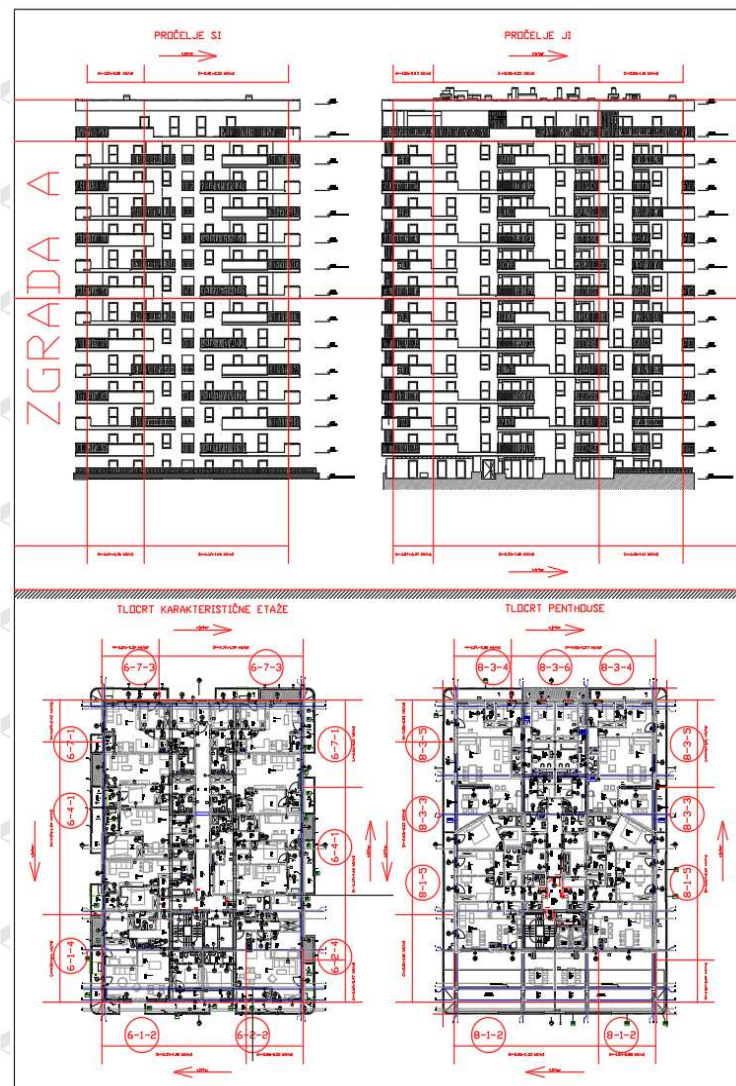


OPTEREĆENJA (atipična stalna i promjenjiva djelovanja, seizmičko djelovanje):

- VJETAR (Fermacell polumontažni fasadni elementi) HRN EN 1991-1-4 :



NOTE The velocity pressure should be assumed to be uniform over each horizontal strip considered.



POTRESNO DJELOVANJE (toranj A):

Potresno djelovanje određeno je prema HRN EN 1998-1:2004+AC:2009 i HRN EN 1998-1:2011/NA prema slijedećim parametrima:

- kategorija terena A (sukladno geotehničkom elaboratu)
- ubrzanje 0,20g za povratno razdoblje 475 godina i 0,10g za 95 godina (vidi karte)
- razred važnosti II s pripadnim koeficijentom važnosti 1,0. Usvaja se srednja duktilnost M
- konzervativno je usvojena vrijednost faktora ponašanja od 2,0
- koeficijenti za modalnu analizu faktor za korisno opterećenje određen je na slijedeći način (HRN EN 1998-1, točka 4.2.4 i HRN EN 1990, tablica A1):

$$\sum G_{k,j} + \sum \psi_{E,i} Q_{k,i} \quad \psi_{Ei} = \varphi \times \psi_{2i}$$

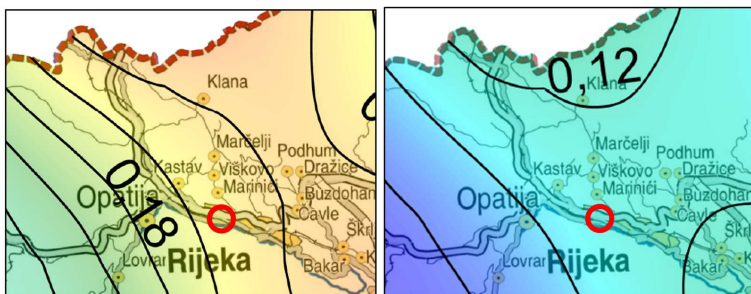
$$\psi_{Ei} = 0,5 \times 0,3 = 0,15$$

Tablica 4.2 – Vrijednosti φ pri proračunu ψ_{Ei}

Tip promjenjivog djelovanja	Kat	φ
Kategorije A – C*	Krov	1,0
	Katovi s povezanom zauzetošću	0,8
	Neovisno zauzeti katovi	0,5
Kategorije D – F* i arhivi		1,0

* Kategorije su definirane u normi EN 1991-1-1:2002.

Razred važnosti	Zgrade
I	Zgrade manje važnosti za javnu sigurnost, npr. poljoprivredne zgrade itd.
II	Obične zgrade koje ne pripadaju drugim kategorijama
III	Zgrade čija je potresna otpornost važna s obzirom na posljedice vezane s rušenjem, npr. škole, dvorane za skupove, kulturne institucije itd.
IV	Zgrade čija je cjelovitost tijekom potresa od životne važnosti za civilnu zaštitu, npr. bolnice, vatrogasne postaje, energane itd.



Vrijednosti horizontalnih vršnih ubrzanja tipa A
(a_{gR} = za povratna razdoblja od 475 godina i 95 godina)

Tip temeljnog tla	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1,0	0,05	0,25	1,2
B	1,35	0,05	0,25	1,2
C	1,5	0,10	0,25	1,2
D	1,8	0,10	0,30	1,2
E	1,6	0,05	0,25	1,2



MATERIJALI:

BETON

XC2 C30/37

Temelji, potporni zidovi, izloženi elementi

XC1 C30/37

Ploče i zidovi osim jezgri zgrada

XC1 C35/45

Stupovi (dijelom C40/50)

