

**Атанасовски Санде
Дугалиќ Јела
Стефановска Соња**

**АРМИРАНОБЕТОНСКИ КОНСТРУКЦИИ
РЕДОВНА И ИЗБОРНА
ЗА III ГОДИНА**

**градежен техничар
градежно-геодетска струка**

2013

**Автори: Санде Атанасовски,
Јела Дугалиќ,
Соња Стефановска**

**Рецензенти: Горан Марковски,
Наташа Христовска,
Жанета Димитриевска**

Лектура: Билјана Богдановска

Компјутерска обработка: авторите

Фотографии и техничко уредување: авторите

Уредник: авторите

Издавач: Министерство за образование и наука на Република Македонија

Печати: Графички центар дооел, Скопје

Тираж: 66

Со одлука бр.22-2040/1 од 25.09.2012 на Националната комисија за учебници, се одобрува употреба на учебникот

CIP- Каталогизација во публикација
Национална и универзитетска библиотека „Св. Климент Охридски“, Скопје

691.328 (075.3)

621.012.4 (075.3)

АТАНАСОВСКИ, Санде

Армиранобетонски конструкции за III година: градежен техничар: градежно
геодетска струка/Атанасовски Санде, Јела Дугалиќ, Сања Стефановска.

-Скопје: Министерство за образование и наука на Република Македонија,
2013. -204 стр. : илустр. ; 26 см

ISBN 978-608-226-348-9

1. Дугалиќ, Јела [автор] 2. Стефановска, Соња [автор]

COBISS.MK-ID 91871242

СОДРЖИНА

АРМИРАНОБЕТОНСКИ КОНСТРУКЦИИ –РЕДОВНА

1. БЕТОНСКИ ЕЛЕМЕНТИ	9
1.1.Основи за пресметување на бетонски елементи	11
1.2. Пресметување на бетонски елементи товарени на центричен притисок-без извиткување	13
1.3. Пресметување на бетонски елементи товарени на центричен притисок-со извиткување	17
1.4. Пресметување на бетонски темели под сидови	19
1.5. Пресметување на бетонски темели под столбови	21
2. ОПШТО ЗА ПРЕСМЕТУВАЊЕ НА АРМИРАНОБЕТОНСКИ ЕЛЕМЕНТИ	25
2.1. Предмет на изучување на армираниот бетон	27
2.2. Основни поими во армираниот бетон	27
2.3. Предности и недостатоци на армираниот бетон	28
2.4. Општо за конструкциите од армиран бетон	29

2.4.1. Проектирање, пресметување и изведување на конструкциите од армиран бетон	29
2.4.2. Видови товари кај конструкциите од армиран бетон	30
2.4.3. Начин на пренесување на товарите	31
2.4.4. Теории за пресметување на армиранобетонски пресеци и елементи	33
2.4.4.1. Теорија на граничните состојби-општо и основни претпоставки	33
2.4.4.2. Работни дијаграми на бетонот и челикот	35
2.4.4.3. Лом (кршење) на пресеците	36
2.4.4.4. Коефициенти на сигурност	36

3. АКСИЈАЛНО НАПРЕГНАТИ ЕЛЕМЕНТИ ОД АРМИРАН БЕТОН

41

3.1. Општо за столбовите

43

3.2. Димензионирање на центрично товарени кратки столбови

48

4. ЕЛЕМЕНТИ ОД АРМИРАН БЕТОН НАПРЕГНАТИ НА СВИТКУВАЊЕ

63

4.1. Димензионирање на правоаголни пресеци напрегнати на свиткување со арматура само во истегнатата зона	66
4.2. Армиранобетонски плочи-општо	70
4.2.1. Армиранобетонски плочи што го пренесуваат товарот во еден правец-општо и армирање	73
4.2.1.1. Слободно потпрена плоча	77
4.2.1.2. Конзолна плоча	87
4.2.1.3. Плоча со препусти	92
4.2.1.4. Вклетена плоча	101
4.2.1.5. Континуирана плоча	109
4.2.2. Армиранобетонски плочи што го пренесуваат товарот во два правци	118

АРМИРАНОБЕТОНСКИ КОНСТРУКЦИИ –ИЗБОРНА

1. ПРЕСМЕТУВАЊЕ НА АРМИРАНОБЕТОНСКИ ЕЛЕМЕНТИ	129
2. АКСИЈАЛНО НАПРЕГНАТИ ЕЛЕМЕНТИ ОД АРМИРАН БЕТОН	135

3. ЕЛЕМЕНТИ ОД АРМИРАН БЕТОН НАПРЕГНАТИ НА СВИТКУВАЊЕ	139
3.1. Слободно потпрена плоча	141
3.2. Конзолна плоча	150
3.3. Плоча со препусти	159
3.4. Вкештена плоча	166
3.5. Континуирана плоча	173
Прилози	183
Користена литература	201

ПРЕДГОВОР

Во учебникот **Армиранобетонски конструкции (редовна и изборна)** е обработена материјата предвидена со наставната програма за истиот предмет кој се изучува во трета година за градежен техничар.

Материјата во учебникот е поделена на четири поглавја при што централно место заземаат поглавјата три и четири во кои е покажан начинот на кој што се врши пресметување и конструирање на армиранобетонските столбови и плочестите елементи. Текстот во учебникот е придружен со голем број примери што ќе им помогнат на учениците полесно да ја совладаат предвидената материја.

Совладувајќи ја оваа материја учениците ќе биде во состојба да извршуваат пресметување и конструирање на наједноставните конструктивни елементи, столбови и плочи кои без исклучок се јавуваат во состав кај сите армиранобетонски конструкции. Материјалот претставува основа за понатамошно проучување на покомплексните конструкции од армиран бетон. Треба да се истакне и тоа дека во овој учебник од објективни причини не се опфатени голем број релевантни подрачја од целината на армираниот бетон. Тие ќе бидат предмет на изучување во повисоките степени на образование, затоа што за нивното разбирање потребно е пошироко познавање од другите математички и технолошки дисциплини кои не се опфатени со наставните планови за четвртиот степен на образование.

Од авторите

**АРМИРАНОБЕТОНСКИ КОНСТРУКЦИИ
РЕДОВНА**



ТЕМА 1 - Бетонски елементи

Во оваа тематска целина учениците ќе се оспособат да:

- разликуваат бетонски елементи товарени на центричен притисок со извиткување;
- разликуваат бетонски елементи товарени на центричен притисок без извиткување;
- споредува бетонски елементи товарени на центричен притисок без извиткување;
- споредува бетонски елементи товарени на центричен притисок со извиткување;
- да пресметува бетонски темели под сидови и столбови.

1. БЕТОНСКИ ЕЛЕМЕНТИ

1.1 Основи за пресметување на бетонски елементи

1.2. Пресметување на бетонски елементи товарени на центричен притисок- без извиткување

1.3. Пресметување на бетонски елементи товарени на центричен притисок – со извиткување

1.4. Пресметување на бетонски темели под ѕидови

1.5. Пресметување на бетонски темели под столбови

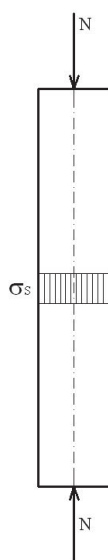
1. БЕТОНСКИ ЕЛЕМЕНТИ

1.1 ОСНОВИ ЗА ПРЕСМЕТУВАЊЕ НА БЕТОНСКИ ЕЛЕМЕНТИ

Бетонот е материјал кој се одликува со висока јакост на притисок и многу помала јакост на затегнување. Затоа од него се изведуваат елементи напрегнати на притисок како што се:

- столбови;
- темели;
- сидови и др.

На сликата 1.1 е прикажан еден бетонски столб товарен со надворешна сила N .



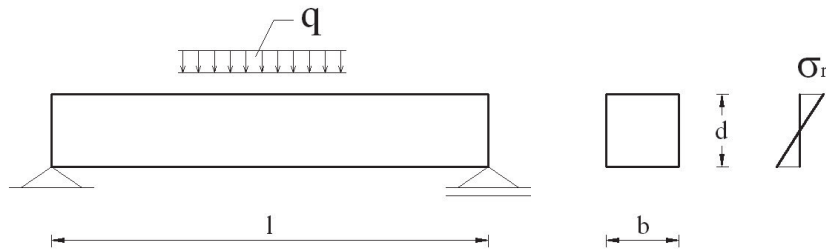
Сл. 1.1 бетонски столб товарен со надворешна сила

Ако надворешната сила N делува во тежиштето на напречниот пресек велиме дека елементот е товарен центрично. Во центрично товарените елементи, надворешната сила на притисок предизвикува средишно нормално напрегање на притисок кое се означува со σ_s .

Кај бетонските елементи изложени на свиткување се појавуваат нормални рабни напрегања на притисок и затегнување кои се означуваат со σ_r (сл.1.2).

За да може да се изврши пресметување на елементите изработени од бетон, потребно е да се знаат дозволените напрегања на бетонот. Тие се значително помали од соодветните јакости на бетонот и изнесуваат:

$$\sigma_s \approx 0,2 \cdot f_{bk} \text{ и } \sigma_r \approx 0,25 \cdot f_{bk}$$



Сл. 1.2 бетонски елемент изложен на свиткување

Вредностите на дозволените нормални напрегања во неармираниот бетон, заедно со количините на цементот потребни за постигнување на одредени класи бетон, се дадени во табелата 1.1.

Табела 6.1

количина на цемент (kg/m ³)	МВ	σ_s (MPa)	σ_r (MPa)
150	10	1,5	2,0
200	15	2,5	3,5
250 или повеќе	20	3,5	5,0
	30	6,0	8,0
	>30	$0,2 f_{bk}$	$0,25 f_{bk}$

Дозволените нормални напрегања на затегнување при свиткување на бетонските елементи изнесува една десетина од дозволените рабни напрегања на притисок, дадени во табелата 1.1.

Под дејство на експлационаите товари во пресеците на бетонските елементи се јавуваат т.н. стварни напрегања. Тие треба да бидат помали или најмногу еднакви со дозволените.

Редоследот за пресметување на бетонските елементи - столбови и ѕидови зависи од нивната виткост која се дефинира на следниов начин:

$$\lambda_k = \frac{l_k}{i_{\min}}$$

Каде е:

λ_k – виткост на елементот

l_k – должина на извиткување на елементите, која зависи од начинот на неговото поврзување со останатите конструктивни елементи и стварната должина. На сликата 1.3 се прикажани четирите основни Ојлерови случаи на врски со должините на извиткување.

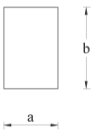
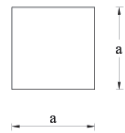
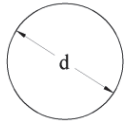
$$i_{\min} = \sqrt{\frac{l_{\min}}{A_b}} \text{ - минимален полупречник на инерција;}$$

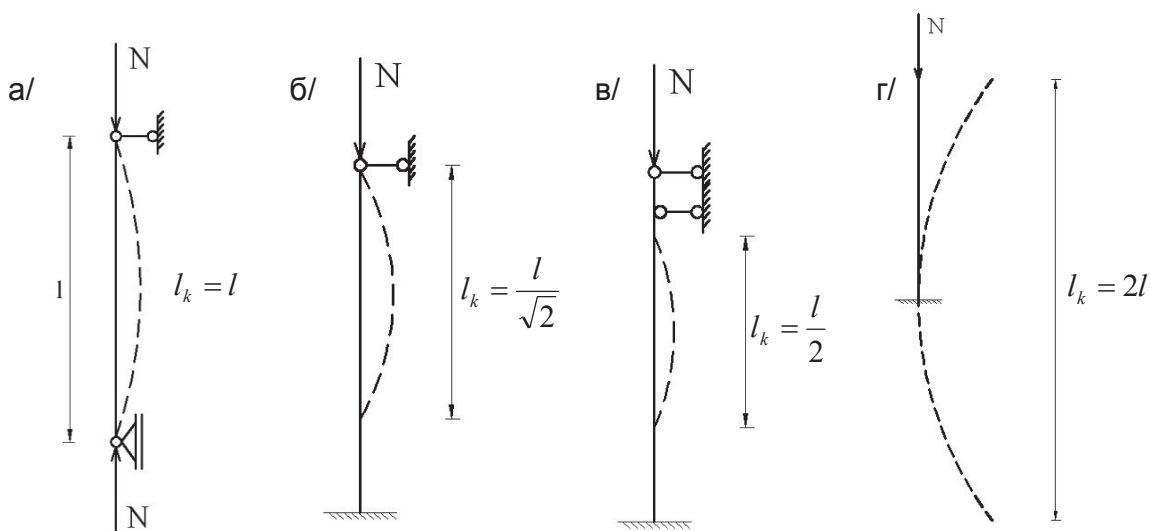
l_{\min} - минимален момент на инерција;

A_b - површина на напречниот пресек.

Во практиката најчесто се сретнуваат квадратни, правоаголни и кружни напречни пресеци на столбовите. За нив минималниот момент на инерција и минималниот полупречник на инерција се дадени во табелата 6.2.

табела 6.2

Попречен пресек			
I_{\min}	$ab^3/12$	$a^4/12$	$d^4\pi/4$
i_{\min}	$0,289a$	$0,289a$	$0,25d$



Сл. 1.3 врска на стапови и должина на извиткување

- а/ Двата краја се зглобно сврзани;
- б/ Едниот крај е вкештен, а другиот е зглобно сврзан;
- в/ Двата краја се вкештени;
- г/ Едниот крај е вкештен, а другиот е слободен;

Во зависност од износот на виткоста λ_k се разликуваат следниве случаи:

а/ $\lambda_k \leq 35$ - елементи без извиткување;

б/ $35 < \lambda_k \leq 70$ - елементи со извиткување;

в/ Ако $\lambda_k > 35$ - потребно е да се зголемат димензиите на напречниот пресек, да се зголеми марката на бетонот или пак елементите да се изведуваат како армианобетонски.

1.2. ПРЕСМЕТУВАЊЕ НА БЕТОНСКИ ЕЛЕМЕНТИ ТОВАРЕНИ НА ЦЕНТРИЧЕН ПРИТИСОК- БЕЗ ИЗВИТКУВАЊЕ

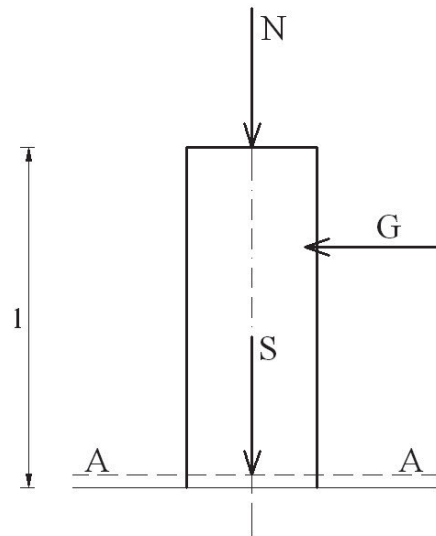
Пресметувањето на бетонски елементи товарени на **центричен притисок без извиткување** се врши сметајќи го бетонот како идеално еластичен и хомоген материјал. Елементите се пресметуваат во пресекот $A-A$, каде делува силата $S = N + G$ (сл. 6.4).

Ознаките го имаат следното значење:

N - аксијална сила која делува на елементот, а се утврдува со извршената анализа на товарите;

$G = A_b \cdot I \cdot \gamma_b$ - сопствена тежина;

$\gamma_b = 24 \text{ kN/m}^3$ – волуменска маса на неармиран бетон.



Сл. 1.4

Задачата за пресметување на бетонски елементи може да биде зададена на три начини:

1) За познати димензии на напречниот пресек на столбот, M_B , висината на столбот и врската на краевите на столбот во конструктивниот систем, треба да се пресмета носивоста на столбот (силата N). Пресметувањето се извршува по следниот редослед:

а) Се пресметува минималниот полупречник на инерција i_{\min} користејќи ја табелата 1.2.

б) Се пресметува должината на извиткување l_k според сликата 1.3 и се пресметува виткоста λ_k . Притоа ако $\lambda_k \leq 35$ во зависност од зададената M_B од табелата 1.1. се одчитува дозволеното напрегање σ_s .

в) Вкупната сила која може да ја прими столбот, која изнесува

$$S = A_b \cdot \sigma_s$$

г) Се пресметува силата која делува на елементот

$$N = S - G$$

Пример 1

Да се пресмета носивоста на бетонски столб со кружен напречен пресек и дијаметар $d = 40 \text{ cm}$, изработен од M_B20 . Висината на столбот изнесува $3,30 \text{ m}$, а врската на столбот на двата краја е зглобна.

