



Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet  
www.grf.bg.ac.rs

---

Studijski program: **GRAĐEVINARSTVO**

Modul: **PŽA, HVE, MTI**

Godina/Semestar: **III godina / V semestar**

Naziv predmeta (šifra): **Betonske konstrukcije 1**

Nastavnik: **Jelena Dragaš**

Naslov predavanja: **Analiza opterećenja. Trajnost.**

Datum : 20.10.2022.

---

*Beograd, 2021.*

*Sva autorska prava autora prezentacije i/ili video snimaka su zaštićena. Snimak ili prezentacija se mogu koristiti samo za nastavu na daljinu studenta Građevinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu u školskoj 2021/2022. i ne mogu se koristiti za druge svrhe bez pismene saglasnosti autora materijala.*

# Predmetni nastavnici

ASISTENT:

**Doc. dr Jelena Dragaš** (kabinet 139 ili kabinet 3)

Konsultacije: utorak 14-15h

[jelenad@imk.grf.bg.ac.rs](mailto:jelenad@imk.grf.bg.ac.rs)

SARADNICI:

**Milan Stameniċ** (kabinet 3)

Konsultacije: ponedjeljak 12-13h

[milanstamenic288@gmail.com](mailto:milanstamenic288@gmail.com)

**Stefan Mitroviċ** (kabinet 3)

Konsultacije: ponedjeljak 15-16h

[smitrovic@imk.grf.bg.ac.rs](mailto:smitrovic@imk.grf.bg.ac.rs)



# Propozicije

Tabela 1

	PIO		Ispit		$\Sigma$
	Elaborat	Kolokvijum	Pismeni deo ispita	Usmeni deo ispita	
Maksimalan broj poena	10	25	25	40	100
Minimum za sticanje <b>potpisa</b>		13	-	-	
Minimum za <b>polaganje ispita</b>			26	20	

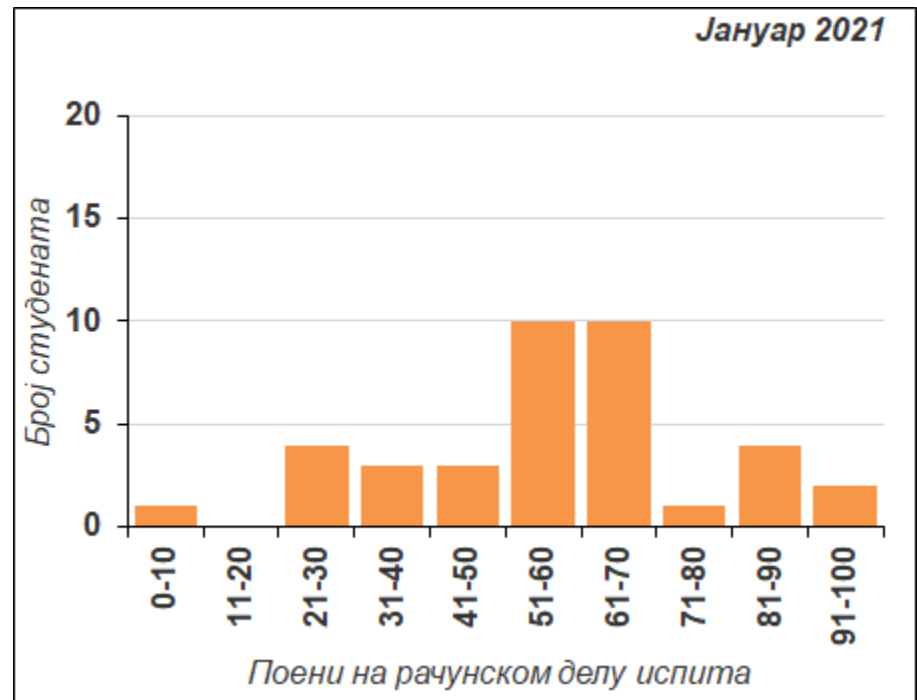
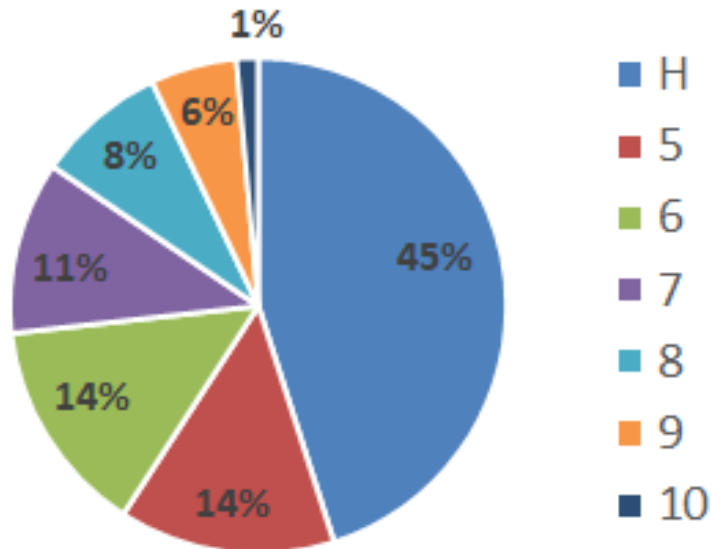
# Prolaznost na kolokvijumu



Pravo na potpis ostvarilo je 70/106 studentkinja i studenata tokom prošle godine.

# Prolaznost na ispitu

Пролазност на испитима за студенте који су стекли потпис у прошлој школској години



Tokom 2022. godine ispit je ukupno položilo 62 studentkinja i studenata, od čega je 29 njih potpis steklo u prethodnoj školskoj godini.

# Principi proračuna

1. ANALIZA OPTEREĆENJA

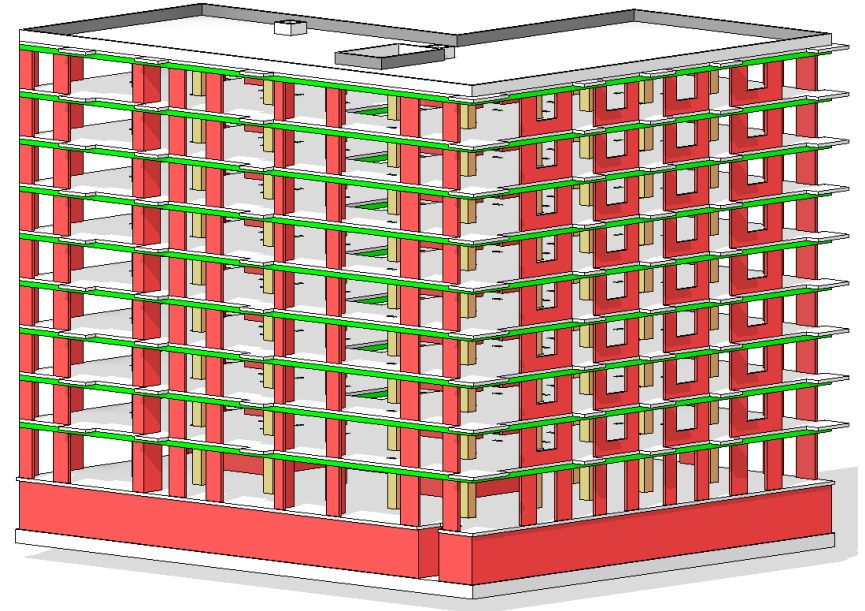
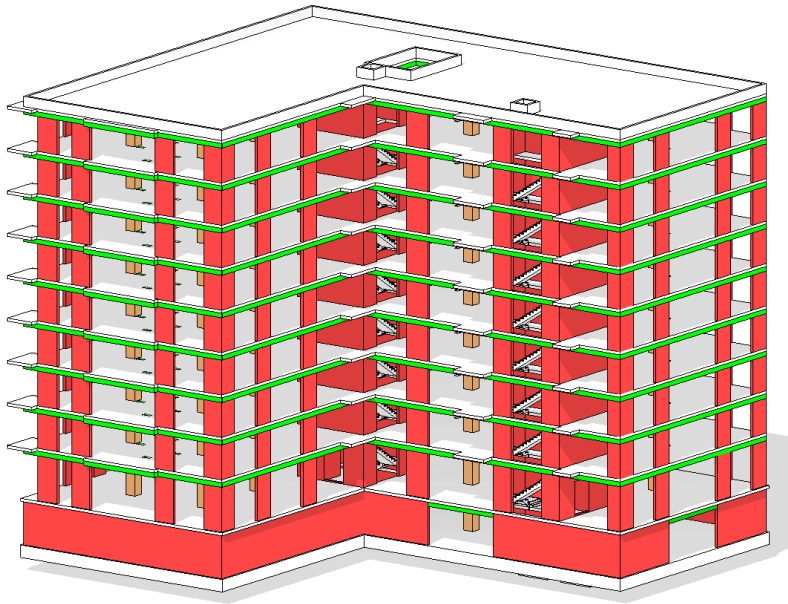
2. STATIČKI SISTEM

3. DIMENZIONISANJE

4. PLAN ARMATURE I DETALJI



# Noseći AB elementi



Tavanice 20 [cm]

Zidovi 20 [cm]

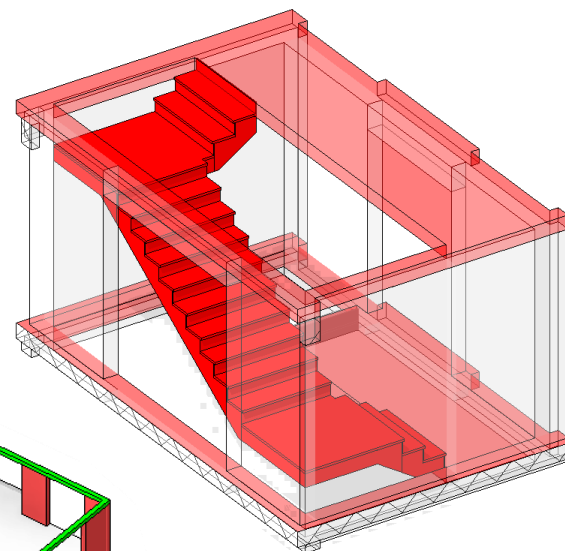
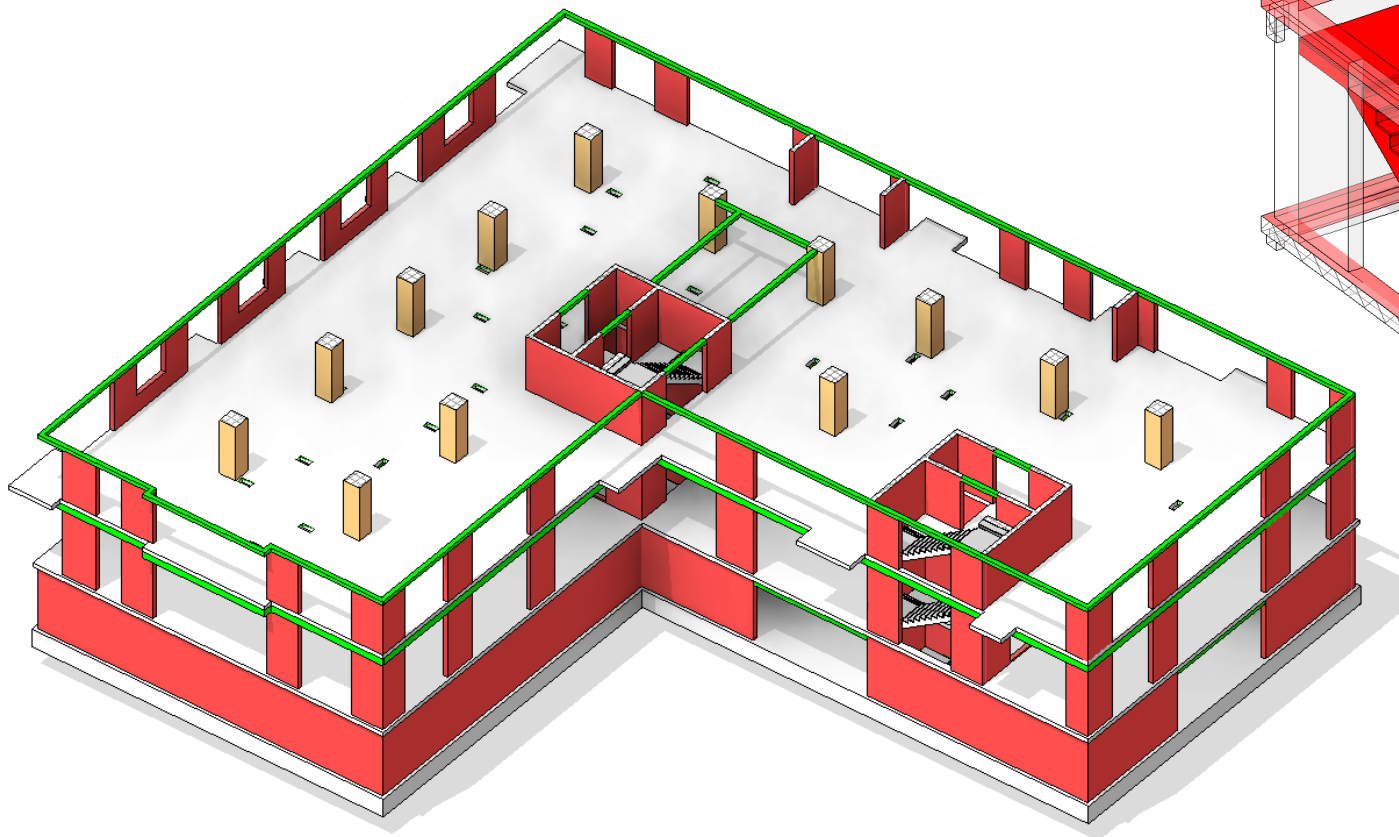
Obodne grede 20/52 [cm]

