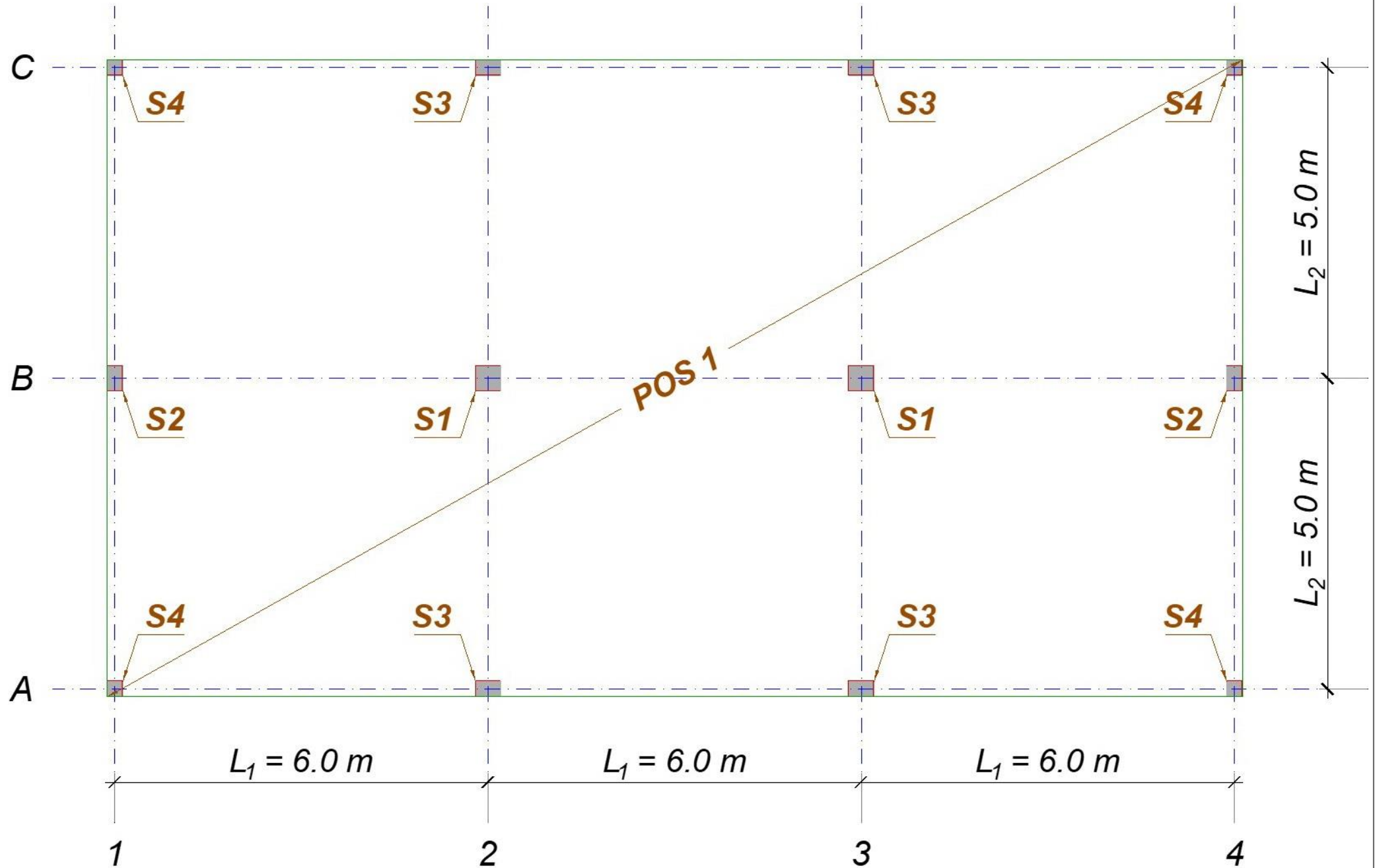


# **Kontakt**

**predavanja**     **doc. dr Veljko Koković**  
**[veljko@imk.grf.bg.ac.rs](mailto:veljko@imk.grf.bg.ac.rs)**  
**kabinet 138**

**vežbanja**     **Milica Vidović**  
**[milica@imk.grf.bg.ac.rs](mailto:milica@imk.grf.bg.ac.rs)**  
**kabinet 3**



*Potrebno je projektovati konstrukciju **šestoetažnog** objekta, čiji je raster stubova u osnovi prikazan na skici. Namena objekta je **maloprodaja**.*

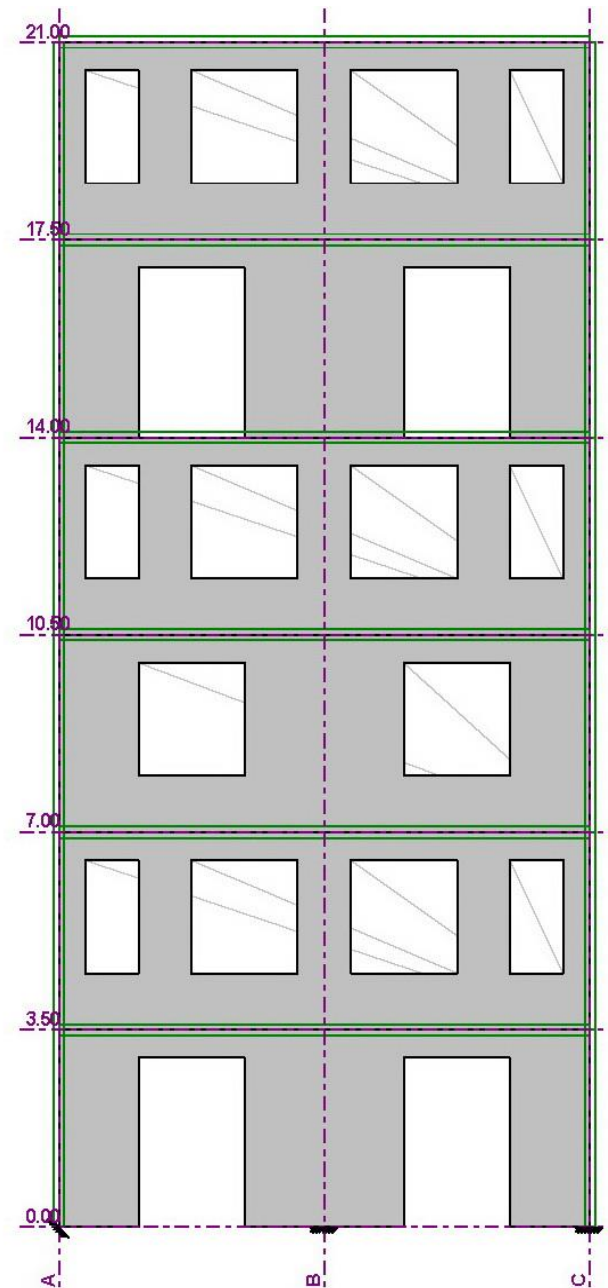
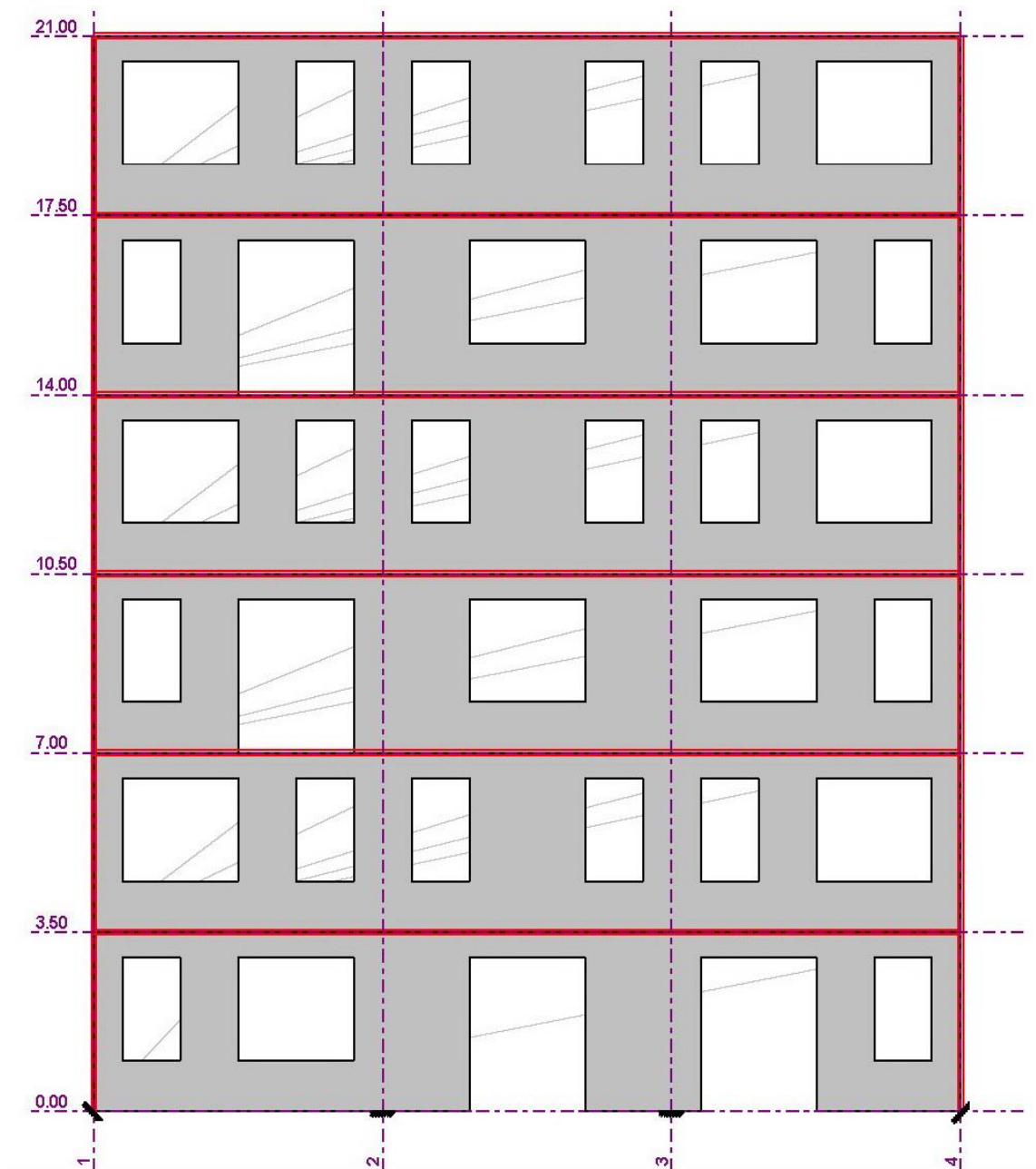
*Položaj stepeništa nije potrebno analizirati. Krovnu ploču u ovoj fazi proračuna tretirati kao tipsku tavanicu.*