XC1 C35/45

Zidovi jezgri zgrada do razine stanova

XC1 C40/50

Pojedini zidovi jezgri zgrada

ARMATURA

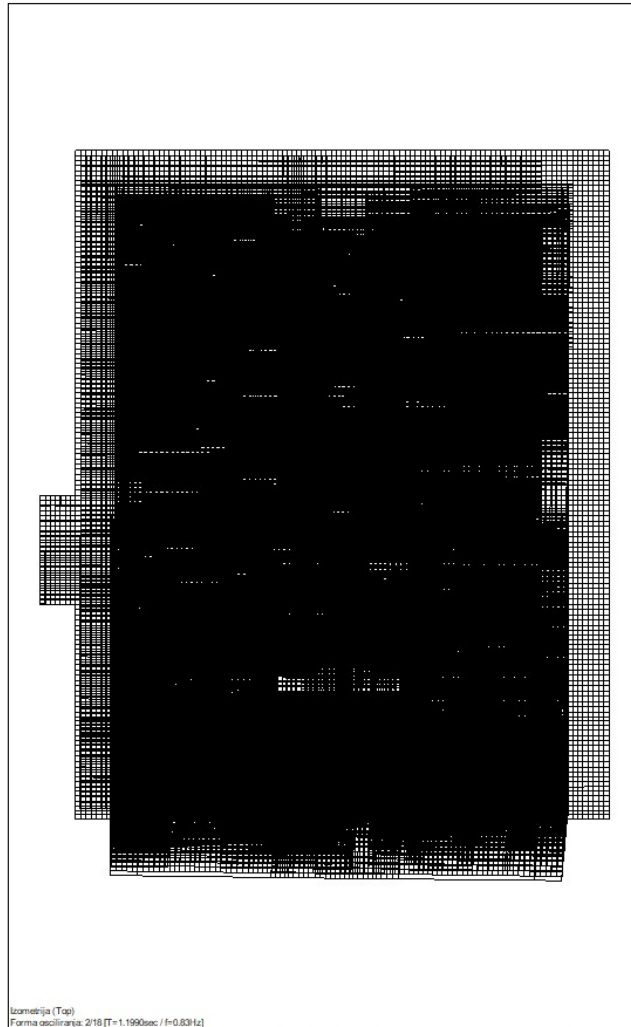
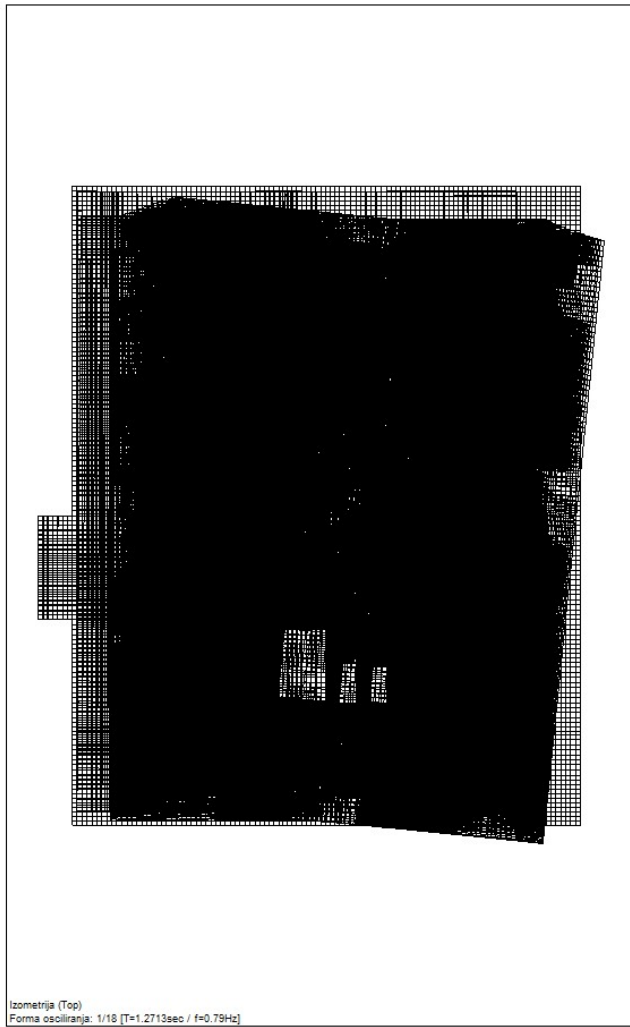
B500B

ČELIK

Toplovaljani profili, S355



MODALNA ANALIZA - TORANJ A (Tower 8) :

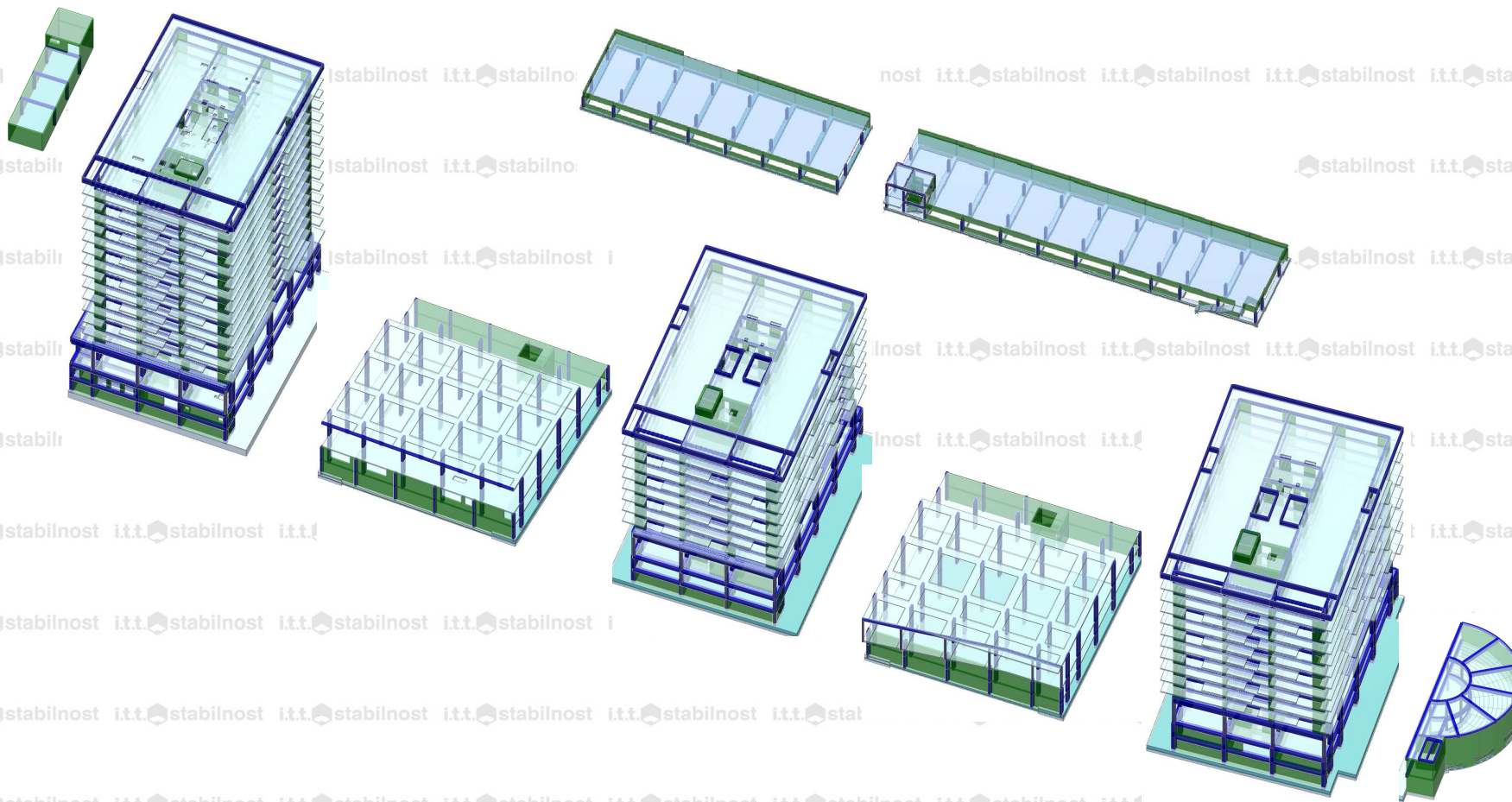


Periodi osciliranja konstrukcije		
No	T [s]	f [Hz]
1	1.2713	0.7866
2	1.1990	0.8340
3	0.8811	1.1349
4	0.3445	2.9028
5	0.2745	3.6424
6	0.2209	4.5277
7	0.1750	5.7133
8	0.1305	7.6614
9	0.1141	8.7674
10	0.1072	9.3254
11	0.0846	11.8262
12	0.0764	13.0814
13	0.0737	13.5748
14	0.0621	16.1031
15	0.0616	16.2331
16	0.0586	17.0614
17	0.0575	17.3854
18	0.0562	17.7911



PRORAČUN MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI:

Tower 8 i GRAFeM (prednapete ploče)



Značajke potresne otpornosti zgrade HRN EN 1998-1 (4.2)

Temeljna načela HRN EN 1998-1 (4.2.1):

Jednostavnost konstrukcije:

Većinom postignuta

Jednoličnost, simetrija i prekobrojnost:

Djelomično postignuta

Dvosmjerna otpornost i krutost:

Većinom postignuta

Torzijska otpornost i krutost:

Djelomično postignuta

Krutost dijafragma na razini kata:

Postignuta

Prikladnost temelja:

Postignuta

Primarni i sekundarni potresni elementi HRN EN 1998-1 (4.2.2):

Kriteriji pravilnosti konstrukcije HRN EN 1998-1 (4.2.3):

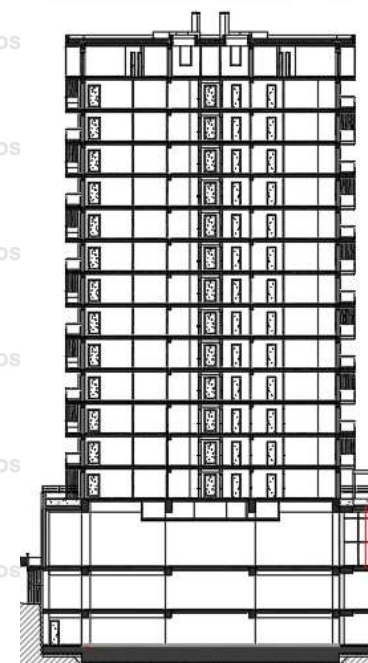
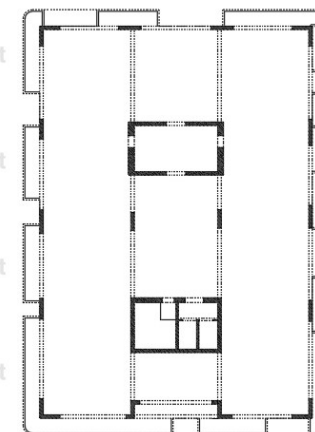
Tablica 4.1 – Posljedice pravilnosti konstrukcije na proračun i projekt u slučaju potresa