Stubovi 75x75 [cm]

Temelji 85 [cm]

*Dušan Stević, Projekat konstrukcije stambeno-poslovnog objekta Po+Pr+8, Master rad, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2019.*

# Dispozicija nosećih AB elemenata tipskog sprata

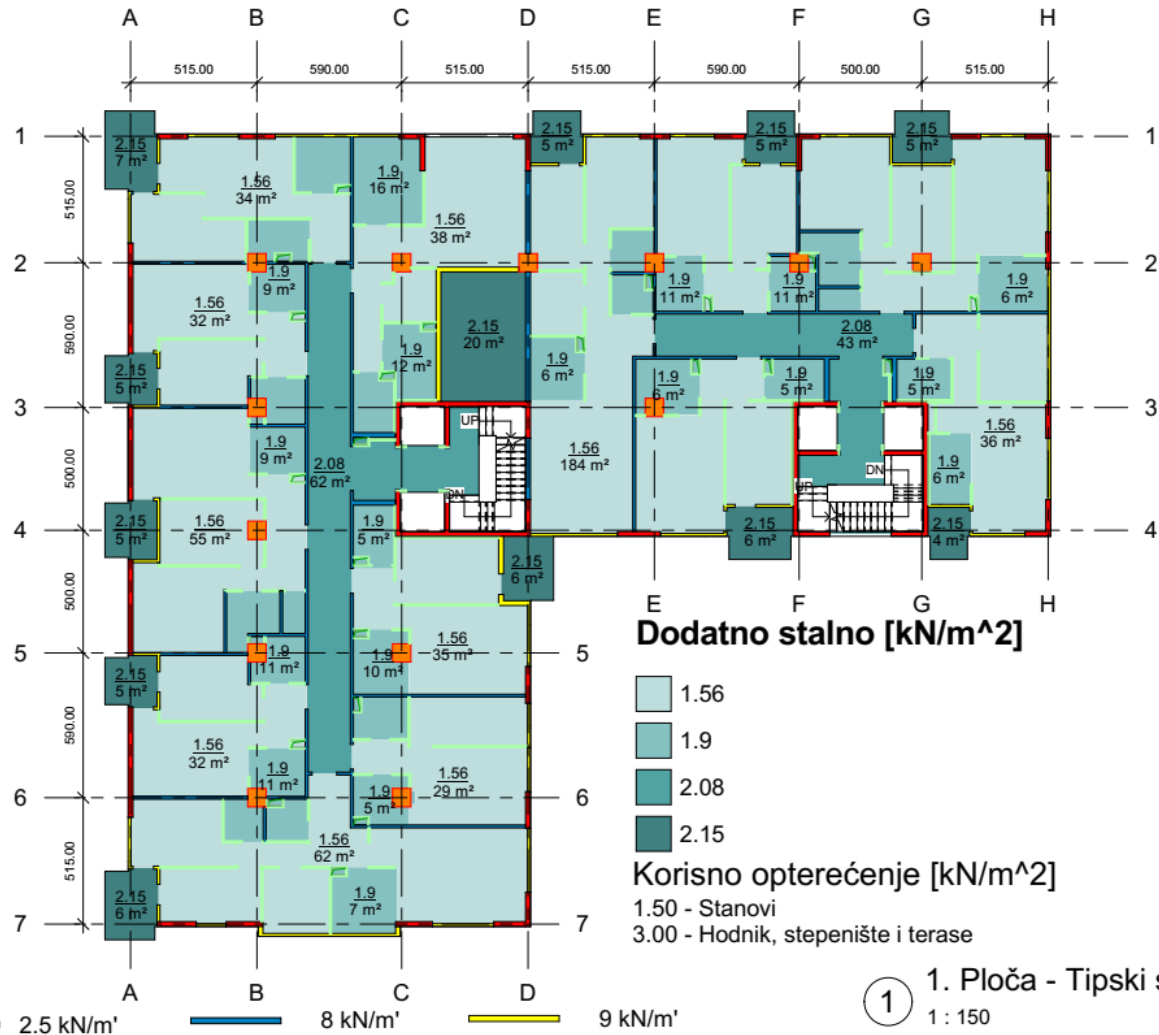


*Dušan Stević, Projekat konstrukcije stambeno-poslovnog objekta Po+Pr+8, Master rad, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2019.*





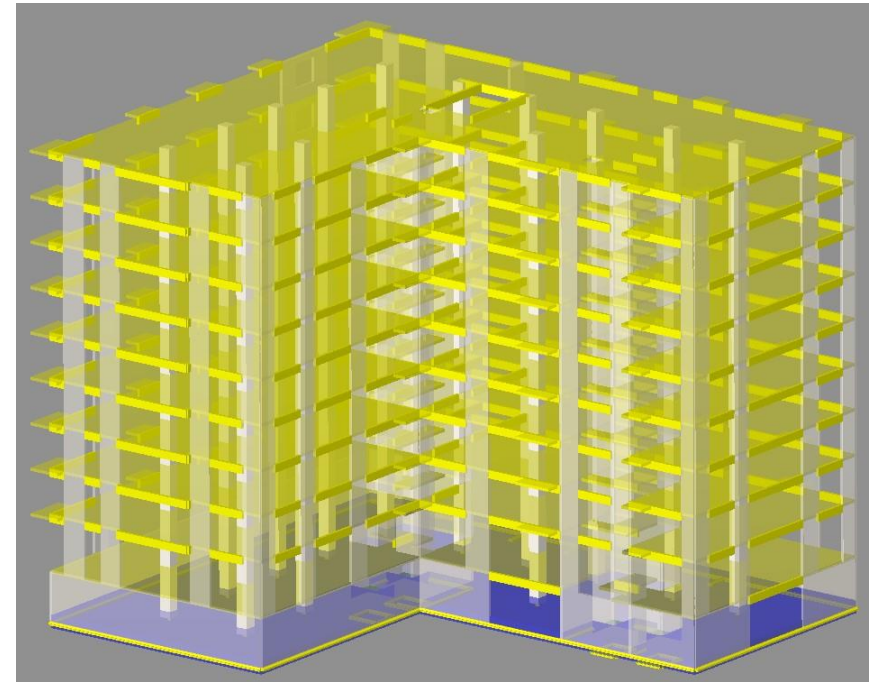
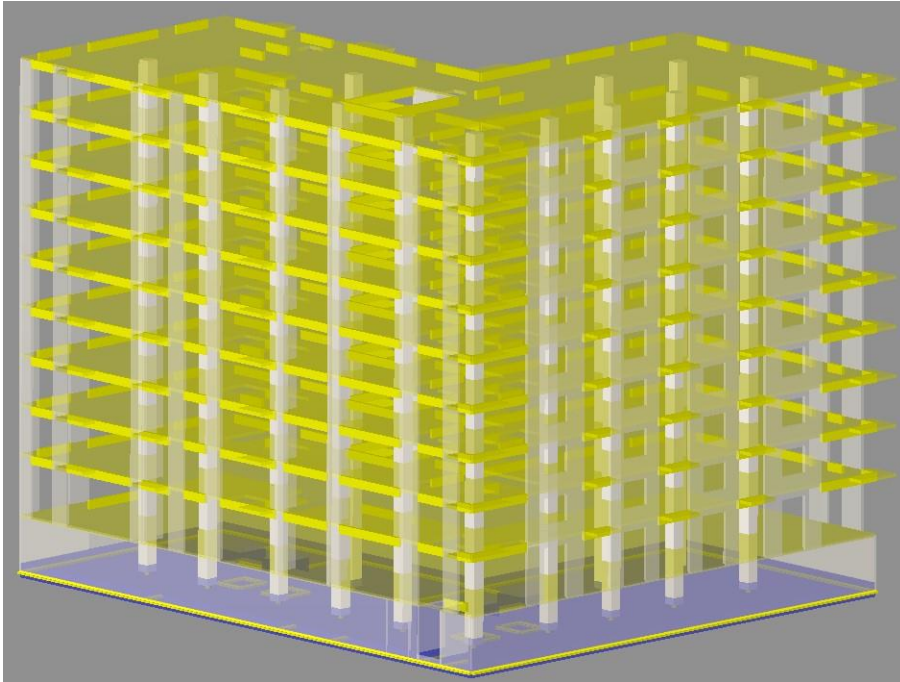
# Analiza opterećenja tipskog sprata



Dušan Stević, Projekat konstrukcije stambeno-poslovnog objekta Po+Pr+8, Master rad, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2019.

# Model konstrukcije - MKE

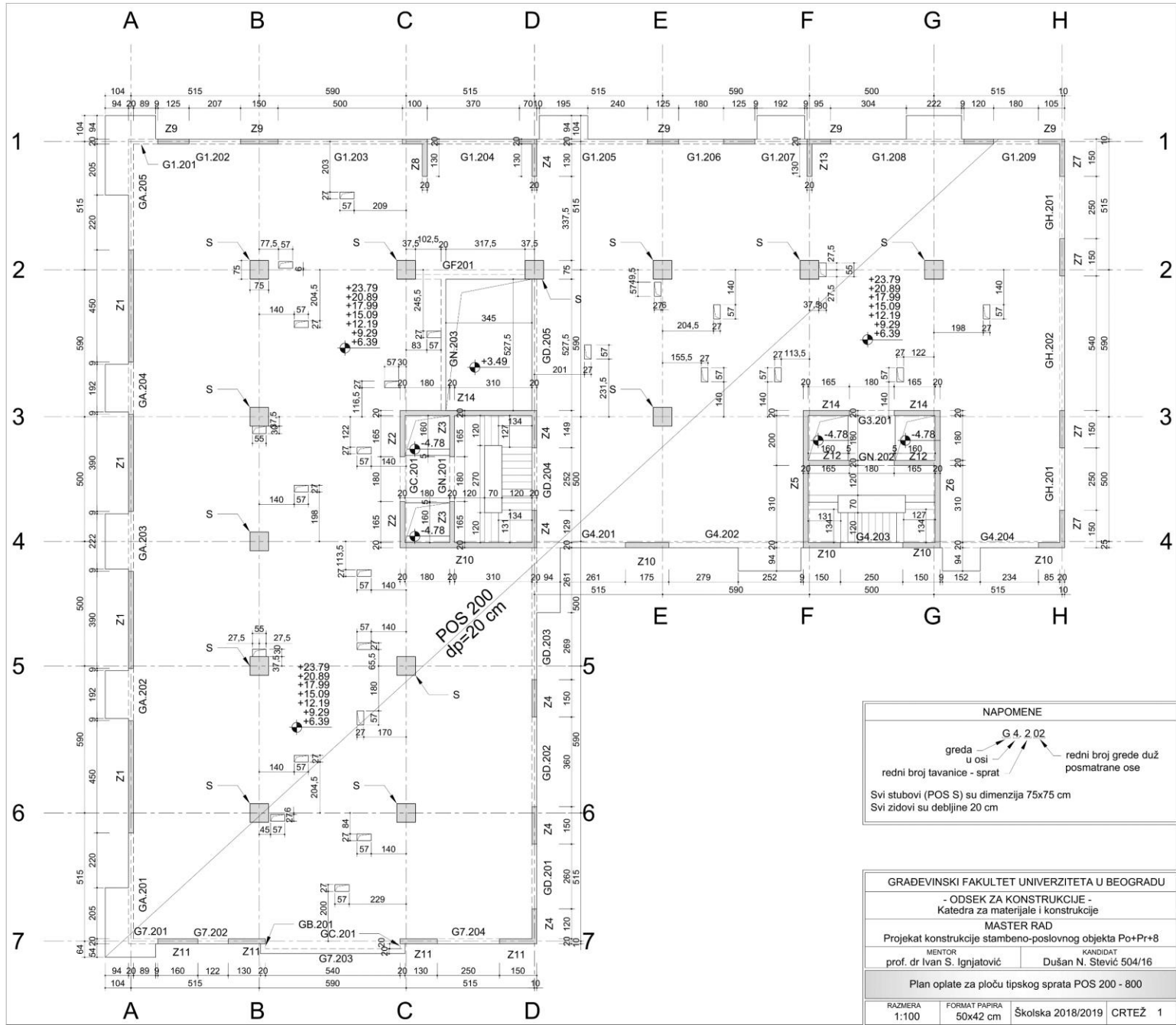
- Opterećenja
- Modeliranje AB elemenata
- Analiza konstrukcije
- Određivanje uticaja
- Dimenzionisanje



