

# IZVEDBA I OBLIKOVANJE KONSTRUKCIJA 2

Prof. dr. sc. Damir Varevac

# Zaštitni slojevi

Definicija:

*Zaštitni sloj je udaljenost od vanjskog ruba armature do najbliže vanjske plohe betona, uključujući spone i površinsku armaturu.*

Najmanja debljina zaštitnog sloja osigurava:

- siguran prijenos sila prionjivošću
- zaštitu čelika od korozije
- neodlamanje betona
- požarnu otpornost.

# Zaštitni slojevi

Najmanja debljina zaštitnog sloja stoga se određuje iz tri uvjeta:

1. zahtjev za prijanjanje

2. zahtjev za zaštitu armature

3. protupožarni zahtjevi



EN 1992-1-1



EN 1992-1-2

# Zaštitni slojevi

Nazivna debljina zaštitnog sloja:

$$C_{\text{nom}} = C_{\text{min}} + \Delta C_{\text{dev}}$$

$C_{\text{min}}$  minimalna debljina zaštitnog sloja

$\Delta C_{\text{dev}}$  dodatak zbog odstupanja

# Zaštitni slojevi

$c_{\min}$  minimalna debljina zaštitnog sloja određuje se ovako:

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

$c_{\min,b}$  najmanji zaštitni sloj zbog prionljivosti

$c_{\min,dur}$  najmanji zaštitni sloj zbog uvjeta okoliša

$\Delta c_{dur,\gamma}$  dodatni zaštitni sloj zbog sigurnosti

$\Delta c_{dur,st}$  smanjenje zaštitnog sloja za nehrđajući čelik

$\Delta c_{dur,add}$  smanjenje zaštitnog sloja zbog dodatne zaštite

# Zaštitni slojevi

$c_{\min,b}$  najmanji zaštitni sloj zbog prionjivosti: osigurava se siguran prijenos naprezanja s betona na armaturu i omogućuje kvalitetno zbijanje betona.

Ovisi o promjeru šipki armature:

| Najmanji zaštitni sloj obzirom na prionjivost                                      |                               |
|--|-------------------------------|
| Raspored šipki armature  | $c_{\min,b}^*$                |
| pojedinačne  | promjer šipke                 |
| u snopu  | istovrijedni promjer $\phi_n$ |
| * Ako je najveće zrno agregata veće od 32 mm, $c_{\min,b}$ treba povećati za 5 mm. |                               |

# Zaštitni slojevi

$C_{\min, \text{dur}}$  najmanji zaštitni sloj zbog uvjeta okoliša: ovisi o uvjetima okoliša i razredu konstrukcije.

Razred konstrukcije određuje se prema referentnom razredu S4 koji predstavlja konstrukcije proračunskog vijeka 50 godina.





# Zaštitni slojevi

$c_{\min, \text{dur}}$  obzirom na određeni razred konstrukcije:

| Uvjeti okoliša za određivanje $c_{\min, \text{dur}}$ [mm] |                    |     |         |     |             |             |             |
|---|--------------------|-----|---------|-----|-------------|-------------|-------------|
| Razred konstrukcije                                       | Razred izloženosti |     |         |     |             |             |             |
|   | X0                 | XC1 | XC2/XC3 | XC4 | XD1/XS<br>1 | XD2/XS<br>2 | XD3/XS<br>3 |
| 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          |

# Zaštitni slojevi

$\Delta c_{dur,\gamma}$  dodatni zaštitni sloj zbog sigurnosti

$\Delta c_{dur,st}$  smanjenje zaštitnog sloja za nehrđajući čelik

$\Delta c_{dur,add}$  smanjenje zaštitnog sloja zbog dodatne zaštite

Ove su vrijednosti tzv. “nacionalno određivi parametri” i svaka ih zemlja zasebno određuje. Preporuka norme EN 1992-1-1 je da se ne smanjuje zaštitni sloj, odnosno da je njihova vrijednost 0.

# Zaštitni slojevi

Dodatne odredbe:

-ako se beton lijeva uz postojeći očvršli betonski element, koji se upotrebljava kao oplata, debljina zaštitnog sloja smije se uzeti samo iz uvjeta prionjivosti pod uvjetom da vrijedi: razred betona je najmanje C25/30; izloženost površine betona vanjskim uvjetima okoliša je manje od 28 dana; površina postojećeg betona je ogrubljena.

# Zaštitni slojevi

$\Delta c_{dev}$  dodatak zbog odstupanja tijekom izvedbe mora se dodati minimalnom zaštitnom sloju.

Ovo je također “nacionalno odredivi parametar”, a norma preporučuje vrijednost:

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

U određenim slučajevima  $\Delta c_{dev}$  se smije smanjiti:

-ako se u izradi primjenjuje sustav osiguranja kvalitete i mjerenje zaštitnog sloja tada se  $\Delta c_{dev}$  smije smanjiti ovako:

$$10 \text{ mm} \geq \Delta c_{dev} \geq 5 \text{ mm}$$

-ako se upotrebljavaju uređaji za precizno mjerenje i odbacivanje loših elemenata tada se  $\Delta c_{dev}$  smije smanjiti ovako:

$$10 \text{ mm} \geq \Delta c_{dev} \geq 0 \text{ mm}$$

# Zaštitni slojevi

Ukoliko se element betonira na neravnoj podlozi, zaštitnom sloju treba dodati apsolutnu vrijednost najveće neravnine, ali ne manje od:

- 40 mm ako je podloga poravnata zemlja
- 75 mm ako je podloga neravna i neobrađena površina zemlje

# Zaštitni slojevi

## Primjer 1.

element: armirano betonska greda

položaj: unutrašnjost stambene zgrade

razred betona: C 25/30

armatura – glavna uzdužna:  $5\phi 20$

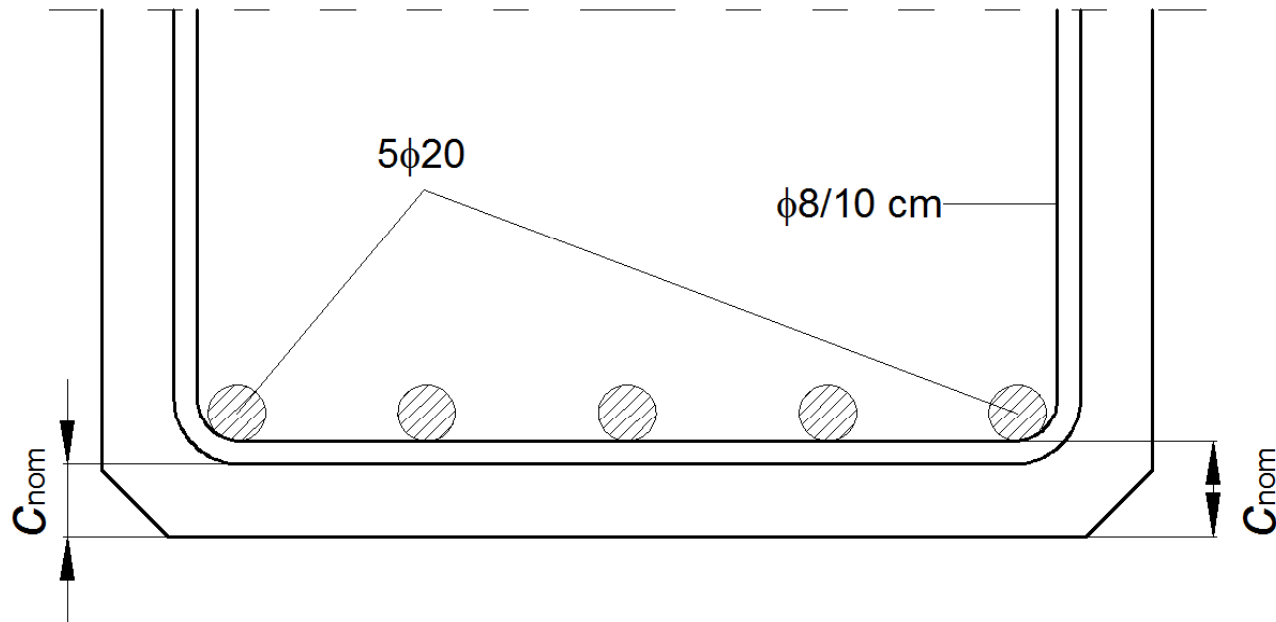
spone:  $\phi 8/10$  cm

najveće zrno agregata:  $d_g = 20$  mm

proračunski vijek: 50 godina

nema podataka o kontroli kvalitete

# Zaštitni slojevi



# Zaštitni slojevi

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

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

Potrebno je izračunati zaštitni sloj i za spone i za glavnu uzdužnu armaturu. Mjerodavna će biti veća vrijednost.