*Međuspratna konstrukcija je **puna armiranobetonska ploča** livena na licu mesta (varijantno rešenje može biti neka montažna ili polumontažna konstrukcija, npr. **FERT** gredice sa ispunom od odgovarajućih opekarskih elemenata).*

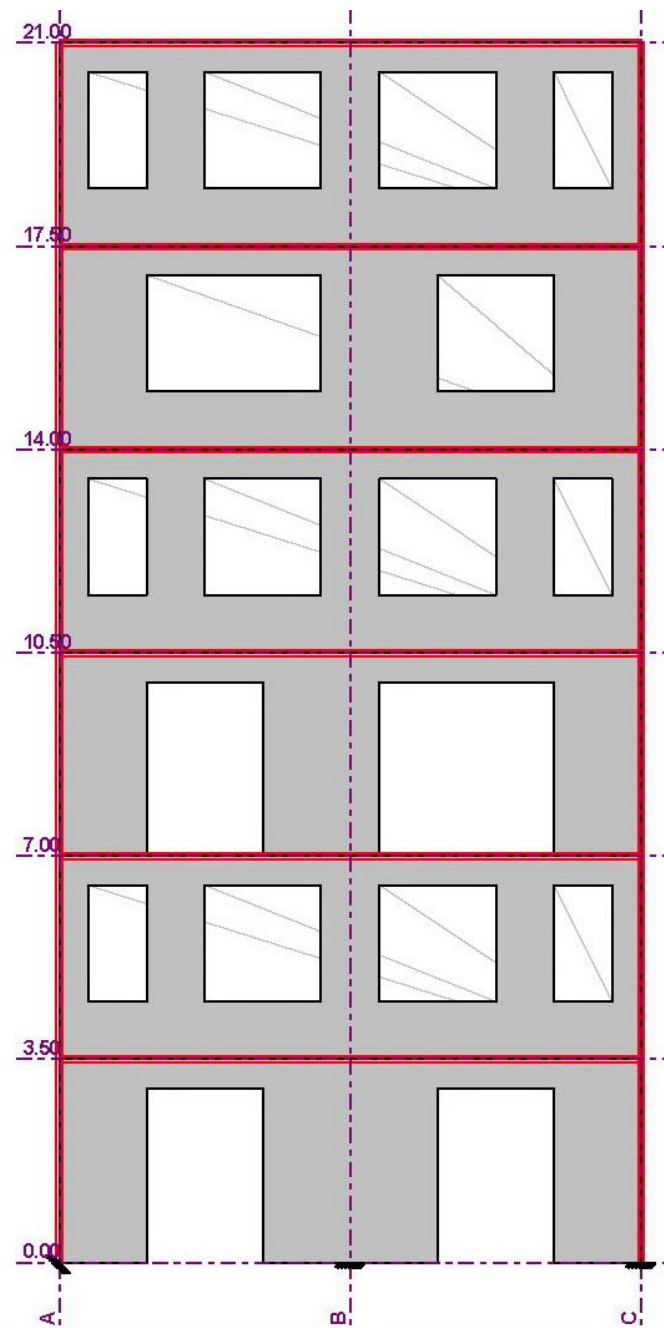
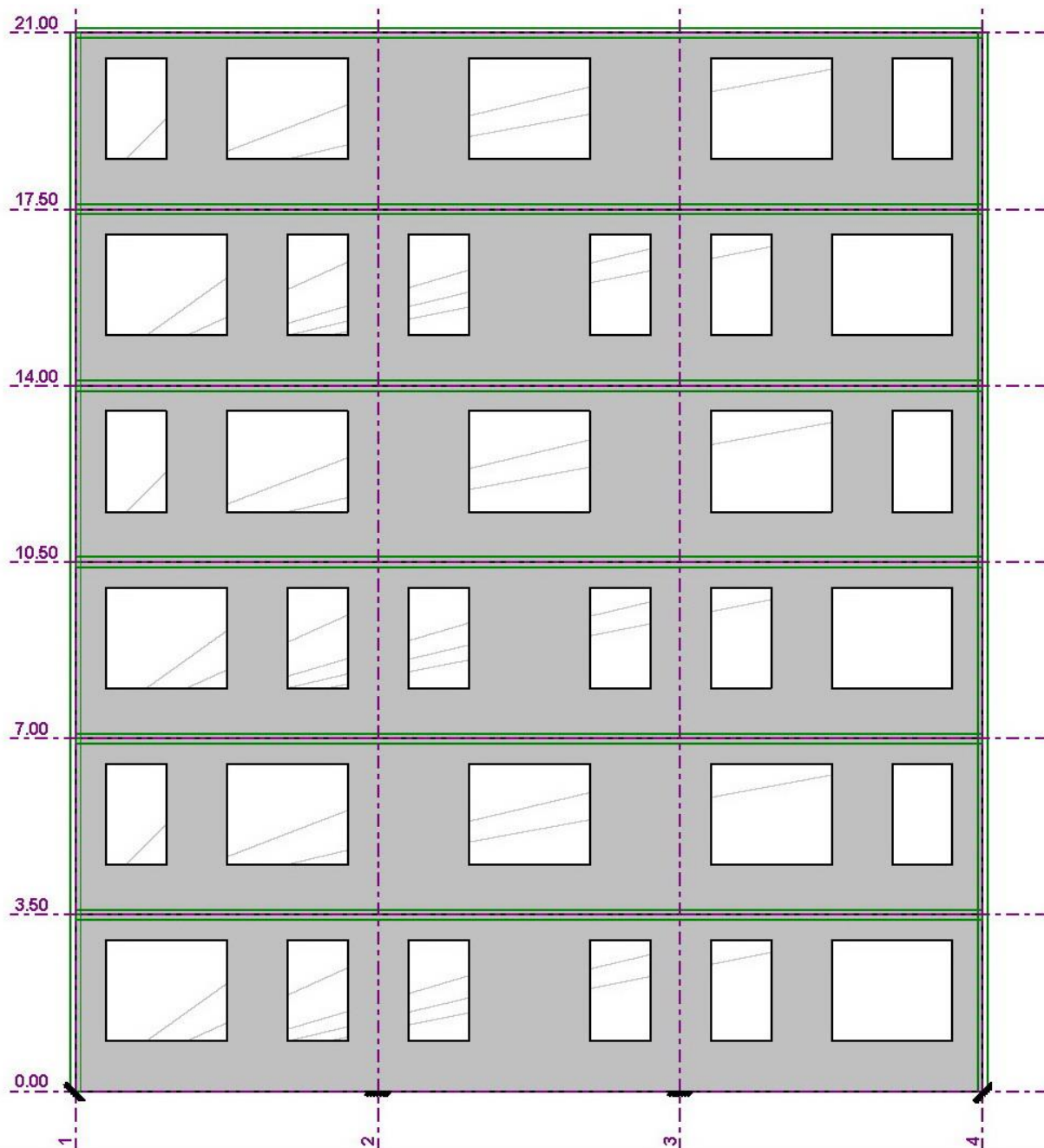
*Grede su armiranobetonske, livene na licu mesta. Stubovi su armiranobetonski, liveni na licu mesta, kvadratnog ili pravougaonog poprečnog preseka, **konstantni po visini objekta**.*