Решение:

Минималниот полупречник на инерција изнесува

$$i_{\min} = 0,25 \cdot d = 0,25 \cdot 40 = 10 \text{ cm}$$

За дадените гранични услови слободната должина на извиткување изнесува:

$$l_k = l = 3,30 \text{ m}$$

Виткоста на столбот е:

$$\lambda_k = \frac{l_k}{i_{\min}} = \frac{330}{10} = 33 < 35 \text{ (без извиткување).}$$

Вкупната сила која столбот може да ја прими е:

$$S = A_b \cdot \sigma_s$$

Површината на напречниот пресек изнесува:

$$A_b = \frac{d^2 \pi}{4} = \frac{40^2 \cdot 3,14}{4} = 1256 \text{ cm}^2$$

За усвоена MB20, дозволеното центрично напрегање на притисок изнесува $\sigma_s = 2,5 \text{ MPa}$ ($1 \text{ MPa} = 1 \text{ MN} / \text{m}^2$; $1 \text{ MN} = 1000 \text{ kN}$; $1 \text{ m}^2 = 10000 \text{ cm}^2$, следува $1000 \text{ kN} / 10000 \text{ cm}^2$ да е еднакво на $1/10 \text{ kN} / \text{cm}^2$)

$$S = A_b \cdot \sigma_s = 1256 \cdot 2,5 \cdot 10^{-1} = 314 \text{ kN}$$

Силата која делува на столбот изнесува:

$$N = S - G$$

Сопствената тежина на столбот е:

$$G = A_b \cdot l \cdot \gamma_b = 0,125 \cdot 3,30 \cdot 24 = 9,95 \text{ kN}$$

$$N = 314 - 9,95 = 304,05 \text{ kN}$$

1) При познати димензии на столбот, висината на столбот, врска на краевите и силата N , потребно е да се определи MB. Пресметувањето се извршува по следниот редослед:

а) Се пресметува минималниот радиус на инерција, користејќи ја табелата 1.2.

б) Се пресметува должината на извиткување l_k според сликата 1.3 и со неа се определува виткоста λ_k .

в) Ако $\lambda_k \leq 35$ се пресметува стварното напрегање σ_s ,

$$\sigma_{s \text{ (ств)}} = \frac{S}{A_b}$$

Според добиените резултати на $\sigma_{s \text{ (ств)}}$ од табелата 1.1 се зема најблиската поголема вредност на $\sigma_{s \text{ (доз)}}$ и според него се усвојува MB.

Пример 2.

Да се определи потребната МВ за изведба на еден бетонски столб со квадратен напречен пресек и димензии $a = 30\text{ cm}$. Висината на столбот е $2,8\text{ m}$, на едниот крај е вкештен, а на другиот зглобно сврзан. Вкупната корисна сила која делува на столбот изнесува $S = 300\text{ kN}$.

Минималниот радиус на инерција изнесува:

$$i_{\min} = 0,289 \cdot 30 = 8,67\text{ cm}$$

За дадените гранични услови слободната должина на извиткување изнесува:

$$l_k = \frac{l}{\sqrt{2}} = \frac{280}{1,41} = 198\text{ cm}$$

Виткоста на столбот е:

$$\lambda_k = \frac{l_k}{i_{\min}} = \frac{198}{8,67} = 22,84 < 35 \text{ (без извиткување)}$$

Стварното напрегање σ_s изнесува:

$$\sigma_{s \text{ (ств)}} = \frac{S}{A_b} = \frac{300}{30 \cdot 30 \cdot 10} = 3,33\text{ MPa}$$

Усвоено МВ20 со $\sigma_{s \text{ (доз)}} = 3,5\text{ MPa}$

- 3) При познати МБ, сила N , висина на столбот l , врска на краевите на столбот и форма на напречниот пресек, треба да се определат димензиите на столбот.

Пресметувањето се врши по следниот редослед:

- а) За зададеното МВ од табелата 1.1. се одчитува $\sigma_{s \text{ (доз)}}$;
- б) Се претпоставува дека вкупната сила $S = N$;
- в) Се определува површината на бетонскиот пресек по изразот

$$A_b = \frac{N}{\sigma_s};$$

- г) За познат облик се определуваат димензиите на напречниот пресек;
- д) Според усвоените димензии се пресметува сопствената тежина G и вкупната сила S ;
- ѓ) Се определува виткоста на столбот и ако е исполнет условот $\lambda_k \leq 35$ димензионирањето е завршено;
- е) Се прави контрола на напрегањата;

$$\sigma_{s \text{ (ств)}} = \frac{S}{A_b} \leq \sigma_{s \text{ (доз)}}$$

1.3. ПРЕСМЕТУВАЊЕ НА БЕТОНСКИ ЕЛЕМЕНТИ ТОВАРЕНИ НА ЦЕНТРИЧЕН ПРИТИСОК – СО ИЗВИТКУВАЊЕ

Елементите чија виткост се навоѓа во границите $35 < \lambda_k \leq 70$, се третираат како витки и се пресметуваат со **извиткување**. **Максималната дозволена виткост** за неармирани елементи изнесува $\lambda_k = 70$.

Пресметувањето на елементите на извиткување се сведува на редукција на дозволеното центрично нормално напрегање на притисок σ_s , односно негова замена со смалено дозволено напрегање кое се бележи со σ_k и се пресметува по изразот:

$$\sigma_k = \frac{135 - \lambda_k}{100} \cdot \sigma_s$$

Анализирајќи го горниот израз може да се констатира следново:

за $\lambda_k = 35$ $\sigma_k = \sigma_s$

за $\lambda_k = 70$ $\sigma_k = 0,65\sigma_s$

Очигледно е дека со пораст на виткоста, дозволеното нормално напрегање σ_k опаѓа.

Задачата за пресметување на бетонските елементи изложени на центричен притисок со извиткување, како и кај елементите без извиткување, може да бидат поставени на три начина:

1/ За познати димензии на напречниот пресек, M_B , висината на елементот и врската на краевите на елементот треба да се пресмета носивоста на столбот. Пресметувањето оди по овој редослед:

а/ Се пресметува минималниот радиус на инерција i_{\min} користејќи ја табелата 1.2.

б/ За позната должина на извиткување l_k се пресметува виткоста на елементот $\lambda_k > 35$.

в/ Се пресметува дозволеното напрегање $\sigma_k = \frac{135 - \lambda_k}{100} \cdot \sigma_s$

г/ Се пресметува вкупната сила која столбот може да ја прими по изразот: $S = A_b \cdot \sigma_k$

д/ Се пресметува корисната сила која делува на елементот: $N = S - G$

Пример 3:

Да се пресмета носивоста на бетонски столб со квадратен напречен пресек и страна $a = 30\text{ cm}$, изведена од МВ25. Висината на столбот изнесува $l = 350\text{ cm}$, а врската на столбот на двата краја е зглобна.

Минималниот радиус на инерција изнесува:

$$i_{\min} = 0,289 \cdot a = 0,289 \cdot 30 = 8,67\text{ cm}$$

Виткоста на столбот е:

$$l_k = l = 350\text{ cm}$$

$$\lambda_k = \frac{l_k}{i_{\min}} = \frac{350}{8,67} = 40,36 > 35$$

за MB20 $\sigma_s = 3,5 \text{ MPa}$

за MB30 $\sigma_s = 6,0 \text{ MPa}$

за MB25 $\sigma_s = \frac{3,5 + 6,0}{2} = 4,75 \text{ MPa}$

Дозволеното на прегане σ_k изнесува:

$$\sigma_k = \frac{135 - \lambda_k}{100} \cdot \sigma_s = \frac{135 - 40,36}{100} \cdot \left(\frac{6 + 3,5}{2} \right) = 4,50 \text{ MPa}$$

Вкупната сила која може да ја прими столбот е:

$$S = A_b \cdot \sigma_k = 30 \cdot 30 \cdot 4,5 \cdot 10^{-1} = 405 \text{ kN}$$

Корисната сила која може да ја носи столбот е:

$$N = S - G = 405 - 0,30 \cdot 0,30 \cdot 24 \cdot 3,3 = 397,87 \text{ kN}$$

2) За познати димензии на столбот, неговата висина, начинот на поврзување и силата N , потребно е да се определи МБ. Пресметувањето се врши со следниов редослед:

а) Се пресметува минималниот полупречник на инерција користејќи ја табелата 1.2

б) Се пресметува должината на извиткувањето l_k според сликата 1.3 и со неа се определува виткоста λ_k , која е > 35

в) Со помош на изразот $\sigma_s = \frac{100}{135 - \lambda_k} \sigma_k$ се пресметува вредноста σ_s ,

при што се усвојува дека е $\sigma_k = \sigma_s = \frac{S}{A_b}$

г) Со така пресметаната вредност за σ_s од табелата 1.1 се отчитува потребната МБ.

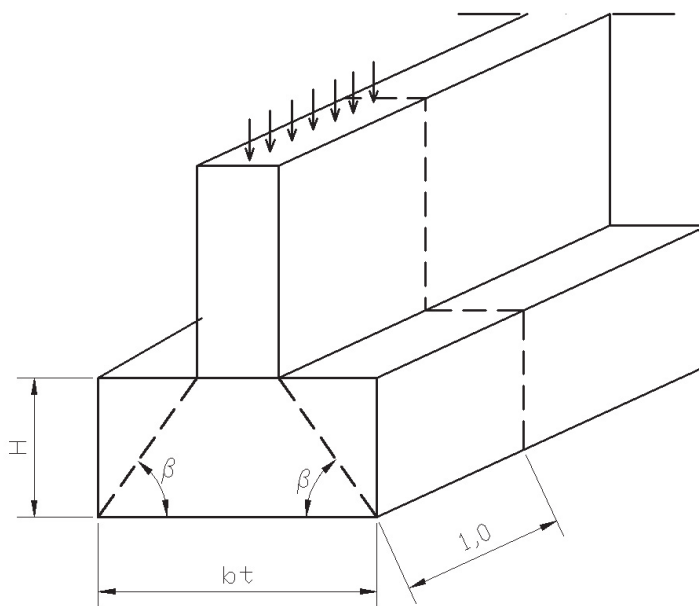
Задачи за вежбање:

1. Столб со кружен напречен пресек, зглобно е поврзан на двата краја и има висина $l = 4,2m$. Столбот е изработен од МВ30, а на него делува сила $N = 680kN$. Потребно е да се определат димензиите на напречниот пресек.

2. Сид во приземјето на една зграда има дебелина $d = 20cm$. На двата краја е поврзан зглобно и има висина $l = 3,80m$, товарен е со сила $N = 720kN$. Да се определи потребната МВ.

1.4. ПРЕСМЕТУВАЊЕ НА БЕТОНСКИ ТЕМЕЛИ ПОД СИДОВИ

Под бетонски и армиранобетонските сидови, односно сидовите од тула, потребно е да се изведат конструктивни елементи кои ќе го пренесат товарот од сидовите на почвата. Овие конструктивни елементи се нарекуваат темели. Темелите под сидовите имаат облик на ленти, па затоа се среќаваат и под името лентовидни темели (сл.1.5).



Сл. 1.5

Лентовидните темели можат да се изведуваат како бетонски, ако широчината на распростирањето на притисокот низ бетонот која оди под агол $\beta = 50 - 60^\circ$, на ниво на темелната спојница, најмалку е еднаква на потребната ширина на темелот. Во спротивно, темелот мора да биде армиран.

Пресметувањето на овој вид темели се врши за еден метар должен ($1m'$), при што се определуваат основните параметри:

- b_t – ширина на темелот,
- h – висина на темелот,

Потребната ширина на темелот се определува од условот, стварните напрегања во почвата предизвикани од вкупната сила N_t да бидат помали од дозволените:

$$\sigma_{s,stv} = \frac{N_t}{A_b} \leq \sigma_{doz}$$

каде е:

N_t – вкупен товар кого го сочинуваат корисниот товар N , сопствената тежина на ѕидот G и темелот G_t ;

$A_b = b_t \cdot 100$ - површина со која темелот допира на почвата на единица должина;

$$\sigma_{zstv} = \frac{N_t}{b_{t \cdot 100}}$$

$$b_t = \frac{N_t}{100 \cdot \sigma_{zdoz}}$$

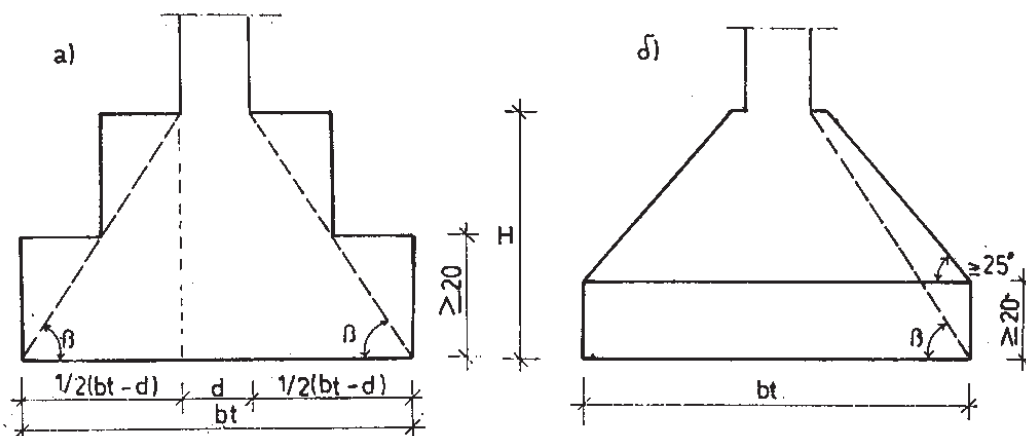
Висината на темелот H се добива од условот линијата на распростирање на притисокот во бетонот (под агол β) да се поклопи со ширината b_t , според изразот:

$$N = \frac{1}{2}(b_t - d)tg\beta$$

Аголот β се усвојува во зависност од квалитетот на бетонот на тој начин што за поквалитетен бетон се зема поголем агол β .

Откако е извршено пресметувањето на ширината b_t и висината на темелот H , се определува неговата форма.

Темелот може да биде изведен скалесто (сл.1.6а), а висината на една скала да се движи во границите од 20 до 60 см, при што несмее да се сече со линијата на распростирањето на силите на притисок низ бетонот. При поголеми висини од 120 см темелот може да биде изведен како на сликата 6.6 б. При тоа доколку наклонот на косата рамнина е помал од 25° , нема потреба од поставување на оплата.



Сл. 1.6

Пример 4.

Сид со дебелина од 25 см пренесува товар $N + G = 280 kN$ врз бетонски темел. Дозволеното напрегање на почвата изнесува $\sigma_{s, \text{доз}} = 0,25 MPa$. Да се изврши димензионирање на темелот ако истиот е изведен од МВ 20.

а/ Определување на ширината на темелот:

$$N_t = N + G + G_t = 280 + 0,1 \cdot 280 = 308 kN;$$

$$b_t = \frac{N_t}{100 \cdot \sigma_{z, \text{доз}}} = \frac{308 \cdot 10}{100 \cdot 0,25} = 123,3 sm$$

усвоената ширина на темелот $b_t = 125 sm$

Стварното напрегање во почвата изнесува:

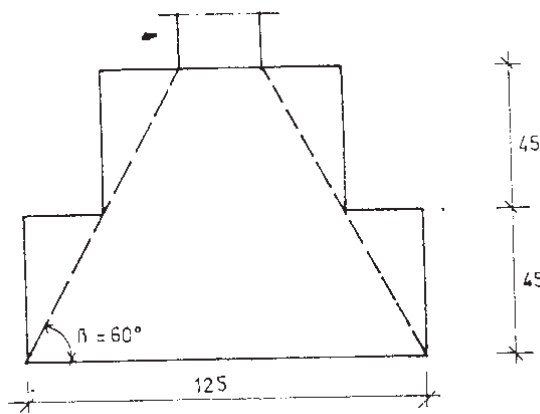
$$\sigma_{z, \text{ств}} = \frac{N_t}{100 \cdot b_t} = \frac{308 \cdot 10}{100 \cdot 125} = 0,246 MPa < 0,250 MPa$$

б/ Одредување висина на темелот:

- За усвоено $\beta = 60^\circ$, $tg \beta = 1,732$

$$H = \frac{1}{2} (b_t - d) \cdot tg \beta = \frac{1}{2} (125 - 25) \cdot 1,732 = 86,6 cm$$

Усвоено $H = 90 cm$



сл. 1.7

1.5. ПРЕСМЕТУВАЊЕ НА БЕТОНСКИ ТЕМЕЛИ ПОД СТОЛБОВИ

Темелите под столбови се нарекуваат единечни или темели самци. Тие можат да бидат изведени од неармиран бетон само во случај кога големата висина значително не го поскапува темелот (заради зголеменото количество бетон и поголемиот ископ на земја). Во такви случаи и во случаите кога подземната вода е доста висока, односно фундарањето мора да е доста плитко поради појава на карпи и слично, се изведуваат армиранобетонски темели.

Пресметувањето и конструирањето на темелите самци се врши по истиот редослед и на ист начин како пресметувањето на темелите под сидовите. Односот на страните на темелот најчесто е ист со односот на страните на столбот. При пресметувањето на висината на темелот се користи поголемиот пропуст на темелот во однос на столбот.

Неармираните бетонски темели – самци се изведуваат со иста или помала марка на бетон од марката на бетонот со која е изведен столбот над него. Во случај кога марката на бетонот на темелот е доста мала, може да се случи на спојот меѓу столбот и темелот да се јават напрегања во темелот поголеми од

$\sigma_{z\,doz}$, па дури и поголеми од $\frac{f_{bk}}{2}$ (карактеристична јакост на притисок на бетонот).

Во такви случаи трба да се превземат дополнителни мерки за пренесување на напрегањата во спојот.

Пример 5

Столб со димензии 30/40 см е темелен на бетонски темел. Вкупниот товар кој го пренесува од столбот изнесува $N + G = 329\,kN$. Дозволеното напрегање на почвата е $\sigma_{z\,doz} = 0,16\,MPa$. Да се изврши димензионирање на темелот ако истиот се изведува од МВ 15.