# Zaštitni slojevi

## a) zaštitni sloj za spone

| Najmanji zaštitni sloj obzirom na prionjivost                                      |                               |
|--|-------------------------------|
| Raspored šipki armature  | $c_{\min,b}^*$                |
| pojedinačne  | promjer šipke                 |
| u snopu  | istovrijedni promjer $\phi_n$ |
| * Ako je najveće zrno agregata veće od 32 mm, $c_{\min,b}$ treba povećati za 5 mm. |                               |

$$c_{\min,b} = 8 \text{ mm}$$

| Oznaka razreda  | Opis okoliša   | Primjer   |
|---|--|---|
| <b>1. Nema rizika od korozije</b>   |  |   |
| X0  | -beton bez armature, nema smrzavanja ili kemijskog djelovanja<br>-beton s armaturom u vrlo suhom okolišu | elementi unutar građevina s vrlo niskom vlažnosti zraka   |
| <b>2. Korozija prouzročena karbonatizacijom</b>                               |  |   |
| XC1   | suhi ili stalno vlažni okoliš  | elementi unutar građevina s niskom vlažnosti; beton stalno u vodi   |
| XC2   | vlažni, rijetko suhi   | elementi dugotrajno izloženi vodi; temelji  |
| XC3   | umjereno vlažni  | elementi unutar građevina s niskom ili umjerenom vlažnosti; vanjski elementi zaštićeni od kiše                  |
| XC4   | izmjenično vlažni i suhi   | elementi u dodiru s vodom, ali ne dugotrajno  |
| <b>3. Korozija prouzročena kloridima, ali ne iz mora</b>                      |  |   |
| XD1   | umjereno vlažni  | elementi izloženi kloridima iz zraka  |
| XD2   | vlažni, rijetko suhi   | elementi izloženi otpadnim industrijskim vodama; plivališta   |
| XD3   | izmjenično vlažni i suhi   | dijelovi mostova izloženi prskanju kloridima; kolnici; parkirališta   |
| <b>4. Korozija prouzročena kloridima iz mora</b>                              |  |   |
| XS1   | elementi izloženi solima iz zraka, ali ne u izravnom dodiru s morskom vodom                              | konstrukcije blizu mora ili na obali  |
| XS2   | stalna uronjenost u more   | elementi ispod razine mora  |
| XS3   | područja plime i oseke i područje zapljuskivanja   | elementi naizmjenično uronjeni i na zraku   |
| <b>5. Korozija prouzročena smrzavanjem i odmrzavanjem sa soli ili bez nje</b> |  |   |
| XF1   | umjerena zasićenost vodom bez soli   | vertikalne površine betona izložene kiši i smrzavanju   |
| XF2   | umjerena zasićenost vodom sa soli  | vertikalne cestovne konstrukcije izložene smrzavanju i solima za odmrzavanje iz zraka                           |
| XF3   | visoka zasićenost vodom bez soli   | horizontalne površine betona izložene kiši i smrzavanju   |
| XF4   | visoka zasićenost vodom sa soli  | kolničke ploče; površine izložene prskanju solima i smrzavanju; područja izložena vlaženju iz mora i smrzavanju |
| <b>6. Kemijska djelovanja</b>   |  |   |
| XA1   | blago kemijski agresivan   |   |
| XA2   | umjereno kemijski agresivan  |   |
| XA3   | jako kemijski agresivan  |   |

# Zaštitni slojevi

Za vrijednost  $c_{\min, \text{dur}}$  prvo se mora odrediti razred konstrukcije.

Položaju elementa (unutrašnjost stambene zgrade) odgovara razred okoliša X1.

Potom se određuje razred konstrukcije i potrebni zaštitni sloj  $c_{\min, \text{dur}}$ . Za dani proračunski vijek (50 godina) početni razred konstrukcije je S4.

# Zaštitni slojevi

| Razred konstrukcije               |                                  |  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Kriterij                          | Razred izloženosti               |  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |
|                                   | X0                               | XC1  | XC2/XC3                          | XC4                              | XD1                              | XD2/XS1                          | XD2/XS2/XS3                      |
| proračunski vijek 100 god.        | povećati razred za 2             | <del>povećati razred za 2</del>              | povećati razred za 2             | povećati razred za 2             | povećati razred za 2             | povećati razred za 2             | povećati razred za 2             |
| razred čvrstoće                   | ≥ C30/37<br>smanjiti razred za 1 | <del>≥ C30/37<br/>smanjiti razred za 1</del> | ≥ C35/45<br>smanjiti razred za 1 | ≥ C40/50<br>smanjiti razred za 1 | ≥ C40/50<br>smanjiti razred za 1 | ≥ C40/50<br>smanjiti razred za 1 | ≥ C45/55<br>smanjiti razred za 1 |
| pločasti elementi                 | smanjiti razred za 1             | <del>smanjiti razred za 1</del>              | smanjiti razred za 1             | smanjiti razred za 1             | smanjiti razred za 1             | smanjiti razred za 1             | smanjiti razred za 1             |
| posebna kontrola kvalitete betona | smanjiti razred za 1             | <del>smanjiti razred za 1</del>              | smanjiti razred za 1             | smanjiti razred za 1             | smanjiti razred za 1             | smanjiti razred za 1             | smanjiti razred za 1             |

# Zaštitni slojevi

Ostaje osnovni razred konstrukcije S4.

Pomoću ovog podatka konačno određujemo  $c_{\min, \text{dur}}$ :

| Uvjeti okoliša za određivanje $c_{\min, \text{dur}}$ [mm] |                    |     |         |     |             |             |             |
|---|--------------------|-----|---------|-----|-------------|-------------|-------------|
| Razred konstrukcije                                       | Razred izloženosti |     |         |     |             |             |             |
|   | X0                 | XC1 | XC2/XC3 | XC4 | XD1/XS<br>1 | XD2/XS<br>2 | XD3/XS<br>3 |
| 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          |

# Zaštitni slojevi

$$c_{\min, \text{dur}} = 15 \text{ mm}$$

$$c_{\min, \text{b}} = 8 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{\text{dur}, \gamma} = 0$$

$$\Delta c_{\text{dur}, \text{st}} = 0$$

$$\Delta c_{\text{dur}, \text{add}} = 0$$

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

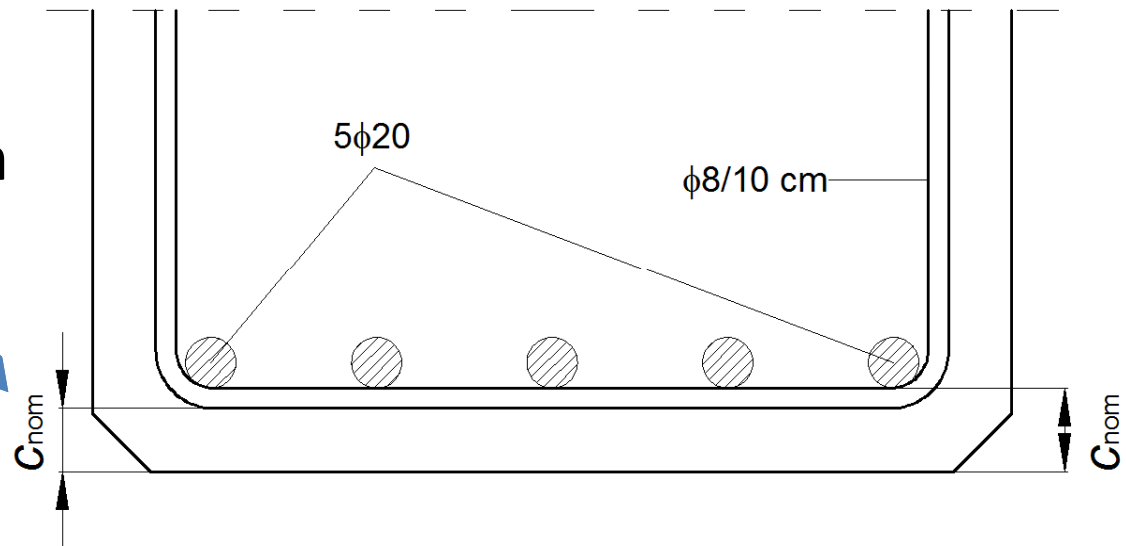
$$c_{\min} = \max (8; 15 + 0 - 0 - 0; 10) = 15 \text{ mm}$$

# Zaštitni slojevi

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

$$\Delta c_{\text{dev}} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{\text{nom}} = 15 + 10 = 25 \text{ mm}$$



# Zaštitni slojevi

## b) zaštitni sloj za glavnu uzdužnu armaturu

| Najmanji zaštitni sloj obzirom na prionjivost                                      |                               |
|--|-------------------------------|
| Raspored šipki armature  | $c_{\min,b}^*$                |
| pojedinačne  | promjer šipke                 |
| u snopu  | istovrijedni promjer $\phi_n$ |
| * Ako je najveće zrno agregata veće od 32 mm, $c_{\min,b}$ treba povećati za 5 mm. |                               |

$$c_{\min,b} = 20 \text{ mm}$$



# Zaštitni slojevi

Ostaje osnovni razred konstrukcije S4.