Pravilnost		Dopušteno pojednostavnjenje		Faktor ponašanja
Tlocrt	Po visini	Model	Linearno-elastični proračun	(za linearni proračun)
da	da	ravninski	bočne sile ^a	referencijska vrijednost
da	ne	ravninski	modalni	smanjena vrijednost
ne	da	prostorni ^b	bočne sile ^a	referencijska vrijednost
ne	ne	prostorni	modalni	smanjena vrijednost

^a Ako su ispunjeni i uvjeti iz točke 4.3.3.2.1(2)a
^b Pod posebnim uvjetima navedenim u točki 4.3.3.1(8) može se upotrijebiti odvojeni ravninski model za svaki horizontalni smjer u skladu s točkom 4.3.3.1(8).

Faktori kombinacija za promjenjiva djelovanja HRN EN 1998-1 (4.2.4)

Razredi važnosti i faktori važnosti HRN EN 1998-1 (4.2.5) (PRIJE PRIKAZANO)



Metode proračuna

Kontrola veznih elemenata povezanih zidova

HRN EN 1998-1 (5.5.3.5)

Za slučaj kada nije osiguran prevladavajući slom savijanjem već posmikom potresna djelovanja treba osigurati rasporedom armature uzduž dvaju dijagonala grede.

Dimenzije vezne grede - širina/visina/duljina:

$$b_w := 50 \cdot \text{cm}$$

$$h := 220 \cdot \text{cm}$$

$$l := 300 \cdot \text{cm}$$

Poprečna sila u veznom elementu:

$$V_{Ed} := 2700 \cdot \text{kN}$$

Proračunska čvrstoća (tablica f_{ck} / f_{ctk}):

$\alpha_{ct} := 1.0$	$\gamma_C := 1.5$	25	1.8
$f_{ctk,0.05} := 2.2 \cdot \text{MPa}$		30	2.0
		35	2.2
$f_{ctd} := \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0.05} \cdot \frac{1}{\gamma_C} = 1.47 \text{ MPa}$		40	2.5
		45	2.7
$f_{yd} := 500 \cdot \text{MPa} \div 1.15 = 434.78 \text{ MPa}$		50	2.9

Ako je ispunjen bar jedan od slijedeća 2 uvjeta primjenjuje se 5.5.3.1 uprotivnom ukupna sila se preuzima dijagonalnim šipkama.

Uvjet 5.5.3.5 (2) a) - nije vjerojatno raspucavanje u oba dijagonalna smjera:

$$V_{Ed} = 2700 \text{ kN} \quad \text{manje jednako od} \quad f_{ctd} \cdot b_w \cdot h = 1613 \text{ kN}$$

Uvjet 5.5.3.5 (2) b) - osiguran je prevladavajući slom savijanjem:

$$\frac{l}{h} = 1.36 \quad \text{veće jednako od} \quad 3$$

Kut kosih šipki:

$$\alpha := 40 \cdot \text{deg}$$

Potrebna armatura uzduž svake dijagonale grede:

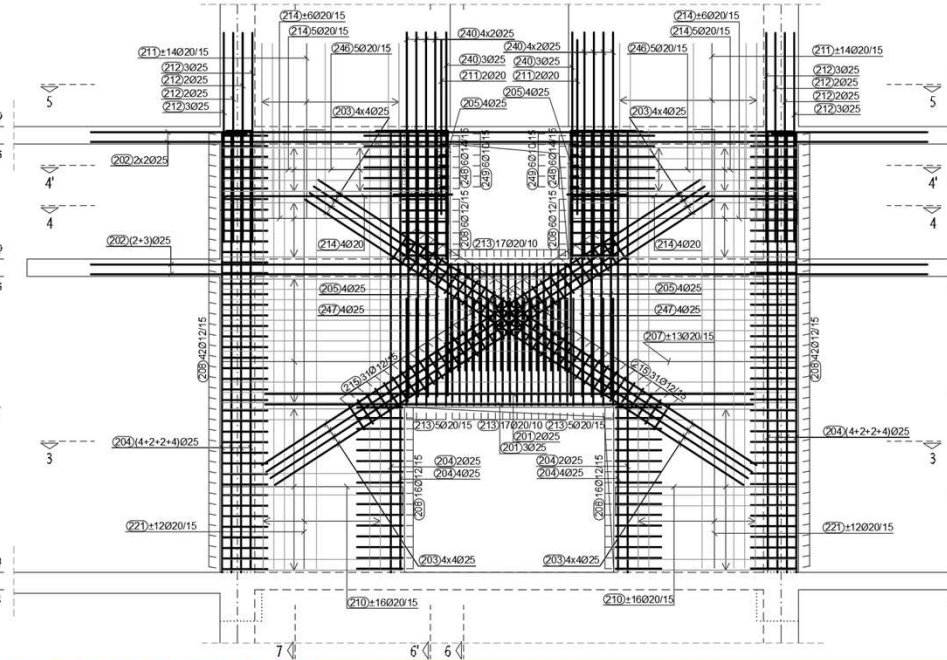
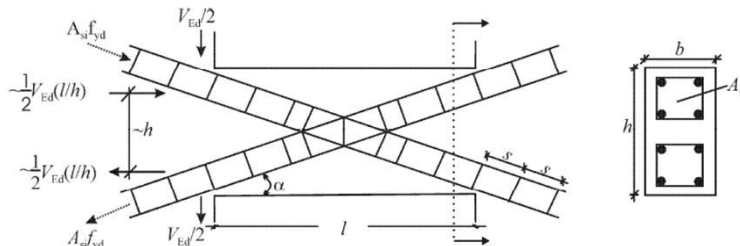
$$A_{si} := \frac{V_{Ed}}{2 \cdot f_{yd} \cdot \sin(\alpha)} = 48.31 \text{ cm}^2$$

$$\phi := 25 \cdot \text{mm} \quad \text{Promjer šipki}$$

$$n := A_{si} \div \frac{\phi^2 \pi}{4} = 9.84 \quad \text{Broj komada}$$

$$nk := 16 \quad \text{Usvojen broj šipki}$$

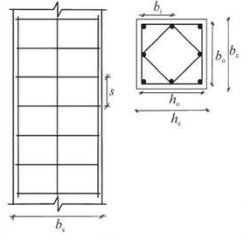
$$V_{Ed} = 2700 \text{ kN} \quad \text{manje jednako od} \quad 2 \cdot nk \cdot \frac{\phi^2 \pi}{4} \cdot f_{yd} \cdot \sin(\alpha) = 4390 \text{ kN}$$



Razrada detalja primarnih potresnih stupova za lokalnu duktilnost zidova HRN EN 1998-1 (5.4.3.2.2)