а/ Определување димензиите на темелот:

$$N_t = N + G + G_t = 329 + 0,1 \cdot 329 = 361,90\,kN$$

$$A_b = \frac{N_t}{\sigma_{z\,doz}} = \frac{361,90}{0,16} \cdot 10 = 22618,75\,cm^2$$

каде

$$A_t = a_t \cdot b_t$$

$$\frac{a_t}{b_t} = \frac{30}{40} = 0,75$$

Поради тоа што односот на страните на столбот треба да биде ист со односот на страните на темелот, произлегува:

$$a_t = 0,75 \cdot b_t$$

Со замена во формулата за A_t добиваме:

$$0,75 \cdot b_t^2 = 22618,75$$

$$b_t = \sqrt{\frac{22618,75}{0,75}} = 173,66\,cm$$

$$a_t = 0,75 \cdot 173,65 = 130,24\,cm$$

$$\text{Усвоено } \frac{b_t}{a_t} = \frac{175}{130}\,cm$$

$$\sigma_{zstv} = \frac{361,90 \cdot 10}{130 \cdot 175} = 0,159 < 0,160 \text{ MPa}$$

б/ Одредување висината на темелот

Големината на препустите е:

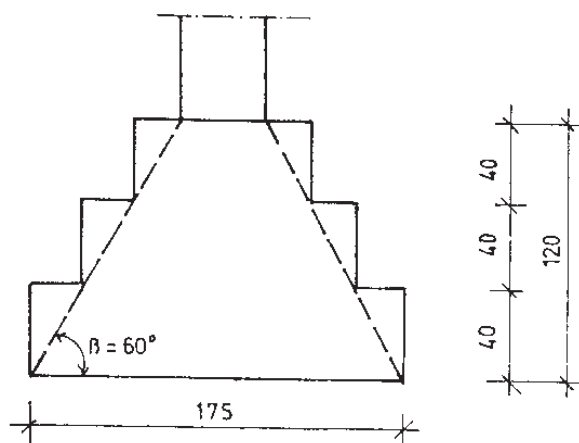
$$\frac{a_i - a}{2} = \frac{130 - 30}{2} = 50 \text{ cm}$$

$$\frac{b_i - b}{2} = \frac{175 - 40}{2} = 67,5 \text{ cm}$$

Поради тоа што висината на темелот се определува според препуст произлегува:

$$H = \frac{1}{2}(b_i - b) \cdot \text{tg}\beta = 67,5 \cdot 1,732 = 116,91 \text{ cm}$$

Усвоено $H = 120 \text{ cm}$



Сл. 1.8

в/ контрола на напрегањата на спојот на столб- темел.

$$\sigma_{zstv} = \frac{N + G}{A_b} = \frac{329 \cdot 10}{30 \cdot 40} = 2,74 \text{ MPa} < 7,5 \text{ MPa}$$

/за MB15 $f_{bk} = 15 \text{ MPa}$

$$\sigma_{zstv} = 2,74 \text{ MPa} < 7,5 \text{ MPa}$$

Тоа значи дека не треба да се превземат дополнителни мерки за пренесување на напрегањата на спојот меѓу столбот и темелот.

Запомни!

Бетонот е материјал кој се одликува со голема јакост на притисок, па затоа од него се изработуваат елементи изложени на притисок како што се: столбови, сидови и темели.

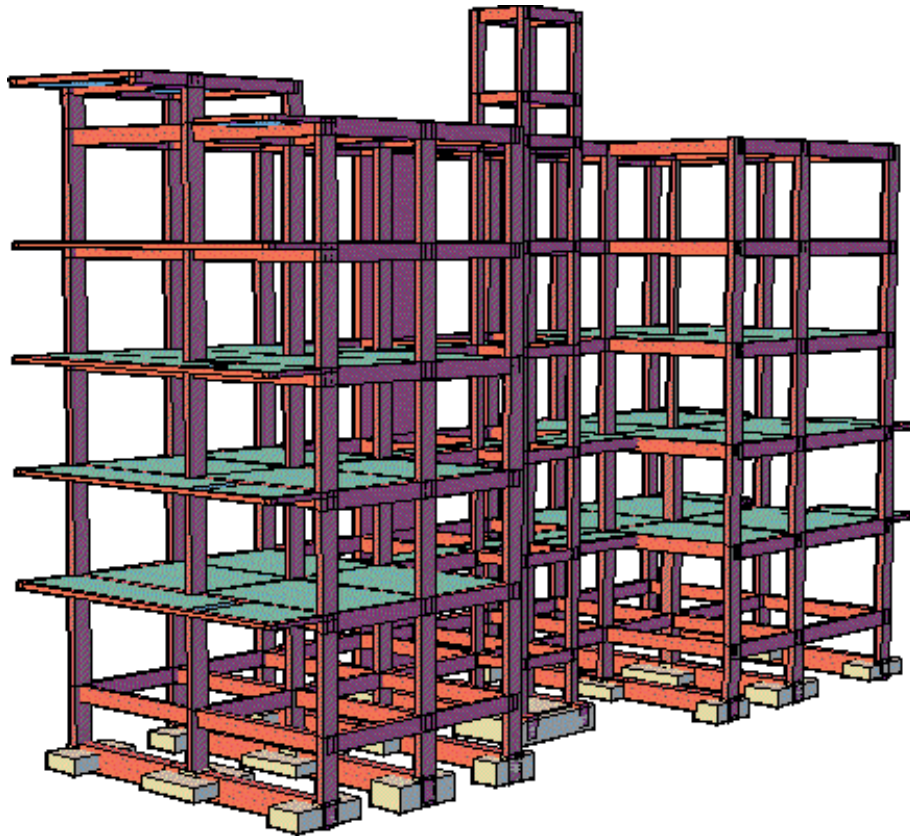
Зависно од виткоста λ_k се јавуваат следните случаи:

- а) $\lambda_k \leq 35$ - без извиткување;
- б) $35 < \lambda_k \leq 70$ - со извиткување;
- в) $\lambda_k > 70$ - има потреба од зголемување на димензиите, МВ или елементите се изработуваат од армиран бетон.

Конструктивните елементи кои го пренесуваат товарот од сидовите, односно столбовите на почвата се викаат темели. Можат да бидат лентовидни и темели самци.

Прашања!

1. Кои елементи можат да се изработат како бетонски?
2. Што се дефинира преку коефициентот λ_k ?
3. За кои елементи викаме дека се темели?



ТЕМА 2 - Општо за пресметување на армиранобетонските елементи

Во оваа тематска целина учениците ќе:

- се запознаат со постапката за пресметување на аксијално товарени армиранобетонски елементи според теоријата на гранични состојби;
- се оспособат да разликуваат водови товари кај конструкции од армиран бетон;
- се оспособат да користат соодветни коефициенти на сигурност;
- се оспособат да ги применуваат коефициентите на сигурност при определување на товарите.

2. ОПШТО ЗА ПРЕСМЕТУВАЊЕ НА АРМИРАНОБЕТОНСКИ ЕЛЕМЕНТИ

2.1. Предмет на изучување на армираниот бетон

2.2. Основни поими за армираниот бетон

2.3. Предности и недостатоци на армираниот бетон

2.4. Општо за конструкциите од армиран бетон

2.4.1 проектирање, пресметување и изведување на конструкциите од армиран бетон

2.4.2. Видови товари кај конструкциите од армиран бетон

2.4.3 начин на пренесување на товарите

2.4.4 теории за пресметување на армиранобетонски пресеци и елементи

2.4.4.1 теорија на граничните состојби – општо и основни предпоставки

2.4.4.2 Работни дијаграми на бетонот и челикот

2.4.4.3 Лом (кршење) на пресеците

2.4.4.4 Коефициенти на сигурност

2. ОПШТО ЗА ПРЕСМЕТУВАЊЕ НА АРМИРАНОБЕТОНСКИ ЕЛЕМЕНТИ

2.1. ПРЕДМЕТ НА ИЗУЧУВАЊЕ НА АРМИРАНИОТ БЕТОН

Теоријата на армираниот бетон е научна дисциплина која се занимава со проучување на методите за проектирање, пресметување и изведување на армиранобетонските елементи и конструкции.

Општо за конструкциите од армиран бетон – Во ова поглавје се изнесени методите за пресметување на армиранобетонските конструкции. Сосема накратко се опишани методите за пресметување на статичките влијанија, а поголем простор им е посветен на теориите за пресметување на пресеците од армиран бетон.

Армиранобетонски столбови – Во ова поглавје се изнесени принципите за конструирање, армирање и изведување на столбовите од армиран бетон. Прикажана е и постапката за пресметување на централно товарени кратки столбови.

Армиранобетонски елементи товарени на свиткување – армиранобетонски плочи. Ова поглавје зазема најголем простор од учебникот. Покажан е начинот на кој се врши пресметување на пресеците. Анализирани се примената, начинот на конструирањето и армирањето на плочести носачи со различни статички системи.

2.2. ОСНОВНИ ПОИМИ ЗА АРМИРАНИОТ БЕТОН

Армираниот бетон представува спрега од два сосема различни материјали **бетон** и **челик** во една целина. Тие се разликуваат според своите механички и деформациони својства, но во армиранобетонските конструкции заеднички ги прифаќаат надворешните товари.

Бетонот како материјал има својство да прима големи напрегања на притисок, но многу мали напрегања на истегнување. Челикот, пак, има голема јакост на истегнување, а во одредени околности може да се користи и за прием на напрегања на притисок.

Заедничката работа на бетонот и челикот е возможна благодарение на следниве околности:

- а) Во процесот на врзување и стврднување бетонот цврсто се прилепува за прачките од арматурата и на тој начин се обезбедува нивната заедничка работа се до моментот на лом на елементот.
- б) Бетонот и челикот имаат приближно еднакви коефициенти на линеарна термичка дилатација. За бетонот тој се движи во границите $\alpha_b = (0,7 - 1,4) \cdot 10^{-5}$, а за челикот $\alpha_c = (1,1 - 1,2) \cdot 10^{-5}$. Вака малата разлика при вообичаени промени на температурата не предизвикува значителни внатрешни напрегања и не ја доведува во прашање заедничката работа на бетонот и арматурата.

- в) Бетонот ја штити арматурата од корозија доколку е подготвен од доволно количество на цемент, и доколку заштитните слоеви од бетонот до арматурата се изведени солидно и со предвидената дебелина.

2.3. ПРЕДНОСТИ И НЕДОСТАТОЦИ НА АРМИРАНИОТ БЕТОН

Во споредба со останатите градежни материјали армираниот бетон ги има следниве предности и недостатоци:

Предности:

1. Елементите од армиран бетон можат да бидат изведени во најразлични конструктивни форми (**плочи, греди, рамки, сводови, луспи и др.**);
2. Конструкциите од армиран бетон се долготрајни. Бетонот ја штити арматурата од корозија, а јакоста на бетонот со текот на времето се зголемува;
3. Трошоците за одржување на армиранобетонските конструкции во нормални услови на експлатација се никакви или незначителни;
4. Поради просторниот начин на пренесување на товарите, правилно проектираните конструкции од армиран бетон успешно можат да им се спротистават на хоризонталните товари од ветер и земјотреси;
5. Во споредба со дрвените и другите конструкции во армираниот бетон нема шуплини и отвори и не постои можност за развој на паразити од растително и животинско потекло што ја осигурува хигиеничноста на објектите;
6. Отпорност на пожар – бетонот ја штити арматурата од брзо загревање, ако заштитните слоеви од бетонот до арматурата се правилно изведени и ја имаат предвидената дебелина. На тој начин конструкциите од армиран бетон стануваат отпорни на пожар;
7. Конструкциите од армиран бетон се доста економични затоа што бетонот се подготвува од релативно евтини материјали, а челикот се користи во мали количества;
8. Конструкциите од армиран бетон можат да се санираат и зајакнуваат со што е можна нивна адаптација, пренамена и др.

Недостатоци:

1. За лиење на елементите од армиран бетон е потребно изведување на оплата и скеле, а тоа значи потрошувачка на дрвен или друг вид материјали;
2. Иако во пртактиката владее мислење дека изведување на армиранобетонските работи е едноставна работа, сепак е неопходно учество на високо стручни и квалификвани кадри;
3. Поради малата јакост на истегнување на бетонот во елементите изложени на свиткување се јавуваат прснатини што во некои случаи можат да ја намалат трајноста на објектот;

4. Армираниот бетон е лош изолатор од топлина и звук;
5. Армираниот бетон има релативно голема волуменска маса (околу 25 kg/m^3), недостаток кој доаѓа до израз особено кај конструкциите со поголеми распони.

Од горе наведеното може да се констатира дека позитивните страни се многу позначајни од негативните, поради што армираниот бетон наоѓа масовна примена во сите свери од градежништвото.

2.4 ОПШТО ЗА КОНСТРУКЦИЈЕ ОД АРМИРАН БЕТОН

2.4.1 ПРОЕКТИРАЊЕ, ПРЕСМЕТУВАЊЕ И ИЗВЕДУВАЊЕ НА КОНСТРУКЦИЈЕ ОД АРМИРАН БЕТОН

Армирано бетонските конструкции како целина и сите нивни елементи посебно треба да бидат проектирани, пресметани и изведени така да можат до одреден степен на сигурност да ги прифатат товарите, кои се јавуваат во текот на градењето и експлатацијата. Тие треба да бидат трајни и функционални задржувајќи го притоа и својот естетски изглед во периодот предвиден за нивна експлатација. Исто така, неопходно е потребно да биде обезбедена одредена веројатност дека конструкцијата ќе “преживее”, работејќи со редуцирана сигурност и при дејство на исклучителни - несекојдневни дејства, како што се експлозиите, ударите од возилата, пожарите и тн. Објектите треба да покажат и одредена отпорност спрема биолошките, хемиските и другите слични влијанија.

За да бидат остварени горе наведените барања неопходно е потребно во сите фази на реализацијата на еден објект да се пристапи крајно професионално и со сите одговорности. Треба да бидат обезбедени веродостојни подлоги за проектирање, да се изврши коректно пресметување на сите пресеци и елементи, односно конструкцијата како целина и на крајот да се обезбеди нејзино солидно изведување.

Обврските на инвеститорот не завршуваат со предавањето на објектот во употреба. Потребно е да се врши преглед и контрола на состојбата во одредени временски интервали кои за умерено штетни средини изнесуваат:

- за стамбени и слични објекти 10 години;
- за индустриски објекти 5 – 10 години;
- за патни мостови 1 – 4 години;
- за железнички мостови 1 – 2 години;

За конструкциите од посебно значење, или за оние кои егзистираат во посебни услови на околната средина контролата треба да биде уште почеста. При контролата треба да се констатираат сите недостатоци, оштетувања, евентуални промени во условите на експлатацијата и да се превземат соодветни мерки во смисла на анализа на конструкцијата, предлози за заштита и др.

Во овој учебник ќе стане збор само за методите за пресметувањето на армиранобетонските конструкции со посебен акцент на димензионирањето на пресеците.

Пресметувањето на армиранобетонските конструкции се одвива во три фази:

- А/ Анализа на товарите – етапа во која се дефинираат товарите кои дејствуваат на секој елемент посебно;
- Б/ Определување на влијанијата – етапа во која за пресметани вредности на натоварувањата, се изнавоѓаат статичките и динамичките влијанија;
- В/ Проверка на граничните состојби на носивост и употребливост-етапа во која со пресметаните статички и динамички влијанија, се контролира носивостс на пресеците, отворот и растојанието меѓу прснатините и деформациите на елементите од армиранобетонските конструктивни системи.

2.4.2. ВИДОВИ ТОВАРИ КАЈ КОНСТРУКЦИИТЕ ОД АРМИРАН БЕТОН

За да можат да се определат статичките и динамичките влијанија, потребни за пресметување на пресеците и елементите на конструктивните системи, потребно е најнапред прецизно да се дефинираат товарите кои паѓаат на нив. Ова етапа е позната како анализа на товарите во која се одредуваат видот, карактерот, природата, интензитетот и должината на траење на товарот. Со анализата на товарите се започнува секогаш од најгорните катови и се оди кон темелите, спротивно од редоследот на градењето.

Како основа за правилно извршување на анализите на товарите служат привремените технички прописи (ПТП) и тоа ПТП – 2 за товари кај зградите (прилог 6.1) и ПТП – 5 за товари кај мостовите. Според нив товарите се делат на:

А/ Основни товари – Тие се товари кои редовно се среќаваат и неможат да бидт изоставени.

Според правецот на дејствување се делат на:

- вертикални;
- хоризонтални;

Вертикалните товари понатаму се делат на:

- постојани;
- подвижни (корисни);
- товари од снег.

Во групата постојани товари спаѓаат: товарите од сопствена тежина, товарите од покривните конструкции, сидовите, изолационите слоеви, облогите од малтер, подовите и тн. или со еден збор тоа се товарите кои дејствуваат постојано – долготрајно на конструкциите.

Во групата подвижни (корисни) товари спаѓаат товарите од луѓе, возила и други т.н. краткотрајни. Поделбата на товарите на краткотрајни и долготрајни е значајна затоа што однесувањето на конструкциите од армиран бетон при дејство на краткотрајни, односно долготрајни товари не е идентично.

При пресметувањето на објектите од армиран бетон потребно е да се земе предвид хоризонталното дејство на ветер и вертикалното дејство од снег. Поради своето краткотрајно дејство тие спаѓаат во групата на корисни товари.

Б/ Дополнителни товари – Како дополнителни товари треба да се сметаат:

- ударното дејство од ветар;
- триењето на подвижните лежишта;
- силите на кочење од моторните возила;
- температурните промени и
- собирањето на бетонот;

В/ Специјални товари – Тоа се товари кои се јавуваат инцидентно и во специјални околности. Како специјални товари можат да се сметаат:

- влијанието од нерамномерното налегнување на потпирачите;
- влијание од земјотресите;
- други директни и индиректни удари и потреси;
- притисок од мраз на столбовите и др.