Pomoću ovog podatka konačno određujemo  $c_{\min, \text{dur}}$ :

## Uvjeti okoliša za određivanje $c_{\min, \text{dur}}$ [mm]

| Razred konstrukcije | Razred izloženosti |     |         |     |             |             |             |
|---------------------|--------------------|-----|---------|-----|-------------|-------------|-------------|
|                     | X0                 | XC1 | XC2/XC3 | XC4 | XD1/XS<br>1 | XD2/XS<br>2 | XD3/XS<br>3 |
| 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          |

# Zaštitni slojevi

$$c_{\min, \text{dur}} = 15 \text{ mm}$$

$$c_{\min, \text{b}} = 20 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{\text{dur}, \gamma} = 0$$

$$\Delta c_{\text{dur}, \text{st}} = 0$$

$$\Delta c_{\text{dur}, \text{add}} = 0$$

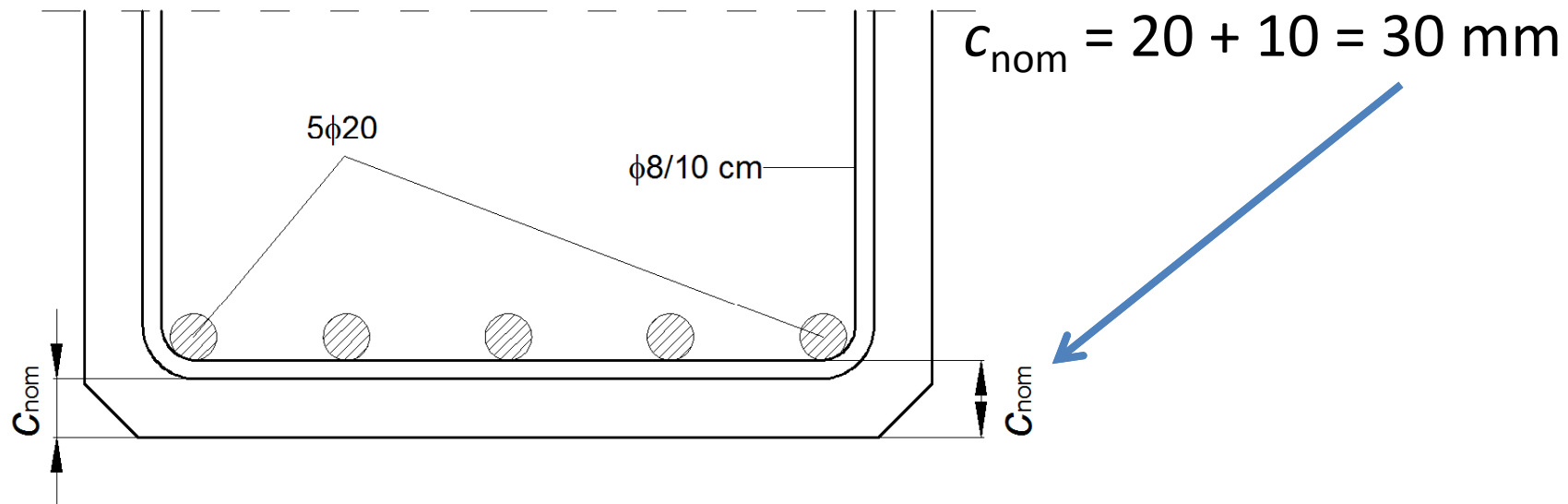
$$c_{\min} = \max (c_{\min, \text{b}}; c_{\min, \text{dur}} + \Delta c_{\text{dur}, \gamma} - \Delta c_{\text{dur}, \text{st}} - \Delta c_{\text{dur}, \text{add}}; 10 \text{ mm})$$

$$c_{\min} = \max (8; 20 + 0 - 0 - 0; 10) = 20 \text{ mm}$$

# Zaštitni slojevi

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

$$\Delta c_{\text{dev}} = 10 \text{ mm}$$



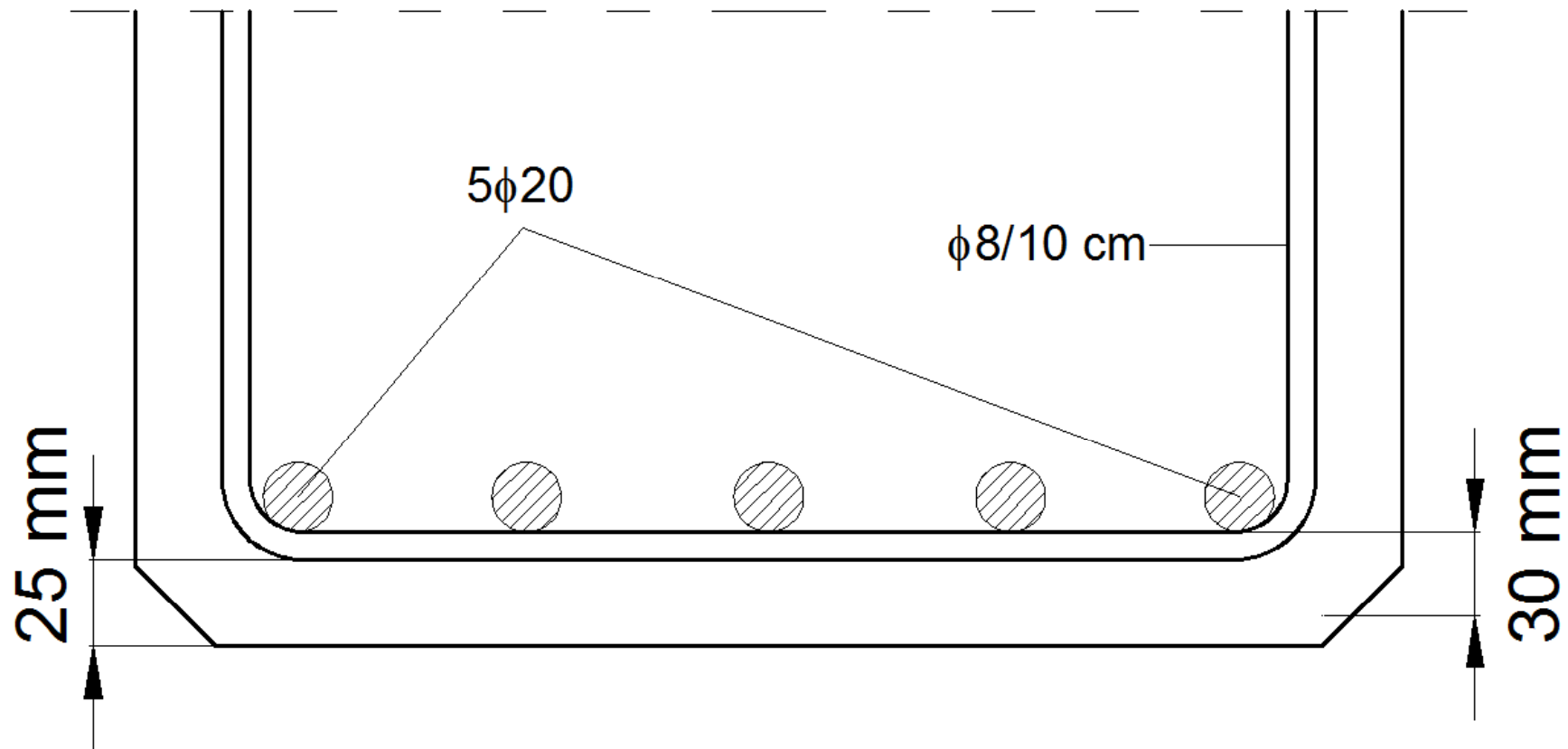
# Zaštitni slojevi

Zaštitni sloj za spone:  $c_{\text{nom}} = 25 \text{ mm}$

Zaštitni sloj gl. armature:  $c_{\text{nom}} = 30 \text{ mm}$

Pobjednik je:

# Zaštitni slojevi



# Zaštitni slojevi

Zaštitni sloj za spone:  $c_{\text{nom}} = 25 \text{ mm}$

Zaštitni sloj gl. armature:  $c_{\text{nom}} = 30 \text{ mm}$

Pobjednik je: zaštitni sloj za spone.