Ovijanje betonske jezgre; kritično područje – cijela duljina stupa

Klasa betona:	$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$	$\gamma_c = 1.5$	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 23.3 \text{ MPa}$	
Armatura:	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$	$\gamma_s = 1.15$	$f_{sd} = f_{yk} / \gamma_s = 434.8 \text{ MPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
Kritično područje stupa (5.4.3.2.2)				
Dimenzija najveće stranice presjeka stupa	$h_c = 90 \text{ cm}$			
Dimenzija manje stranice presjeka stupa	$b_c = 90 \text{ cm}$			
Površina presjeka betona	$A_c = b_c \cdot h_c$			
Zaštitni sloj	$d = 3 \text{ cm}$			
Promjer spone	$\phi_s = 10 \text{ mm}$			
Najmanji promjer uzdužnih šipki	$d_{sk} = 25 \text{ mm}$			
Visina i širina ovijene jezgre (do osi spona):	$h_0 = h_c - 2 \cdot d - \phi_s = 83.0 \text{ cm}$			
	$b_0 = b_c - 2 \cdot d - \phi_s = 83.0 \text{ cm}$			
Ukupni broj šipki:	$n = 24$			
Razmak između susjednih šipki:	$b_i = 14 \text{ cm}$			
Svjetla visina stupa:	$l_d = 257 \text{ cm}$			
Duljina kritičnog područja	$l_{cr} = \begin{cases} cr & \left(\max(h_c, b_c), \frac{l_d}{6}, 0.45 \cdot m \right) = 257.00 \text{ cm} \\ \text{if } l_d \div \max(h_c, b_c) < 3 \\ \frac{l_d}{6} \\ \text{else} \\ cr \end{cases}$			
Razrada za lokalnu duktilnost (5.2.3.4)				
Osnovna vrijednost faktora ponašanja	$q_0 = 2.0$			
Osnovni period	$T_1 = 1.27 \cdot s$	$T_{CR} = \begin{bmatrix} 0.4 \\ 0.5 \\ 0.6 \\ 0.8 \\ 0.5 \end{bmatrix} \cdot s$		
Vrijednosti perioda, spektar tip 1 ovisno o tipu temeljnog tla	$T_C = 0.4 \cdot s$			
Koeficijent duktilnosti s obzirom na duktilnost	$\mu_\phi = \begin{cases} \text{if } T_1 \geq T_C \\ 2 \cdot q_0 - 1 \\ \text{else} \\ 1 + 2 \cdot (q_0 - 1) \cdot T_C \div T_1 \end{cases} = 3.00$			
Razmak spona				
Razmak spona, maksimalni	$s = \min\left(\frac{b_0}{2}, 175 \cdot \text{mm}, 8 \cdot d_{sk}\right) = 17.50 \text{ cm}$			
Razmak spona, usvojen	$s_0 = 10 \cdot \text{cm}$			
Uzdužna sila u stupu	$N_{Ed} = 8100 \text{ kN}$			
Normalizirana proračunska osna sila	$\nu_d = N_{Ed} \div (A_c \cdot f_{cd}) = 0.429 \quad \text{DCM} < 0,65$			
Proračunska vrijednost vlačne def. čelika pri popuštanju	$\epsilon_{sy,d} = f_{sd} \div E_s = 0.00217$			
Faktor djelotvornosti ovijanja - pravokutni presjek	$\alpha_n = 1 - n \cdot b_i^2 \div (6 \cdot b_0 \cdot h_0) = 0.89$			
	$\alpha_s = \left(1 - \frac{s_0}{2 \cdot b_0}\right) \cdot \left(1 - \frac{s_0}{2 \cdot h_0}\right) = 0.88$			
	$\alpha = \alpha_n \cdot \alpha_s = 0.78$			
Promjer/obujam spona - vanjska vilica	$\phi_s = 12 \cdot \text{mm}$			
	$O_{sv} = (2 \cdot h_0 + 2 \cdot b_0) \cdot \phi_s^2 \cdot \pi \div 4 = 375.5 \text{ cm}^3$			
	$O_{su} = (2 \cdot b_0 + 2 \cdot 25 \cdot \text{cm}) \cdot \phi_s^2 \cdot \pi \div 4 = 244.3 \text{ cm}^3 \quad (\text{unutarnja v})$			
	$O_s = O_{sv} + 2 \cdot O_{su} = 864.1 \text{ cm}^3$			
	$O_c = b_0 \cdot h_0 \cdot s_0 = 68890.0 \text{ cm}^3$			
Obujam betonske jezgre				
Minimalni mehanički obujamski omjer ovijenih spona	$\omega_{ed} = \frac{O_s}{O_c} \cdot \frac{f_{sd}}{f_{cd}} = 0.2337 \quad \text{min. } 0,08$			
	$\frac{\alpha \cdot \omega_{ed}}{30 \cdot \mu_\phi \cdot \nu_d \cdot \epsilon_{sy,d} \cdot \frac{b_c}{b_0}} = 3.27 \quad \text{veće od } 1$			
	$\alpha \cdot \omega_{ed} = 0.18 \quad 30 \cdot \mu_\phi \cdot \nu_d \cdot \epsilon_{sy,d} \cdot \frac{b_c}{b_0} = 0.035 = 0.06$			



Provjere u graničnom stanju nosivosti i razrada detalja HRN EN 1998-1 (5.4.3)

ARMATURA (Stupovi):

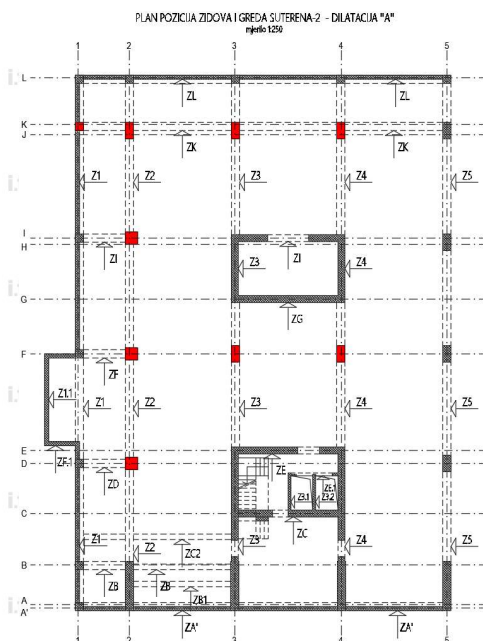
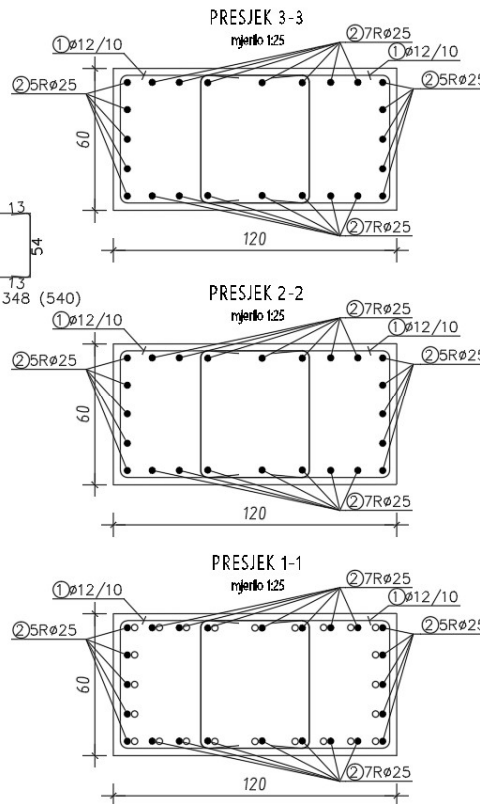
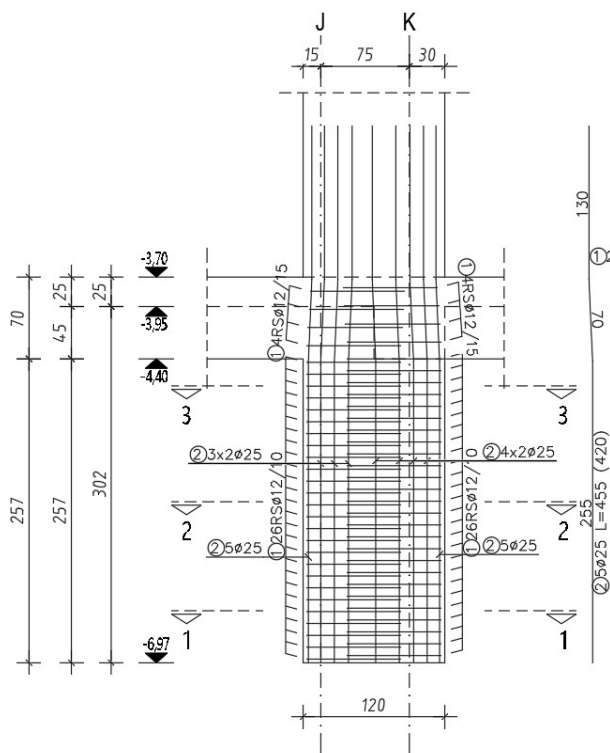
Ukupni omjer uzdužne armature:

$$\rho_1 = (4,91\text{cm}^2 \cdot 25) / (120 \cdot 60) = 0,017; \quad 0,01 < \rho_1 < 0,04$$

Vrijednost normalizirane uzdužne sile:

$$v_d < 0,65; \quad v_d = N_{sd} / (A_c \cdot f_{cd}) = 8540 \text{ kN} / 16800 \text{ kN} = 0,51$$