Статичкото пресметување на конструкциите се врши со комбинирање на дејствата на основните, дополнителните и специјалните товари. Притоа секојпат треба да се води сметка од реалноста на нивното истовремено дејство.

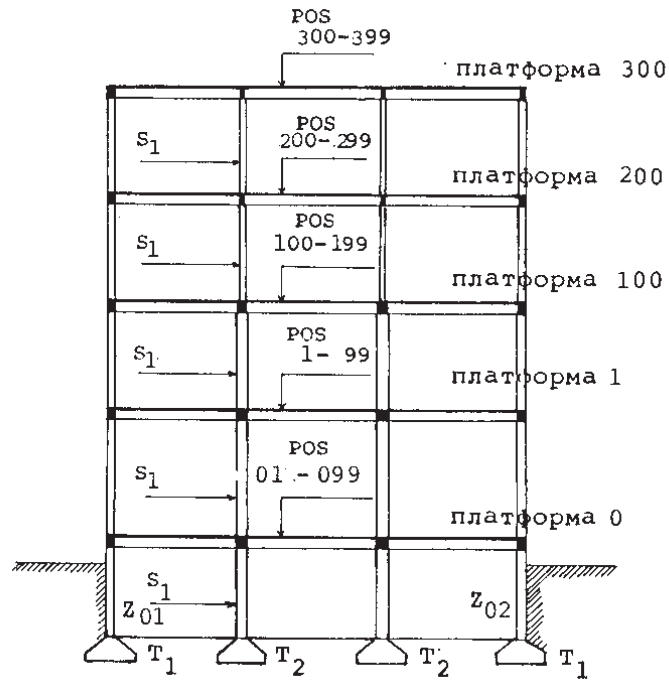
Поделбата на товарите на ваков начин е извршен со ПТП.

2.4.3. НАЧИН НА ПРЕНЕСУВАЊЕ НА ТОВАРИТЕ

Како основа за успешно пресметување на армиранобетонските конструкции служат архитектонските планови, кои ги содржат основите на сите нивоа, карактеристичните пресеци и потребните детали.

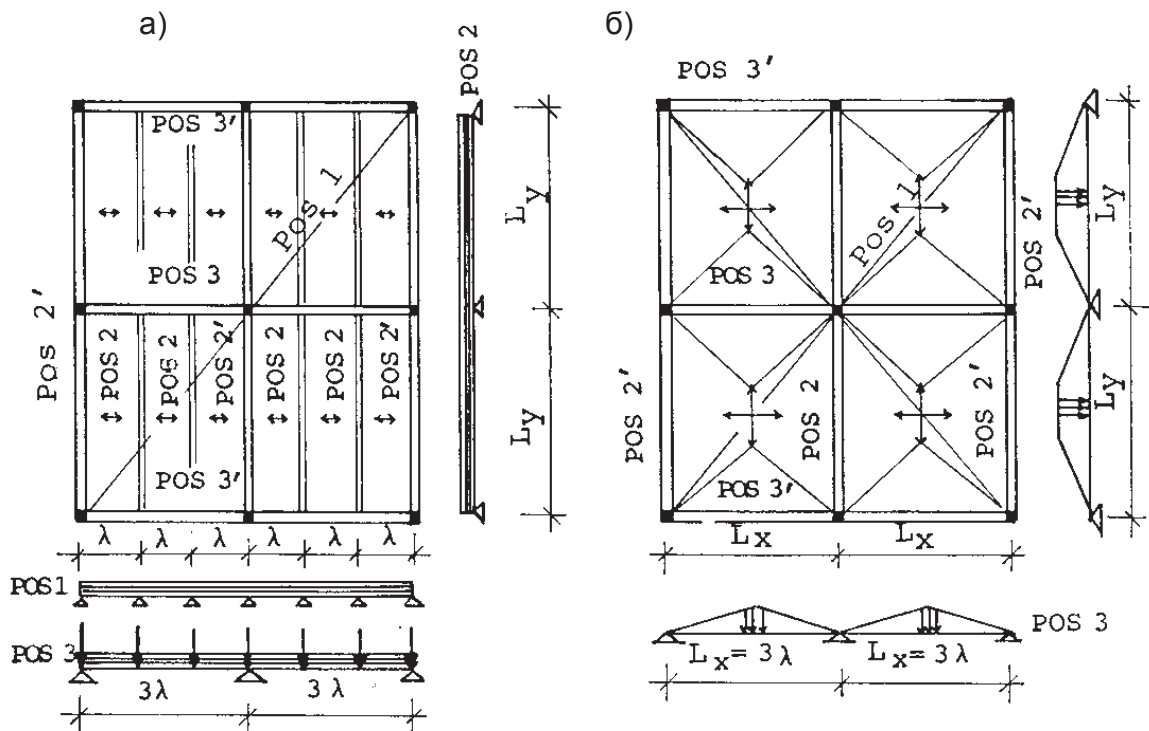
Пред да се започне со пресметувањето на главната носечка конструкција, се врши избор на видот на конструктивните елементи, кои ќе ги формираат меѓукатните и покривните конструкции, што зависи од видот и големината на товарот, распоредот на носечките столбови и сидови (распоните), можностите на изведувачот, времето предвидено за изградба на објектот, естетските барања и сл. Потоа се врши обележување (позиционирање) на сите конструктивни елементи на следниов начин:

- меѓукатна конструкција над визба се означува со „платформа 0“ или „кофраж 0“, а нејзините елементи (плочите, гредите и сл.) со POS 01, POS 02POS 099;
- меѓукатната конструкција над приземјето се означува со „платформа 1“ или „кофраж 1“, а нејзините елементи со POS 1, POS 2....POS 99;
- меѓукатната конструкција над првиот кат се означува со „платформа 100“ или „кофраж 100“, а нејзините елементи со POS 101, POS 102....POS 199 (над вториот кат „200“, над третиот кат „300“) итн.



Сл. 2.1

- столбовите се означуваат со S_1, S_2, S_3 и истите ознаки се задржуваат по целата висина на објектот;
- ѕидовите се означуваат $Z_{01}, Z_{02}, Z_{03}, \dots$, а ако има повеќе катови, се третираат како ѕидни платна и се обележуваат со PL_1, PL_2, PL_3 , итн.
- темелите се означуваат со T_1, T_2, T_3 итн.



Сл. 2.2 елементи од меѓукатната конструкција

На сликата 2.2^а и 2.2^б, се прикажани две можни решенија при изборот на елементите од меѓукатната конструкција на една иста платформа.

Меѓукатната конструкција на сл. 2.2^а, ја сочинува армиранобетонска плоча што го пренесува товарот во една насока (POS 1) и секундарните носачи (POS 2) и главни носачи POS 2 на кои таа се потпира.

Меѓукатната конструкција на сл. 2.2^б, ја сочинува армиранобетонска плоча што го пренесува товарот во два правца (POS 1). Таа се потпира на гредите POS 2, POS2', POS 3, POS 3', од рамковните носачи.

Товарите во двата случаи се предаваат непосредно врз плочестите носачи (POS1).

Овој избор на меѓукатните конструкции и начинот на пренесувањето на товарите е само еден од многу можни.

Товарот од риглите (гредите) кај еден систем се пренесува на столбовите, а од столбовите преку темелите се пренесува на почвата на кое е извршено темелењето.

По прецизното одредување на товарите кои му припаѓаат на секој елемент-позиција се пристапува кон негово пресметување со што конечно се добиваат неговите димензии и пресекот на потребната арматура.

По извршеното пресметување се изработуваат т.н. арматурни планови во кои е прикажан распоредот на арматурата и потребното количество арматура за секој елемент посебно и за објектот како целина.

2.4.4. ТЕОРИИ ЗА ПРЕСМЕТУВАЊЕ НА АРМИРАНОБЕТОНСКИ ПРЕСЕЦИ И ЕЛЕМЕНТИ

Од појавата на армираниот бетон, до денеска за период од околу 100 години за пресметување на носивоста, употребливоста на пресеците и елементите на армиранобетонските конструктивни системи се користеле следниве методи – теории:

- класична теорија;
- теорија на лом, и
- теорија на граничните состојби.

Со ПБАБ/87 год. за пресметување на армиранобетонските елементи се наложи исклучиво користење на теоријата на граничните состојби.

2.4.4.1. ТЕОРИЈА НА ГРАНИЧНИ СОСТОЈБИ – ОПШТО И ОСНОВНИ ПРЕДПОСТАВКИ

Секоја конструкција, секој нејзин елемент и сите пресеци на тој елемент се проектирани така да можат да извршуваат одредени задачи. Оној момент кога пресекот, елементот или конструкцијата како целина не се во состојба да ги извршуваат задачите за кои се проектирани се вели дека тие доживеале гранична состојба.

Се разликуваат две **гранични состојби**:

- гранична состојба на лом, и
- гранична состојба на употребливост.

За еден пресек - елемент или конструкција, се вели дека достигнала гранична состојба на кршење ако пресекот - елементот или конструкцијата како целина не се во состојба и понатаму да прифаќаат надворешен товар. Товарот кој го предизвикува кршењето (ломот) се нарекува **граничен товар**, поради што граничната состојба на кршење се нарекува и **гранична состојба на носивост**.

Покрај носивоста, елементите на една армиранобетонска конструкција треба да бидат трајни и функционални или со еден збор употребливи. За еден елемент или конструкција се вели дека достигнала гранична состојба на употребливост ако елементот или конструкцијата не обезбедуваат удобно, безбедно трајно нивно користење.

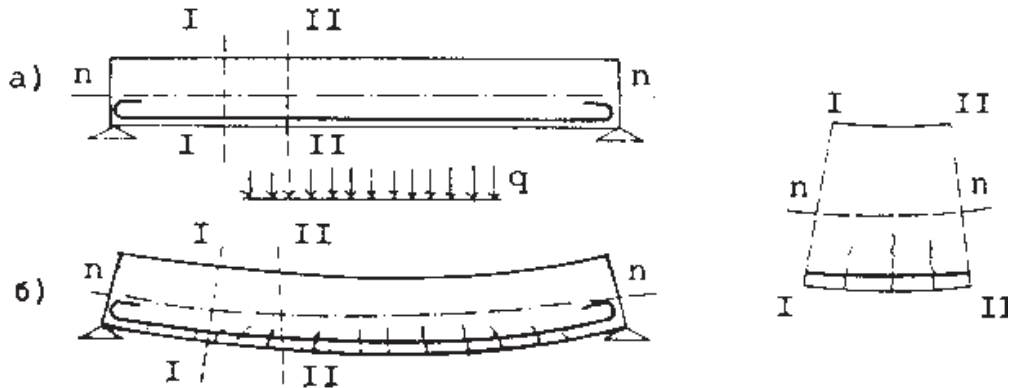
Се разликуваат две основни гранични состојби на употребливост:

- гранична состојба на деформации и
- гранична состојба на прснатини;

Максималните дозволени вредности на деформациите и отворите на прснатините зависат од голем број фактори и по правило треба да бидат зададени со проектната задача.

Пресметувањето на армиранобетонските пресеци според теоријата на граничната состојба на носивост базира на следниве претпоставки:

1. Важи **Бернулиевата** хипотеза за рамност на пресеците пред и по деформациите (сл. 2.3)



Сл. 2.3

Оваа претпоставка во моментот на кршење не е сосема точна, но отстапувањата се незначителни, па може да биде прифатена;

2. Во моментот на кршење бетонот во истегнатата зона не носи, целокупната сила на истегнување ја прифаќа арматурата;
3. Во моментот на кршење врската помеѓу бетонот и арматурата на местото на нивниот спој останува ненарушена. Тие се деформираат заеднички, па во секој момент важи равенството $\varepsilon_a = \varepsilon_b$. Во спротивно,

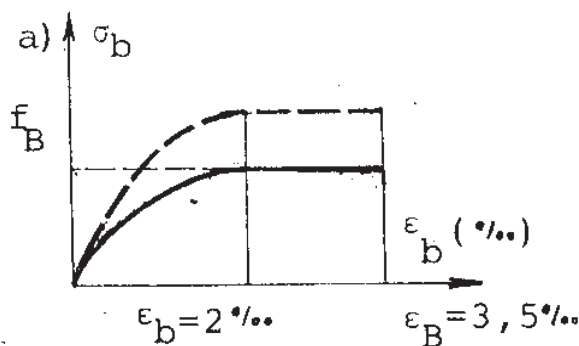
ако врската биде нарушена, не може да стане збор за армиранобетонски елементи;

4. Во моментот на кршење распоредот на напрегањата во притиснатата зона од пресекот е изразито криволиниски. Таа крива се нарекува работен дијаграм на бетонот (RDB);
5. Работата на арматурата во пресметувањето се воведува работен дијаграм на челикот (RDČ).

2.4.4.2. РАБОТНИ ДИЈАГРАМИ НА БЕТОНОТ И ЧЕЛИКОТ

Во практиката механичките особини на бетонот се представуваат со зависноста $\sigma_b - \varepsilon_b$ (напрегање – дилатации), која се определува по експериментален пат и се нарекува работен дијаграм на бетонот (RDB). Обликот на оваа зависност зависи од голем број фактори како што се квалитетот на бетонот, брзината на нанесувањето на товарот, обликот на пробното тело и др.

Ако не се располага со експериментално утврдена зависност $\sigma_b - \varepsilon_b$, може да се користи одредбата од нашиот правилник за бетон и армиран бетон според кој RDB представува комбинација меѓу парабола и права (сл.2.4). Врз основа на RDB се утврдува пресметковниот дијаграм на бетонот (PDB) (сл. 2.4)



Сл. 2.4

Пресметковниот дијаграм е дефиниран со два основни параметри. Максималната дилатација на бетонот $\varepsilon_B = 3,5‰$ и пресметковна јакост на бетонот f_B , која зависи од марката на бетонот и е дадена во табелата 2.1.

табела бр.2.1

МБ	10	15	20	30	40	50	60
f_B (MPa)	7	10,5	14	20,5	25,5	30	33

2.4.4.3. ЛОМ НА ПРЕСЕЦИТЕ

Според одредбите од Правилникот за БАБ/87 се смета дека еден пресек се скршил - доживеал лом, ако:

- бидат достигнати дилатациите во арматурата $\varepsilon_a = 10\text{‰}$;
- бидат достигнати дилатациите во бетонот $\varepsilon_B = 3,5\text{‰}$;
- бидат достигнати истовремено дилатациите $\varepsilon_a = 10\text{‰}$ и $\varepsilon_B = 3,5\text{‰}$;

Дилатациите $\varepsilon_a = 10\text{‰}$ и $\varepsilon_B = 3,5\text{‰}$ се нарекуваат гранични дилатации и според правилниците на другите земји можат да имаат и други вредности.

Која од граничните дилатации ε_a и ε_B ќе биде достигната порано зависи од голем број фактори меѓу кои најзначајни се: пресекот на истегнатата арматура, видот на челикот, обликот на бетонскиот напречен пресек, квалитетот на бетонот и др.

Доколку најпрвин се достигне дилатацијата $\varepsilon_a = 10\text{‰}$, а $\varepsilon_B < 3,5\text{‰}$ се вели дека настанало кршење преку арматурата.

Ако $\varepsilon_B = 3,5\text{‰}$, а $\varepsilon_a < 10\text{‰}$ во овој случај велиме дека лом настанало преку бетонот и овој случај не е за препорака.

Сосема ретко може да се случи истовремено да дојде до достигнување на граничните дилатации $\varepsilon_a = 10\text{‰}$ и $\varepsilon_B = 3,5\text{‰}$. Овој начин на кршење се нарекува балансиран.

Исклучок од наведените критериуми за кршење на пресеците прават централно товарените елементи со сила на притисок. Кај нив максималната дилатација во бетонот $\varepsilon_B = 2,0\text{‰}$

2.4.4.4. КОЕФИЦИЕНТИ НА СИГУРНОСТ

Сите армиранобетонски напречни пресеци мора да работат со одредена сигурност. Не смее да се дозволи, ниту случајно, секојдневниот товар - товарот во експлоатација да се скрши некој напречен пресек на елементите во една армиранобетонска конструкција.

Од овие причини пресеците мора да бидат проектирани така да можат да прифаќаат поголеми товари од експлоатационите. Односот на влијанијата (моменти, нормални сили и тн.) кои би го скршиле еден пресек и влијанијата во експлоатација се нарекува **коэффициент на сигурност**:

$$\gamma = \frac{S_U}{S_e}$$

каде е

γ - коэффициент на сигурност,

S_U - влијание кое предизвикува кршење на пресекот,

S_e - влијание на експлоатација.

Влијанијата (пресечните сили) потекнуваат од разни видови товари (постојани, променливи и дополнителни). Според нашиот ПБАБ/87 за сите тие различни видови влијанија се пропишуваат различни коефициенти на сигурност како што следува.

За дејството на постојан и променлив товар граничните-ултимативни влијанија се одредуваат според изразите:

$$S_U = 1,6S_g + 1,8S_p \quad \text{за } \varepsilon_a \geq 3\%$$

$$S_U = 1,9S_g + 2,1S_p \quad \text{за } \varepsilon_a \leq 0\%$$

За постојани, променливи и дополнителни товари граничните влијанија се одредуваат со изразот:

$$S_U = 1,3S_g + 1,5S_p + 1,3S_\Delta \quad \text{за } \varepsilon_a \geq 3\%$$

$$S_U = 1,5S_g + 1,8S_p + 1,5S_\Delta \quad \text{за } \varepsilon_a \leq 0\%$$

каде е:

S_g - влијание од постојан товар,

S_p - влијание од променлив товар,

S_Δ - влијание од дополнителни товари.