# Zaštitni slojevi

## Primjer 2.

element: armirano betonska ploča

položaj: ravni krov

razred betona: C 30/37

armatura – gornja zona: glavna uzdužna:  $\phi 12/12$  cm

razdjelna:  $\phi 10/15$  cm

donja zona: glavna uzdužna:  $\phi 14/12$  cm

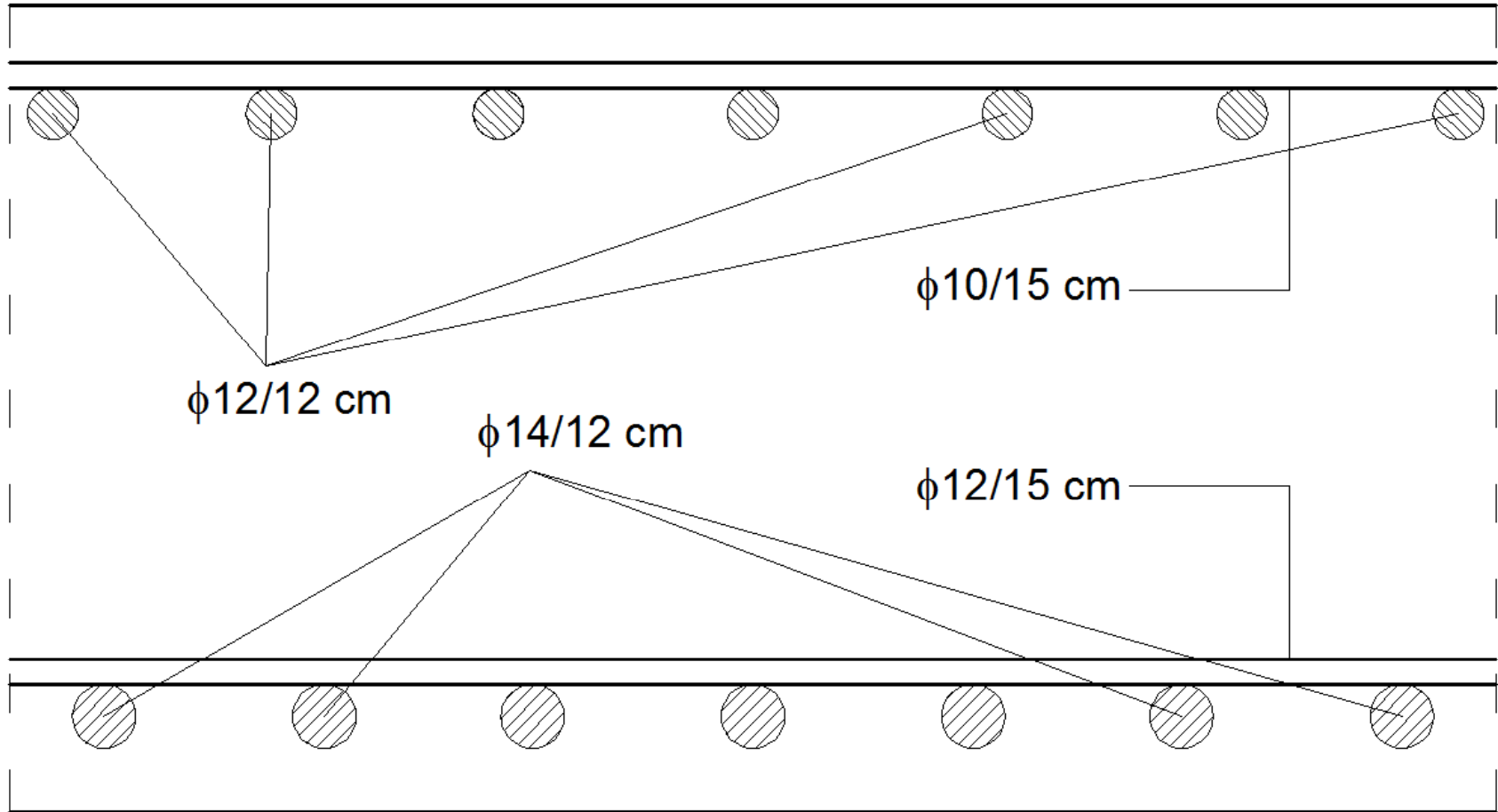
razdjelna:  $\phi 12/15$  cm

najveće zrno agregata:  $d_g = 20$  mm

proračunski vijek: 50 godina

nema podataka o kontroli kvalitete

# Zaštitni slojevi





# Zaštitni slojevi

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

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

Potrebno je izračunati zaštitni sloj za glavnu uzdužnu i razdjelnu armaturu. Mjerodavna će biti veća vrijednost.

# Zaštitni slojevi

## a) određivanje $c_{\min,b}$

| Najmanji zaštitni sloj obzirom na prionjivost                                      |                               |
|--|-------------------------------|
| Raspored šipki armature  | $c_{\min,b}^*$                |
| pojedinačne  | promjer šipke                 |
| u snopu  | istovrijedni promjer $\phi_n$ |
| * Ako je najveće zrno agregata veće od 32 mm, $c_{\min,b}$ treba povećati za 5 mm. |                               |

| [mm]           |              | Donja zona | Gornja zona |
|----------------|--------------|------------|-------------|
| Glavna uzdužna | $c_{\min,b}$ | 14         | 12          |
| Razdjelna      | $c_{\min,b}$ | 12         | 10          |

# Zaštitni slojevi

b) određivanje  $c_{\min, \text{dur}}$

| Oznaka razreda  | Opis okoliša   | Primjer   |
|---|--|---|
| <b>1. Nema rizika od korozije</b>   |  |   |
| X0  | -beton bez armature, nema smrzavanja ili kemijskog djelovanja<br>-beton s armaturom u vrlo suhom okolišu | elementi unutar građevina s vrlo niskom vlažnosti zraka   |
| <b>2. Korozija prouzročena karbonatizacijom</b>                               |  |   |
| XC1   | suhi ili stalno vlažni okoliš  | elementi unutar građevina s niskom vlažnosti; beton stalno u vodi   |
| XC2   | vlažni, rijetko suhi   | elementi dugotrajno izloženi vodi; temelji  |
| XC3   | umjereno vlažni  | elementi unutar građevina s niskom ili umjerenom vlažnosti; vanjski elementi zaštićeni od kiše                  |
| XC4   | izmjenično vlažni i suhi   | elementi u dodiru s vodom, ali ne dugotrajno  |
| <b>3. Korozija prouzročena kloridima, ali ne iz mora</b>                      |  |   |
| XD1   | umjereno vlažni  | elementi izloženi kloridima iz zraka  |
| XD2   | vlažni, rijetko suhi   | elementi izloženi otpadnim industrijskim vodama; plivališta   |
| XD3   | izmjenično vlažni i suhi   | dijelovi mostova izloženi prskanju kloridima; kolnici; parkirališta   |
| <b>4. Korozija prouzročena kloridima iz mora</b>                              |  |   |
| XS1   | elementi izloženi solima iz zraka, ali ne u izravnom dodiru s morskom vodom                              | konstrukcije blizu mora ili na obali  |
| XS2   | stalna uronjenost u more   | elementi ispod razine mora  |
| XS3   | područja plime i oseke i područje zapljuskivanja   | elementi naizmjenično uronjeni i na zraku   |
| <b>5. Korozija prouzročena smrzavanjem i odmrzavanjem sa soli ili bez nje</b> |  |   |
| XF1   | umjerena zasićenost vodom bez soli   | vertikalne površine betona izložene kiši i smrzavanju   |
| XF2   | umjerena zasićenost vodom sa soli  | vertikalne cestovne konstrukcije izložene smrzavanju i solima za odmrzavanje iz zraka                           |
| XF3   | visoka zasićenost vodom bez soli   | horizontalne površine betona izložene kiši i smrzavanju   |
| XF4   | visoka zasićenost vodom sa soli  | kolničke ploče; površine izložene prskanju solima i smrzavanju; područja izložena vlaženju iz mora i smrzavanju |
| <b>6. Kemijska djelovanja</b>   |  |   |
| XA1   | blago kemijski agresivan   |   |
| XA2   | umjereno kemijski agresivan  |   |
| XA3   | jako kemijski agresivan  |   |

donja zona

gornja zona

# Zaštitni slojevi

| Razred konstrukcije               |                                  |  |  |                                  |                                  |                                  |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|--|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Kriterij                          | Razred izloženosti               |  |  |                                  |                                  |                                  |                                  |
|                                   | X0                               | XC1  | XC2/XC3                                      | XC4                              | XD1                              | XD2/XS1                          | XD3/XS2/XS3                      |
| proračunski vijek 100 god.        | povećati razred za 2             | <del>povećati razred za 2</del>              | <del>povećati razred za 2</del>              | povećati razred za 2             | povećati razred za 2             | povećati razred za 2             | povećati razred za 2             |
| razred čvrstoće                   | ≥ C30/37<br>smanjiti razred za 1 | <del>≥ C30/37<br/>smanjiti razred za 1</del> | <del>≥ C35/45<br/>smanjiti razred za 1</del> | ≥ C40/50<br>smanjiti razred za 1 | ≥ C40/50<br>smanjiti razred za 1 | ≥ C40/50<br>smanjiti razred za 1 | ≥ C45/55<br>smanjiti razred za 1 |
| pločasti elementi                 | smanjiti razred za 1             | smanjiti razred za 1                         | smanjiti razred za 1                         | smanjiti razred za 1             | smanjiti razred za 1             | smanjiti razred za 1             | smanjiti razred za 1             |
| posebna kontrola kvalitete betona | smanjiti razred za 1             | smanjiti razred za 1                         | <del>smanjiti razred za 1</del>              | smanjiti razred za 1             | smanjiti razred za 1             | smanjiti razred za 1             | smanjiti razred za 1             |

**donja zona**

**gornja zona**

# Zaštitni slojevi

Ostaje osnovni razred konstrukcije S4.

Pomoću ovog podatka konačno određujemo  $c_{\min, \text{dur}}$ :

| Uvjeti okoliša za određivanje $c_{\min, \text{dur}}$ [mm] |                    |     |         |     |             |             |             |
|---|--------------------|-----|---------|-----|-------------|-------------|-------------|
| Razred konstrukcije                                       | Razred izloženosti |     |         |     |             |             |             |
|   | X0                 | XC1 | XC2/XC3 | XC4 | XD1/XS<br>1 | XD2/XS<br>2 | XD3/XS<br>3 |
| 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          |

**donja zona gornja zona**

# Zaštitni slojevi

| [mm]           |              | Gornja zona | Donja zona |
|----------------|--------------|-------------|------------|
| Glavna uzdužna | $c_{\min,b}$ | 14          | 12         |
| Razdjelna      | $c_{\min,b}$ | 12          | 10         |

---

| [mm]           |                | Gornja zona | Donja zona |
|----------------|----------------|-------------|------------|
| Glavna uzdužna | $c_{\min,dur}$ | 20          | 10         |
| Razdjelna      | $c_{\min,dur}$ | 20          | 10         |

---

| [mm]           |                  | Gornja zona | Donja zona |
|----------------|------------------|-------------|------------|
| Glavna uzdužna | $\Delta c_{dev}$ | 10          | 10         |
| Razdjelna      | $\Delta c_{dev}$ | 10          | 10         |