DILATACIJA "A"_SUTEREN -2_ARMATURA STUPA SK3 (os K3)_120*60cm - POGLED
mjerilo 1:50

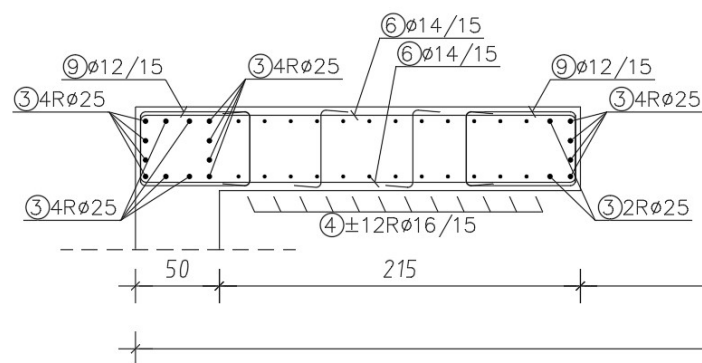
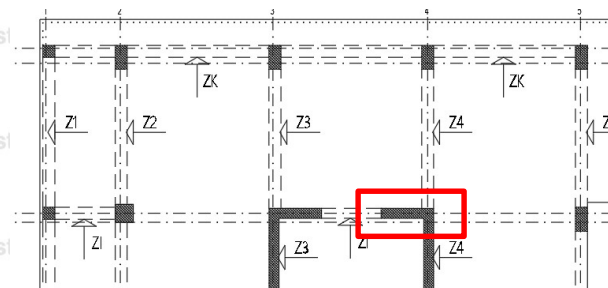


ARMATURA (Zidovi):

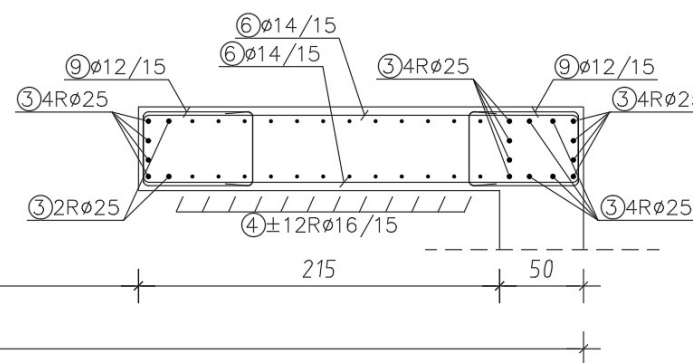
Vrijednost normalizirano osnovnog opterećenja (zid sjeverne jezgre kroz suteran -2):

$$v_d < 0,40,$$

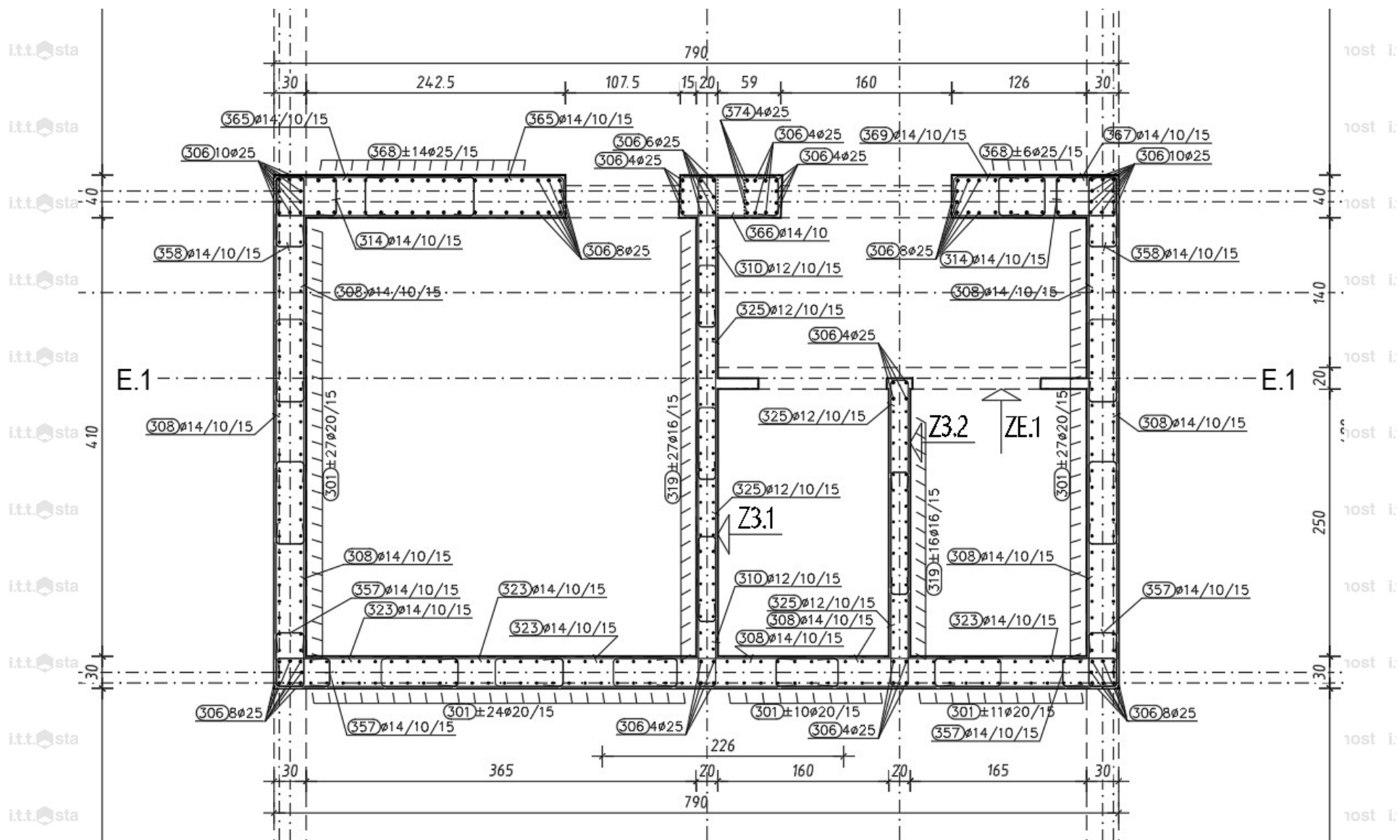
$$v_d = N_{sd} / (A_c * f_{cd}) = 12647 \text{ kN} / 30917 \text{ kN} = 0,41$$