*Dušan Stević, Projekat konstrukcije stambeno-poslovnog objekta Po+Pr+8, Master rad, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2019.*



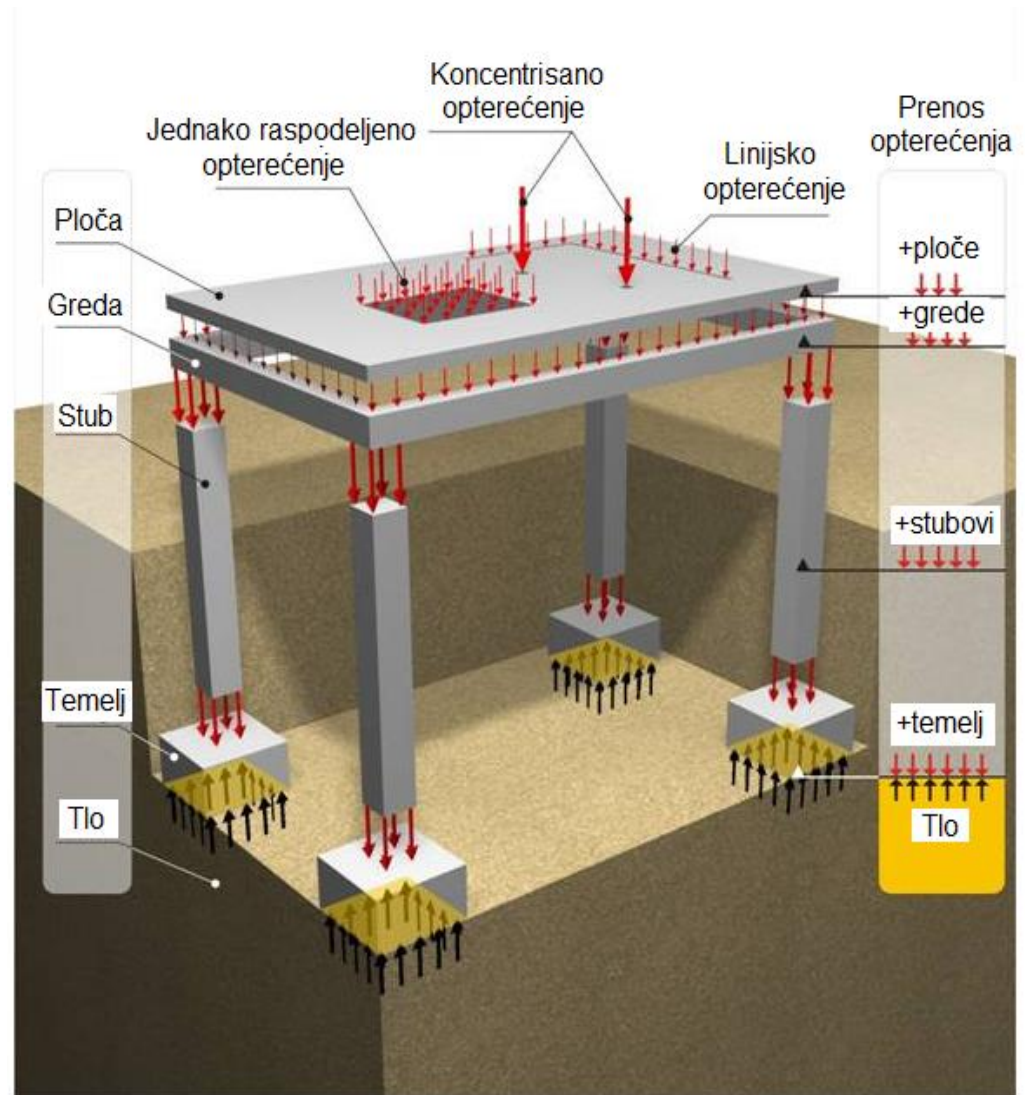
# Plan optate tipske ploče





# Vrste opterećenja

- Površinsko [ $\text{kN/m}^2$ ]
- Linijsko [ $\text{kN/m}$ ]
- Koncentrisano [ $\text{kN}$ ]



# Dimenzionisanje

Računanje graničnih računskih statičkih uticaji za odgovarajuće **proračunske situacije**

*Stalne i prolazne proračunske situacije*

$$M_{Ed} = \gamma_G \cdot M_{G,k} + \gamma_{Q,1} \cdot M_{Qk,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} \cdot M_{Qk,i}$$

$$V_{Ed} = \gamma_G \cdot V_{G,k} + \gamma_{Qk,1} \cdot V_{Qk,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Qk,i} \psi_{0,i} \cdot V_{Qk,i}$$

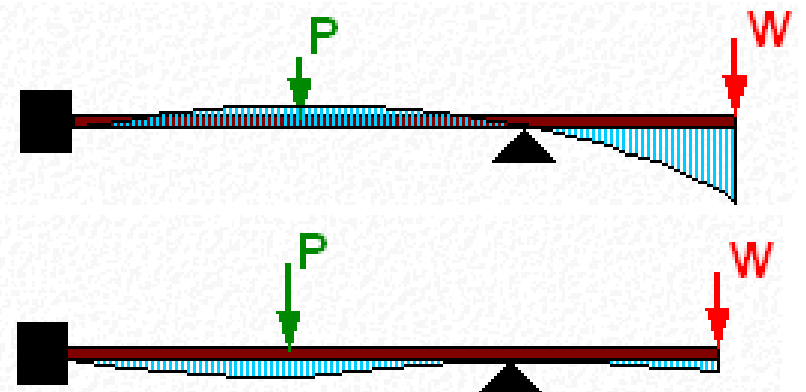
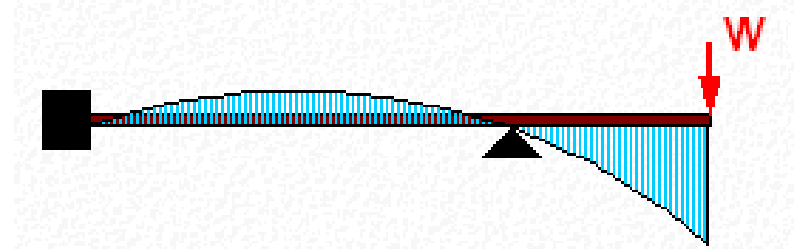
Dejstvo	Dejstvo		$\psi_0$
	Stalno ( $\gamma_G$ )	Promenljivo ( $\gamma_Q$ )	
<b>Nepovoljno</b>	<b>1.35</b>	<b>1.50</b>	
<b>Povoljno</b>	1.00	0.00	
Korisno opterećenje (SRPS EN 1991-1-1)			
Kategorija A: Prostorije za domaćinstvo i stanovanje			0.7
Kategorija B: Kancelarijske prostorije			0.7
Kategorija C: Prostorije za okupljanje ljudi			0.7
Kategorija D: Trgovačke prostorije			0.7
Kategorija E: Skladišne prostorije			1.0
Kategorija F: Saobraćajne površine, vozilo ≤ 30 kN			0.7
Kategorija G: Saobraćajne površine, 30kN < vozilo ≤ 160 kN			0.7
Kategorija H: Krovovi			0
Opterećenja od snega (SRPS EN 1991-1-3)			
Finska, Švedska, Norveška, Island			0.7
Ostale članice CEN, lokacije visine H > 1000m nadmorske visine			0.7
Ostale članice CEN, Lokacije visine H ≤ 1000m nadmorske visine			0.5
Opterećenja od vetra (SRPS EN 1991-1-4)			0.6
Temperatura (ne požar) (SRPS EN 1991-1-5)			0.6



Dejstvo	Stalno ( $\gamma_G$ )	Promenljivo ( $\gamma_Q$ )
Nepovoljno	1.35	1.50
Povoljno	1.00	0.00

## Dimenzionisanje

- Povoljno i nepovoljno dejstvo opterećenja?
- Opterećenja koja deluju “nepovoljno” povećavaju “kritičnost” stanja koje posmatramo, dok ga opterećenja sa “povoljnim” dejstvom smanjuju
- Ugib prepusta grede pod silom  $W$
- Ako se nanese i sila  $P$ , a zatim njena vrednost poveća, ugib će se smanjiti
- Sa aspekta ugiba prepusta sila  $P$  ima povoljno dejstvo



# Zadatak 1

Za konstrukciju na skici odrediti vrednosti proračunskih **momenata savijanja** u preseku u uklještenju tako da se dobiju maksimalni momenti koji zatežu:

- levu stranu stuba
- desnu stranu stuba.

Odrediti i proračunske vrednosti **normalnih sila** koje deluju u stubu za svaku od tih proračunskih situacija.

Dimenzije stuba:

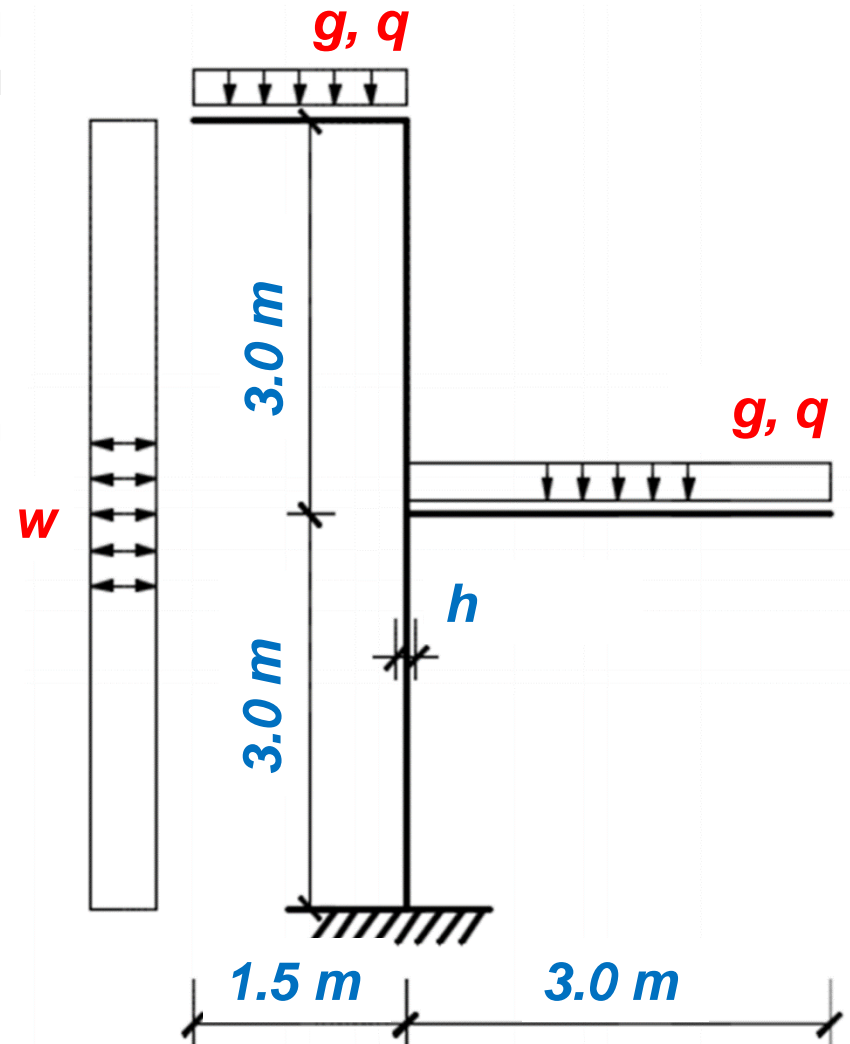
$$b/h = 30/80 \text{ cm}$$

Opterećenja:

$$g = 30 \text{ kN/m}$$

$$q = 50 \text{ kN/m}$$

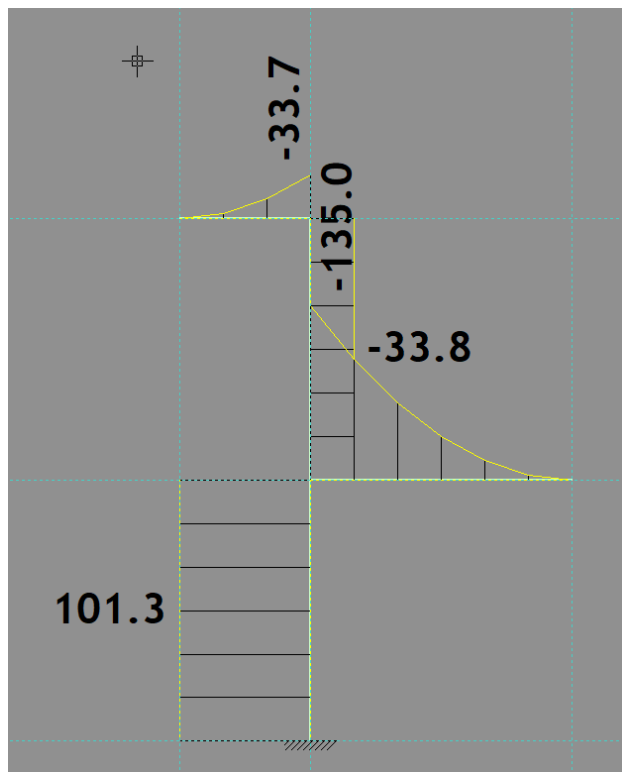
$$w = \pm 15 \text{ kN/m}$$



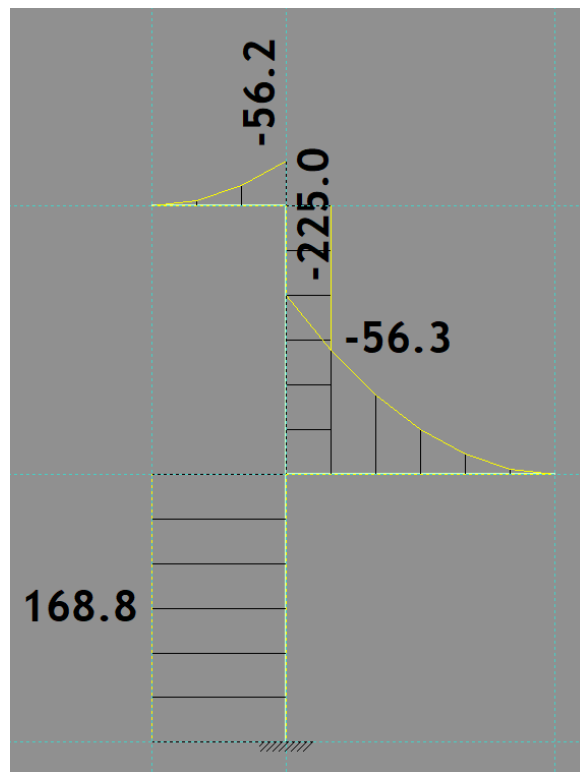


# Zadatak 1

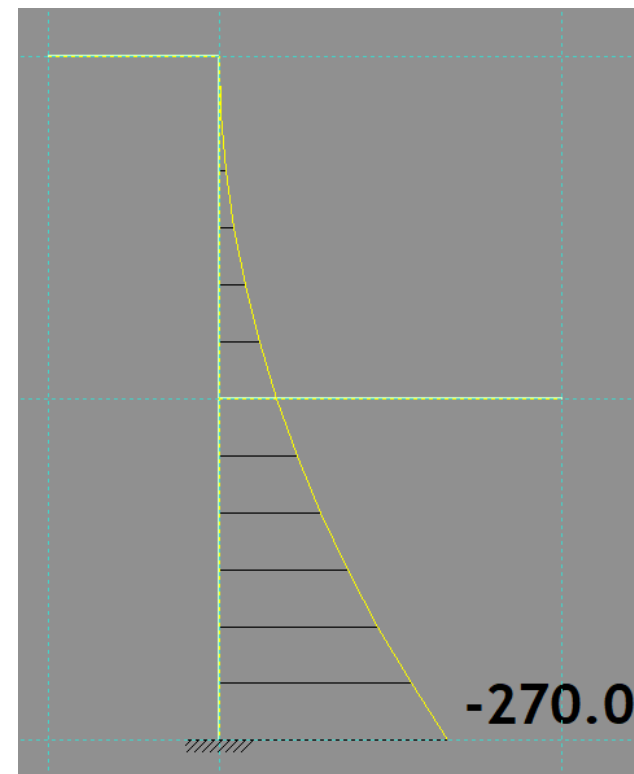
***M<sub>g</sub>***



***M<sub>q</sub>***

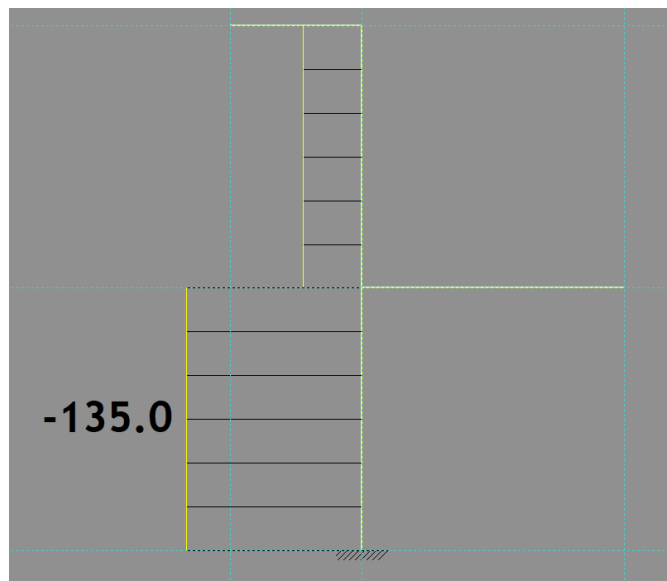


***M<sub>w</sub>***

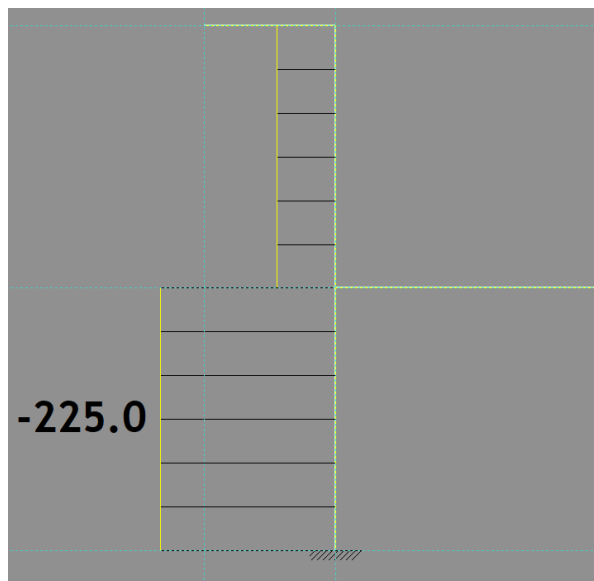


# Zadatak 1

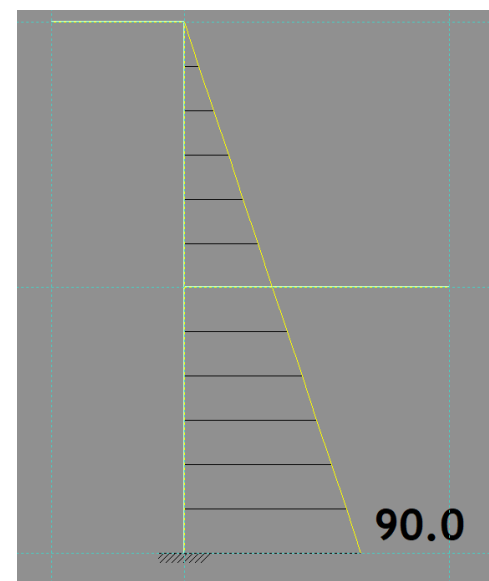
***Ng***



***Nq***

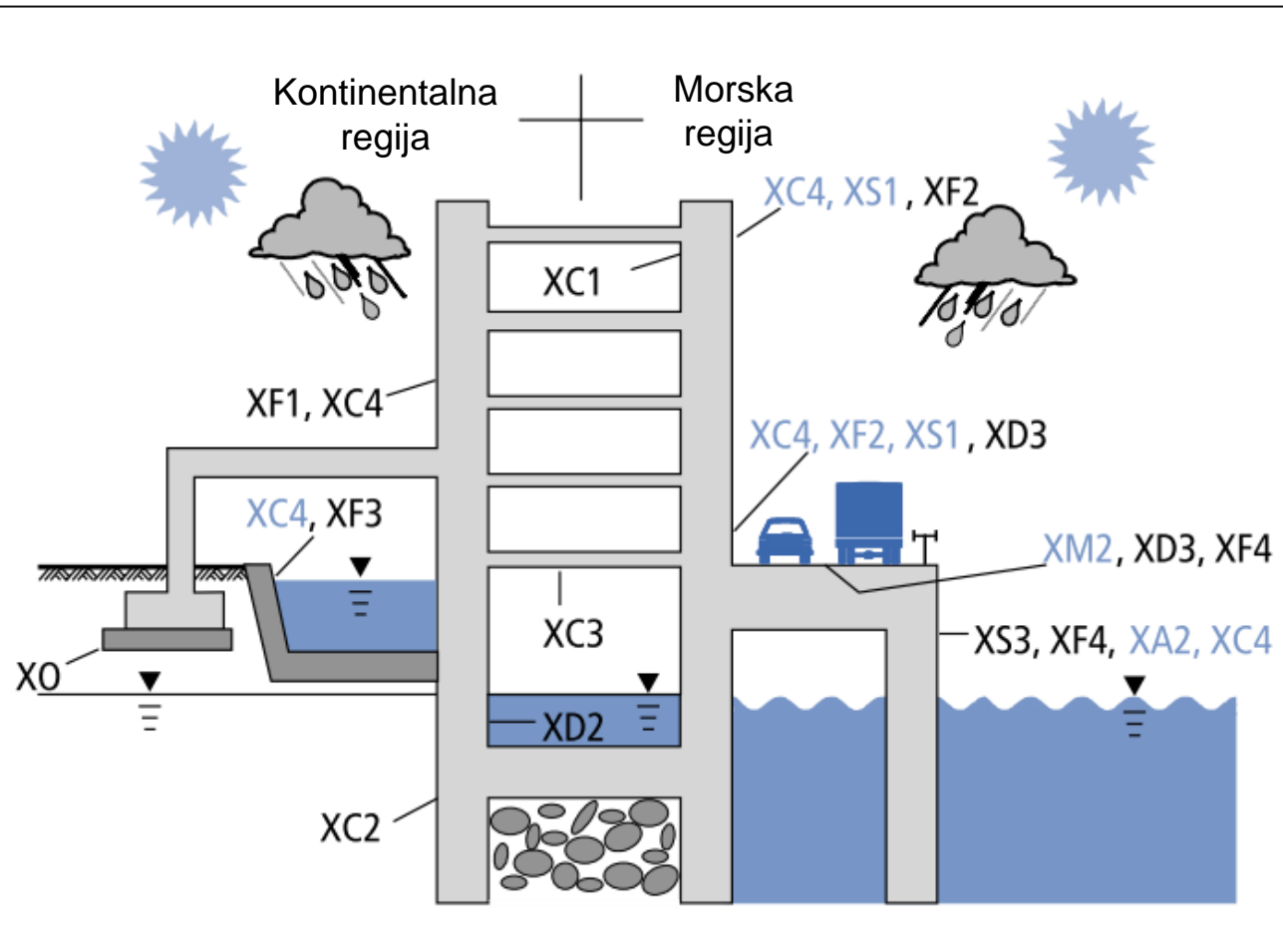


***Vw***



# Trajnost

## Uslovi i klase izloženosti konstrukcije



- XC – Carbonation
- XD – Chlorides from De-icing agents
- XS – Chlorides from Sea water
- XF – Freeze-thaw action
- XA – Chemical Attack