*Otvore u tavanicama zanemariti.*

# Fasade – šematski prikaz – ose A, 1



# Fasade – šematski prikaz – ose C, 4

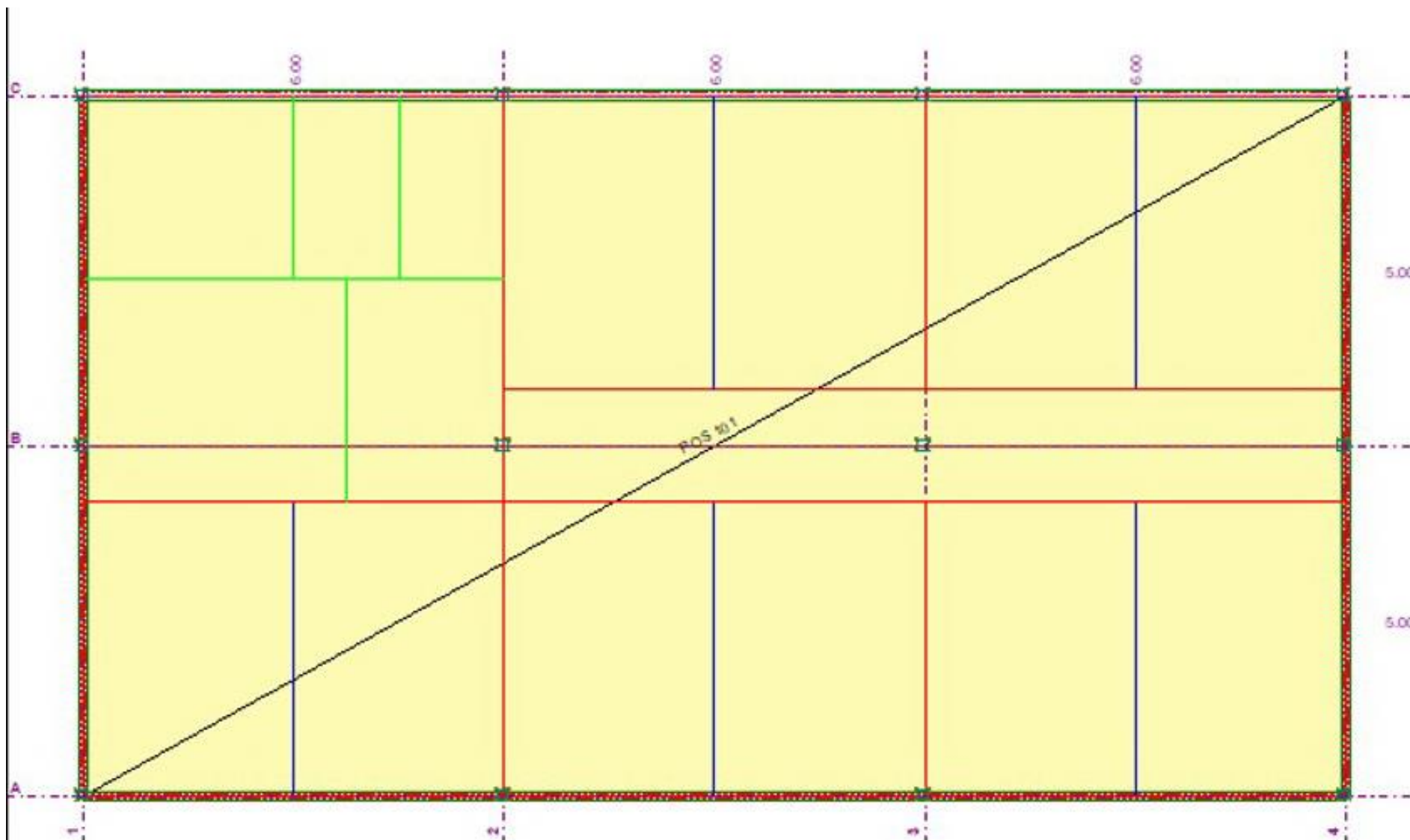


## **Pregradni zidovi – uprosečavanje opterećenja**

**Na naredna dva slajda je prikazan šematski raspored pregrada na dva „tipska“ sprata razmatranog objekta. Uobičajeno je da se opekarske pregrade debljine 12 cm i manje, kao i gips-kartonske i slične pregrade, predstavljaju kao **zamenjujuće jednako raspodeljeno opterećenje**, s obzirom na male razlike u intenzitetu i položaju opterećenja po različitim etažama, kao i udeo u ukupnom opterećenju tavanice. Ovo se naročito odnosi na preliminarne i idejne faze projekta.**

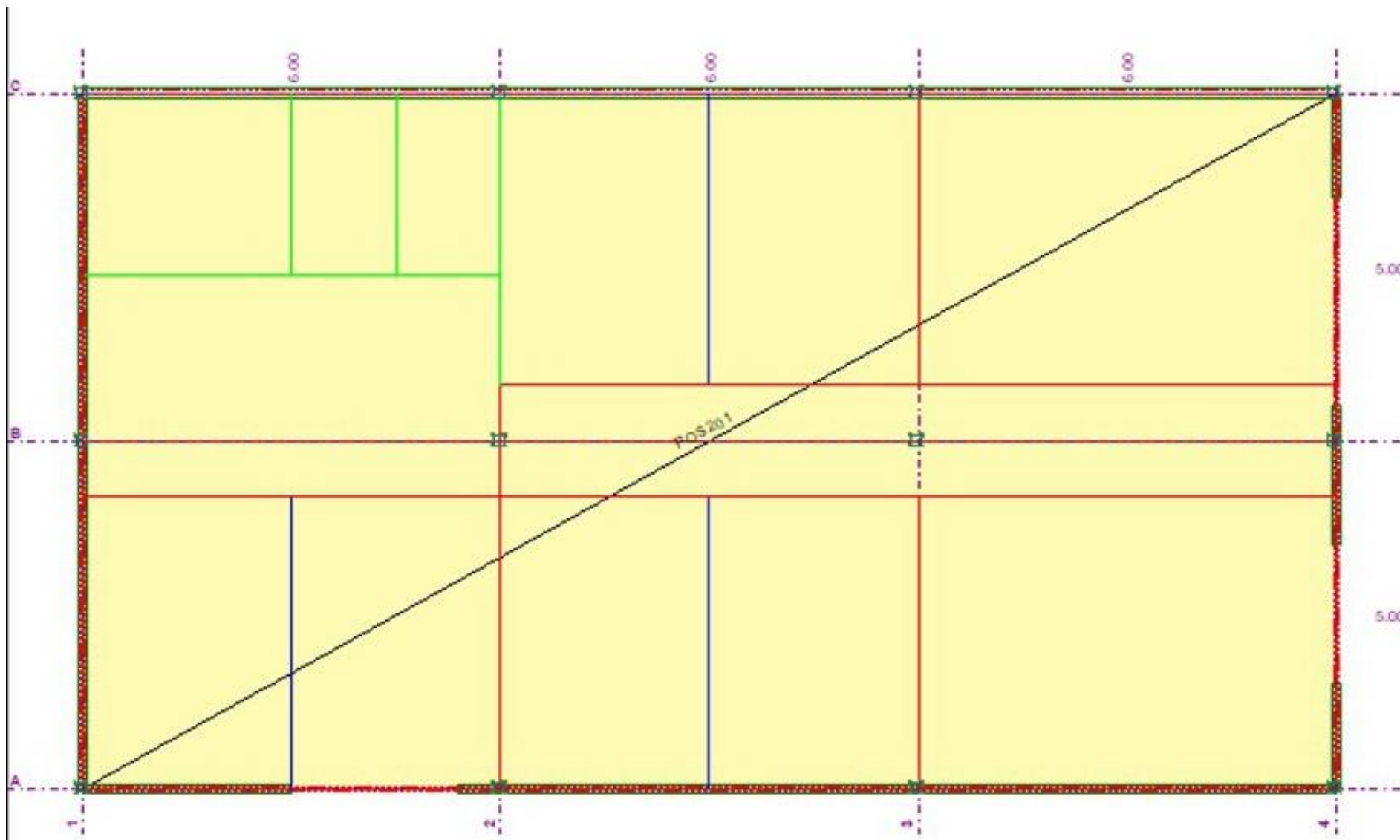
**Ukoliko se proračunom tretiraju kao linijska opterećenja, intenzitet opterećenja se dobija množenjem poznatih (opšteprihvaćenih) vrednosti zapreminskih težina sa čistom spratnom visinom, što će biti pokazano u nastavku.**

# Pregradni zidovi – šematski prikaz – nivoi 1,3,5



Nivo: [3.50 m]

# Pregradni zidovi – šematski prikaz – nivoi 2,4,6



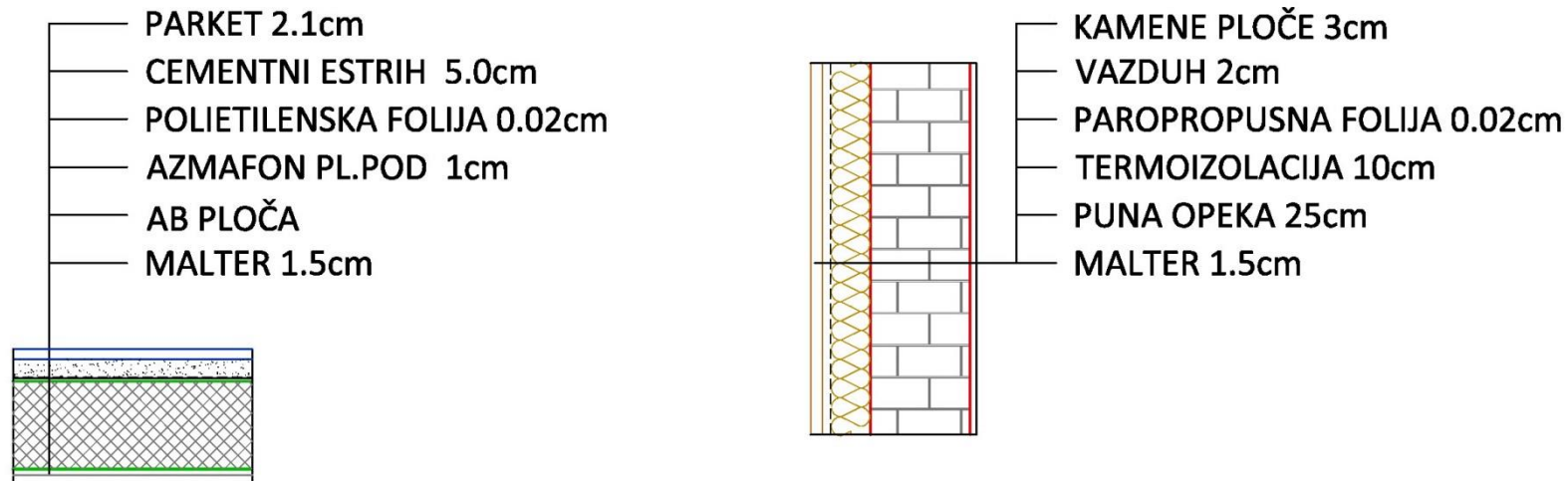
Nivo: [7.00 m]



**Pregrade** unutar razmatranog objekta su lake gips-kartonske, procenjene težine  $\Delta g_1 = 0.75 \text{ kN/m}^2$ , ravnomerno raspoređene po čitavoj osnovi ploče.