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

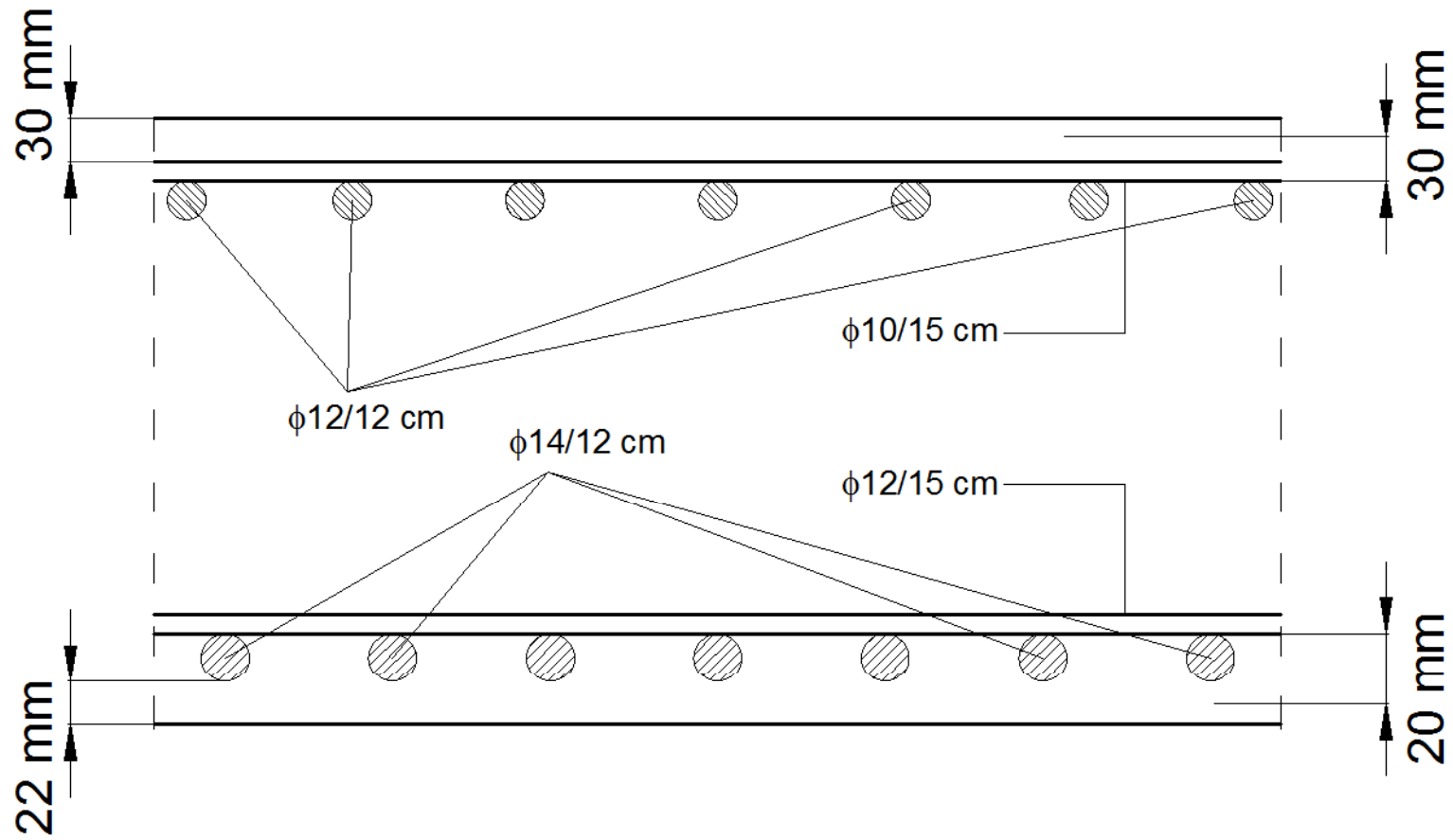
$$c_{min} = \max (c_{\min,b}; c_{\min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$$

# Zaštitni slojevi

|              |                    |                                  |
|--------------|--------------------|----------------------------------|
| Gornja zona: | glavna armatura    | $c_{\text{nom}} = 30 \text{ mm}$ |
|              | razdjelna armatura | $c_{\text{nom}} = 30 \text{ mm}$ |
| Donja zona:  | glavna armatura    | $c_{\text{nom}} = 22 \text{ mm}$ |
|              | razdjelna armatura | $c_{\text{nom}} = 20 \text{ mm}$ |



# Zaštitni slojevi



# Zaštitni slojevi

## Primjer 3.

element: armirano betonska ploča

položaj: rasponski sklop spregnutog mosta

razred betona: C 40/50

armatura – gornja zona: glavna uzdužna:  $\phi 16/10$  cm

razdjelna:  $\phi 14/15$  cm

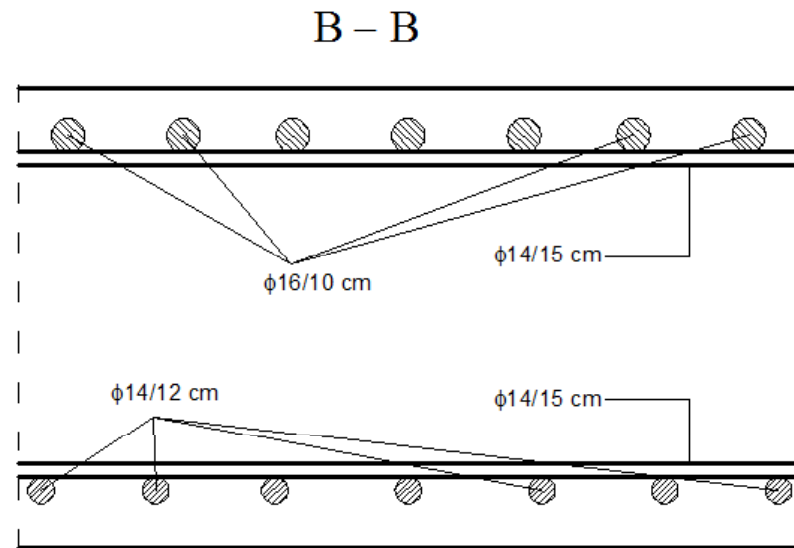
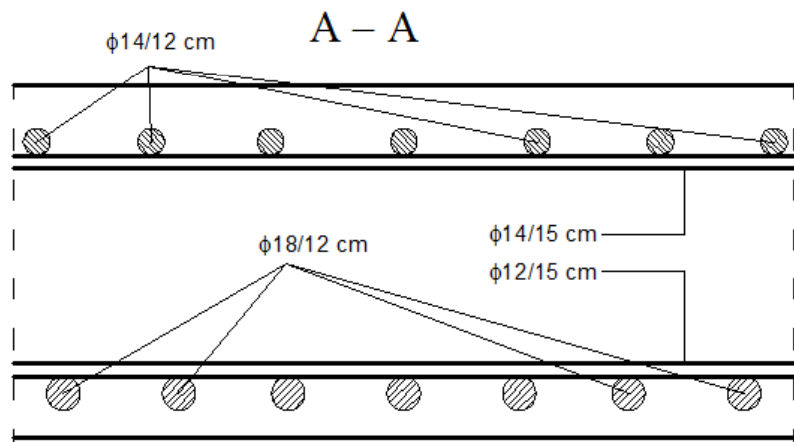
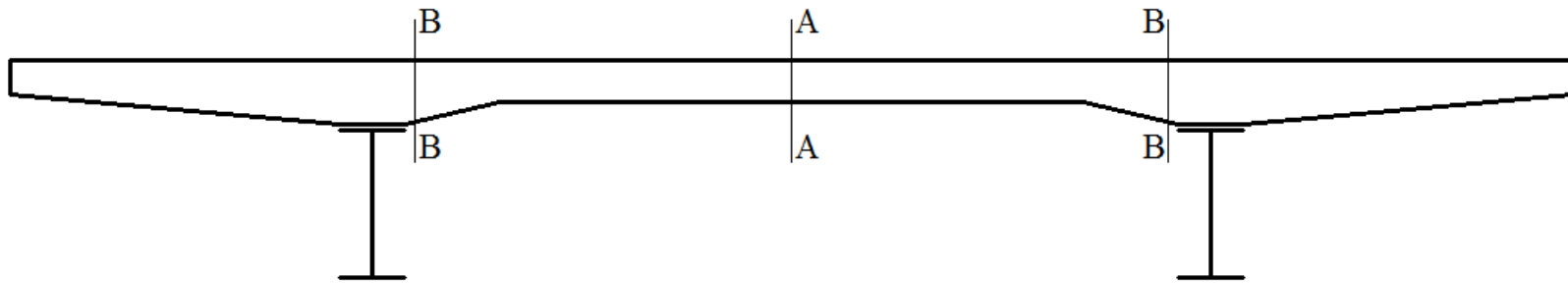
donja zona: glavna uzdužna:  $\phi 18/12$  cm