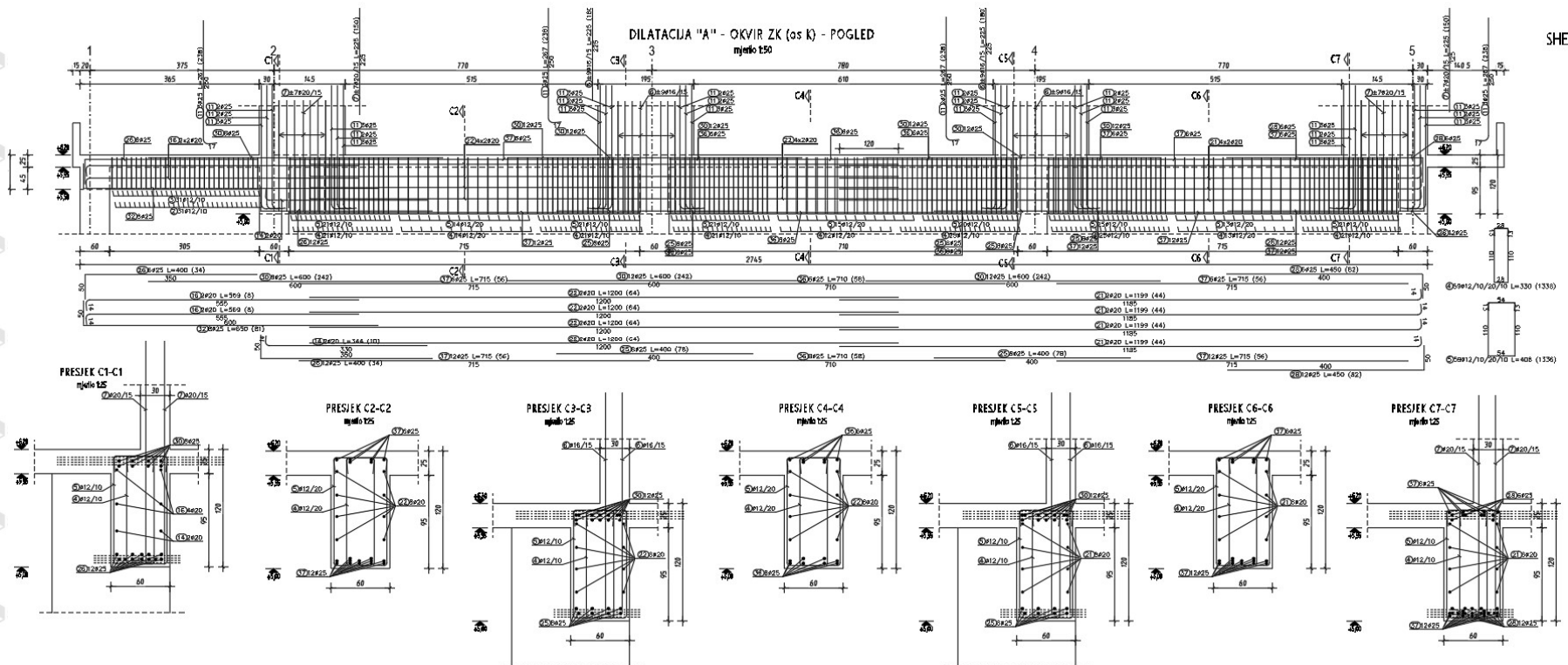
PRESJEK 1-1
mjerilo 1:50



ARMATURA (Zidovi):



ARMATURA (Grede):



NAKNADNO PREDNAPETE MEĐUKATNE KONSTRUKCIJE:

Naknadno se prednapinju stropne ploče iznad stambenih etaža tornjeva A, B i C, stropne ploče dilatacija garaža-zapad i garaža-istok i krovna ploča parking garaže.

Ploče tornjeva su debljine 20 cm na dva rubna raspona i 18 cm na središnjem rasponu.

Ploča garaže iznad suterena -2 je debljine 22 cm, iznad suterena -1 je u južnom dijelu debljine 24 cm, a u dijelu zone pristupa vatrogasnog vozila debljine 30 cm, te krovna ploča ojačana plitkim-širokim gredama 160/40 cm, između kojih je ploča debljine 22 cm.

Ploča parking garaže je debljine 22 cm.

Prednapinjanje se vrši kabelima od visokovrijednog čelika prekidne čvrstoće $f_{pk}=1860$ MPa.

Kabli su bez direktnog dodira s betonom, namašteni u plastičnoj cijevi (unbonded tendons) površine 1.5 cm^2 . (sustav BBR VT CONA monostrand CMM 0406).

Analiza ploča rađena je programskim paketom GRAFeM uz provjeru probijanja, progiba, rubnih naponskih stanja i potrebne nenapete armature.

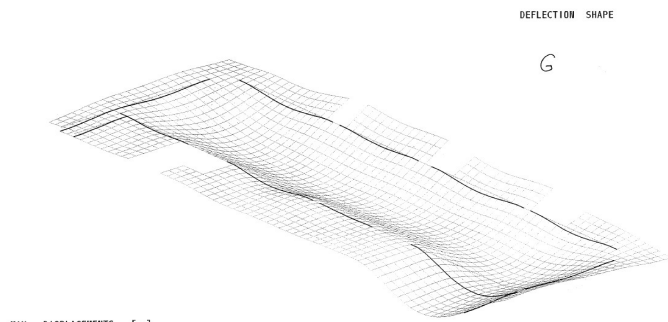
Vođenje kabela u pločama je po principu tzv „slobodnog vođenja kabela“ što znatno pojednostavljuje i ubrzava postavljanje. Pri kontroli proboja računato je smanjenje probojne sile skretnim silama grupiranih kabela unutar probojnog konusa.

Napinjanje se izvodi sa silom na preši u iznosu 80% granične prekidne čvrstoće, $0.8 \cdot UTS = 0.8 \cdot 279$ KN = 223 KN.

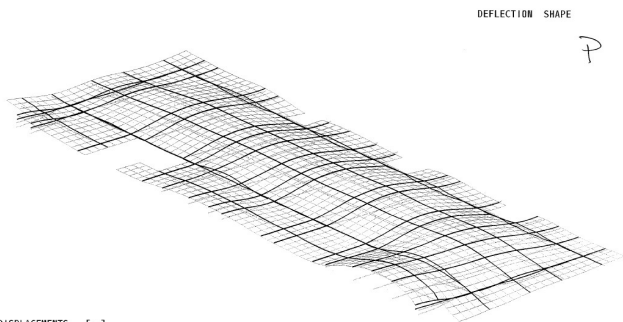
Napinjanje je vršeno kada je tlačna čvrstoća betona dostigla 24 MPa.



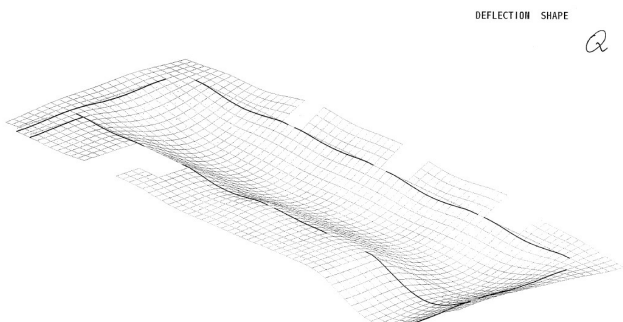
TORANJ A (MODEL ZA ANALIZU UKLJUČUJE 1/2 PLOČE ZBOG SIMETRIJE PO UZDUŽNOJ OSI):



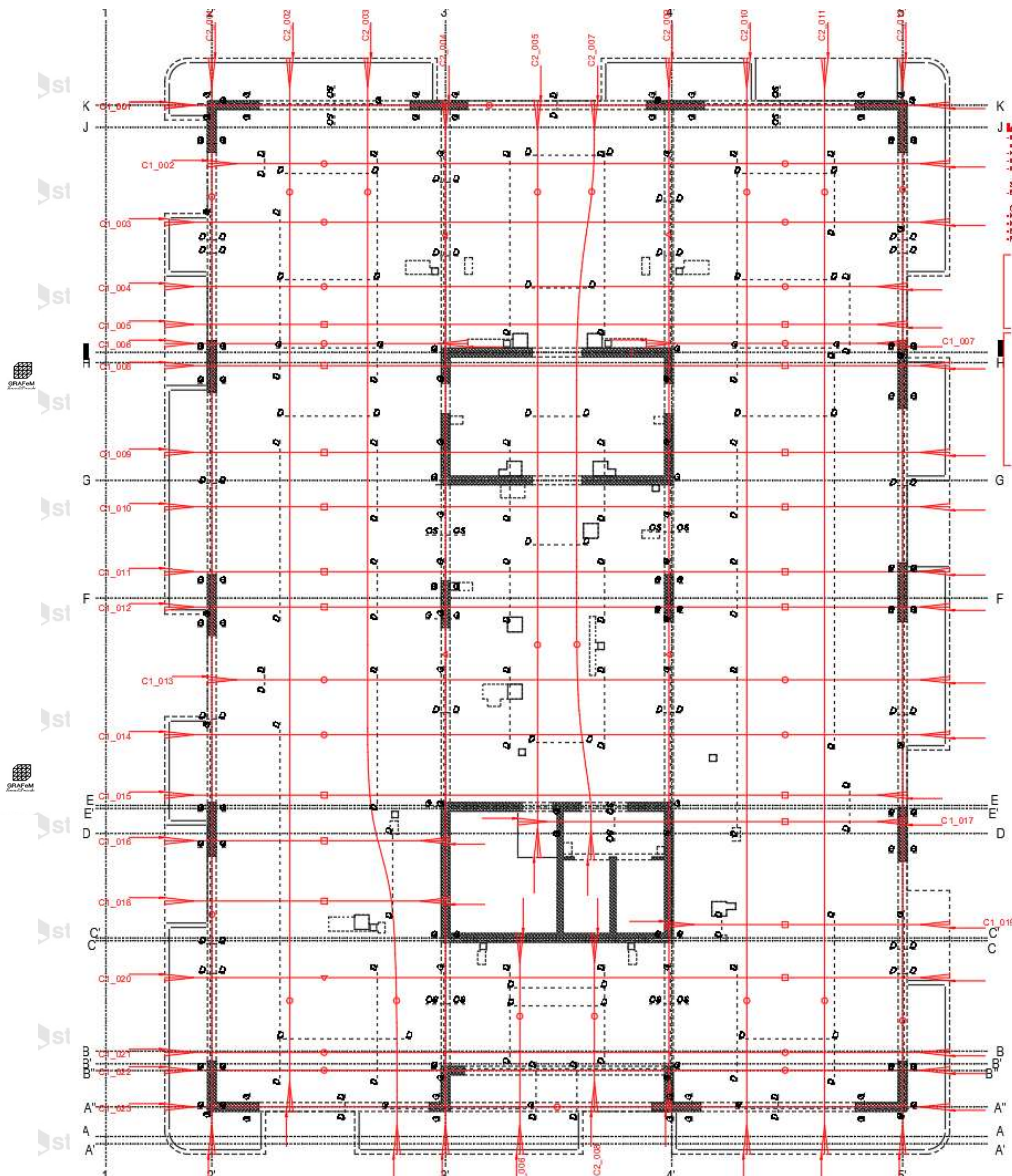
MAX. DISPLACEMENTS [mm]				
ZIBI	X	Y	Z	
0	0.0	0.0	0.0	
0	0.0	0.0	0.0	
594	0.0	0.0	-7.4	