Korisno (povremeno) opterećenje usvojiti prema odgovarajućoj regulativi **u zavisnosti od namene objekta**.

**Podovi i fasada su definisani odgovarajućim opisima, prema skici:**



**Zapreminske težine pojedinih materijala: Građevinski materijali ili EC1.**

**Za zadat tip MK sračunati opterećenje:  $\Delta g_2$**

**Težine pregradnih zidova (uprosečeno jednako raspodeljeno opterećenje) zadato zadatkom:  $\Delta g_1$**

**Ukupno dodatno stalno opterećenje:  $\Delta g = \Delta g_1 + \Delta g_2$**

## **Analiza opterećenja**

*Pored sopstvene težine elemenata konstrukcije (ploče, grede, zidovi), usvojena su i sledeća opterećenja:*

a. pregradni gips-kartonski zidovi, prosečno:  $\Delta g_1 = 0.75 \text{ kN/m}^2$

b. težina poda i plafona:

- parket 21 mm	$0.021 \times 8$	$= 0.16 \text{ kN/m}^2$
- cementni malter 5 cm	$0.05 \times 21$	$= 1.05 \text{ kN/m}^2$
- <u>plafon (produžni malter) 1.5 cm</u>	<u><math>0.015 \times 19</math></u>	<u><math>= 0.29 \text{ kN/m}^2</math></u>

ukupno, težina poda i plafona:  $\Delta g_2 = 1.50 \text{ kN/m}^2$

c. ukupno dodatno stalno opterećenje:  $\Delta g = 2.25 \text{ kN/m}^2$

*Dodatno stalno opterećenje se zadaje kao jednako raspodeljeno opterećenje po čitavoj površini međuspratne konstrukcije (ploča, odnosno montažna ili polu-montažna konstrukcija koja simulira ploču) u svim varijantama koje će biti razmatrane.*

## EC1 - Tabela 6.1: Kategorije upotrebe

Kategorija	Specifična upotreba	Primer
A	stambene površine	Sobe u stambenim zgradama i kućama; spavaće sobe i odeljenja u bolnicama; spavaće sobe u hotelima i prenoćištima; kuhinje i toaleti
B	Kancelarijske površine	
C	Površine na kojima je moguće okupljanje ljudi (sa izuzetkom površina definisanih u kategorijama A,B i D)	<p><b>C1:</b> Površine sa stolovima (npr. površine u školama, kafeima, restoranima, trpezarijama, salama za prijeme)</p> <p><b>C2:</b> Površine sa nepokretnim sedištima (npr. površine u crkvama, pozorištima ili bioskopima, konferencijskim salama, učionicama, salama za skupove, čekaonicama)</p> <p><b>C3:</b> Površine bez prepreka za kretanje ljudi, npr. površine u muzejima i izložbenim prostorijama; pristupne površine u javnim i administrativnim zgradama, hotelima, bolnicama i predvorjima železničkih stanica</p> <p><b>C4:</b> Površine sa mogućim fizičkim aktivnostima (plesne dvorane, gimnastičke sale, pozornice)</p> <p><b>C5:</b> Površine osetljive na veliko okupljanje ljudi (koncertne i sportske dvorane, tribine, terase i pristupne površine, železničke platforme)</p>
D	Prodajne površine	<p><b>D1:</b> površine u maloprodajnim radnjama uopšte</p> <p><b>D2:</b> površine u robnim kućama</p>

## **EC1 - Tabela 6.3: Kategorije skladištenja i industrijske upotrebe**

<b>Kategorija</b>	<b>Specifična upotreba</b>	<b>Primer</b>
<b>E1</b>	<i>Površine osetljive na nagomilavanje skladištenog materijala, uključujući pristupne površine</i>	<i>Površine za skladištenje, uključujući skladištenje knjiga i drugih dokumenata</i>
<b>E2</b>	<i>Industrijska upotreba</i>	

## **EC1 - Tabela 6.7: Saobraćajne i parking površine u zgradama**

<b>Kategorija</b>	<b>Specifična upotreba</b>	<b>Primer</b>
<b>F</b>	<i>Saobraćajne i parking površine za laka vozila (<math>\leq 30</math> kN bruto težine vozila i <math>\leq 8</math> sedišta, ne uključujući vozača)</i>	<i>garaže; parking površine, parking hale</i>
<b>G</b>	<i>Saobraćajne i parking površine za srednja vozila (<math>&gt; 30</math> kN, <math>\leq 160</math> kN bruto težine vozila, na 2 osovine)</i>	<i>prilazi; dostavne zone; prilazne zone za vatrogasna vozila (<math>\leq 160</math> kN bruto težine vozila)</i>

# EC0 - Tabela A1.1: Preporučene vrednosti $\psi$ koeficijenata za zgrade

**Korisna opterećenja u zgradama, prema kategoriji (videti EN 1991-1-1)**

<b>Dejstvo</b>	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
<i>Kategorija A: prostorije za domaćinstvo i stanovanje</i>	0.7	0.5	0.3
<i>Kategorija B: kancelarijske prostorije</i>	0.7	0.5	0.3
<i>Kategorija C: prostorije za okupljanje ljudi</i>	0.7	0.7	0.6
<i>Kategorija D: trgovačke prostorije</i>	0.7	0.7	0.6
<i>Kategorija E: skladišne prostorije</i>	1	0.9	0.8
<i>Kategorija F: saobraćajne površine, težina vozila <math>\leq 30</math> kN</i>	0.7	0.7	0.6
<i>Kategorija G: saobraćajne površine, <math>30</math> kN &lt; težina vozila <math>\leq 160</math> kN</i>	0.7	0.5	0.3

**Kategorija H: krovovi (dejstvo snega na zgrade, videti EN 1991-1-3)**

<i>Finska, Island, Norveška, Švedska</i>	0.7	0.5	0.2
<i>ostale države članice CEN, za lokacije na nadmorskoj visini <math>H &gt; 1000</math> m</i>	0.7	0.5	0.2
<i>ostale države članice CEN, za lokacije na nadmorskoj visini <math>H \leq 1000</math> m</i>	0.5	0.2	0
<i>Opterećenje od vetra na zgrade (videti EN 1991-1-4)</i>	0.6	0.2	0
<i>Temperatura (osim požara) u zgradama (videti EN 1991-1-5)</i>	0.6	0.5	0

## EC1 - Tabela 6.2: Korisna opterećenja na podovima, balkonima i stepeništima zgrada

Kategorije opterećenih površina	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]			$Q_k$ [kN]		
<b>Kategorija A</b>						
- podovi	1.5	do	2.0	2.0	do	3.0
- stepeništa	2.0	do	4.0	2.0	do	4.0
- balkoni	2.5	do	4.0	2.0	do	3.0
<b>Kategorija B</b>	2.0	do	3.0	1.5	do	4.5
<b>Kategorija C</b>						
- C1	2.0	do	3.0	3.0	do	4.0
- C2	3.0	do	4.0	2.5	do	7.0 (4.0)
- C3	3.0	do	5.0	4.0	do	7.0
- C4	4.5	do	5.0	3.5	do	7.0
- C5	5.0	do	7.5	3.5	do	4.5
<b>Kategorija D</b>						
- D1	4.0	do	5.0	3.5	do	7.0 (4.0)
- D2	4.0	do	5.0	3.5	do	7.0

**EC1 - Tabela 6.4 Korisna opterećenja podova usled skladištenja**

<b>Kategorije opterećenih površina</b>	<b><math>q_k</math> [kN/m<sup>2</sup>]</b>	<b><math>Q_k</math> [kN]</b>
<b>Kategorija E1</b>	<b>7.5</b>	<b>7.0</b>

**EC1 - Tabela 6.8 Korisna opterećenja za vozila u garažama i na saobraćajnim površinama.**

<b>Kategorije opterećenih površina</b>	<b><math>q_k</math> [kN/m<sup>2</sup>]</b>	<b><math>Q_k</math> [kN]</b>
<b>Kategorija F</b> Bruto težina vozila $\leq 30$ kN	<b>1.5</b> do <b>2.5</b>	<b>10.0</b> do <b>20.0</b>
<b>Kategorija G</b> 30 kN < bruto težina vozila $\leq 160$ kN	<b>5.0</b>	<b>40.0</b> do <b>90.0</b>

## **Ploča POS 1 na *gredama u jednom pravcu***

*Kao najjednostavnije rešenje, međuspratnu konstrukciju ćemo u prvoj varijanti projektovati kao punu AB ploču oslonjenu na grede u jednom pravcu. Zavisno od odnosa  $L_1$  i  $L_2$ , grede će biti postavljene tako da ploča bude što manjeg raspona.*