razdjelna:  $\phi 12/15$  cm

najveće zrno agregata:  $d_g = 20$  mm

proračunski vijek: 100 godina

posebna kontrola kvalitete



# Zaštitni slojevi

## Primjer 4.

element: armirano betonska greda

položaj: bazenski kompleks

razred betona: C 25/30

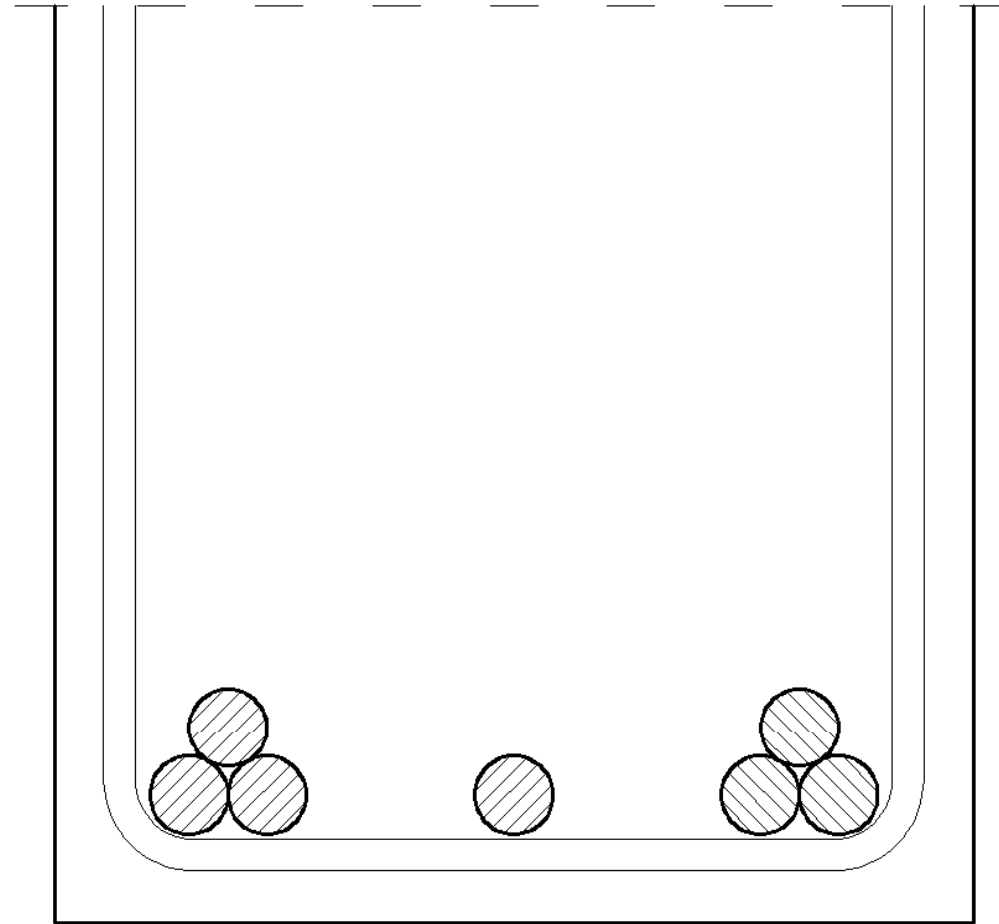
armatura :        glavna uzdužna  $7\phi 16$   
                      spone  $\phi 12/12$

najveće zrno agregata:  $d_g = 20$  mm

proračunski vijek: 50 godina

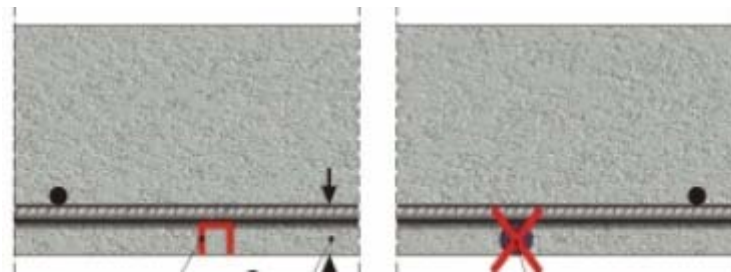
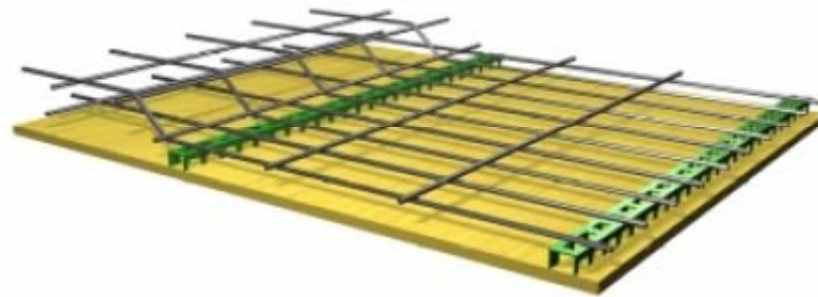
bez posebne kontrola kvalitete

# Zaštitni slojevi

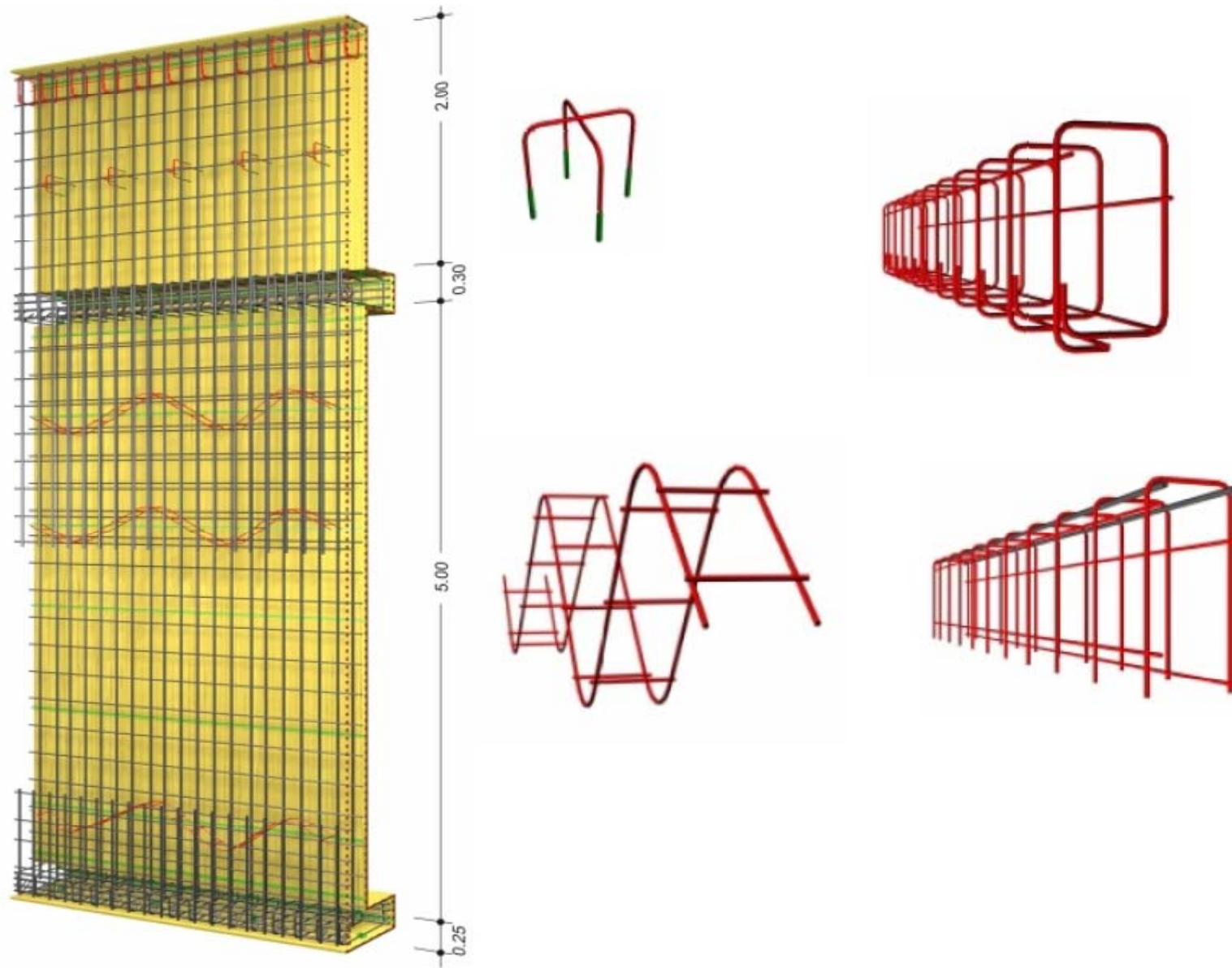


# Zaštitni slojevi

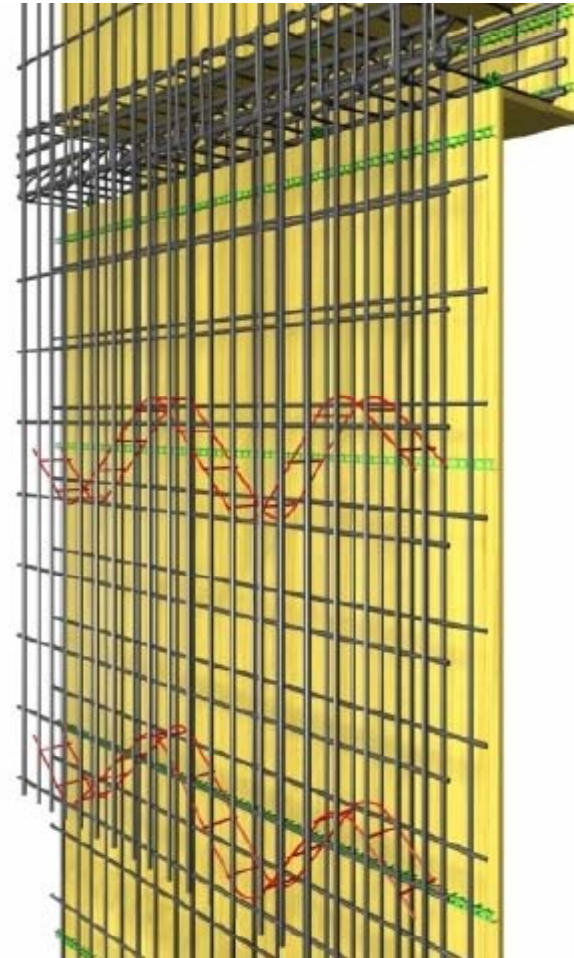
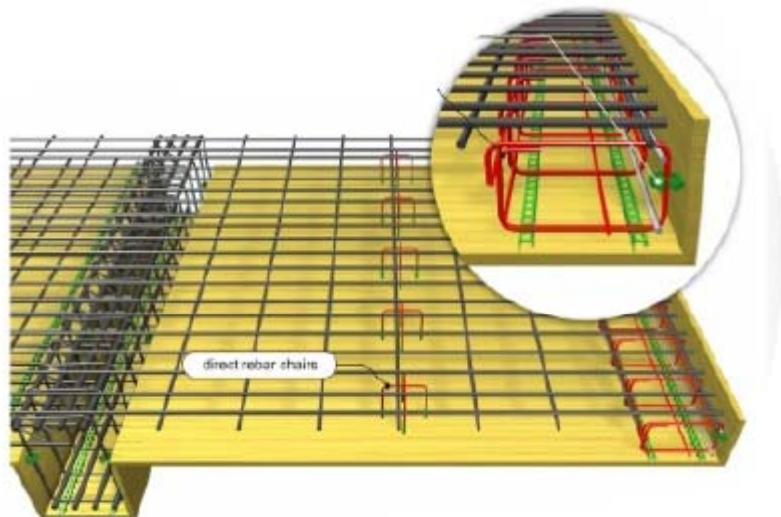
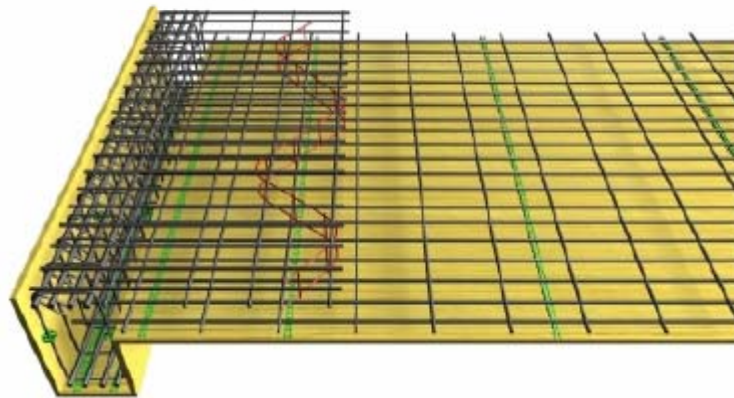
Zaštitni sloj pri izvedbi mora se osigurati *distancerima*.