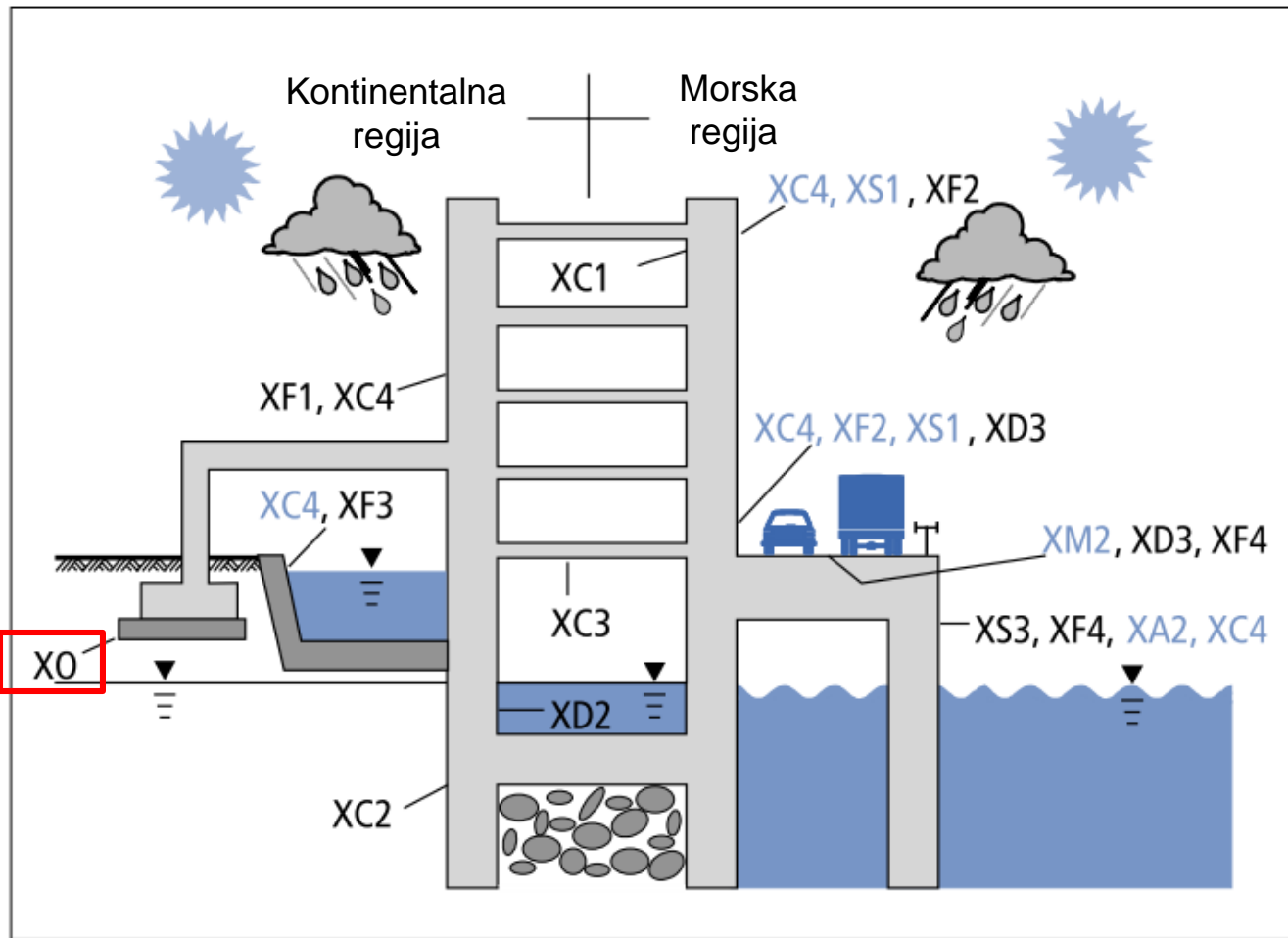


# 1 Без опасности од корозије или других агресивних дејстава

X0

За бетон без арматуре или бетон без уграђених металних елемената:  
сви услови изложености осим замрзавања/одмрзавања, абразије или хемијског утицаја.  
За бетон са арматуром или уграђеним металним елементима: веома сува

Бетон у унутрашњости зграда са веома ниском влажношћу ваздуха

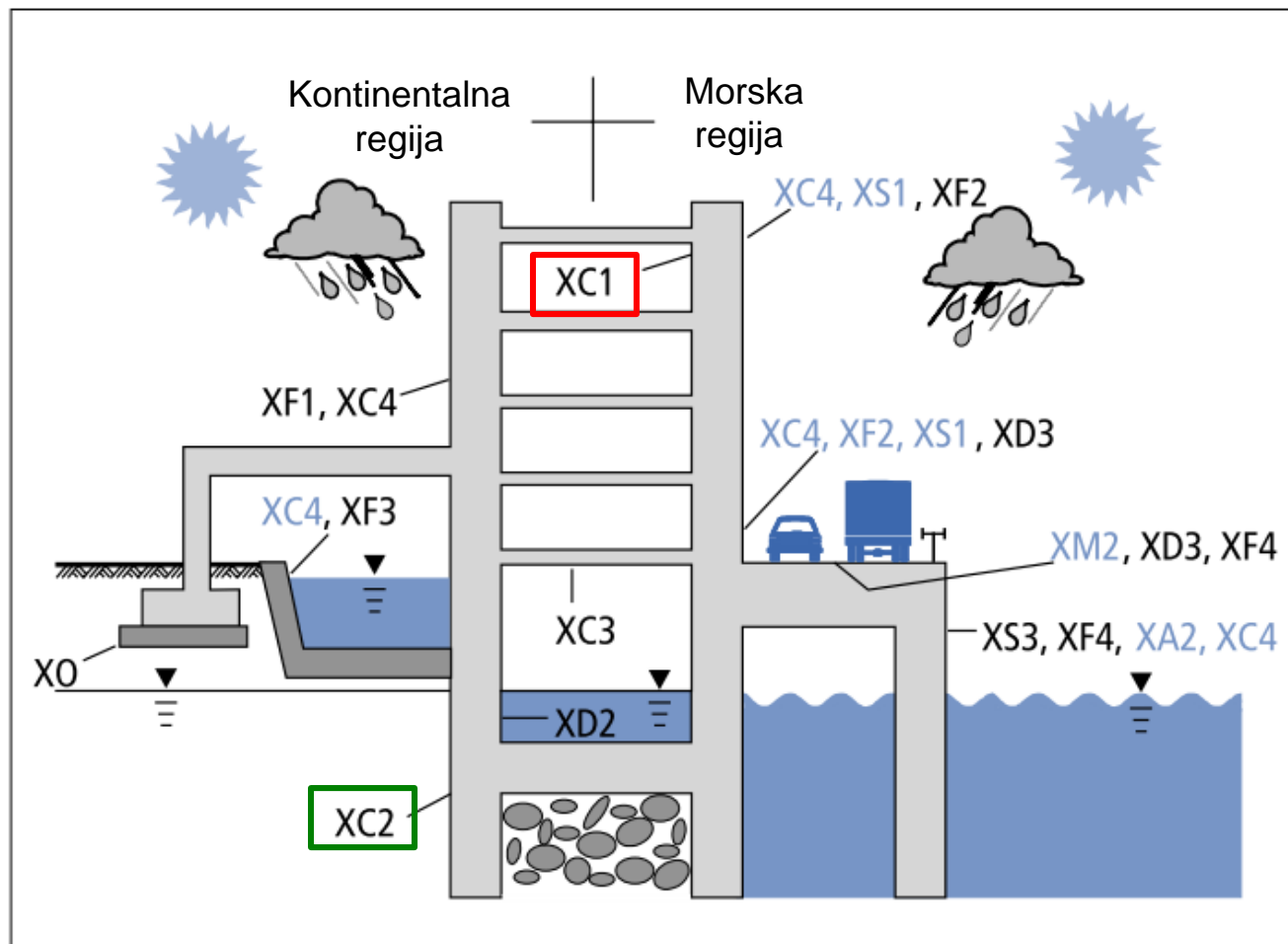


- XC – Carbonation
- XD – Chlorides from De-icing agents
- XS – Chlorides from Sea water
- XF – Freeze-thaw action
- XA – Chemical Attack



## 2 Корозија проузрокована карбонацијом

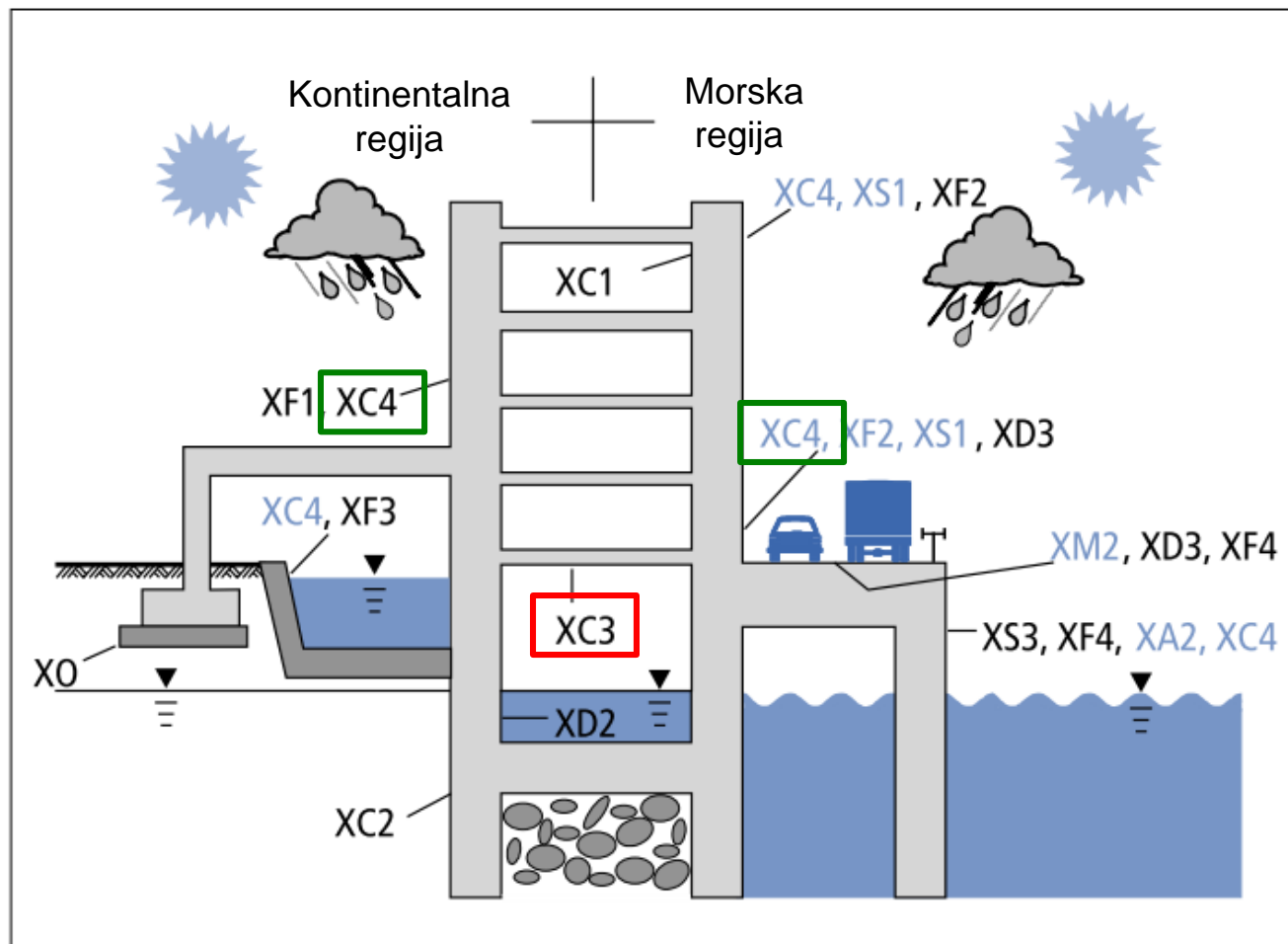
XC1	Сува или стално влажна средина	Бетон у унутрашњости зграда са ниском влажношћу ваздуха Бетон стално потоњен у воду
XC2	Влажна, ретко сува средина	Површине бетона изложене дуготрајном контакту са водом Многи темељи