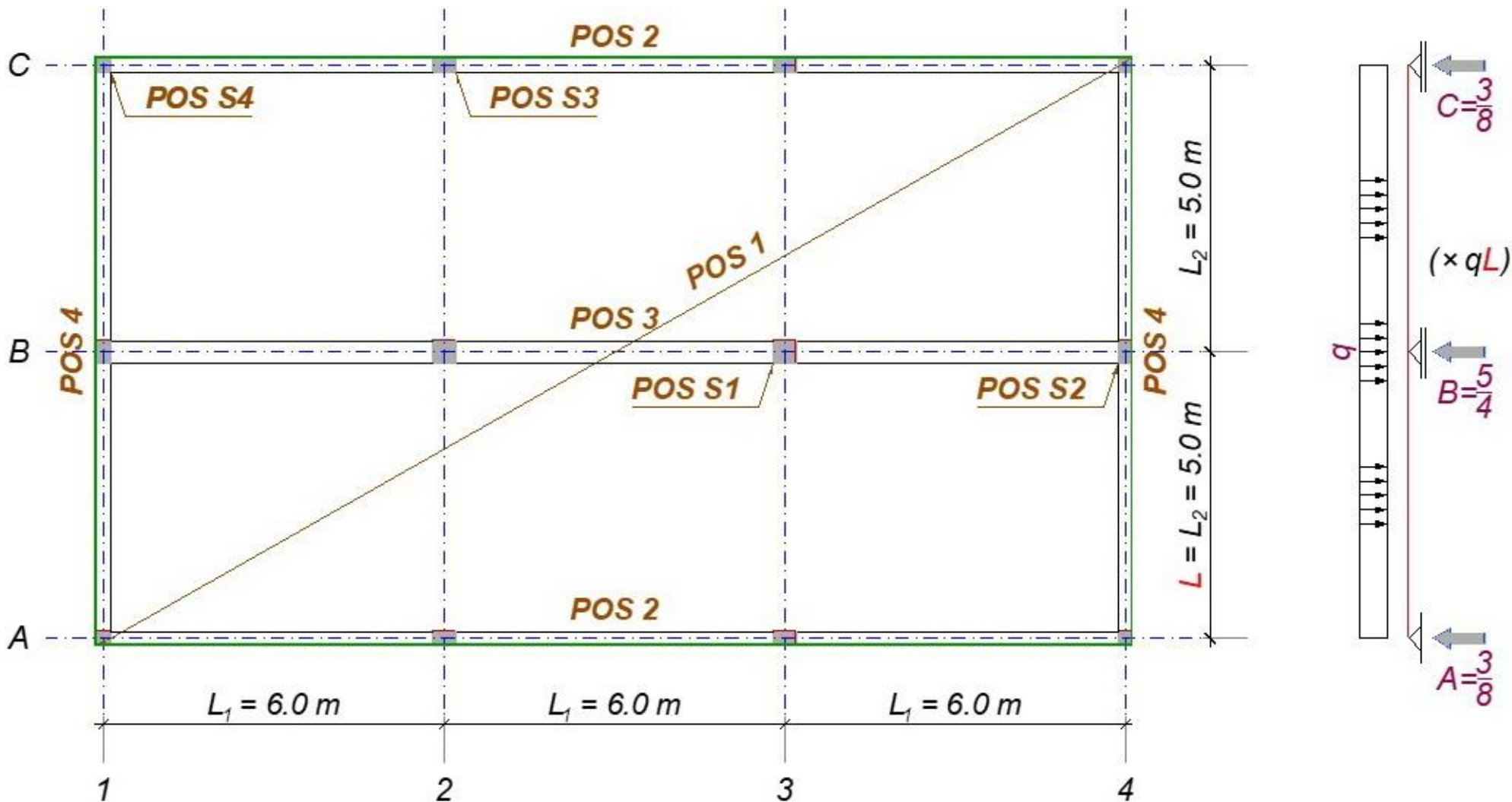
*U prvom slučaju, kada je  $L_1 \geq L_2$ , grede će biti postavljene u pravcu slovnih osa A, B i C, a ploča će biti sistema kontinualnog nosača na **dva polja**, raspona  $L = L_{min} = L_2$  (slajd 17).*

*Ukoliko je  $L_2 \geq L_1$ , grede će biti postavljene u pravcu brojnih osa, a ploča će biti sistema kontinualnog nosača na **tri polja**, raspona  $L = L_{min} = L_1$  (slajd 19).*

*U oba slučaja su grede na koje se ploča POS 1 oslanja označene sa POS 2 (ivične) i POS 3 (srednje), dok su grede POS 4 grede koje prihvataju opterećenje od fasade, smanjuju deformaciju slobodne ivice ploče i utiču na raspodelu horizontalnih sila, ali ne menjaju statički sistem ploče za prenošenje vertikalnog opterećenja.*



# Ploča POS 1 na gredama u jednom pravcu ( $L_1 > L_2$ )



## ***Ploča POS 1 na gredama u jednom pravcu***

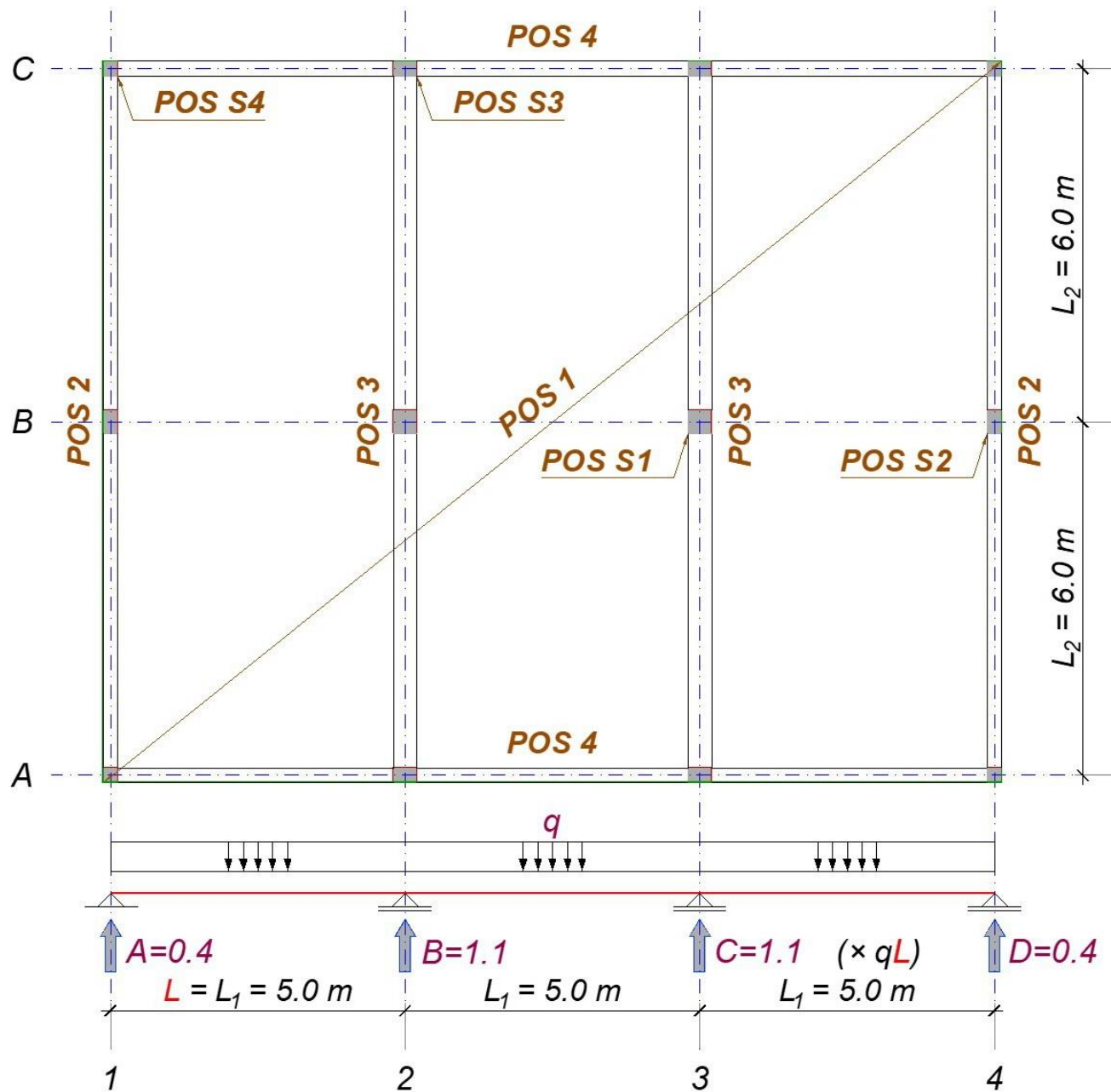
***Zbog uočenog velikog broja grešaka u određivanju statičkog sistema ploče, ponavlja se deo materije detaljno obrađen u okviru predmeta **Betonske konstrukcije 1**:***

***U slučaju da se izostave grede POS 4, postoje oslonci samo u jednom pravcu i POS 1 je nedvosmisleno ploča koja prenosi opterećenje samo u jednom pravcu, bez obzira na dimenzije u osnovi.***

***Ukoliko se izvedu i grede POS 4, ploča POS 1 (odnosno njeni delovi) su oslonjeni na sistem od četiri grede (**linijski oslonci na sve četiri strane**) i o tome da li ploča prenosi opterećenje u jednom ili dva pravca odlučuje **odnos strana** pojedinih delova.***

***Za dispoziciju prikazanu na slajdu 17 odnos strana ploče u osnovi je  $3 \times 6,0 / 5,0 = 18,0 / 5,0 = 3,6 > 2$ . Za dispoziciju prikazanu na slajdu 19 odnos strana ploče u osnovi je  $2 \times 6,0 / 5,0 = 12,0 / 5,0 = 2,4 > 2$ , pa ploča u oba slučaja prenosi opterećenje u jednom (kraćem) pravcu.***

# Ploča POS 1 na gredama u jednom pravcu ( $L_1 < L_2$ )



### 207

Ukupna debljina ploče iznosi najmanje 7 cm za statička podeljena opterećenja, a debljina krovnih ploča izuzetno može biti 5 cm.

Debljina ploča po kojima se kreću vozila treba da iznosi najmanje 10 cm za putnička vozila, a 12 cm za teretna vozila.

Ako se stanje deformacija ne dokazuje posebno, najmanja debljina ploče koja se računa u jednom ili dva pravca treba da iznosi 1/35 manjeg raspona, odnosno odstojanja nultih tačaka momenata kod kontinualnih ili uklještenih ploča. Ako odstojanje nultih tačaka nije određeno statičkim proračunom, može se uzeti da to odstojanje iznosi 4/5 raspona.