# Zaštitni slojevi

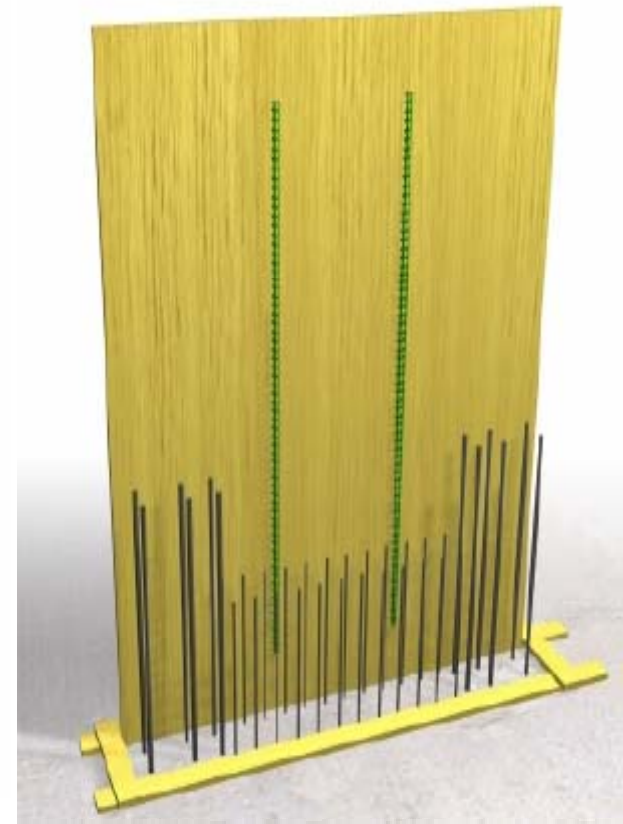
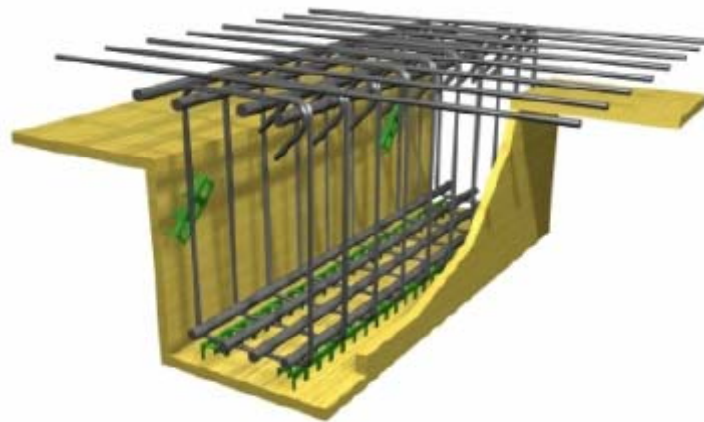


# Zaštitni slojevi

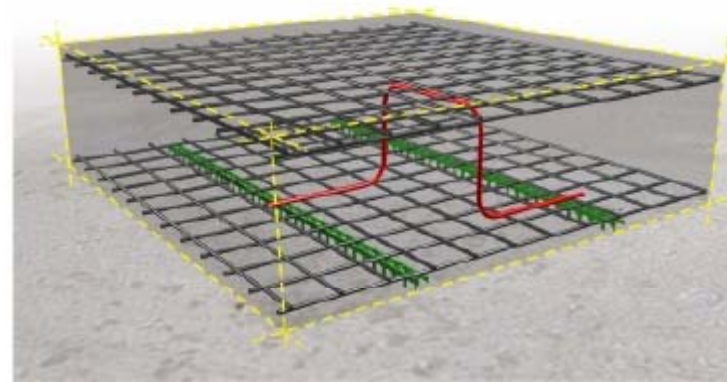
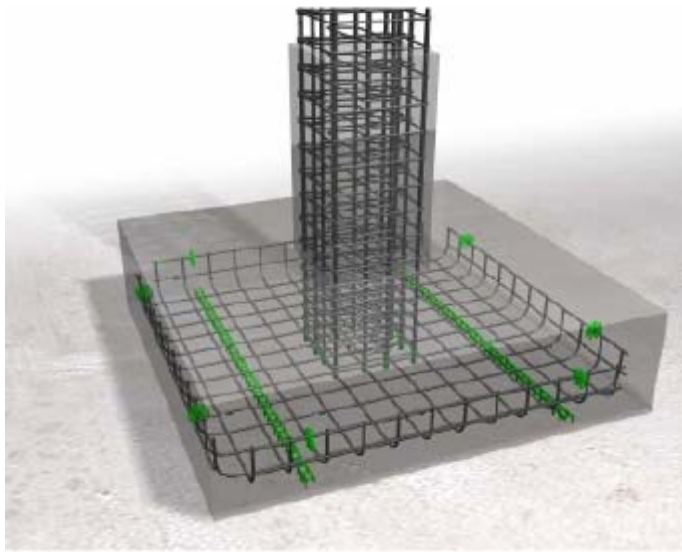




# Zaštitni slojevi



# Zaštitni slojevi

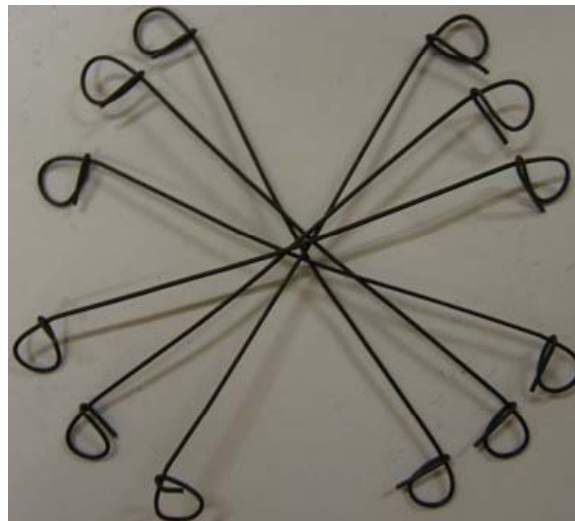
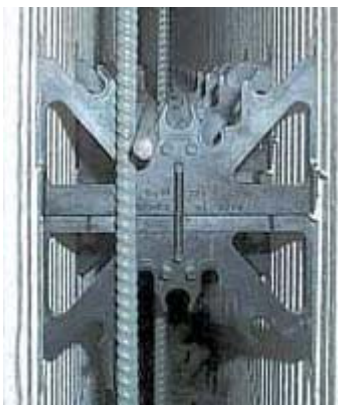


Izvor: A. Konstandinitis – Earthquake resistant buildings from reinforced concrete Vol. A

# Zaštitni slojevi















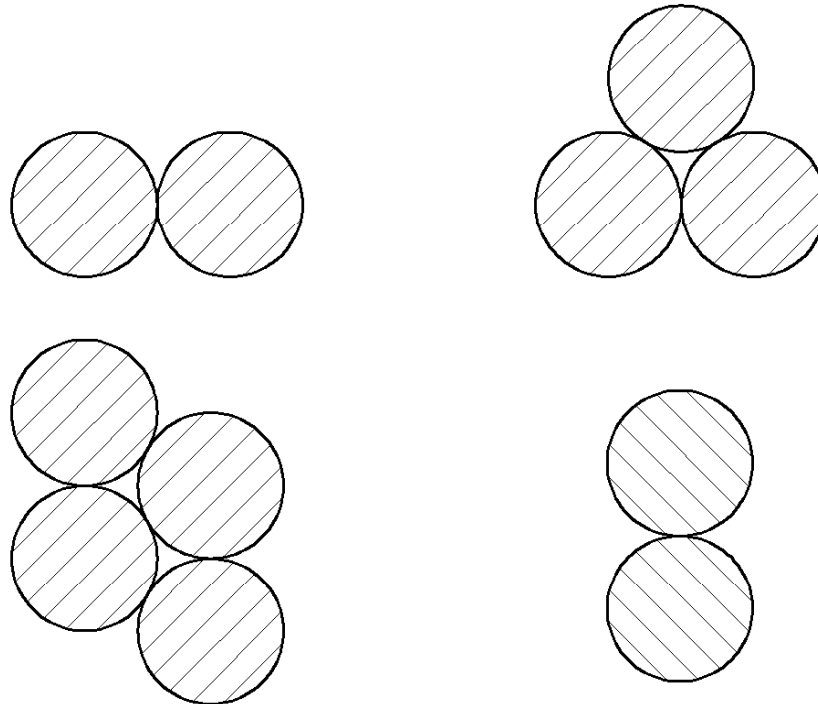






# Raspored i razmaci šipki

Pri armiranju presjeka smiju se upotrebljavati *snopovi* šipki. Sva pravila koja vrijede za pojedinačne šipke vrijede i za snopove.