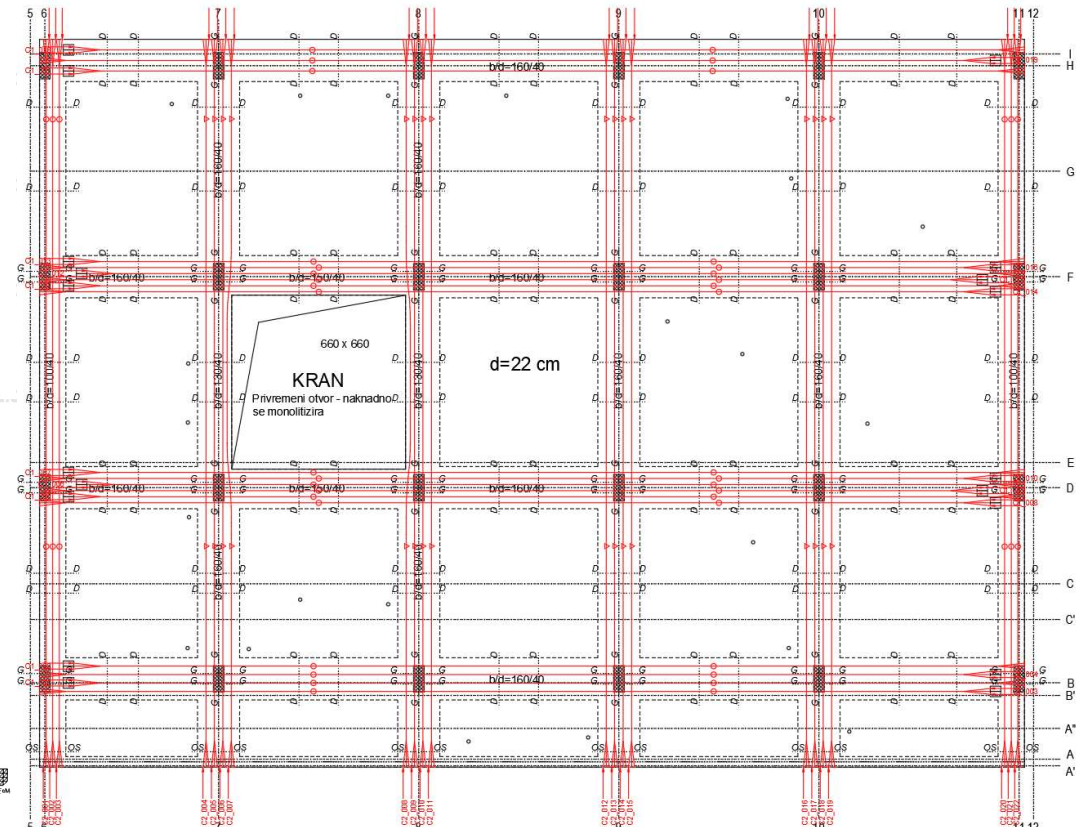
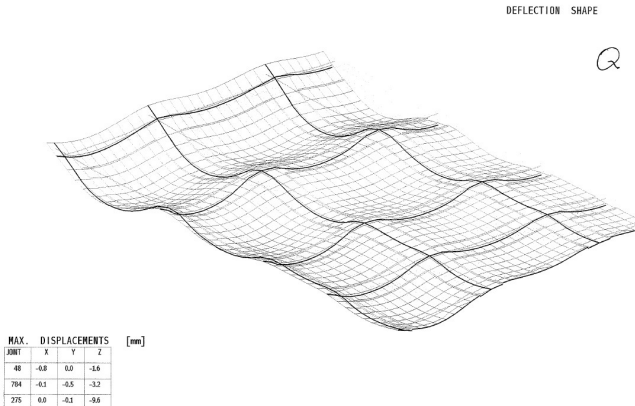
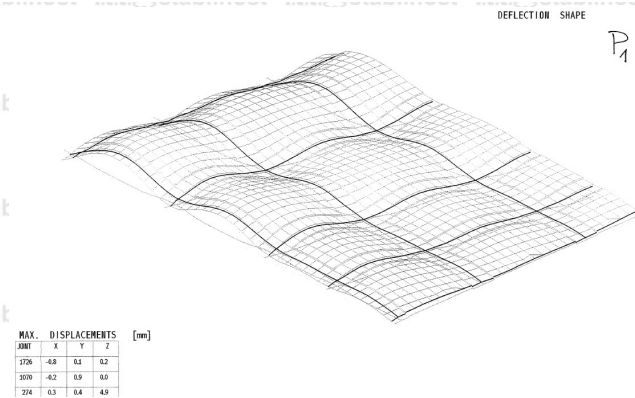
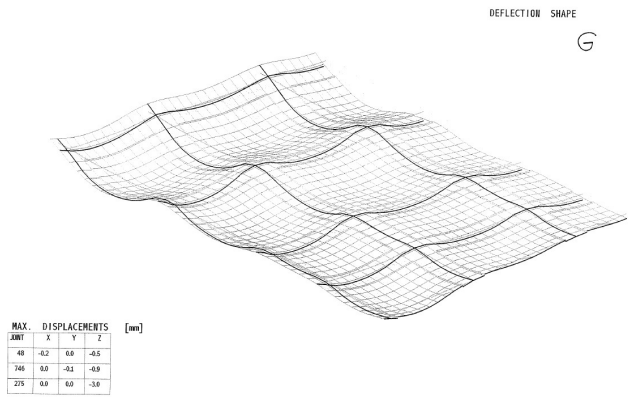
MAX. DISPLACEMENTS [mm]				
ZIBI	X	Y	Z	
2887	-1.4	0.0	1.6	
5636	0.0	-1.1	-0.3	
2986	-0.2	0.0	7.8	



MAX. DISPLACEMENTS [mm]				
ZIBI	X	Y	Z	
0	0.0	0.0	0.0	
0	0.0	0.0	0.0	
594	0.0	0.0	-15.0	



GARAŽA ZAPAD (MODEL ZA ANALIZU UKLJUČUJE 1/2 PLOČE ZBOG SIMETRIJE PO UZDUŽNOJ OSI):



POSEBITOSTI I PROBLEMATIKA:

VISOKE ZGRADE I POTRES

KOMPLEKSNOST PROJEKTA

PREDNAPREZANJE (PT)

PREDNOSTI I NEDOSTATCI

INSTALACIJE (PRODORI)

“NEVER ENDING STORY”

KOORDINACIJA I USKLAĐENOST SVIH DIJELOVA PROJEKTA (IZVEDBENI PROJEKT)

“ZADNJI ZA POČETI A PRVI ZA PREDATI”

IZMJENE U FAZI PROJEKTIRANJA I IZVOĐENJA

IZMJENA I DOPUNA GL. PROJEKTA



FOTOGRAFIJE:





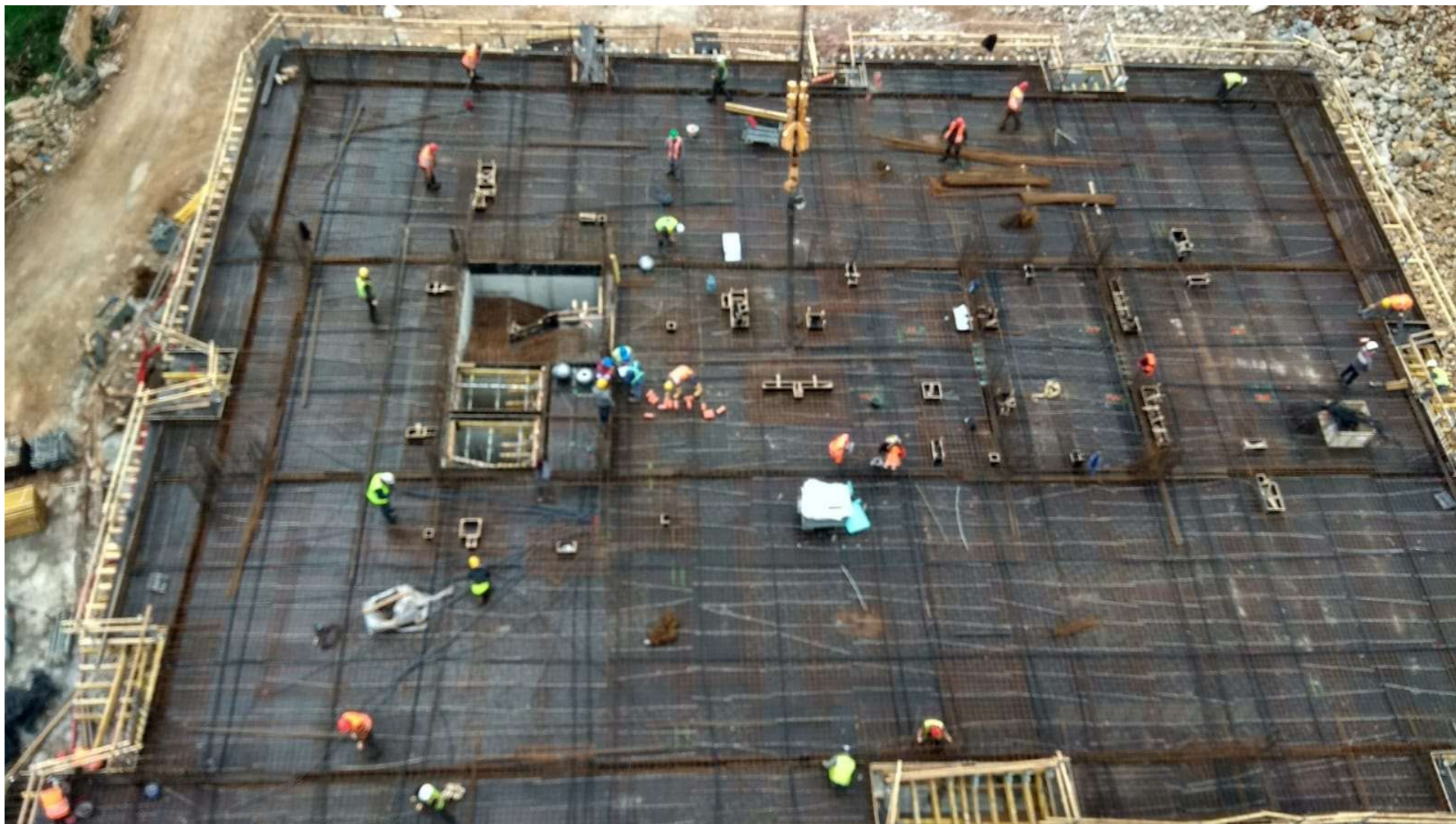


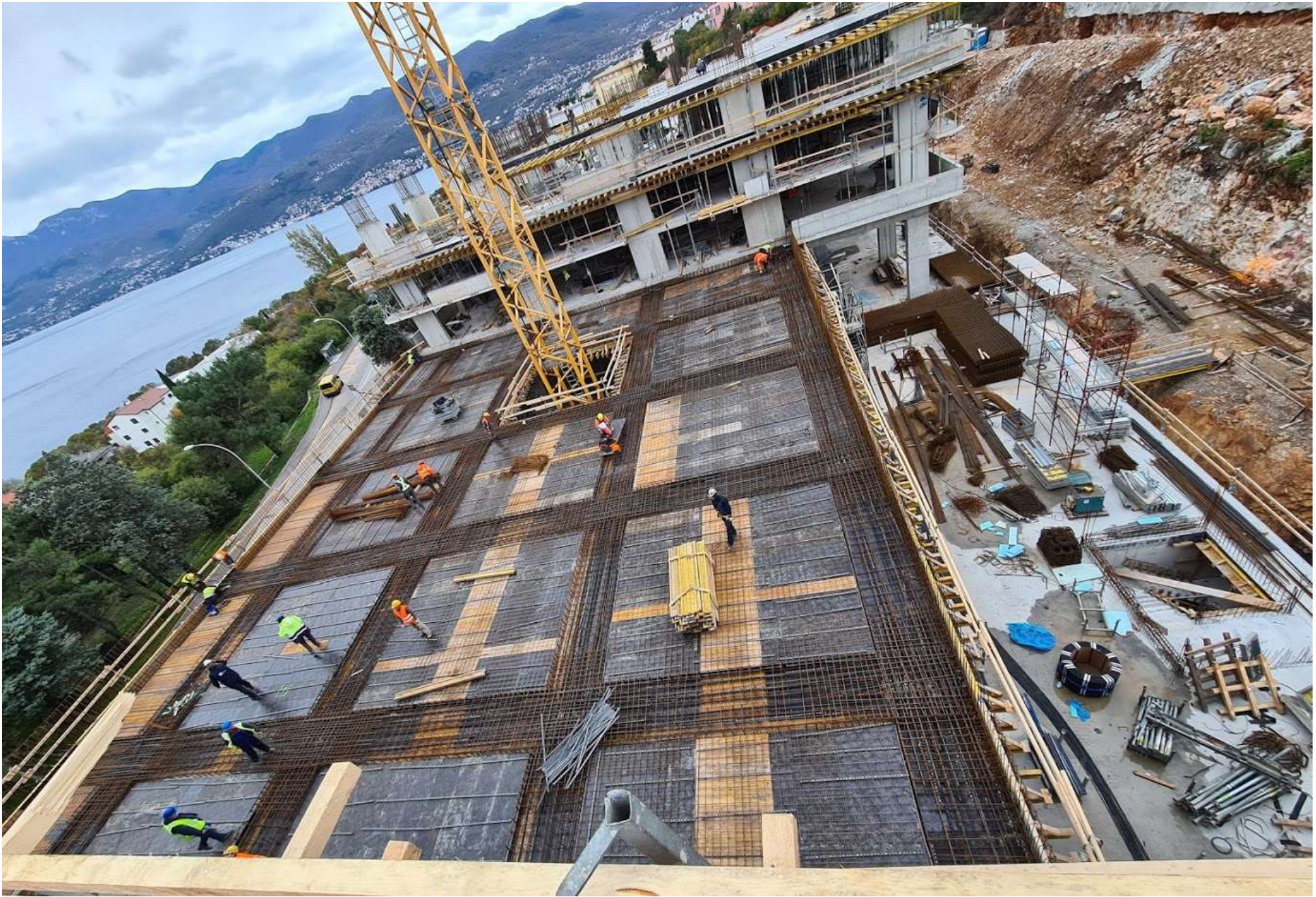


















itt. stabilnost itt. stabilnost itt. stabilnost itt. stabilnost itt. stabilnost itt. stabilnost itt. stabilnost itt. stabilnost itt. stabilnost itt. stabilnost









HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA

15. Dani Hrvatske komore inženjera građevinarstva Opatija, 2021.

Hvala na pažnji!

Daniel Repac, dipl. ing. građ., stabilnost d.o.o., M. Albaharija 10a, 51000 Rijeka
dr. sc. Saša Mitrović dipl. ing. građ., i.t.t. d.o.o., M. Albaharija 10a, 51000 Rijeka
Jelena Tatalović, dipl. ing. građ., stabilnost d.o.o., M. Albaharija 10a, 51000 Rijeka
Ivana Nekoksa, mag. ing. aedif., stabilnost d.o.o., M. Albaharija 10a, 51000 Rijeka
Luka Eškinja, dipl. ing. građ. stabilnost d.o.o., M. Albaharija 10a, 51000 Rijeka