- XC – Carbonation
- XD – Chlorides from De-icing agents
- XS – Chlorides from Sea water
- XF – Freeze-thaw action
- XA – Chemical Attack

## 2 Корозија проузрокована карбонацијом

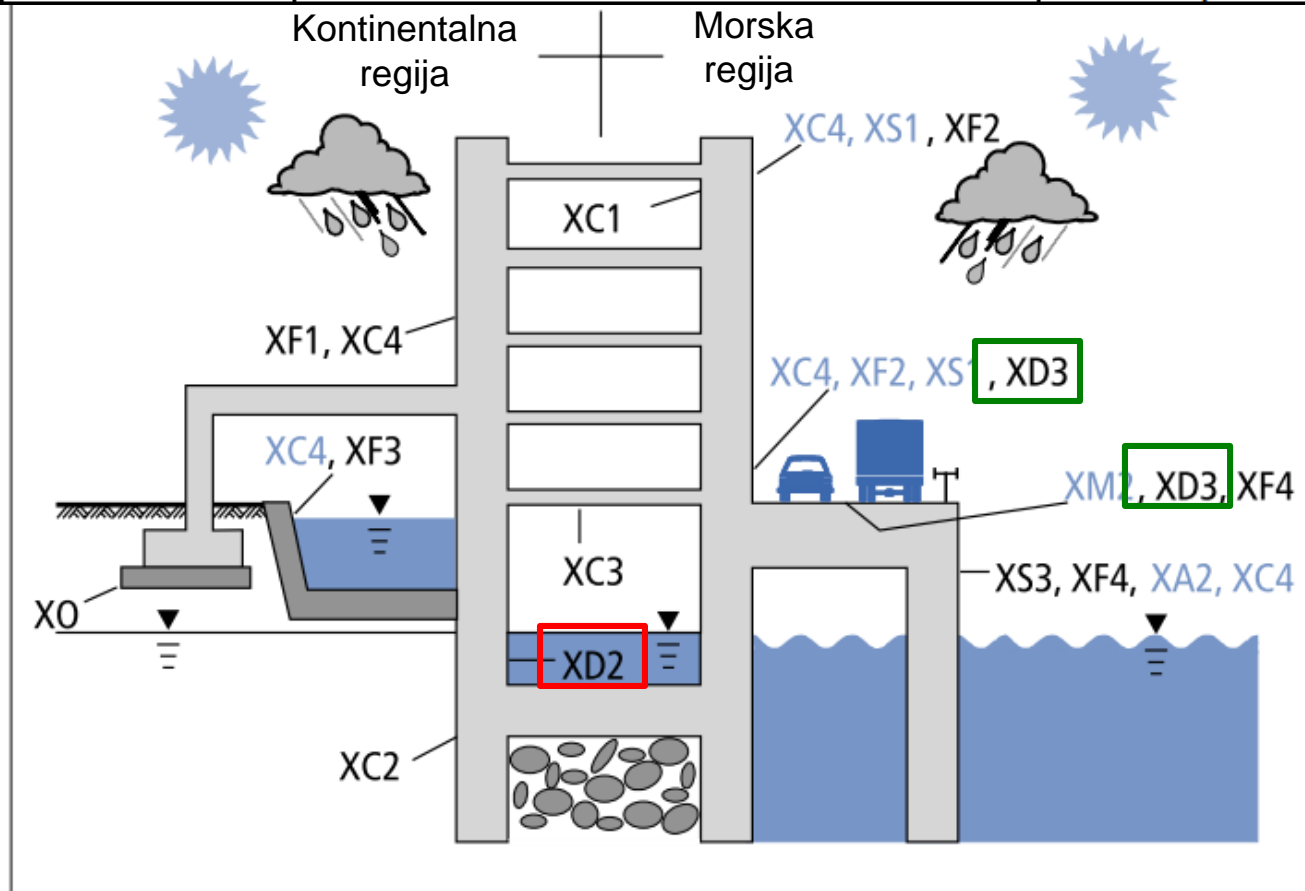
XC3	Умерено влажна средина	Бетон у унутрашњости зграда са умереном или високом влажношћу ваздуха Бетон у спољашњем простору заштићен од кише
XC4	Циклично влажна и сува средина	Површине бетона у контакту са водом, које не спадају у класу изложености XC2



- XC – Carbonation
- XD – Chlorides from De-icing agents
- XS – Chlorides from Sea water
- XF – Freeze-thaw action
- XA – Chemical Attack

### 3 Корозија проузрокована хлоридима који не потичу из морске воде

XD1	Умерено влажна средина	Површине бетона изложене дејству хлорида из ваздуха
XD2	Влажна, ретко сува средина	Базени за пливање Бетонски елементи изложени индустријским водама које садрже хлориде
XD3	Циклично влажна и сува средина	Делови мостова изложени прскању аеросола који садржи хлорид Коловози Плоче паркинга

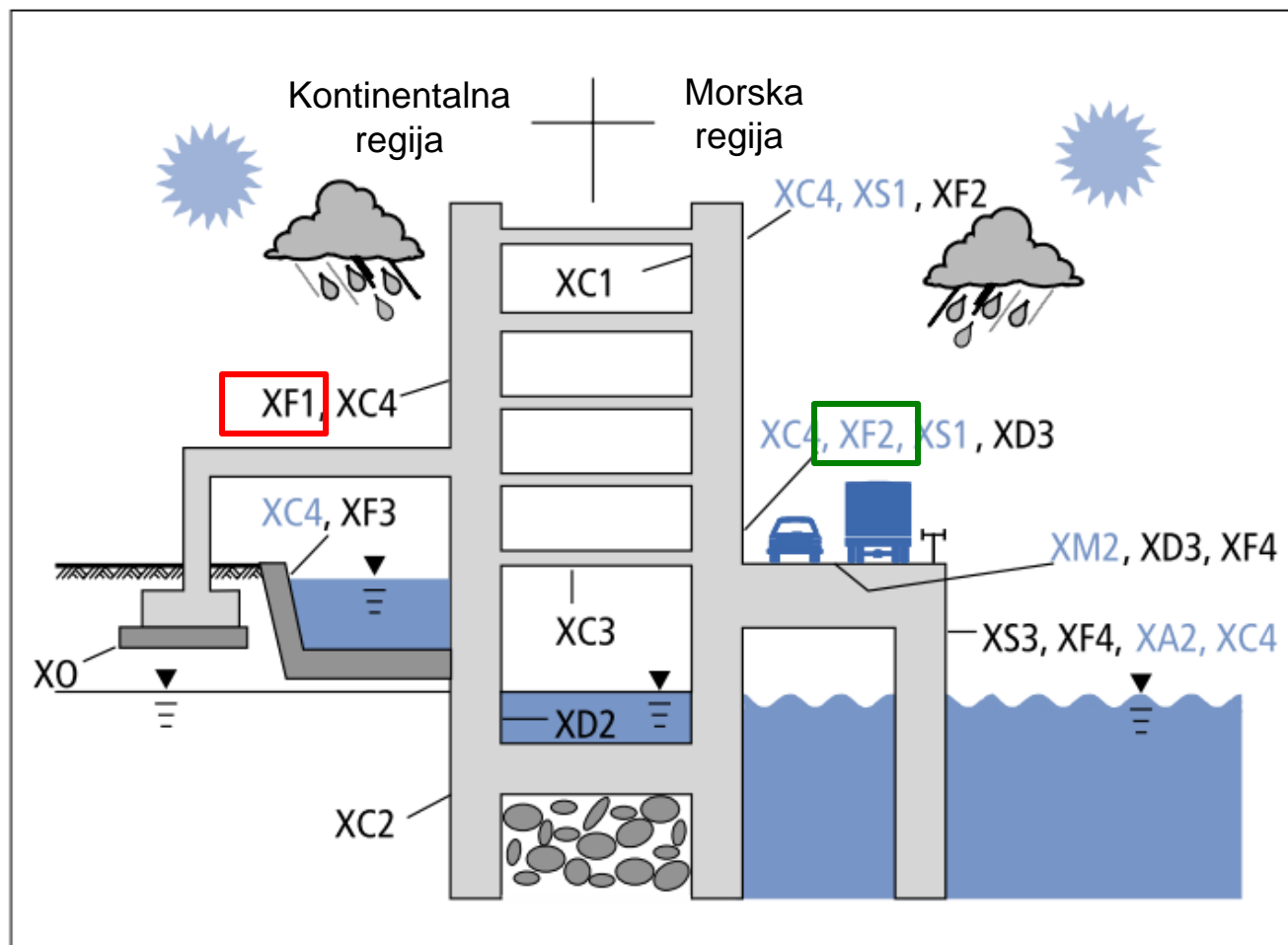


- XC – Carbonation
- XD – Chlorides from De-icing agents
- XS – Chlorides from Sea water
- XF – Freeze-thaw action
- XA – Chemical Attack



## 5 Замрзавање/одмрзавање са агенсима за одмрзавање или без њих

XF1	Умерена zasiћеност водом, без агенса за одмрзавање	Вертикалне бетонске површине изложене киши и мразу
XF2	Умерена zasiћеност водом, са агенсима за одмрзавање	Вертикалне бетонске површине саобраћајних конструкција, изложене мразу и средствима за одмрзавање из ваздуха