# Raspored i razmaci šipki

Sve šipke u snopu moraju biti iste vrste i kvalitete.

Smiju se upotrebljavati šipke različitih promjera ako njihovi omjeri polumjera ne prelaze 1,7.

U proračunima se sa snopom šipki postupa kao s jednom *zamjenskom* šipkom koja ima težište u težištu snopa i promjer  $\phi_n$ .

# Raspored i razmaci šipki

Zamjenski promjer  $\phi_n$ :

$$\phi_n = \phi \sqrt{n_b} \leq 55 \text{ mm}$$

gdje je:

$n_b$  broj šipki u snopu:

$n_b \leq 4$  za vertikalne šipke u tlaku i za preklope

$n_b \leq 3$  u svim drugim slučajevima

**NAPOMENA:** Dvije šipke postavljene u snop jedna iznad druge, pri **povoljnim uvjetima prianjanja**, ne smatraju se snopom.

# Raspored i razmaci šipki

Prianjanje betona i armature je osnovni preduvjet spregnutog djelovanja i mora se osigurati da ne dođe do sloma zbog gubitka veze između njih.

Proračunska vrijednost granične prionjivosti:

$$f_{bd} = 2,25 \eta_1 \eta_2 f_{cdt}$$

$\eta_1$  koeficijent koji ovisi o kvaliteti uvjeta prionjivosti i položaju šipke za vrijeme betoniranja

$\eta_2$  koeficijent koji ovisi o promjeru šipke

$$\eta_2 = 1,0 \text{ za } \phi \leq 32 \text{ mm}$$

$$\eta_2 = (132 - \phi)/100 \text{ za } \phi > 32 \text{ mm}$$

# Raspored i razmaci šipki

$\eta_1 = 1,0$  za dobre uvjete prionjivosti

$\eta_1 = 0,7$  u ostalim slučajevima i kada se gradi kliznom oplatom

Uvjeti prionjivosti ovise o ploštini armature, dimenzijama elementa i položaju i nagibu šipke za vrijeme betoniranja.

Dobri uvjeti:

-šipke koje su za vrijeme betoniranja nagnute od  $45^\circ$  do  $90^\circ$  u odnosu na vertikalu

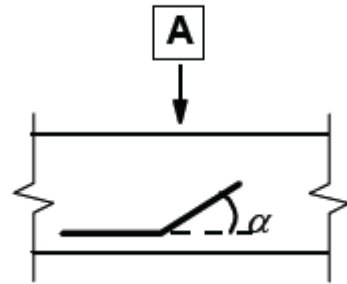
-šipke koje su za vrijeme betoniranja nagnute od  $0^\circ$  do  $45^\circ$  u odnosu na vertikalu ako se:

-ugrađuju u elemente debljine do 250 mm mjereno u smjeru betoniranja

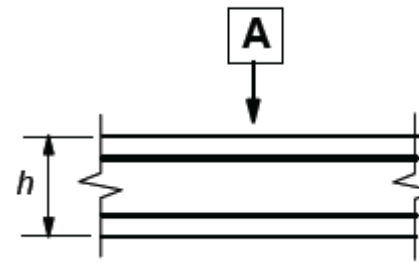
-ugrađuju u elemente deblje od 250 mm mjereno u smjeru betoniranja a nalaze se najmanje  $h/2$  ispod gornje plohe, odnosno najmanje 300 mm za elemente visine veće od 600 mm

-šipke u štapnim elementima koji se betoniraju u ležećem položaju i vibriraju, a nijedna dimenzija presjeka nije veća od 500 mm.

# Raspored i razmaci šipki

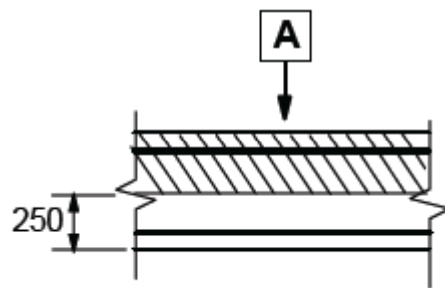


a)  $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$

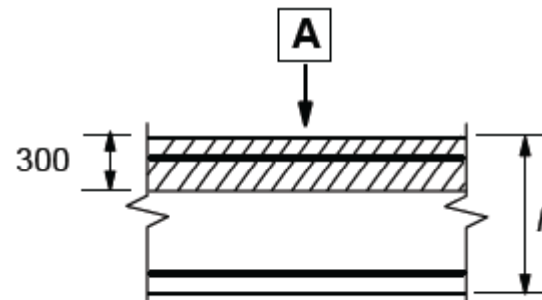


b)  $h \leq 250 \text{ mm}$

A -> smjer betoniranja



c)  $h > 250 \text{ mm}$



d)  $h > 600 \text{ mm}$

a) i b) – dobri uvjeti prijanjanja

c) i d) – loši uvjeti u šrafiranom području.

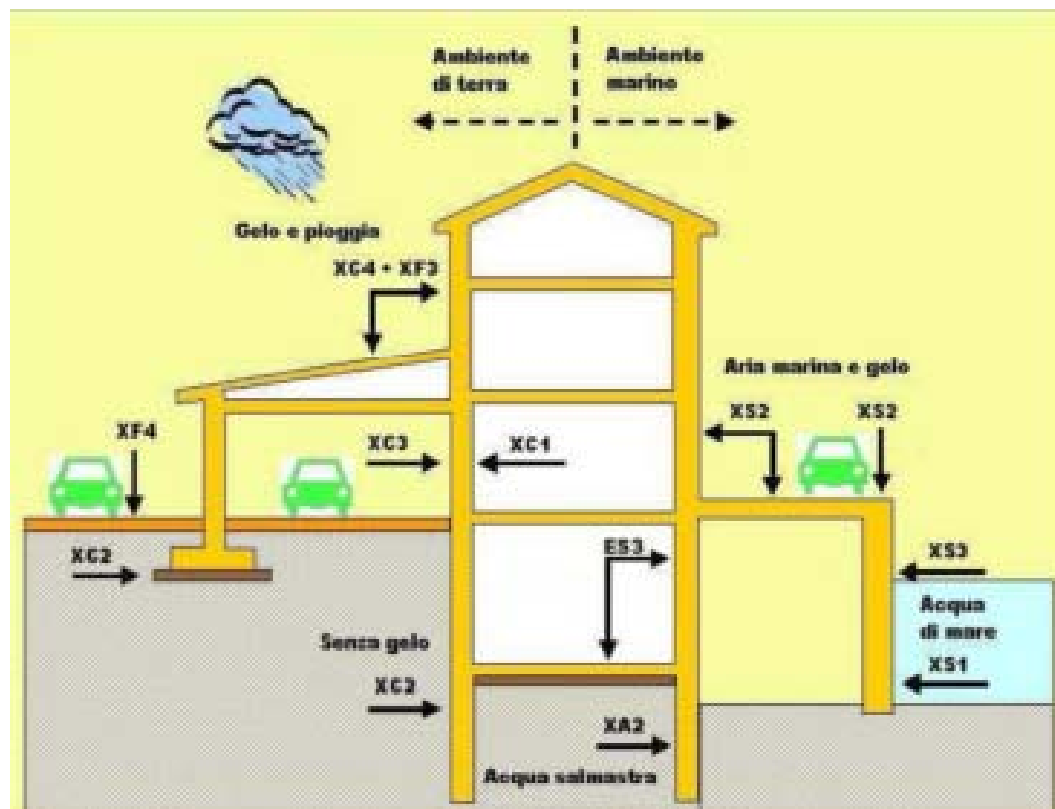


Primjer nedovoljnog zaštitnog sloja - karbonatizacija



Primjer nedovoljnog zaštitnog sloja – utjecaj klorida





Primjer određivanja razreda izloženosti

- Što je zaštitni sloj
- Čemu služi zaštitni sloj
- Iz kojih uvjeta se određuje debljina zaštitnog sloja
- Kako se izračunava nazivna debljina zaštitnog sloja (izraz)
- Kako se izračunava minimalna debljina zaštitnog sloja (izraz)
- O čemu ovisi najmanji zaštitni sloj zbog prionjivosti
- Opisati kako se određuje  $c_{min,dur}$
- Što je  $D_{c_{dev}}$  i kako se određuje
- Ukratko opisati postupak proračuna debljine zaštitnog sloja
- Čime se osigurava izvedba proračunatog zaštitnog sloja
- Što su snopovi šipki
- Kako se proračunava zamjenski promjer
- Kako se proračunava granična prionjivost (izraz)
- Nabrojati dobre uvjete prionjivosti