Debljina ploča po kojima se samo povremeno hoda (radi češćenja i opravki) iznosi najmanje 1/40 manjeg raspona, odnosno rastojanje nultih tačaka momenata, ali ne manje od 5 cm.

$$h_p \geq \frac{0.75 \times 500}{35} = 10.7 \text{ cm}$$

*Uobičajeno se debljina ploče zaokružuje na prvi veći PARAN broj ili broj deljiv sa PET*

Табела 7.4N – Основни односи распон/статичка висина за армиранобетонске елементе без аксијалног притиска

Конструкцијски систем	K	Велики напони у бетону	Мали напони у бетону
		$\rho = 1,5 \%$	$\rho = 0,5 \%$
Слободно ослоњена греда, слободно ослоњена плоча која носи у једном или два правца	1,0	14	20
Крајње поље континуалног гредног носача или континуалне плоче која носи у једном правцу или плоче која носи у два правца, континуална преко једне, дуже стране	1,3	18	26
Унутрашње поље греде или плоче која носи у једном или два правца	1,5	20	30
Плоча ослоњена на стубове без греда (равна плоча) (у односу на већи распон)	1,2	17	24
Конзола	0,4	6	8

НАПОМЕНА 1 Дате вредности изабране су тако да су начелно на страни сигурности и прорачун често може да покаже да су могући тањи елементи.

НАПОМЕНА 2 За плоче које носе у два правца провера треба да се изврши према краћем распону. За равне плоче треба да се узме већи распон.

НАПОМЕНА 3 Граничне вредности дате за равне плоче без капитела одговарају мање строгим ограничењима од оних које даје однос распон/250 за угибе у средини распона у односу на стубове. Искуство је показало да су те граничне вредности задовољавајуће.

$$\frac{L}{d} \leq 1.3 \times 26 \Rightarrow d \geq \frac{L}{33.8} = \frac{500}{33.8} = 14.8 \text{ cm}$$

**S obzirom na Napomenu 1 uz Tabelu 7.4N, uzimaju se u obzir i propisani **maksimalni** odnosi  $L/d$  dati u britanskim i nemačkim nacionalnim dokumentima:**

$$\frac{L}{d} \leq 1.3 \times 40 = 52 \Rightarrow d \geq \frac{L}{52} = \frac{500}{52} = 9.6 \text{ cm} \quad (\text{BS})$$

$$\frac{L}{d} \leq 1.3 \times 35 = 45.5 \Rightarrow d \geq \frac{L}{45.5} = \frac{500}{45.5} \approx 11 \text{ cm} \quad (\text{DIN})$$

**Da bi se usvojila ukupna debljina ploče  $h$ , potrebno je izvršiti proračun debljine čistog zaštitnog sloja:**

$$h = d + d_1 = d + \left( c + \frac{\emptyset}{2} \right)$$

**s obzirom da su zaštitni slojevi prema EC2 veći od onih koje propisuje PBAB 87, posebno za elemente “napolju”.**

## Proračunski eksploatacioni vek konstrukcije se utvrđuje prema **ECO**, deo 2.3:

### 2.3 PRORAČUNSKI EKSPLOATACIONI VEK

(1) Proračunski eksploatacioni vek (*design working life*), treba da bude određen.

Napomena: Indikativne kategorije, date su u tabeli 2.1. Vrednosti, date u tabeli 2.1, mogu da budu korišćene i za određivanje ponašanja konstrukcije, koje zavisi od vremena, na primer, proračuni, koji se odnose na zamor (*fatigue*). Videti i aneks A.

Tabela 2.1 Indikativni proračunski eksploatacioni vek

Kategorija proračunskog eksploatacionog veka	Indikativni proračunski eksploatacioni vek (godina)	Primeri
1	10	Privremene konstrukcije <sup>1)</sup>
2	10 do 25	Zamenljivi delovi konstrukcije, na primer, kranski nosači, ležišta
3	15 do 30	Poljoprivredne i slične konstrukcije
4	50	Konstrukcije zgrada i druge jednostavne konstrukcije
5	100	Konstrukcije monumentalnih zgrada, mostovi, kao i konstrukcije drugih građevinskih objekata

<sup>1)</sup> Konstrukcije ili delovi konstrukcija, koji mogu da budu uklonjeni, sa izgledom da budu ponovo korišćeni, ne treba da budu razmatrani kao privremeni.

## Utvrđivanje debljine zaštitnog sloja

(2)П На плановима мора да се утврди величина називног заштитног слоја. Он се дефинише као минимални заштитни слој,  $c_{\min}$  (видети 4.4.1.2), који се повећава за одступање у извођењу које се узима у обзир у прорачуну,  $\Delta c_{\text{dev}}$  (видети 4.4.1.3):

$$c_{\text{nom}} = c_{\min} + \Delta c_{\text{dev}} \quad (4.1)$$

### 4.4.1.2 Минимални заштитни слој, $c_{\min}$

(1)П Минимални заштитни слој бетона,  $c_{\min}$ , мора да се предвиди како би се обезбедили:

- сигуран пренос сила приањања бетона и арматуре (видети такође одељке 7 и 8);
- заштита челика од корозије (трајност);
- одговарајућа отпорност на дејство пожара (видети EN 1992-1-2).

(2)П Мора да се користи већа вредност  $c_{\min}$  која задовољава и захтеве у погледу приањања бетона и арматуре и захтеве који произлазе из услова средине.

$$c_{\min} = \max \{ c_{\min,b}; c_{\min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm} \} \quad (4.2)$$

где је:

- $c_{\min,b}$  минимални заштитни слој с обзиром на услове приањања, видети 4.4.1.2 (3);
- $c_{\min,dur}$  минимални заштитни слој с обзиром на услове средине, видети 4.4.1.2 (5);
- $\Delta c_{dur,\gamma}$  додатни елемент сигурности, видети 4.4.1.2 (6);
- $\Delta c_{dur,st}$  смањење минималног заштитног слоја када се користи нерђајући челик, видети 4.4.1.2 (7);
- $\Delta c_{dur,add}$  смањење минималног заштитног слоја када се користи додатна заштита, видети 4.4.1.2 (8).



Табела 4.2 – Минимални заштитни слој  $c_{min,b}$ , захтеви у вези са приањањем

Захтеви у вези са за приањањем	
Распоред шипки	Минимални заштитни слој $c_{min,b}$ *
Појединачне шипке	Пречник шипке
Шипке у свежњу	Еквивалентни пречник ( $\phi_n$ ) (видети 8.9.1)

\* Ако је максимална називна величина агрегата већа од 32 mm,  $c_{min,b}$  треба да се повећа за 5 mm.

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>1 Без опасности од корозије или других агресивних дејстава</b>		
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
<b>2 Корозија проузрокована карбонацијом</b>		
XС1	Сува или стално влажна средина	Бетон у унутрашњости зграда са ниском влажношћу ваздуха Бетон стално потопљен у воду
XС2	Влажна, ретко сува средина	Површине бетона изложене дуготрајном контакту са водом Многи темељи
XС3	Умерено влажна средина	Бетон у унутрашњости зграда са умереном или високом влажношћу ваздуха Бетон у спољашњем простору заштићен од кише
XС4	Циклично влажна и сува средина	Површине бетона у контакту са водом, које не спадају у класу изложености XС2

**Klase izloženosti u zavisnosti od uslova sredine**

<b>Klasa</b>	<b>Opis sredine</b>	<b>Informativni primeri u kojima mogu da se jave klase izloženosti</b>
<b>1 Bez opasnosti od korozije ili drugih agresivnih dejstava</b>		
<b>X0</b>	Za beton bez armature ili beton bez ugrađenih metalnih elemenata: svi uslovi izloženosti osim zamrzavanja/odmrzavanja, abrazije ili hemijskog uticaja. Za beton sa armaturom ili ugrađenim metalnim elementima: veoma suva	Beton u unutrašnjosti zgrada sa veoma niskom vlažnošću vazduha
<b>2 Korozija prouzrokovana karbonacijom</b>		
<b>XC1</b>	Suva ili stalno vlažna sredina	<b>Beton u unutrašnjosti zgrada sa niskom vlažnošću vazduha.</b> Beton stalno potopljen u vodu
<b>XC2</b>	Vlažna, retko suva sredina	Površine betona izložene dugotrajnom kontaktu sa vodom. Mnogi temelji
<b>XC3</b>	Umereno vlažna sredina	<b>Beton u unutrašnjosti zgrada sa umerenom ili visokom vlažnošću vazduha. Beton u spoljašnjem prostoru zaštićen od kiše</b>
<b>XC4</b>	Ciklično vlažna i suva sredina	Površine betona u kontaktu sa vodom, koje ne spadaju u klasu izloženosti XC2

**Klase izloženosti u zavisnosti od uslova sredine**

<b>Oznaka klase</b>	<b>Opis sredine</b>	<b>Informativni primeri u kojima mogu da se jave klase izloženosti</b>
<b>3 Korozija prouzrokovana hloridima koji ne potiču iz morske vode</b>		
<b>XD1</b>	<i>Umereno vlažna sredina</i>	<i>Površine betona izložene dejstvu hlorida iz vazduha</i>
<b>XD2</b>	<i>Vlažna, retko suva sredina</i>	<i>Bazeni za plivanje. Betonski elementi izloženi industrijskim vodama koje sadrže hloride</i>
<b>XD3</b>	<i>Ciklično vlažna i suva sredina</i>	<i>Delovi mostova izloženi prskanju aerosola koji sadrži hlorid. Kolovozi. <b>Ploče parkinga</b></i>
<b>4 Korozija prouzrokovana hloridima iz morske vode</b>		
<b>XS1</b>	<i>Sredina izložena dejstvu soli iz vazduha, ali bez direktnog kontakta sa morskom vodom</i>	<i>Konstrukcije u blizini obale ili na obali</i>
<b>XS2</b>	<i>Permanently potopljen</i>	<i>Delovi konstrukcija u morskoj vodi</i>
<b>XS3</b>	<i>Zone izložene plimi, kvašenju i prskanju</i>	<i>Delovi konstrukcija u morskoj vodi</i>