За дилатациите помеѓу 0 и 3‰ се врши линеарна интерполација.

Ако сопствената тежина и останатите постојани товари дејствуваат повољно во смисла на зголемување на граничната носивост (намалување на граничните влијанија) во пресметувањата се воведуваат влијанијата:

$$S_U = S_g + 1,8S_p \quad \text{за } \varepsilon_a \geq 3\%$$

$$S_U = 1,2S_g + 2,1S_p \quad \text{за } \varepsilon_a \leq 0\%$$

Слично при дејство и на дополнителни товари влијанијата се добиваат по изразите:

$$S_U = S_g + 1,5S_p + 1,3S_\Delta \quad \text{за } \varepsilon_a \geq 3\%$$

$$S_U = 1,2S_g + 1,8S_p + 1,5S_\Delta \quad \text{за } \varepsilon_a \leq 0\%$$

Со коефициентите на сигурност, всушност треба да се покријат:

- мала непрецизност при процената на постојаниот и променливиот товар;
- мали недоследности во статичкото пресметување на конструкцијата;
- неточности при изведување на конструктивните елементи (грешки во димензиите и положбата на арматурата);
- мали потфрлувања во квалитетот на вградените материјали и др.

Треба да се нагласи дека коефициентите на сигурност не покриваат груби грешки во статичкото пресметување, значајни отстапувања во квалитетот на материјалите, груби грешки при изведувањето и експлоатацијата и сл.

Запомни!

- ✓ **Армираниот бетон** представува спрега од два сосема различни материјали **бетон** и **челик** во една целина;
- ✓ Пресметувањето во армиранобетонските конструкции се одвива во три фази:

А/ Анализа на товарите – етапа во која се дефинираат товарите кои дејствуваат на секој елемент посебно;

Б/ Определување на влијанијата – етапа во која за пресметани вредности на натоварувањата, се изнавоѓаат статичките и динамичките влијанија;

В/ Проверка на граничните состојби на носивост и употребливост – етапа во која со пресметаните статички и динамички влијанија, се контролираат носивост на пресеците, отворот и растојанието меѓу прснатините и деформациите на елементите од армиранобетонските конструктивни системи.

- ✓ **Товарите се делат на:**

А/ Основни товари – Тие се товари кои редовно се среќаваат и не можат да бидт изоставени.

Според правецот на дејствување се делат на:

- вертикални;
- хоризонтални.

Вертикалните товари се понатаму се делат на:

- постојани;
- подвижни (корисни), и
- товари од снег.

Б/ Дополнителни товари – Како дополнителни товари треба да се сметаат:

- ударното дејство од ветар;
- триењето на подвижните лежишта;
- силите на кочење од моторните возила;
- темптурните промени, и
- собирањето на бетонот;

В/ Специјални товари – Тоа се товари кои се јавуваат инцидентно и во специјални околности. Како специјални товари можат да се сметаат:

- влијанието од нерамномерното налегнување на потпирачите;

- влијание од земјотресите;
 - други директни и индиректни удари и потреси;
 - притисок од мраз на столбовите и др.
- ✓ **Како основа за успешно пресметување на армиранобетонските конструкции служат архитектонските планови, кои ги содржат основите на сите нивоа, карактеристичните пресеци и потребните детали.**
- ✓ Се разликуваат две **гранични состојби**:
- гранична состојба на кршење;
 - гранична состојба на употребливост;
- ✓ Според одредбите од Правилникот за БАБ/87 се смета дека еден пресек се скршил - доживеал лом, ако:

Прашања!

1. Што претставува армиран бетон?
2. Кои товари ги нарекуваме основни товари?
3. Кои товари ги нарекуваме дополнителни товари?
4. Кои товари ги нарекуваме специјални товари?
5. Што се применува за успешно пресметување на армиранобетонските конструкции?
6. Колку гранични состојби разликуваме?



Тема 3 - Аксијално напрегнати елементи од армиран бетон

Во оваа тематска целина учениците ќе се оспособат:

- да ги разликуваат армиранобетонските столбови според напречниот пресек;
- да определуваат вкупен товар кој делува на столбот;
- да вршат димензионирање на центрично товарени столбови;
- да ја прикажат графички усвоената арматура;
- да изготвуваат арматурни планови;
- да изготват табеларен исказ за употребената арматура.

3. АКСИЈАЛНО НАПРЕГНАТИ ЕЛЕМЕНТИ ОД АРМИРАН БЕТОН

3.1. Општо за столбовите

3.2. Димензионирање на центрично товарени кратки столбови

3. АКСИЈАЛНО НАПРЕГНАТИ ЕЛЕМЕНТИ ОД АРМИРАН БЕТОН

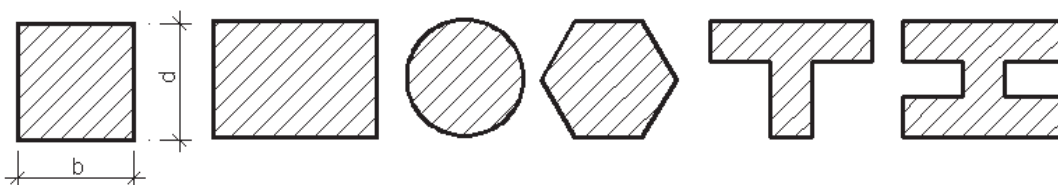
3.1 ОПШТО ЗА СТОЛБОВИТЕ

Столбовите претставуваат линински елементи кои во армиранобетонските конструкции се среќаваат како дел од некој посложен конструктивен рамковен систем. Нивната улога е да ги прифатат товарите од елементите кои налегнуваат на нив и преку темелите да ги пренесат на почвата. Според ПБАБ/87, како столбови се сметаат елементите чиј однос меѓу страните е $b < 5d$.

Доколку $b > 5d$ станува збор за сидови. Растојанието меѓу столбовите, нивниот облик и распоредот зависат од намената на објектот, големината на товарите и др. Кај објектите од високоградбата ориентационо на секој 4-6 m се поставува по еден столб.

Според својот попречен пресек, можат да бидат:

- квадратни;
- правоаголни;
- кружни;
- полигонални, и
- со "Т," или "Г," пресек.



Сл. 3.1 Попречни пресеци на столбови

Димензиите на столбовите не би требало да бидат помали од 30/30 см. Армирањето на столбовите најчесто се врши со надолжна арматура и попречна арматура-узенгии (сл.3.2). Армирањето може да се изврши и со надолжна арматура и спирални узенгии или пак со крута арматура што е поредок случај во практиката.



сл. 3.2. Видови арматура кај столбовите

Улогата на надолжната арматура е да прифати дел од влијанијата, а узенгиите дејствуваат како обрачи и имаат задача да го стегнат бетонот и да ги спречат неговите попречни деформации (со што се зголемува неговата носивост). Минималниот процент на армирање на надолжната арматура се одредува според изразот:

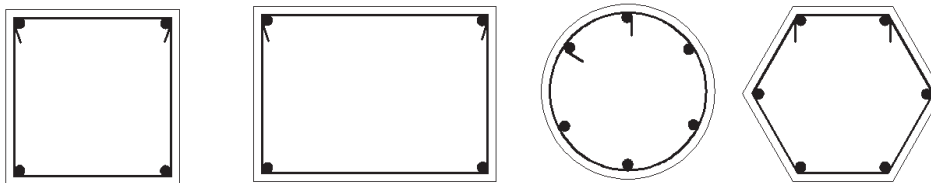
$$\mu_{\min} = \frac{\lambda_k}{50} - 0,4 \geq 0,6\%$$

каде е:

λ_k - виткост на столбот

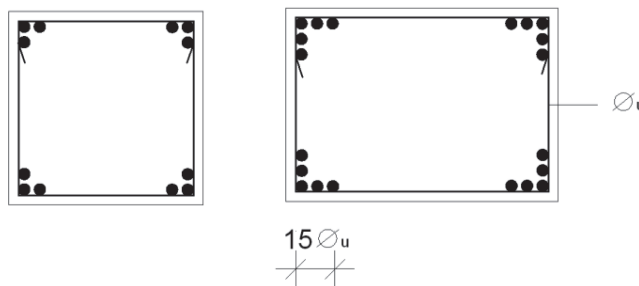
Кај столбовите кои се малку товарени и кај кои напрегањата не се искористени минималниот процент на армирање може да изнесува и до 0,3%. Максималниот процент на армирање може да изнесува до 6% од бетонскиот пресек.

Минималниот дијаметар на надолжната арматура треба да биде $\varnothing 12\text{mm}$. За квадратен и правоаголен пресек минималниот број на прачки треба да изнесува 4, за кружен 6, а за повеќе аголните барем по една прачка во секој агол. (сл 3.3)



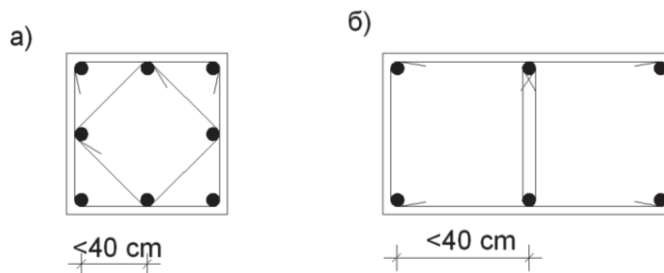
Сл. 3.3. Распоред на арматурата во зависност од обликот на пресекот

Кај армираните столбови каде има поголем број надолжни прачки може да се изврши групирање во аглите и тоа најповеќе до 5 прачки симетрично распределени. (сл. 3.4)



Сл. 3.4. Групирање на арматурните прачки

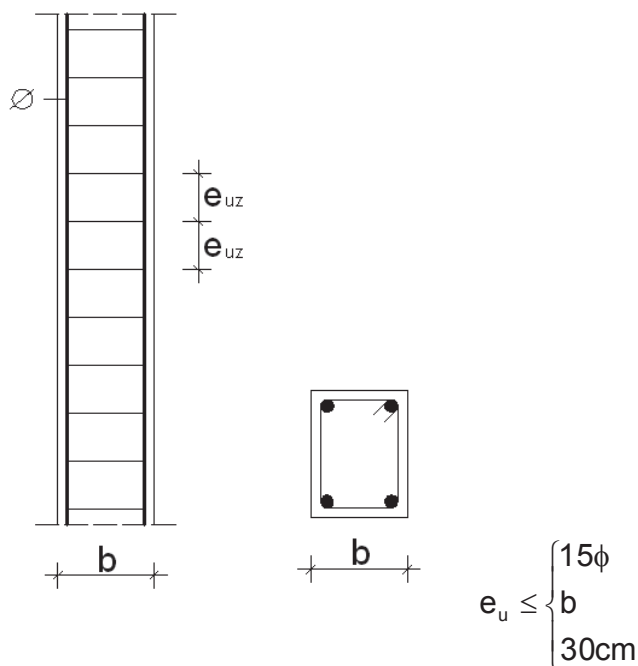
Максималното меѓусебно растојание меѓу надолжните прачки треба да биде до 40 cm. (сл 3.5)



Сл. 3.5. Максимално растојание меѓу надолжните прачки

Надолжната арматура се изработува од RA 400/500 - 2.

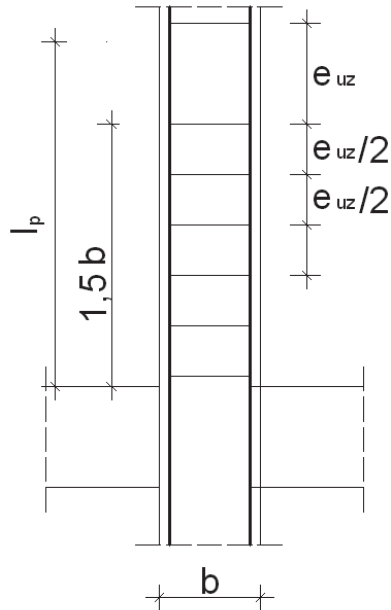
Заради спречувањето на локалното свиткување на надолжните притиснати прачки во столбовите треба да се предвидат узенгии на меѓусебно растојание e_{uz} чија вредност не треба да биде поголема 15ϕ (ϕ - дијаметар на најтенката надолжна прачка), од помалата страна столбот b и од 30 cm (сл. 3.6).



Сл. 3.6.

Пречникот на узенгиите се усвојува конструктивно во зависност од пресекот на надолжната арматура. Ако таа е со пречник до $\phi 20\text{ mm}$, узенгиите се усвојуваат со пречник од $\phi 6\text{ mm}$, а за $\phi > 20\text{ mm}$ се усвојуваат $\phi 8\text{ mm}$.

На делот од столбот каде што се врши продолжување на арматурата како и на делот каде што се воведува надворешната сила на должина $1,5b$, бројот на узенгиите треба да се удвои, така да бидат на растојание $e_{uz} \leq 7,5\phi$, но не повеќе од 15cm (сл. 3.7). Узенгиите треба да бидат затворени и преклопени преку помалата страна од пресекот. Должината на преклопот треба да биде еднаква со должината на анкерисувањето за добра атхезија.



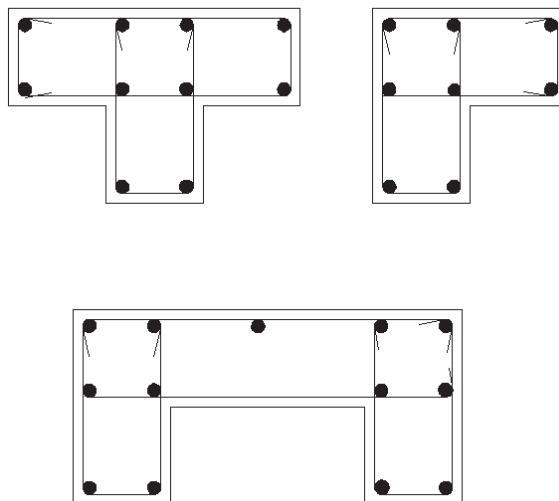
Сл. 3.7

Во сеизмички активните подрачја продолжувањето на арматурата со преклопување треба да се изврши најмалку на 1m над меѓукатната конструкција. При тоа во еден пресек можат да се продолжат со преклопување само 50% од прачките, додека останатите прачки се продолжуваат со заварување или ако е тоа можно, треба да одат без продолжување.

Надолжната арматура на местото на преклопувањето треба да заврши без куки. На 1m над и под меѓукатната конструкција треба да се постават затворени узенгии со преклоп преку помалата страна на столбот на растојание $e_{v3} < 7,5\varnothing$, но не повеќе од 10cm. На останатиот дел од столбот се повторуваат обични узенгии на растојание $e_{v3} < 15\varnothing$, но не повеќе од 20cm. Ако должната арматура е со профил $\varnothing > 20\text{mm}$, продолжувањето се изведува со заварување.

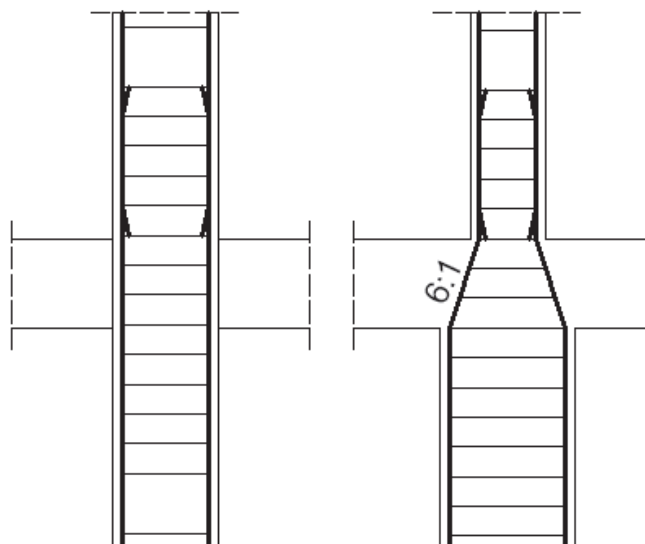
Ако на една страна од столбот се наоѓаат повеќе од 2 должни прачки, поврзувањето треба да се изврши со две узенгии или со вметнување внатрешни узенгии.

Кај столбовите со разгранет попречен пресек во конкавните агли узенгиите треба да се прекинат и да се анкеруваат во бетонската маса со должина од најмалку $25\varnothing$. Доколку нема доволно место за анкерување, треба да се изведат двојни узенгии со додавање на дополнителна конструктивна арматура $\varnothing(6-10)$ (ознака 1)



Сл. 3.8

Ако пресеците на столбовите на два соседни ката се разликуваат, тогаш арматурата од долниот кат во пределот на меѓукатната конструкција може да се закоси, но така што наклонот да не биде поголем од 6:1. Продолжувањето на арматурата се врши над меѓукатната конструкција. Ако разликата во димензиите на столбовите е поголема, тогаш продолжувањето може да се изврши во пределот на меѓукатната конструкција.



Сл. 3.9

3.2. ДИМЕНЗИОНИРАЊЕ НА ЦЕНТРИЧНО ТОВАРЕНИ КРАТКИ СТОЛБОВИ

Центрично товарени се нарекуваат столбовите кај кои нормалната сила на притисок дејствува во тежиштето на идеалниот попречен пресек. Под поимот идеалниот пресек се подразбира замислената фактивна вкупна плоштина на напречниот пресек во која на соодветен начин е вклучена и арматурата $A_s = A_b + nA_a$. На таков начин армиранобетонскиот пресек може да се замени и претстави како да е бетонски.