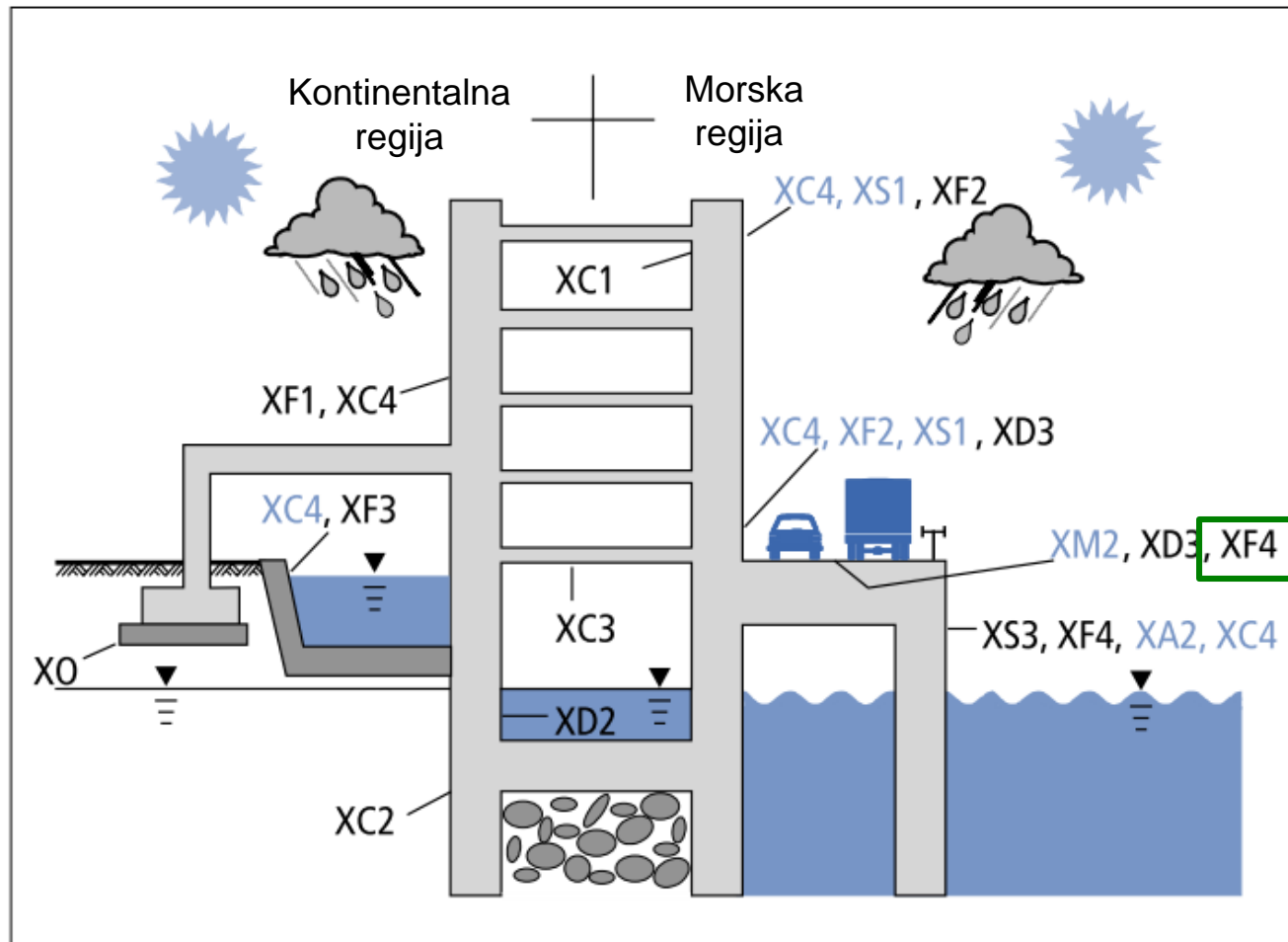
- XC – Carbonation
- XD – Chlorides from De-icing agents
- XS – Chlorides from Sea water
- XF – Freeze-thaw action
- XA – Chemical Attack





## 5 Замрзавање/одмрзавање са агенсима за одмрзавање или без њих

XF3	Велика zasiћеност водом, без агенса за одмрзавање	Хоризонталне бетонске површине изложене киши и мразу
XF4	Велика zasiћеност водом са агенсима за одмрзавање или морском водом	Путне или мостовске коловозне конструкције изложене агенсима за одмрзавање Бетонске површине изложене директном прскању растворима средстава за одмрзавање и мразу Зоне квашења конструкција на морској обали

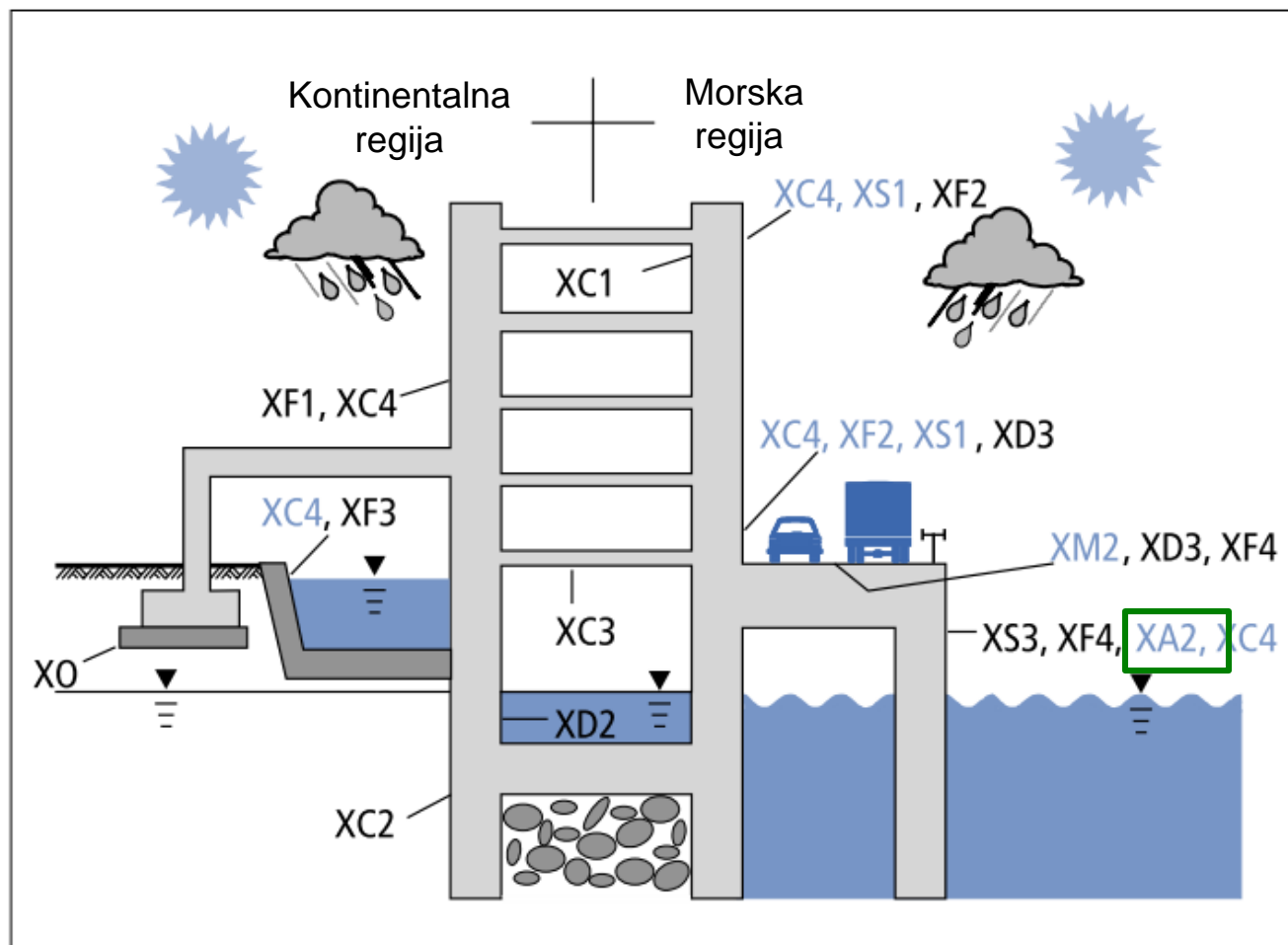


- XC – Carbonation
- XD – Chlorides from De-icing agents
- XS – Chlorides from Sea water
- XF – Freeze-thaw action
- XA – Chemical Attack



## 6 Хемијска изложеност

XA1	Блага хемијска агресивност средине, према EN 206-1, табела 2	Природна тла и подземна вода
<b>XA2</b>	Умерена хемијска агресивност средине, према EN 206-1, табела 2	Природна тла и подземна вода
XA3	Изражена хемијска агресивност средине, према EN 206-1, табела 2	Природна тла и подземна вода



- XC – Carbonation
- XD – Chlorides from De-icing agents
- XS – Chlorides from Sea water
- XF – Freeze-thaw action
- XA – Chemical Attack



# Trajnost

Nominalni zaštitni sloj koji se koristi pri dimenzionisanju je:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

Minimalni zaštitni sloj  $c_{min}$ , pod kojim se podrazumeva rastojanje između šipke ili kabla najbližeg površini betona i površine betona, treba da obezbedi:

1. siguran prenos napona prijanjanja,
2. zaštitu čelika od korozije (trajnost) i
3. odgovarajuću otpornost na požar.

$$c_{min} = \max\{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm}\}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm} \quad \text{Odstupanje u izvođenju (moguće korekcije...)}$$



# Trajnost

Minimalni zaštitni sloj iz uslova dobrog prijanjanja,  $c_{min,b}$  :

Raspored šipki	Minimalni zaštitni sloj $c_{min,b}$ *
Pojedinačne šipke	Prečnik šipke, $\emptyset$
Šipke u svežnju	Ekvivalentni prečnik ( $\emptyset_n$ )

\*Ako je nominalna maksimalna dimenzija agregata veća od 32 mm,  $c_{min,b}$  treba povećati za 5 mm

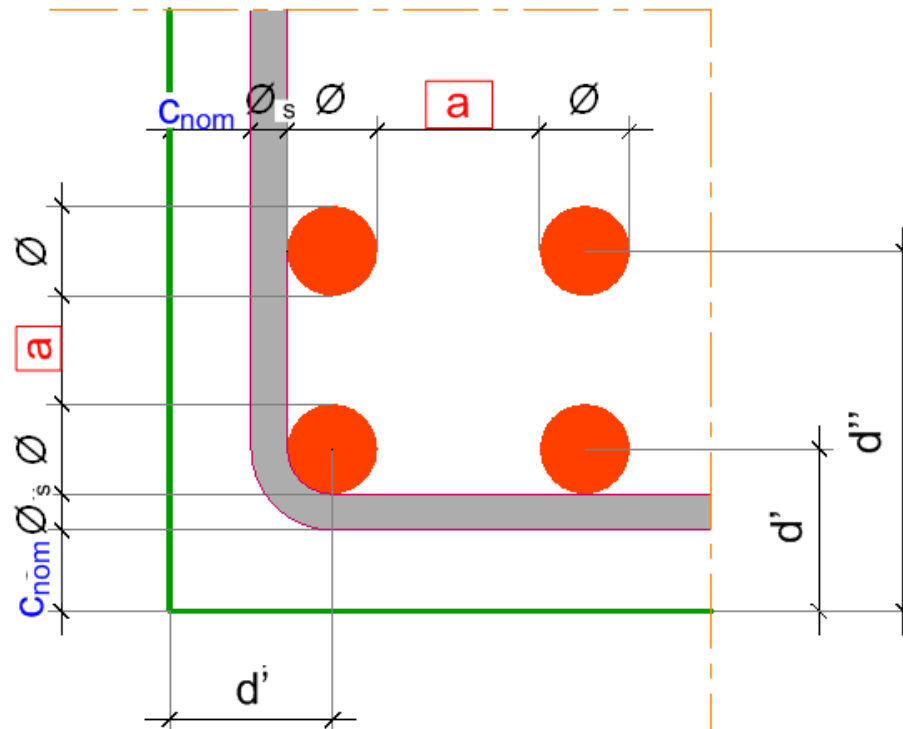
Minimalni zaštitni slojevi iz uslova trajnosti,  $c_{min,dur}$  :

Minimalni zaštitni sloj iz uslova trajnosti, $c_{min,dur}$ (mm)							
Klasa konstrukcije	Klasa izloženosti						
	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1/XS1	XD2/XS2	XD3/XS3
1	10	10	10	15	20	25	30
2	10	10	15	20	25	30	35
3	10	10	20	25	30	35	40
4	10	15	25	30	35	40	45
5	15	20	30	35	40	45	50
6	20	25	35	40	45	50	55



# Zadatak 2


Odrediti nominalnu debljinu zaštitnog sloja grednog armiranobetonskog nosača, izvedenog od betona klase C30/37 i koji se nalazi u unutrašnjosti objekta u uslovima umerene vlažnosti vazduha. Planirani upotrebnii vek je 50 godina.