**Klase izloženosti u zavisnosti od uslova sredine**

Oznaka klase	Opis sredine	Informativni primeri u kojima mogu da se jave klase izloženosti
<b>5 Zamrzavanje/odmrzavanje sa agensima za odmrzavanje ili bez njih</b>		
<b>XF1</b>	Umerena zasićenost vodom, bez agensâ za odmrzavanje	Vertikalne betonske površine izložene kiši i mrazu
<b>XF2</b>	Umerena zasićenost vodom, sa agensima za odmrzavanje	Vertikalne betonske površine saobraćajnih konstrukcija, izložene mrazu i sredstvima za odmrzavanje iz vazduha
<b>XF3</b>	Velika zasićenost vodom, bez agensâ za odmrzavanje	Horizontalne betonske površine izložene kiši i mrazu
<b>XF4</b>	Velika zasićenost vodom sa agensima za odmrzavanje ili morskom vodom	Putne ili mostovske kolovozne konstrukcije izložene agensima za odmrzavanje. Betonske površine izložene direktnom prskanju rastvorima sredstava za odmrzavanje i mrazu. Zone kvašenja konstrukcija na morskoj obali izložene mrazu
<b>6 Hemijska izloženost</b>		
<b>XA1</b>	Blaga hemijska agresivnost sredine, prema EN 206-1, tabela 2	Prirodna tla i podzemna voda
<b>XA2</b>	Umerena hemijska agresivnost sredine, prema EN 206-1, tabela 2	Prirodna tla i podzemna voda
<b>XA3</b>	Izražena hemijska agresivnost sredine, prema EN 206-1, tabela 2	Prirodna tla i podzemna voda

**EC2 - Tabela E.1N (zasad su *PREPORUČENE* vrednosti)**  
**Indikativne najmanje klase čvrstoće betona**

	<i>Klase izloženosti uticajima sredine u skladu sa tabelom 4.1</i>									
<i>Korozija</i>										
	<i>Korozija usled uticaja karbonata</i>				<i>Korozija usled uticaja hlorida</i>			<i>Korozija usled uticaja hlorida iz morske vode</i>		
	<i>XC1</i>	<i>XC2</i>	<i>XC3</i>	<i>XC4</i>	<i>XD1</i>	<i>XD2</i>	<i>XD3</i>	<i>XS1</i>	<i>XS2</i>	<i>XS3</i>
<i>Indikativne najmanje klase čvrstoće betona</i>	<i>C20/25</i>	<i>C25/30</i>	<i>C30/37</i>		<i>C30/37</i>		<i>C35/45</i>	<i>C30/37</i>	<i>C35/45</i>	
<i>Oštećenje betona</i>										
	<i>bez rizika</i>				<i>Agresivno dejstvo zamrzavanja/odmrzavanja</i>			<i>Hemijska agresija</i>		
	<i>X0</i>				<i>XF1</i>	<i>XF2</i>	<i>XF3</i>	<i>XA1</i>	<i>XA2</i>	<i>XA3</i>
<i>Indikativna klasa čvrstoće</i>	<i>C12/15</i>				<i>C30/37</i>	<i>C25/30</i>	<i>C30/37</i>	<i>C30/37</i>		<i>C35/45</i>

# Utvrđivanje debljine zaštitnog sloja

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 смањити класу за 1	≥ C45/55 смањити класу за 1
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

**Pretpostavljeno:** **C25/30** (min. barem prema Tabeli E1.N, slajd 28)

**za gredu (stub):** **klasa konstrukcije S4**

**za ploču (zid):** **S4 → S3**

Табела 4.4N – Вредности минималног заштитног слоја  $c_{min,dur}$ , захтеви за челик за армирање у погледу трајности у складу са EN 10080

Захтеви за $c_{min,dur}$ с обзиром на услове средине (mm)							
Класа конструкције	Класе изложености у складу са табелом 4.1						
	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1/XS1	XD2/XS2	XD3/XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

$$c_{min,dur} = 10 \text{ mm} \Rightarrow c_{min} = \max\{12, 10, 10\} = 12 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm} \Rightarrow c_{nom} = 12 + 10 = 22 \text{ mm}$$

**usvojeno:  $c = 25 \text{ mm}$**

$$h = d + d_1 = d + \left( c + \frac{\emptyset}{2} \right) = 11 + 2.5 + \frac{1.2}{2} = 14.1 \text{ cm}$$

**pretpostavljeno:  $h = 15 \text{ cm}$**

## Proračun statičkih uticaja

- *sopstvena težina ploče*
  - *dodatno stalno opterećenje*
- ukupno, stalno opterećenje**  
**povremeno opterećenje:**

$$0.15 \times 25 = 3.75 \text{ kN/m}^2$$

$$\Delta g = 2.25 \text{ kN/m}^2$$

$$g = 6.00 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 4.00 \text{ kN/m}^2$$

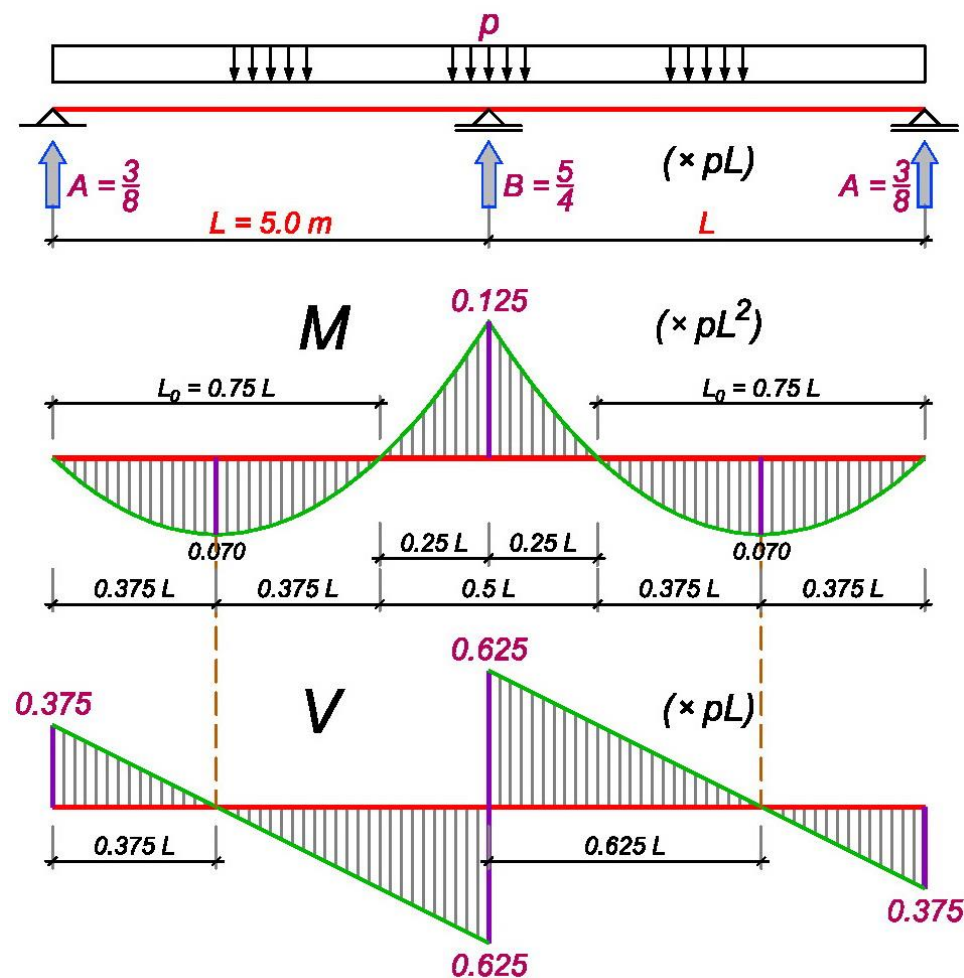
**Reakcije oslonaca se sračunavaju za svako pojedinačno opterećenje:**

$$A_g = \frac{3}{8} \times 6.0 \times 5.0 = 11.25 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$A_q = \frac{3}{8} \times 4.0 \times 5.0 = 7.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$B_g = \frac{5}{4} \times 6.0 \times 5.0 = 37.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