Начинот на димензионирање на центрично товарените столбови зависи од нивната виткост, која се дефинираше со изразот:

$$\lambda_k = \frac{l_k}{i_{\min}}$$

каде е:

l_k – должина на свиткување;

$i_{b\min} = \sqrt{\frac{I_{b\min}}{A_b}}$ -минимален полупречник на инерција

- за правоаголен и квадратен пресек $i_{b\min} = 0,289 \cdot a$
- за кружен пресек $i_{b\min} = 0,25 \cdot d$

каде е:

a - помалата страна на столбот;

d - дијаметар на столбот;

$I_{b\min}$ -минимален момент на инерција;

A_b - плоштина на попречниот пресек на столбот;

Столбовите кои имаат виткост $\lambda_k < 25$ можат да се третираат како центрично товарени кратки елементи при чие димензионирање не се зема предвид влијанието од извиткување.

Столбовите со виткост $\lambda_k > 25$ се нарекуваат витки и при нивното димензионирање треба да се земе предвид влијанието од извиткувањето.

Кај центрично товарените кратки елементи (сл. 3.10) вкупната гранична - ултимативна нормална сила:

$$N_u = \sum \gamma_i \cdot N_i$$

ја примаат бетонот и арматурата пропорционално на нивните површини и гранични јакости:

$$N_u = N_b + N_a$$

$$N_b = A_b \cdot f_b$$

$$N_a = A_a \cdot \sigma_q$$

каде е:

N_b – сила што ја прима бетонскиот пресек;

N_a – сила што ја прима арматурата;

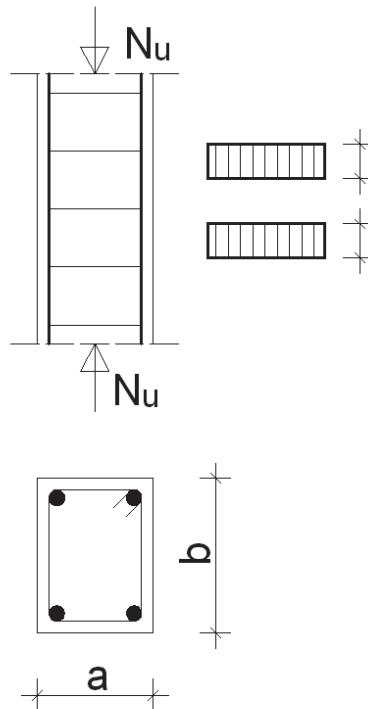
A_b – плоштина на бетонскиот пресек;

f_b – пресметковна јакост на бетонот;

A_a – пресек на подолжната арматура;

σ_q – напрегање на притисок во арматурата;

($\sigma_{q(02)} = \sigma_v$ за RA400/500)



Сл. 3.10

Според ПБАБ максималните дилатации во бетонот изнесуваат $\varepsilon_b \leq 2\%$. Парцијалните коефициенти на сигурност γ_i , треба да се усвојат за $\varepsilon_a \leq 0$, поради што максималното напрегање σ_q се ограничува. Според тоа:

$$N_u = A_b \cdot f_b + A_a \cdot \sigma_{v(02)}$$

$$N_u = A_b \cdot f_b \left(1 + \mu \frac{\sigma_{v(02)}}{f_b} \right)$$

За димензионирање на центричното товарените кратки елементи на располагање ни стои само еден израз. Зато мора сите непознати, освен една, да се претпостават или усвојат во согласност со ПБАБ. При пресметување можат да настанат неколку карактеристични случаи:

1. За познатата сила $N=N_g+N_p$ познати димензии на напречниот пресек на столбот (A_b) и должина на извиткување (l_k) се определува плоштината на надолжната арматура (A_a) и марката на бетон (МБ) (силата $N=N_g+N_p$ се определува со анализа на тоарите).
2. За познатата сила $N=N_g+N_p$ познатата марка бетон (МБ) и должината на извиткување (l_k) се определуваат димензиите на напречниот пресек на столбот (A_b) и плоштината на арматурата (A_a)
3. За познати димензии на напречниот пресек на столбот (A_b), позната надолжна арматура (A_a), познатата марка бетон (МБ) и должината на извиткување (l_k) се определува носивоста на столбот (N_u – вкупната ултимативна сила).

Пример 1

Да се димензионира армиранобетонски столб со квадратен напречен пресек ($b/d = 50/50\text{cm}$) и должина на извиткување $l_k = 340$ cm кој прима сила $N = N_g + N_p = 1100 + 900 = 2000$ kN. Столбот да се армира со челик RA 400/500-2, а се наоѓа во сеизмички неактивно подрачје.

Потребно е да се одреди плоштината на арматурата (A_a) и марката на бетонот (МБ).

Најнапред се пресметува ултимативната сила N_u , од дејство на постојан и корисен товар:

$$N_u = \sum \gamma_i \cdot N_i = \gamma_g \cdot N_g + \gamma_p N_p$$

За $\varepsilon_a \leq 0$ $\gamma_g = 1,9$ а $\gamma_p = 2,1$

$$N_u = 1,9 \cdot 1100 + 2,1 \cdot 900 = 3980 \text{ kN}.$$

Определување виткост на столбот по изразот:

$$\lambda_k = \frac{l_k}{i_{b \min}}$$

За квадратен пресек $i_{b \min} = 0,289 \cdot b$, па виткоста на столбот е:

$$\lambda_k = \frac{340}{0,289 \cdot 50} = 23,53 < 25 \text{ - столбот е без извиткување}$$

Се одредува минималниот процент на армирање по изразот:

$$\mu_{\min} = \frac{\lambda_k}{50} - 0,4 \leq \frac{23,53}{50} - 0,4 = 0,07 \%$$

Поради тоа што добивме процент на армирање помал од минималниот (0,6%), се усвојува $\mu_{\min} = 0,6 \%$

Се пресметува плоштината на подолжната арматура според изразот:

$$A_a = \frac{\mu_{\min} \cdot A_b}{100} \text{ каде } A_b = b^2 = 50^2 = 2500 \text{ cm}^2$$

$$A_a = \frac{0,6 \cdot 2500}{100} = 15 \text{ cm}^2$$

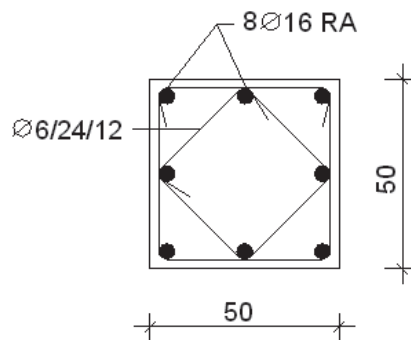
Бидејќи столбот е со квадратен напречен пресек со страна $b = 50 \text{ cm}$, според одредбите на ПБАБ, треба да се усвојат најмалку осум прачки. Од **прилогот 1.2** за RA 400/ 500-2 се усвојуваат:

$$8 \text{ } \varnothing 16 \text{ RA со } A_a = 16,09 \text{ cm}^2 > 15 \text{ cm}^2$$

Треба да се нагласи дека усвоената плоштина на арматурата треба да биде поголема или еднаква на пресметаната (но не многу поголема поради економичност).

За усвоената надолжна арматура ($\varnothing 16 < \varnothing 20$) се усвојуваат узенгии $\varnothing 6$ на растојание:

$$e_{uz} \leq \begin{cases} 15\phi = 15 \cdot 1,6 = 24 \text{ cm} \\ b = 50 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} \end{cases}$$



Сл. 8.11

Се усвојува најмалата од трите добиени вредности. Во нашиот случај тоа е $e_{uz} = 24 \text{ cm}$.

На должина $1,5b = 1,5 \cdot 50 = 75 \text{ cm}$ над и под меѓукатната конструкција узенгиите треба да се постават на двојно помало растојание $7,5 \cdot 1,6 = 12 \text{ cm}$.

Марката на бетонот се определува според пресметковната јакост на бетонот (f_b). Од изразот произлегува:

$$f_b = \frac{3980 - 16,09 \cdot 400 \cdot 10^{-1}}{2500} \cdot 10 = 13,34 \text{ MP}_a$$

Од табелата 3.1 за $f_b = 13,34 \text{ MP}_a$, се усвојува МБ20 со $f_b = 14,0 \text{ MP}_a$. Марката на бетонот се усвојува така што f_b од табелата 3.1, да секогаш поголема од f_b , добиена спред претходниот израз.

Користејќи ја **табелата 2** (стр.82) потребно е да се пресмета и должината на преклопувањето. За RA, МБ20, без куки и добра атхезија:

$$l_p = l_s = k \cdot \phi = 40 \cdot 1,6 = 64 \text{ cm}$$

По извршеното димензионирање се црта арматурен план и карактеристични попречни пресеци, со кои се прикажува распоредот на надолжната и нормалната арматура и нивните поединечни должини, како и потребната маса поединечно за секој профил и за целата позиција.

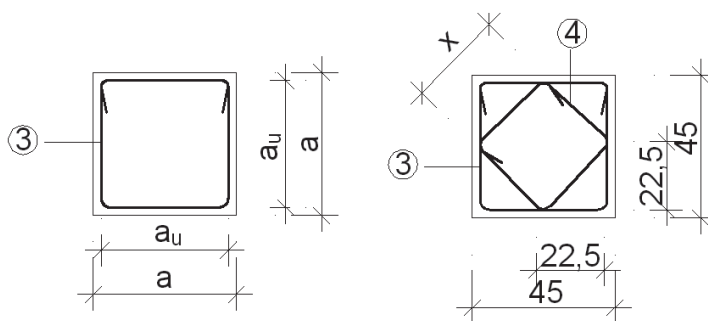
Вообичаено е арматурните планови да се цртаат во гразмер 1:20, 1:25, а попречните пресеци во 1:10.

Прачките и узенгиите се означуваат со броеви (ознаки) – **1**, **2**, **3**. Означувањето треба да биде на самиот носач, на прачките кои вообичаено се цртаат десно од носачот и на попречните пресеци. На секоја прачка, покрај ознаката треба да се напише колку такви прачки се усвоени и со кој профил. Десно од ознаката треба да стои должината на прачката во m .

До ознаката на секоја узенгија треба да се напише од кој профил се направени узенгиите, на кое растојание треба да се постават и вкупната должина на узенгијата во m .

На крајот треба да се изработи табеларен исказ за масата на арматурата со сите податоци кои се потребни при набавка и сечење на арматурата.

Должината на прачките се определува според димензиите на столбот и потребното преклопување. Должината на узенгиите се определува според одредбите на ПБАБ/87 на следниов начин:



Сл. 3.12

Пресметување должина на узенгии:

Ознака 4

$$L_4 = 5a_u + 2\Delta l_{ku} - 6\phi_u$$

Δl_{ku} - дополнителна должина за правилно обликување на куката на узенгијата

$$\Delta l_{ku} = 8cm \text{ за } \phi \leq 10mm$$

$$a_u = a - 2a_0$$

a_0 - заштитен слој од бетон

за МБ<25, столб и слабо агресивна средина $a_0 = 2,5cm$

$$a_u = 50 - 2 \cdot 2,5 = 45cm$$

$$L_4 = 5 \cdot 45 + 2 \cdot 8 - 6 \cdot 0,6 = 237cm$$

Ознака 5

$$L_5 = 5 \cdot x + 2 \cdot \Delta l_{ku} - 6 \cdot 0,6$$

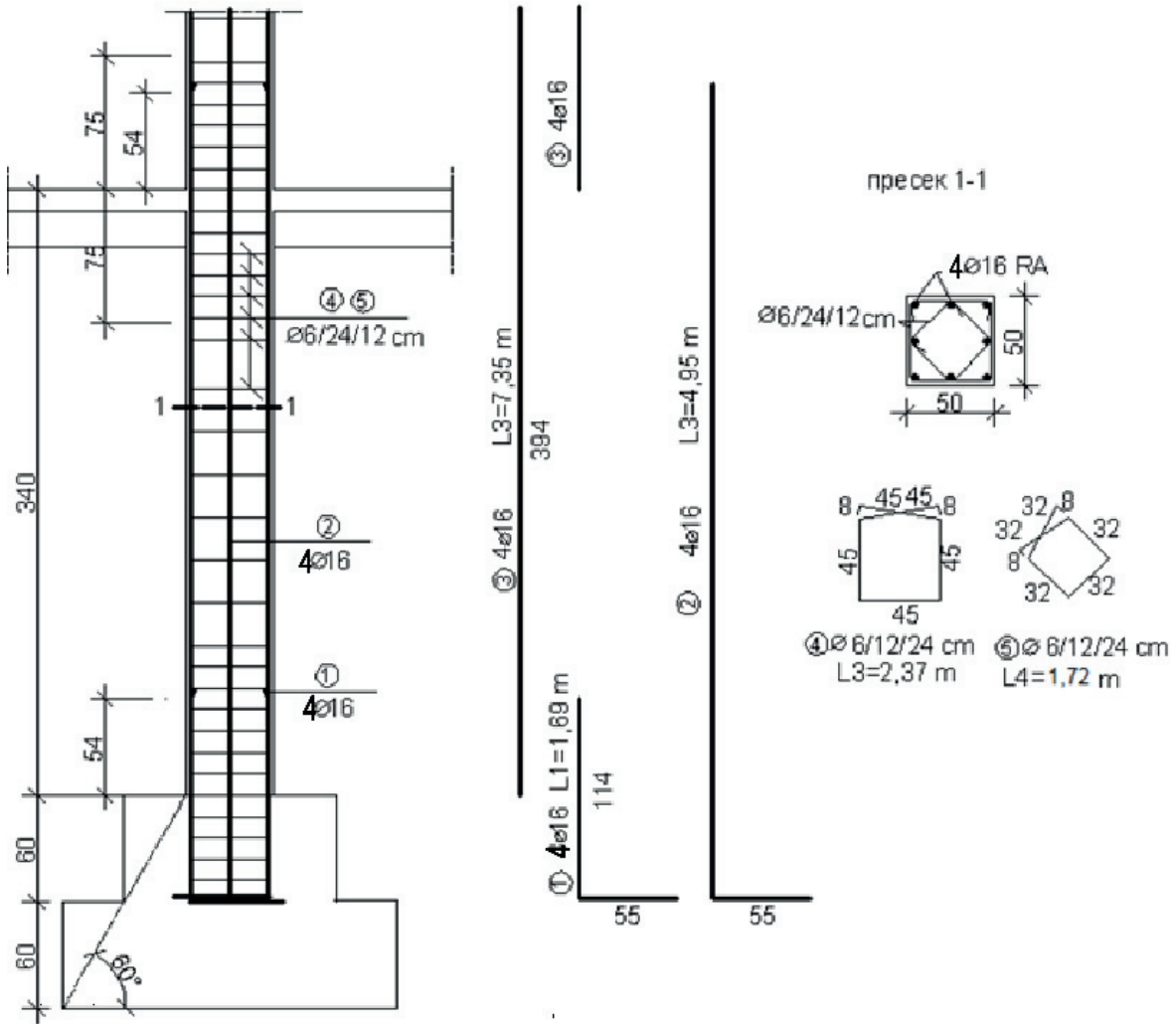
$$x = 22,5 \cdot \sqrt{2} = 22,5 \cdot 1,41 = 32 \text{ cm}$$

$$L_5 = 5 \cdot 32 + 2 \cdot 8 - 6 \cdot 0,6 = 172 \text{ cm}$$

Табеларен исказ за потребна арматура, столб S₁

POS	ознака	Ø (mm)	единечна должина L(m)	број на прачки	вкупна должина по Ø	
					Ø6	Ø16
4	1	16	1,69	4		6,76
	2	16	4,95	4		19,80
	3	16	7,35	4		29,40
	4	6	2,37	21	49,77	
	5	6	1,72	21	36,12	
вкупна должина по Ø					43,07	55,96
тежина по Ø/m'					0,228	1,621
вкупна тежина по Ø					9,819	90,71
ВКУПНО + 2% растур за Ø≤14mm; Ø>14mm					10,01 kg	92,50kg

АРМАТУРЕН ПЛАН НА СТОЛБ S₁



Сл. 3.13

Пример 2.

Да се димензионира армирано бетонски столб S_2 со квадратен попречен пресек. Должината на извиткување изнесува $l_k = 300$ cm, а изведен е од MB30. Столбот прима сила $N = N_g + N_p = 1200 + 900 = 2100$ kN. Да се определат димензиите на столбот и пресекот на арматурата ако се користи RA400/500-2, а се наоѓа во сеизмички активно подрачје.

Ултимативната сила N_u за $\varepsilon_a \leq 0$, $\gamma_g = 1,9$ и $\gamma_p = 2,1$ изнесува:

$$N_u = \sum \gamma_i \cdot N_i = 1,9 \cdot 1200 + 2,1 \cdot 900 = 4170 \text{ kN}$$

Се претпоставува минималниот процент на армирање:

$$\mu_{\min} = 0,6\%$$

Користејќи го изразот во облик:

$$N_u = A_b \cdot f_b + A_a \cdot \sigma_{doz} = A_b \left(f_b + \frac{A_a}{A_b} \cdot \sigma_{doz} \right)$$

$$N_u = A_b (f_b + \mu \cdot \sigma_{doz})$$

За плоштината на бетонскиот пресек може да се напише:

$$A_b = \frac{N_u}{f_b + \mu \cdot \sigma_{doz}} = \frac{4170 \cdot 10}{20,5 + \frac{0,6}{100} \cdot 400} = 1820,96 \text{ cm}^2$$

Страната на столбот е:

$$a = \sqrt{A_b} = \sqrt{1820,96} = 42,67 \text{ cm}$$

Усвоено: $a = 45 \text{ cm}$

Виткоста на столбот се одредува по изразот:

$$\lambda_k = \frac{l_k}{i_{\min}} = \frac{300}{0,289 \cdot 45} = 23,07 < 25$$

што значи дека столбот треба да се пресмета без да се земе во обзир извиткувањето.