# Zadatak 2

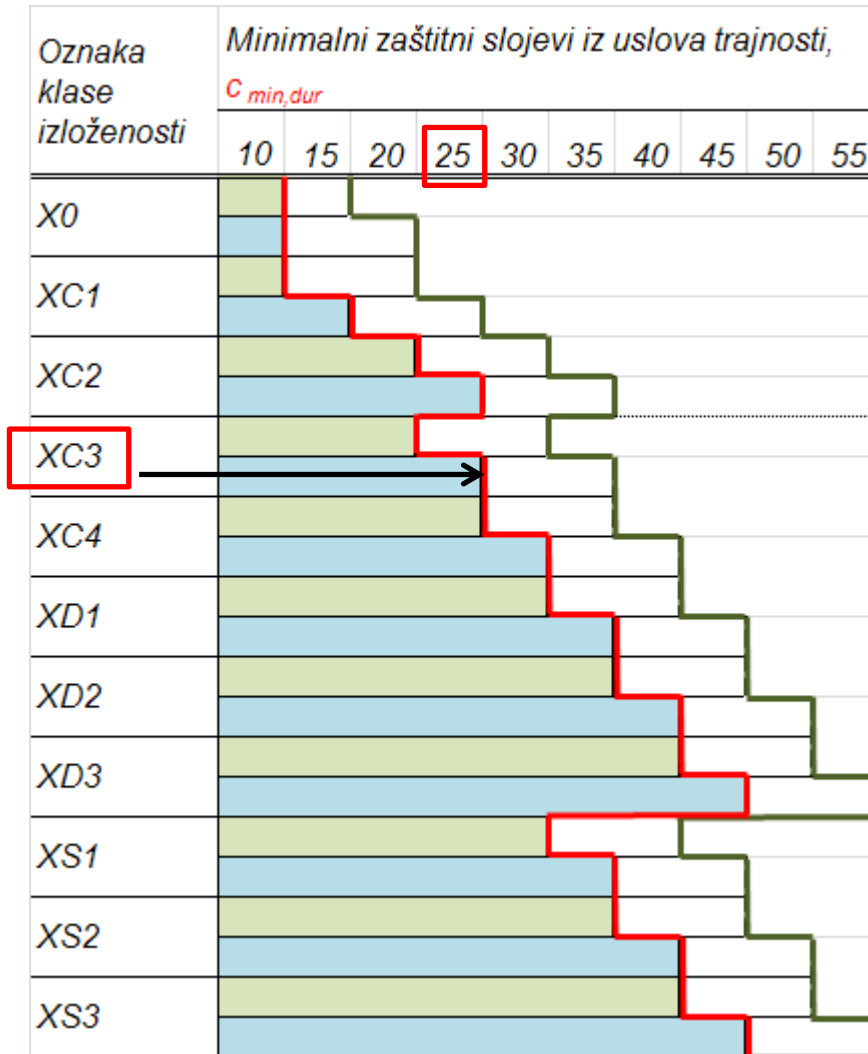
1) Klasifikacija izloženosti – **Tabela 4.1** SRPS EN 1992-1-1

**Табела 4.1 – Класе изложености у зависности од услова средине, у складу са EN 206-1**

Ознака класе	Опис средине	Информативни примери у којима могу да се јаве класе изложености
<b>2 Корозија проузрокована карбонацијом</b>		
XC1	Сува или стално влажна средина	Бетон у унутрашњости зграда са ниском влажношћу ваздуха Бетон стално потопљен у воду
XC2	Влажна, ретко сува средина	Површине бетона изложене дуготрајном контакту са водом Многи темељи
<b>XC3</b>	Умерено влажна средина 	<b>Бетон у унутрашњости зграда са умереном или високом влажношћу ваздуха</b> Бетон у спољашњем простору заштићен од кише
XC4	Циклично влажна и сува средина	Површине бетона у контакту са водом, које не спадају у класу изложености XC2



# Zadatak 2



— **Upotrebnii vek 50 god.**  
— Upotrebnii vek 100 god.

Tip elementa	Ploče, zidovi
	Grede, stubovi



# Zadatak 2

Konstrukcija je klase **S4** ukoliko je njen predviđeni eksploatacioni vek 50 godina, a primenjeni beton je klase čvrstoće koja zavisi od klase izloženosti prema tabeli. Ukoliko konstrukcija ne ispunjava uslove klase S4, recimo ima duži eksploatacioni vek, drugačiju klasu čvrstoće betona, specijalnu kontrolu kvaliteta i sl., klasa S4 se koriguje prema

Табела 4.3N – Препоручена класификација конструкција

Критеријум	Класа конструкције						
	Класе изложености у складу са табелом 4.1						
	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1	XD2/XS1	XD3/XS2/XS3
Прорачунски експлоатациони век од 100 година	повећати класу за 2	повећати класу за 2	повећати класу за 2	повећати класу за 2	повећати класу за 2	повећати класу за 2	повећати класу за 2
Класа чврстоће <sup>1)2)</sup>	≥ C30/37 смањити класу за 1	≥ C30/37 смањити класу за 1	≥ C35/45 смањити класу за 1	≥ C40/50 смањити класу за 1	≥ C40/50 смањити класу за 1	≥ C40/50	≥ C45/55
Елементи чија геометрија одговара плочама (поступак грађења нема утицаја на положај арматуре)	смањити класу за 1	смањити класу за 1	смањити класу за 1	смањити класу за 1	смањити класу за 1	смањити класу за 1	смањити класу за 1
Осигурана посебна контрола квалитета производње бетона	смањити класу за 1	смањити класу за 1	смањити класу за 1	смањити класу за 1	смањити класу за 1	смањити класу за 1	смањити класу за 1

*Ne, zadati vek je 50 godina!*

*Ne, zadata klasa C30/37!*

*Ne, u pitanju je greda!*





# Zadatak 2

$$c_{\min, \text{dur}} = 25 \text{ mm}$$

Raspored šipki	Minimalni zaštitni sloj $c_{\min, b}^*$	→ Prp. $\varnothing_s \approx 10 \text{ mm}$ - uzengija
Pojedinačne šipke	Prečnik šipke, $\varnothing$	
Šipke u svežnju	Ekvivalentni prečnik ( $\varnothing_n$ )	

\*Ako je nominalna maksimalna dimenzija agregata veća od 32 mm,  $c_{\min, b}$  treba povećati za 5 mm

$$c_{\min, b} = 10 \text{ mm}$$

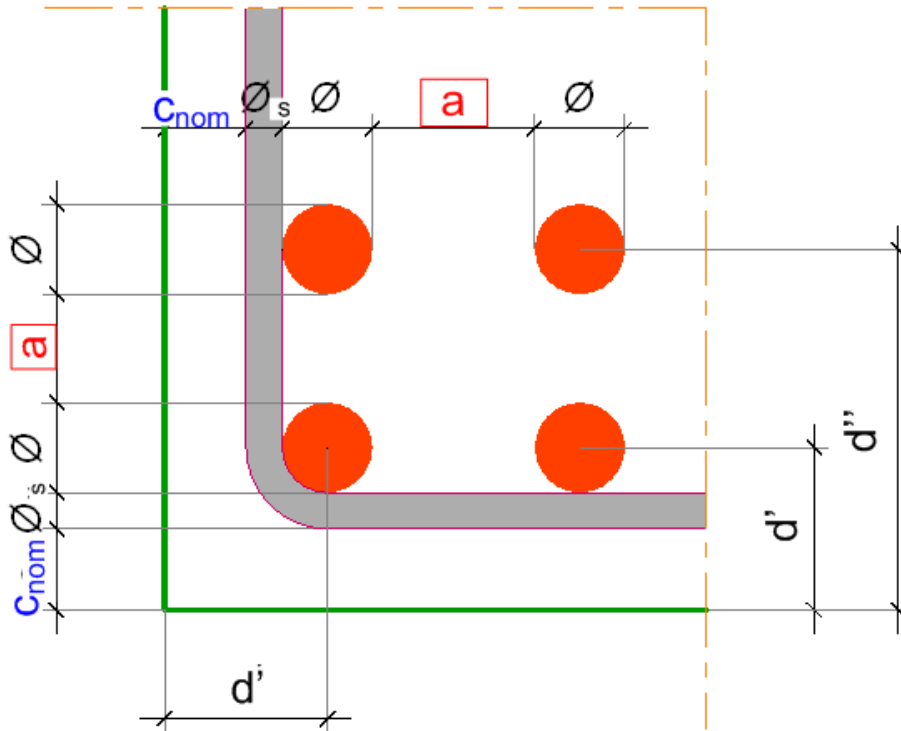
$$c_{\min} = \max\{c_{\min, b}; c_{\min, \text{dur}}; 10 \text{ mm}\} = \max\{10; 25; 10 \text{ mm}\} = 25 \text{ mm}$$

Nominalni zaštitni sloj koji se koristi pri dimenzionisanju je konačno:

$$c_{\text{nom}} = c_{\min} + \Delta c_{\text{dev}} = 25 \text{ mm} + 10 \text{ mm} = 35 \text{ mm}$$

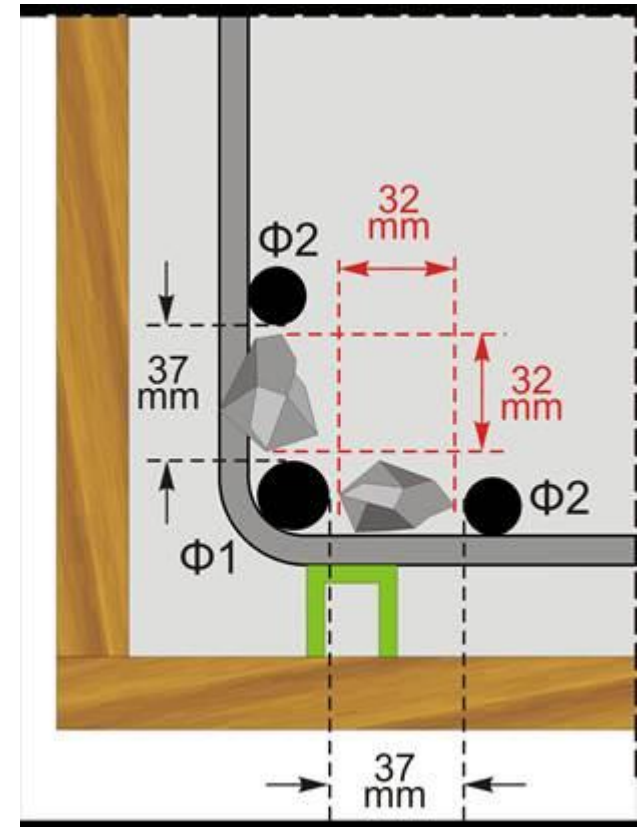


# Oblikovanje armature

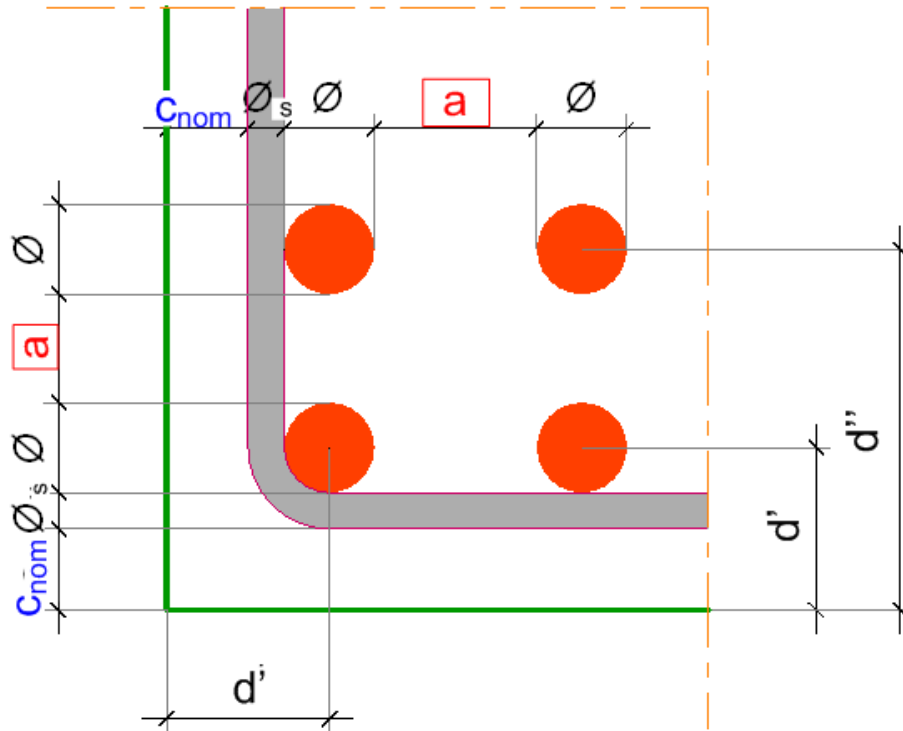


$$a = \max \{ \varnothing; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm} \}$$

$d_g$  – najveća dimenzija zrna agregata [mm]



# Oblikovanje armature



$$a = \max \{ \Phi; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm} \}$$

$d_g$  – najveća dimenzija zrna agregata [mm]