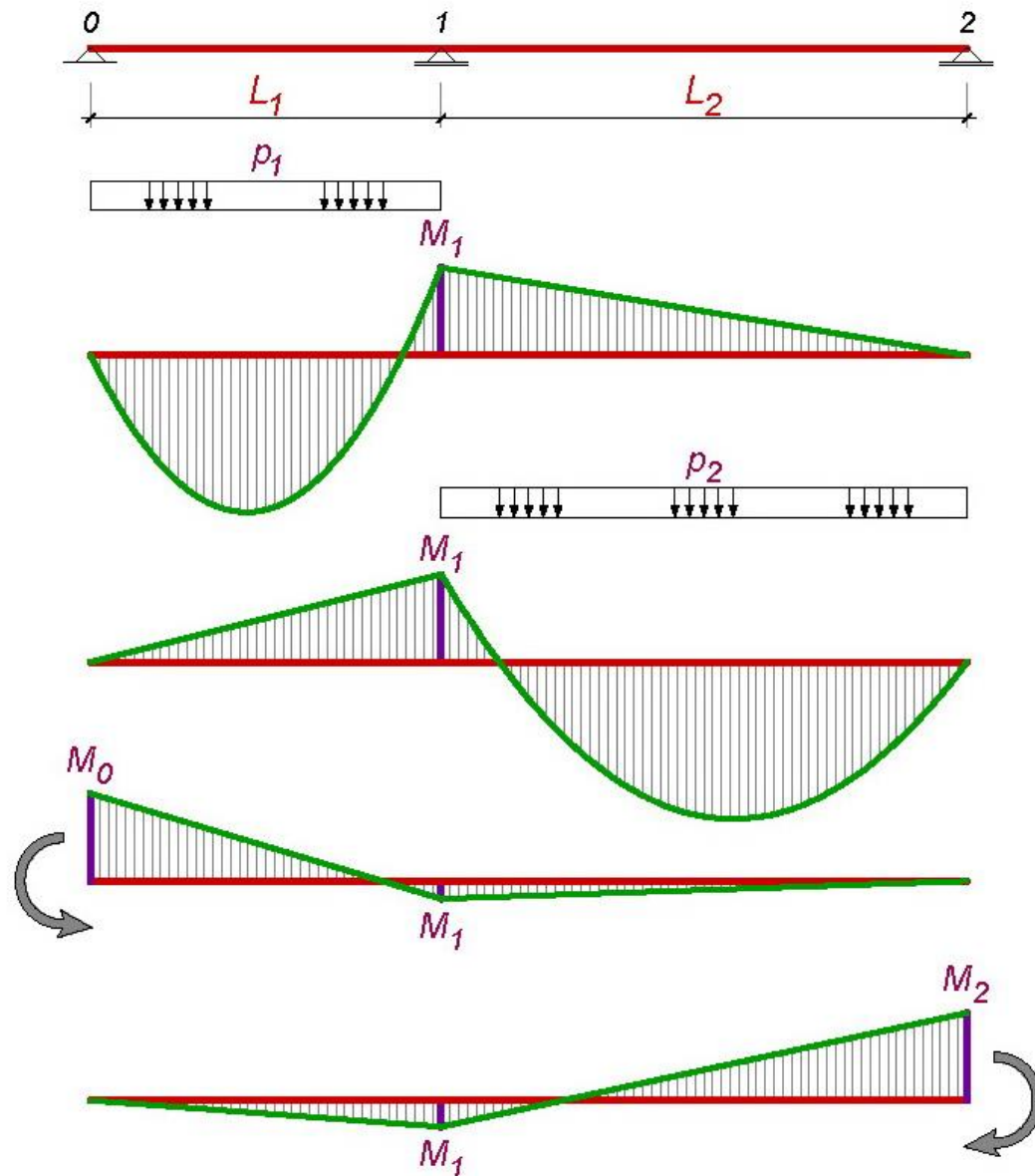
$$B_q = \frac{5}{4} \times 4.0 \times 5.0 = 25.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$





# Korišćenje tablica za proračun kontinualnih nosača

Kontinualni nosač **konstantnog** poprečnog preseka preko dva polja



za opterećeno polje  $L_1$ :

$$M_1 = -\frac{p_1 \times L_1^3}{8 \times (L_1 + L_2)}$$

za opterećeno polje  $L_2$ :

$$M_1 = -\frac{p_2 \times L_2^3}{8 \times (L_1 + L_2)}$$

Usled momenta  $M_0$ :

$$M_1 = -M_0 \times \frac{L_1}{2 \times (L_1 + L_2)}$$

Usled momenta  $M_2$ :

$$M_1 = -M_2 \times \frac{L_2}{2 \times (L_1 + L_2)}$$

# Korišćenje tablica za proračun kontinualnih nosača

## Oslonački moment $M_1$

$L_2/L_1$	opterećeno polje			moment na kraju	
	$p_1$	$p_2$	$p_1+p_2$	$M_0$	$M_2$
0.5	-0.0833	-0.0104	-0.0938	0.3333	0.1667
0.8	-0.0694	-0.0356	-0.1050	0.2778	0.2222
1	-0.0625	-0.0625	-0.1250	0.2500	0.2500
1.2	-0.0568	-0.0982	-0.1550	0.2273	0.2727
1.5	-0.0500	-0.1688	-0.2188	0.2000	0.3000
1.8	-0.0446	-0.2604	-0.3050	0.1786	0.3214
2	-0.0417	-0.3333	-0.3750	0.1667	0.3333
2.5	-0.0357	-0.5580	-0.5938	0.1429	0.3571
5	-0.0208	-2.6042	-2.6250	0.0833	0.4167
	$\times pL_1^2$	$\times pL_1^2$	$\times pL_1^2$	$\times M_0$	$\times M_2$

## ***Korišćenje tablica za proračun kontinualnih nosača***

***Za razliku od nekih drugih tablica kod kojih je usvojen odnos  $L_1 \leq L_2$  (tj. da  $L_1$  MORA biti **MANJI** raspon), ovde to nije slučaj.***

***Ipak, odabrana vrednost  $L_1$  se koristi za sračunavanje oslonačkog momenta i za slučaj da se opterećenje nalazi u rasponu  $L_1$  (opterećenje  $p_1$ ) i za slučaj da je opterećen raspon  $L_2$  (opterećenje  $p_2$ ).***

***Čini se izlišnim, ali ipak:***

- korišćenje kolone  $p_1+p_2$  je moguće SAMO ako su oba raspona opterećena JEDNAKIM opterećenjem  $p_1=p_2$ ;***
- momenti  $M_0$  i  $M_2$  na krajnjim osloncima predstavljaju momente savijanja na prepustima (ukoliko razmatrani nosač ima prepuste) – npr. temeljna kontragreda sa prepustima i slično;***
- negativan znak momenta znači da je zategnuta gornja ivica preseka;***
- kada se sračuna vrednost oslonačkog momenta, nosač postaje statički određen pa se reakcije oslonaca i maksimalne vrednosti momenata u poljima sračunavaju na način poznat iz Mehanike 1***

## 1.1 DIMENZIONISANJE

Informativni aneks E Evrokoda 2 preporučuje najmanje klase betona u funkciji klase izloženosti. Za klasu XC1 preporučuje se minimalno C20/25.

$$\text{usvojeno: } C 25/30 \Rightarrow f_{cd} = 0.85 \times \frac{25}{1.5} = 14.2 \text{ MPa}$$

$$B500B \Rightarrow f_{yd} = \frac{500}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}$$

### 1.1.1 PRESEK NAD OSLONCEM

$$d_1 = 2.5 + 1.2/2 = 3.1 \text{ cm} \Rightarrow d = 15 - 3.1 = 11.9 \text{ cm} ; b = 1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$$

$$k = \frac{11.9}{\sqrt{\frac{44.1 \times 10^2}{100 \times 1.42}}} = 2.134 \Rightarrow \varepsilon_{s1} = 7.727\text{‰} ; \omega = 25.236\%$$

$$A_s = 25.236 \times \frac{100 \times 11.9}{100} \times \frac{14.2}{434.8} = 9.79 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \Rightarrow s \leq \frac{100 \times 1.13}{9.79} = 11.6 \text{ cm}$$

usvojeno: Ø12/10 (11.31 cm<sup>2</sup>/m)

$$A_{s,p} = 0.2 \times 9.79 = 1.96 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow s_p \leq \frac{100 \times 0.503}{1.96} = 25.7 \text{ cm}$$

usvojeno: Ø8/25 (2.01 cm<sup>2</sup>/m)

## 1.1.2 KONTROLA GLAVNIH NAPONA ZATEZANJA

Kako je ploča tanja od 20 cm, nije dopušteno osiguranje armaturom, odnosno potrebno je obezbediti da je  $\max V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$ .

$$d = 11.9 \text{ cm} \Rightarrow k = 1 + \sqrt{\frac{200}{119}} > 2 \Rightarrow \text{usv. } k = 2$$

$$v_{min} = 0.035 \times k^{\frac{3}{2}} \times \sqrt{f_{ck}} = 0.035 \times 2^{\frac{3}{2}} \times \sqrt{25} = 0.495 \text{ MPa}$$

$$\min V_{Rd,c} = v_{min} \cdot b \cdot d = 0.495 \times 1000 \times 119 = 58900 \frac{\text{N}}{\text{m}} = 58.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}} > V_{Ed,max} = 44.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

U slučaju da poslednja relacija nije bila zadovoljena, ne treba odmah menjati neki od parametara (debljinu ploče, kvalitet betona...), već treba pristupiti proračunu stvarne vrednosti  $V_{Rd,c}$  (sa stvarnim procentom armiranja). U ovom slučaju, za preseke uz srednju gredu POS 3, dobija se  $V_{Rd,c} = 82.1 \text{ kN/m}$ . Ovaj korak je preskočen, jer se (opravdano) pretpostavilo da će i minimalna vrednost  $v_{min}$  biti dovoljna za predmetni dokaz nosivosti.

## 6.2.2 Елементи за које се не захтева прорачун арматуре за смицање

(1) Прорачунска вредност носивости на смицање  $V_{Rd,c}$  дата је изразом:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d \quad (6.2.a)$$

са најмањом вредношћу

$$V_{Rd,c} = (v_{\min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

$$V_{Rd,c} = 0.495 \times 1000 \times 119 = 58900 \frac{N}{m} \quad (6.2.b)$$

где је:

$f_{ck}$  у МПа;

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 \text{ са } d \text{ у [mm];}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{119}} > 2 \Rightarrow \text{usv. } k = 2$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w d} \leq 0,02;$$

$A_{sl}$  површина затегнуте арматуре, која се продужава за  $\geq (l_{bd} + d)$  изван разматраног пресека (видети слику 6.3);

$b_w$  најмања ширина попречног пресека у затегнутој зони, у [mm];

$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd}$ , у [MPa];

$N_{Ed}$  аксијална сила у попречном пресеку од оптерећења или претходног напрезања, у [N] ( $N_{Ed} > 0$  за притисак). Утицај принудних деформација на  $N_{Ed}$  може да се занемари;

$A_c$  површина попречног пресека бетона, у [mm<sup>2</sup>];

$V_{Rd,c}$  у [N].

НАПОМЕНА Вредности  $C_{Rd,c}$ ,  $v_{\min}$  и  $k_1$ , које се користе у одређеној земљи, могу да се нађу у њеном националном прилогу. Препоручена вредност за  $C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$ , за  $v_{\min}$  вредности су дате у изразу (6.3N) и  $k_1 = 0,15$ .

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

$$v_{\min} = 0.035 \times 2^2 \times \sqrt{25} = 0.495 \quad (6.3N)$$