Минималниот процент на армирање е:

$$\mu_{\min} = \frac{\lambda_k}{50} - 0,4 = \frac{23,07}{50} - 0,4 = 0,06\% < 0,6\%$$

Поради тоа што се добива процент на армирање 0,06%, кој е помал од минималниот (0,6%) се усвојува $\mu_{\min} = 0,6\%$.

Пресекот на арматурата изнесува:

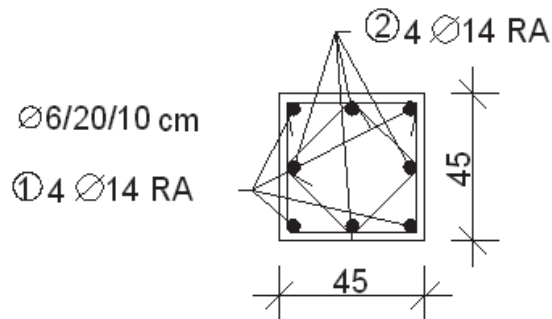
$$A_a = \mu_{\min} \frac{A_b}{100} = 0,6 \frac{45^2}{100} = 12,15 \text{ cm}^2$$

Користејќи го **прилогот 6.5** за RA400/500-2 усвоени се: $8\emptyset 14$ RA со $A_a = 12,32 \text{ cm}^2$.

За усвоената надолжна арматура ($\emptyset 14 < \emptyset 20$) се усвојуваат узенгии $\emptyset 6 \text{ mm}$ на растојание:

$$e_{uz} \leq \begin{cases} 15\varphi = 15 \cdot 1,4 = 21\text{cm} \\ a = 45\text{cm} \\ \text{max}30\text{cm}. \end{cases}$$

Поради тоа што столбот е во сеизмички активно подрачје, се усвојува $e_{uz} = 20\text{cm}$.



сл. 3.14

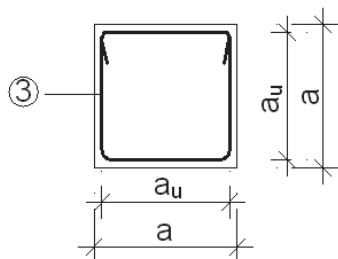
На должина од 1m над и под меѓукатната конструкција, според ПБАБ/87 во сеизмички подрачја узенгиите се поставуваат на двојно помало растојание $e_{uz} = 7,5/15\text{cm}$.

Продолжувањето на една половина од прачките (4Ø14) се врши над меѓукатната конструкција со должина на преклопот од 1,0 m. Другата половина од прачките (4Ø14) продолжува преку цекиот кат, без продолжување со преклопување.

Должината на узенгиите се определува според одредбите од ПБАБ/87 (сл.3.15)

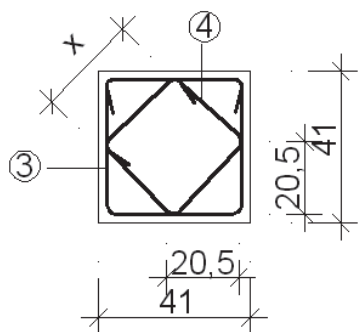
Должината на узенгиите се определува според димензиите на столбот на следниот начин:

Ознака 3



$$L_3 = 5a_u + 2 \Delta l_{ku} - 6\varnothing_u = 5 \cdot 41 + 2 \cdot 8 - 6 \cdot 0,6 = 217,4 \approx 217\text{cm}$$

Ознака 4



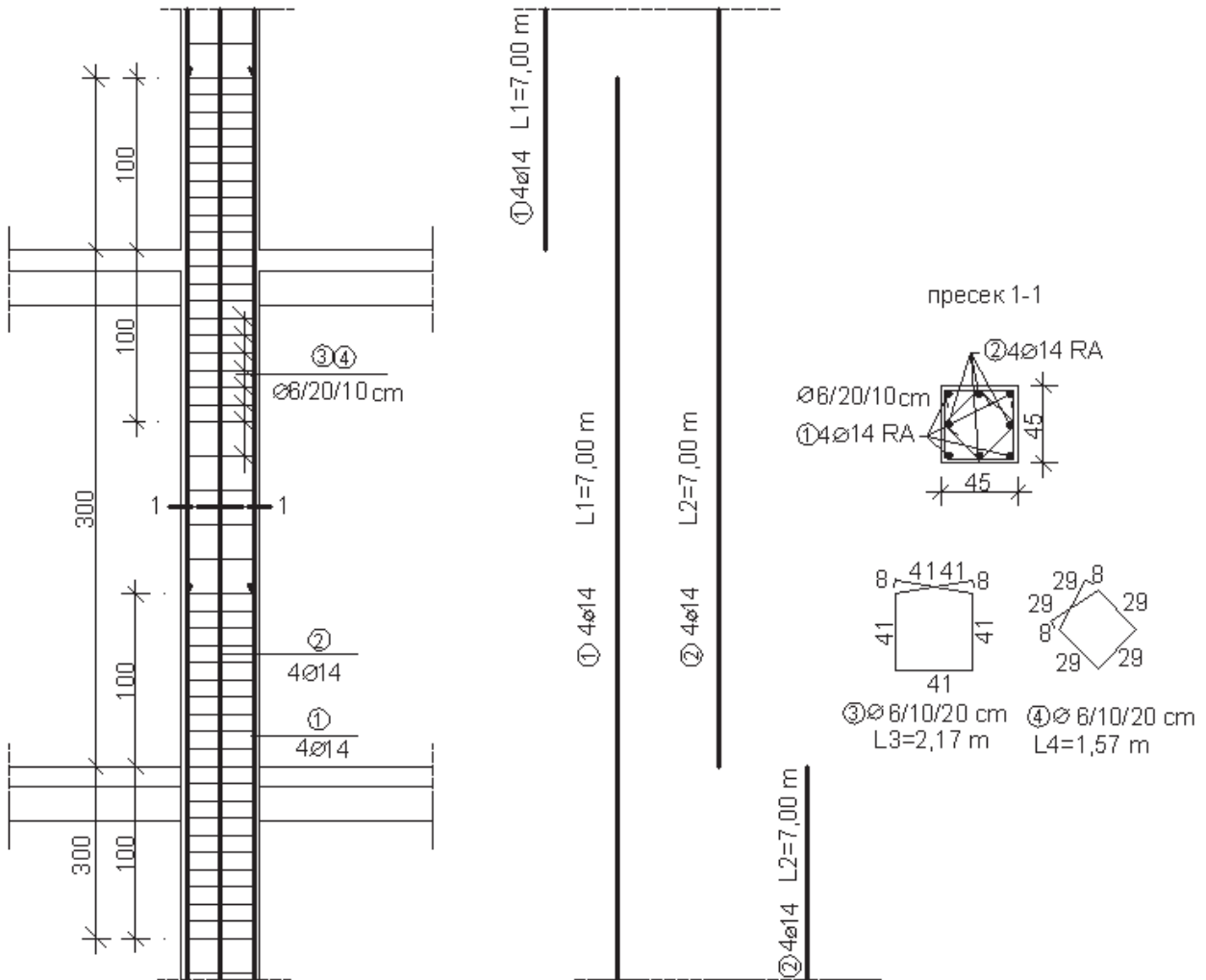
$$x = 20,5\sqrt{2} = 29 \text{ cm}$$

$$L_4 = 5 \cdot 2 \Delta l_{ku} - 6\varnothing_u = 5 \cdot 29 + 2 \cdot 8 - 6 \cdot 0,6 = 157,4 \approx 157 \text{ cm}$$

сл. 8.15

На сл. 3.16 даден е арматурен план изработен според упатствата дадени во претходниот пример.

АРМАТУРЕН ПЛАН ЗА СТОЛБ S₂ P 1:25



Сл. 3.16

Прачките со ознаки 1 и 2 одат преку 2 ката и се приклучуваат наизменично.

Пример 3

Да се димензионира армиранобетонски столб со кружен напречен пресек $D=50$ cm и должина на извиткување $l_k=300$ cm. Столбот да се армира со RA400/500-2; MB20, а се наоѓа во сеизмички неактивно подрачје. Дебелината на заштитниот слој $a_0=2$ cm. После извршеното димензионирање да се изработи арматурен план во R1:20; карактеристичен пресек во R1:10; а на крај да се направи табеларен исказ за потребна арматура.

Постапка за работа:

1. Одредување површина на бетонскиот пресек:

$$A_b = \frac{D^2 \pi}{4} = \frac{50^2 \cdot 3,14}{4} = 1962,5 \text{ cm}^2$$

2. Виткост на столбот

$$\lambda_k = \frac{l_k}{i_{b \min}} = \frac{300}{0,25 \cdot 50} = 24 < 25 - \text{ без извиткување}$$

3. Минимален процент на армирање

$$\mu_{\min} = \frac{\lambda_k}{50} - 0,40 < 0,60\%$$

$$\mu_{\min} = \frac{24}{50} - 0,40 = 0,08\%$$

Усвоено $\mu_{\min} = 0,60\%$

4. Плоштина на надолжна (главна) арматура

$$A_a = \frac{\mu_{\min} \cdot A_b}{100} = \frac{0,6 \cdot 1962,5}{100} = 11,78 \text{ cm}^2$$

Усвоени 6Ø16 со $A_a = 12,06 \text{ cm}^2$

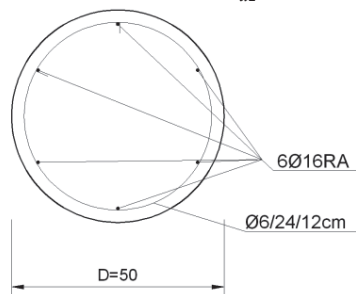
5. Плоштина на узенгии

Усвоени Ø6

6. Растојание меѓу узенгии

$$e_{uz} = \left\{ \begin{array}{l} 15 \cdot \phi = 15 \cdot 1,6 = 24 \text{ cm} \\ D = 50 \text{ cm} \\ 30 = 30 \text{ cm} \end{array} \right\}$$

Усвоено $e_{uz} = 24 \text{ cm}$



Сл. 3.17

7. Растојание на узенгиите кај преклопот

$$e_{uz} = 7,5 \cdot \phi = 7,5 \cdot 1,6 = 12 \text{ cm}$$

$$l_s = 1,5 \cdot D = 1,5 \cdot 50 = 75 \text{ cm}$$

8. Должина на преклопување

$$l_p = k \cdot \phi = 40 \cdot 1,6 = 64 \text{ cm}$$

K – коефициент кој се чита од табела 2 и зависи од МБ и видот на арматурата.
Во нашиот случај за МВ20 и RA, $k = 40$

9. Пресметковна јакост на бетонот

$$f_b = 14 \text{ MP}_a \text{ за МВ20}$$

10. Сила што ја прима столбот (ултимативна сила)

$$N_u = A_b \cdot f_b + A_a \cdot \sigma_{v(02)}$$

$$N_u = 1962,5 \cdot 14 + 12,06 \cdot 40$$

$$N_u = 27475 + 482,4$$

$$N_u = 27957,4 \text{ kN}$$

11. Должина на главни прачки

$$L_1 = l_k + l_p = 300 + 64 = 364 \text{ cm}$$

12. Должина на узенгија

Преклопот кај кружните узенгии се зема 30ϕ

$$L_2 = D_u \cdot \pi + 2 \Delta l_k$$

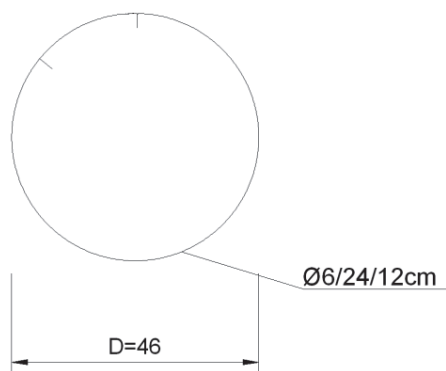
$$L_2 = 46 \cdot 3,14 + 2 \cdot 8$$

$$L_2 = 160,44 \text{ cm}$$

$$D_u = D - 2a_0$$

$$D_u = 50 - 2 \cdot 2$$

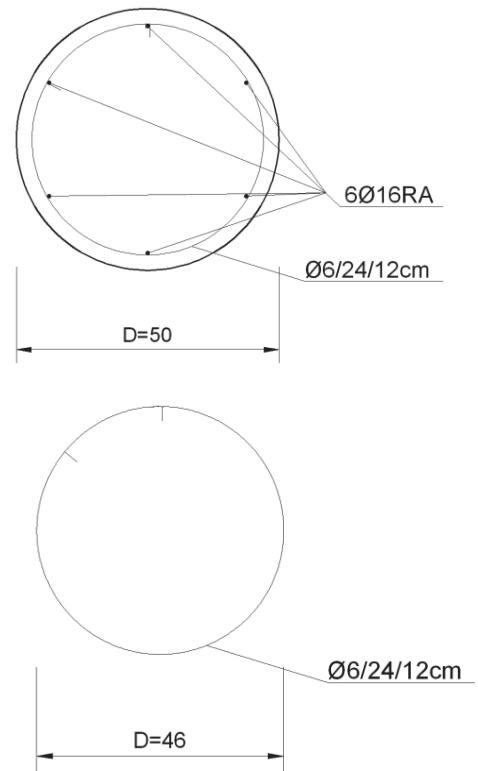
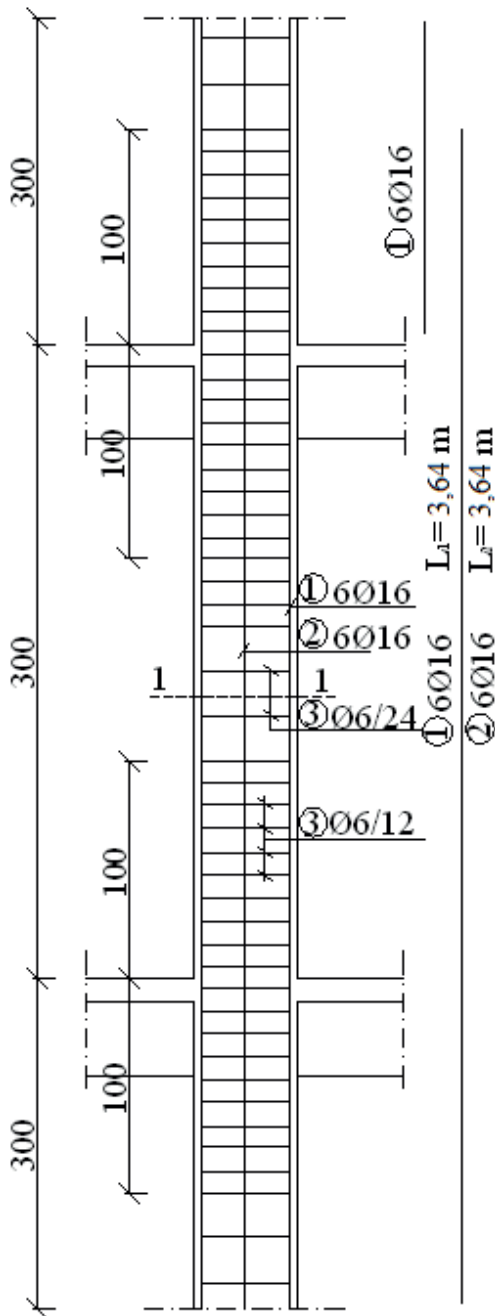
$$D_u = 46 \text{ cm}$$



сл. 3.18

АРМАТУРЕН ПЛАН ЗА КРУЖЕН СТОЛБ Р 1:25

Карактеристичен пресек 1-1 Р 1:10



Табеларен исказ за потребна арматура за столб S

POS	ознака	Ø (mm)	единечна должина L (m)	број на прачки	вкупна должина по Ø	
					Ø6	Ø16
S	1	16	3,64	6		21,84
	2	16	3,64	6		21,84
	3	6	1,60	28	44,80	
вкупна должина по Ø					44,80	43,68
тежина по Ø/m'					0,228	1,621
вкупна тежина по Ø					10,21	70,81
ВКУПНО + 2% растур за Ø≤14mm; Ø>14mm					10,41 kg	72,22 kg

Запомни!

- ✓ Столбови се линиски елементи кои во армиранобетонските конструкции се среќаваат како самостојни или како дел од некој сложен конструктивен рамовски систем.
- ✓ Според својот попречен пресек можат да бидат: квадратни, правоаголни, кружни, полигонални со Т-пресек или со Г- пресек и тн.
- ✓ Минималните димензии на столбот се 30/30 см.
- ✓ Се армираат со надолжна арматура и узенгии, а минималното Ø на надолжната арматура е 12 mm.
- ✓ Минималниот број на прачки кај квадратен и правоаголен пресек е 4, а кај кружен пресек 6. Максималното растојание меѓу прачките изнесува 40 см.
- ✓ Пречникот на узенгиите е Ø6mm, односно Ø8mm зависно од Ø на надолжните прачки.
- ✓ Во зависност од вредноста на коефициентот λ_k столбовите можат да бидат со извиткување и без извиткување.

Задачи за вежбање!

1. Да се разработи арматурен план за столб со квадратен попречен пресек димензии 40/40cm; должина на извиткување $l_k=300$ cm; изработен од MB30; RA400/500-2; дебелина на заштитен слој $a_0=2$ cm; надолжни прачки 4Ø16; узенгии Ø6/25/12,5cm; размер во кој ќе се црта арматурниот план е R1:20; карактеристичен пресек 1:10; на крај да се даде табеларен исказ за потребна арматура.

Прашања!

1. За кои елементи велите дека се столбови?
2. Каков може да биде попречниот пресек на столбовите?
3. Колку изнесува минималниот процент на армирање кај столбовите?
4. Колкав е минималниот број на прачки кај столб со квадратен попречен пресек, а колкав е кај столб со кружен попречен пресек?
5. Од што зависи Ø на узенгии?



ТЕМА 4 - Елементи од армиран бетон напрегнати на свиткување

Во оваа тематска целина учениците ќе се оспособат:

Плочи

- да разликуваат армиранобетонски плочи армирани во еден правец според статичкиот систем;
- да разликуваат систем слободно потпрена плоча;
- да димензионираат слободно потпрена плоча според граничната носивост;
- да усвојуваат арматура;
- да цртаат арматурни планови за слободно потпрена плоча;
- да изработуваат табеларен исказ за арматура;
- да решаваат практични примери од слободно потпрена плоча;
- да разликуваат конзолна плоча;
- да решаваат практични примери од конзолна плоча;
- да разликуваат плоча со препусти;
- да решаваат практични примери од плоча со препусти;
- да разликуваат вклетштена плоча;
- да решаваат практични примери од континуирана плоча;

4. ЕЛЕМЕНТИ ОД АРМИРАН БЕТОН НАПРЕГНАТИ НА СВИТКУВАЊЕ

4.1. Димензионирање на правоаголни пресеци напрегнати на свиткување со арматура само во истегнатата зона

4.2. Армиранобетонски плочи - општо

4.2.1. Армиранобетонски плочи што го пренесуваат товарот во еден правец -општо и армирање

4.2.1.1. Слободно потпрена плоча

4.2.1.2. Конзолна плоча

4.2.1.3. Плоча со препусти

4.2.1.4. Вклетена плоча

4.2.1.5. Континуирана плоча

4.2.2. Армиранобетонски плочи што го пренесуваат товарот во два правци

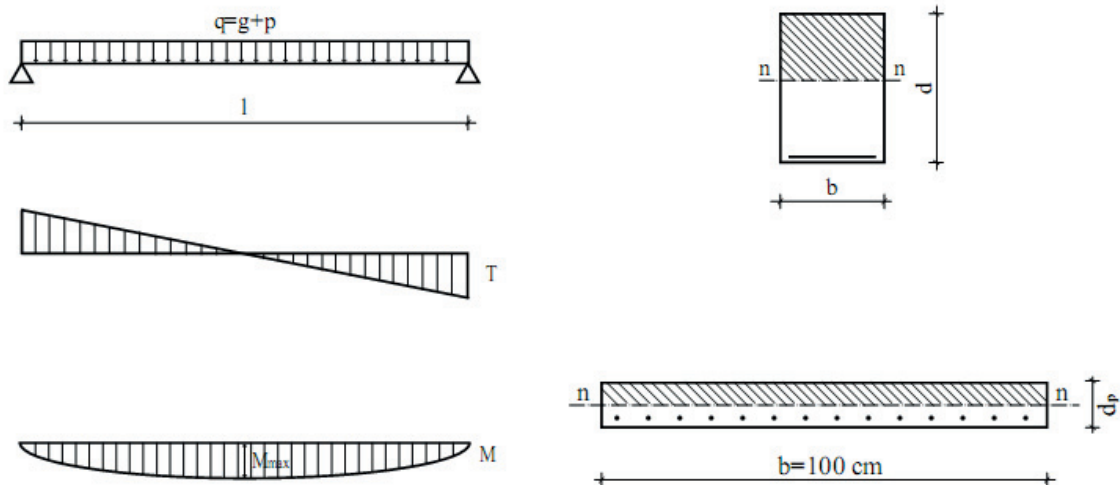
4. ЕЛЕМЕНТИ ОД АРМИРАН БЕТОН НАПРЕГНАТИ НА СВИТКУВАЊЕ

На сликата 4.1. е прикажан еден армиранобетонски елемент товарен со рамномерно распределен товар.

Под дејство на товарот во пресеците на елементот се јавуваат трансферзални сили и моменти на свиткување. За ваквите елементи се вели дека се напрегнати на свиткување. Во армиранобетонските конструкции такви елементи најчесто се плочите и гредите.

Елементите кои се товарени така што во пресеците да не се јавуваат трансферзални сили се напрегнати на т.н. чисто свиткување.

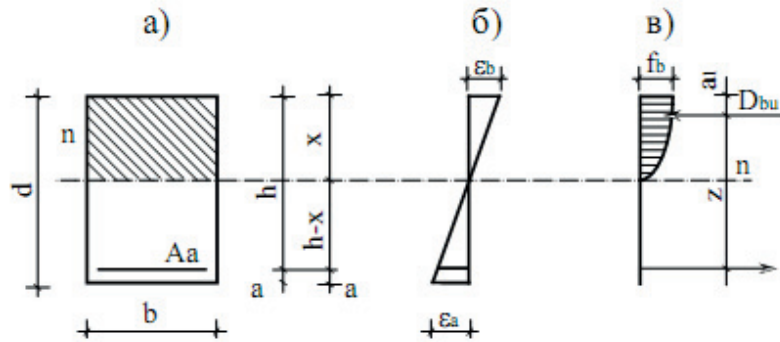
Товарот го деформира елементот при што слоевите над неутралната оска се притиснати а под неа истегнати. Поради тоа што бетонот не е во состојба да прифати поголеми напрегања на истегнување пресеците во истегнатата зона се армираат. Тоа значи дека надворешниот момент во најголем дел го прима притиснатиот дел од бетонскиот пресек од горната и истегнатата арматура од долната страна на неутралната оска. Потребниот бетонски пресек и пресекот на арматурата зависат од надворешниот момент односно товар и квалитетот на бетонот и челикот, и се одредуваат со постапка позната како димензионирање на пресеците.



Сл. 4.1.

4.1 ДИМЕНЗИОНИРАЊЕ НА ПРАВОАГОЛНИ ПРЕСЕЦИ НАПРЕГНАТИ НА СВИТКУВАЊЕ СО АРМАТУРА САМО ВО ИСТЕГНАТАТА ЗОНА

На сл. 4.2а е прикажан еден правоаголен пресек напрегнат на свиткување армиран само во истегнатата зона од пресекот. На истата сл. 4.2б е прикажан распоредот на дилатациите по висината на пре-секот и на сл. 4.2в, распоредот на напрегањата по висината на притиснатата зона.



Сл. 4.2.

Ознаките на сл.4.2. го имаат следново значење:

d - вкупна висина на пресекот,

b - статичка ширина (за плочи $b = 100\text{cm}$, a за греди колку и ширината на гредата),

h - статичка висина (растојание од тежиштето на арматурата до притиснатиот раб на пресекот),

a - растојание од истегнатиот раб на пресекот до тежиштето на арматурата,

x - растојание од притиснатиот раб на пресекот до неутралната оска,

D_{bu} - внатрешна сила на притисок во бетонот,

Z_u - внатрешна сила на истегнување во арматурата,

z - крак на внатрешните сили,

$\varepsilon_a, \varepsilon_b$ - дилатации во арматурата и бетонот,

A_a - пресек на истегнатата арматура,

f_b - пресметковна јакост на бетонот,

a_1 - растојание на силата на притисок D_{bu} до притиснатиот раб на пресекот.

На дејството на надворешниот момент $M_u = \sum \gamma_i \cdot M_i$ му се спротиставува

внатрешен момент кого го чини спрегата на внатрешните сили D_{bu} и Z_u чиј крак е z . За да може да се одредат вредностите на внатрешните сили, односно внатрешниот момент потребно е најпрвин да се дефинира положбата на неутралната оска и одреди кракот на внатрешните сили.

За познати вредности на x , z , D_{bu} и Z_u , користејќи ги условите за рамнотежа $\sum M = 0$ и $\sum H = 0$, може да се одредат статичката висина h и пресекот на арматурата A_a што е и крајната цел.

Од условот за еднаквост на надворешниот ултимативен момент и внатрешниот момент изразен преку силата на притисок D_{bu} и Z_u може да се одреди статичката висина според конечниот израз:

$$h = k_h \cdot \sqrt{\frac{M_u}{b}}$$

каде е:

k_h - коефициент на висината на напречниот пресек кој зависи од $\varepsilon_a, \varepsilon_b$ и MB .

Од условот за еднаквост на надворешниот ултимативен момент и внатрешниот момент изразен преку силата на истегнување Z_u , $M = Z_u \cdot z$ (следи $M_u = Z_u \cdot z$), може да се одреди пресекот на истегнатата арматура според изразот:

$$A_a = \frac{M_u}{\sigma_{v(02)} \cdot k_z \cdot h}$$

Пресекот на арматурата може да се одреди и од условот сумата на внатрешните сили да е нула ($D_{bu} = Z_u$) од каде точно произлегува:

$$A_a = \mu \cdot b_0 \cdot h$$

каде е:

$$\mu = \frac{A_a}{A_b} \text{ процент на армирање кој зависи од } \varepsilon_a, \varepsilon_b \text{ и } MB.$$

Вредноста на коефициентите k_x, k_z, k_h, m_n и μ зависат од $\varepsilon_a, \varepsilon_b$ и MB и еднаш засекогаш може да се пресметаат и табелираат или нацртаат во вид на дијаграми. Според нашиот ПБАБ, максималната дозволена дилатација на притисок на бетонот изнесува $\varepsilon_b = 3,5\%$, а максималната дозволена дилатација на истегнување на арматурата $\varepsilon_a = 10\%$.

При димензионирањето можат да се јават **неколку случаи**:

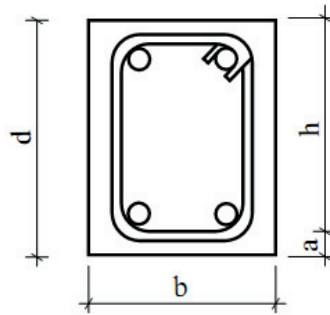
1. За познати надворешни влијанија, квалитет на бетонот и челикот, потребно е да се одредат бетонскиот пресек и пресекот на арматурата.
2. За познати надворешни влијанија, квалитет на бетонот и челикот и бетонскиот пресек потребно е да се одреди пресекот на арматурата.
3. За познат бетонски пресек, квалитетот на бетонот и арматурата, да се одреди пресекот на арматурата и моментот на кршење.

Пример 1.

Да се димензионира армиранобетонска греда со правоаголен напречен пресек со ширина $b = 30\text{cm}$, MB30, а за армирање ќе се употреби челик RA400/500-2. Ако $M_g = 120\text{kNm}$, $M_p = 90\text{kNm}$, заштитниот слој $a_0 = 2\text{cm}$. Претпоставени се дилатациите $\varepsilon_a = 10\text{‰}$; $\varepsilon_b = 3,5\text{‰}$.

$$M_u = \gamma_g \cdot M_g + \gamma_p \cdot M_p$$

$$M_u = 1,6 \cdot 120 + 1,8 \cdot 90 = 354\text{kNm}$$



Сл. 4.3.

Статичката висина h се определува според изразот:

$$h = k_h \sqrt{\frac{M_u}{b}}$$

Коефициентот на висината на пресекот k_h се отчитува од прилогот 6.7, според претпоставените дилатации на бетонот $\varepsilon_b = 3,5\text{‰}$, на арматурата $\varepsilon_a = 10\text{‰}$ и марката на бетонот MB30; $k_h = 1,614$.

Статичката висина на пресекот ќе биде:

$$d = h + a;$$

$$a = a_0 + \phi_u + \frac{\phi}{2} = 2 + 0,6 + 0,95 = 3,5\text{cm}$$

$$h = 1,614 \cdot \sqrt{\frac{354 \cdot 10^2}{30}} = 55,44 \text{ cm}$$

$$d = 55,44 + 3,5 = 58,94 \text{ cm} \text{ усвоено } d = 60 \text{ cm}$$

$$h_{ctb} = d - a = 60 - 3,5 = 56,5 \text{ cm}$$

Најчесто за вкупната висина на носачот не се добива цел број, па затоа добиената вредност за d се заокружува на поголемиот цел број што завршува на 0 или 5. Заокружената вредност на d претставува усвоена висина.

Потребната плоштина на арматурата се определува според изразот:

$$A_a = \frac{M_u}{\sigma_v \cdot k_z \cdot h_{ctb}}$$

Каде е:

k_z - коефициент на кракот на внатрешните сили. Тој се отчитува од прилогот 6.7, според марката на бетонот и стварниот коефициент на висината k_h , кој се пресметува според ултимативниот елемент на свиткување што дејствува на гредата M_u и усвоените димензии на пресекот:

$$k_h = \frac{h_{stv}}{\sqrt{\frac{M_u}{b}}} = \frac{56,5}{\sqrt{\frac{354 \cdot 10^2}{30}}} = 1,645$$

Според најблиската помала вредност се отчитува коефициентот K_z и стварните дилатации на арматурата и бетонот.

За MB30 и $k_h = 1,635 \Rightarrow k = 0,895; \varepsilon_b = 3,4\text{‰}; \varepsilon_a = 10\text{‰}$

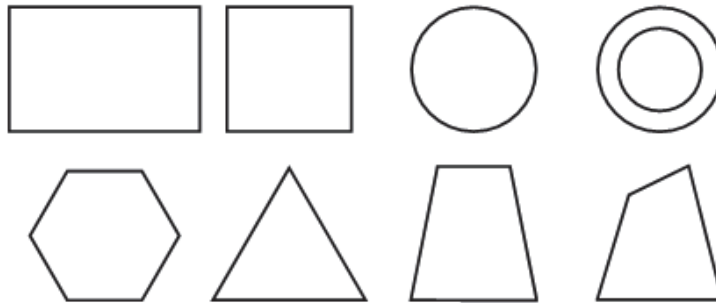
Со замена се добива пресекот на потребната арматура:

$$A_a = \frac{354 \cdot 10^2}{400 \cdot 10^{-1} \cdot 0,895 \cdot 56,5} = 20,33 \text{ cm}^2$$

4.2. АРМИРАНОБЕТОНСКИ ПЛОЧИ - ОПШТО

Под поимот плоча се подразбира површински елемент, со релативно мала дебелина, товарен нормално на неговата средна рамнина и изложен на свиткување.

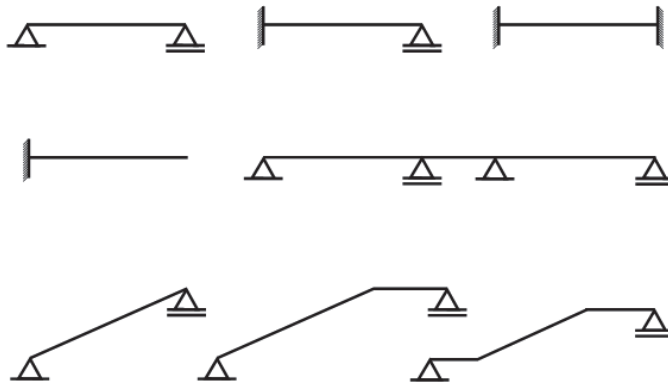
Примената на плочите во армиранобетонските конструкции е честа, и тоа како: меѓукатни, покривни, скалишни и други конструкции кај сите објекти од високоградбата и индустриските објекти, долни и горни плочи кај резервоарите и засолништата, коловозни плочи кај мостовите, темелни плочи и др. Нивната улога е да го прифаќаат товарот кој се предава на нив и да го предадат на елементите врз кои се потпираат, да го преградат и затворат просторот и да ја обединат работата на сите вертикални елементи во една целина за дејство на хоризонтални сили. Според обликот, гледано во основа, плочите можат да бидат: **правоаголни, квадратни, кружни, полигонални, триаголни, трапезни или со друг сосема произволен облик** (сл. 4.4).



Сл. 4.4. Облик на плочи во основа

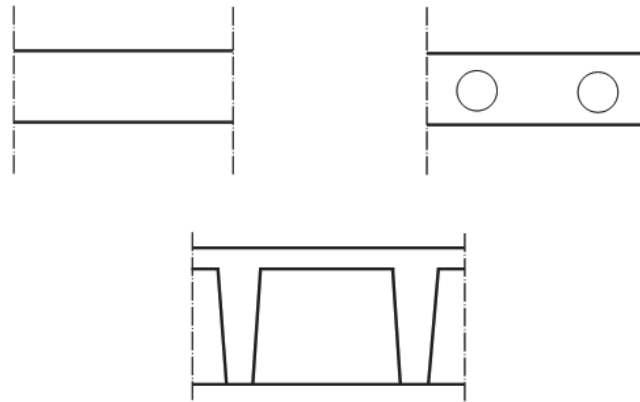
Во плочите кај индустриските објекти, станбените и јавните објекти згради често постојат помали или поголеми отвори, потребни за одвивање на технолошки процес и за спроведување на разни инсталации, климатизација и сл.

Армиранобетонските плочи можат да бидат потпрени линиски на потпори (сидови, греди, и сл.) и точкасто на столбови директно или преку капители. Најчесто плочите се потпираат линиски и тоа како слободно потпрени, целосно или делумно вкештени, континуирани итн. Скалишните плочи се конструираат како коси или коленести (сл. 4.5).



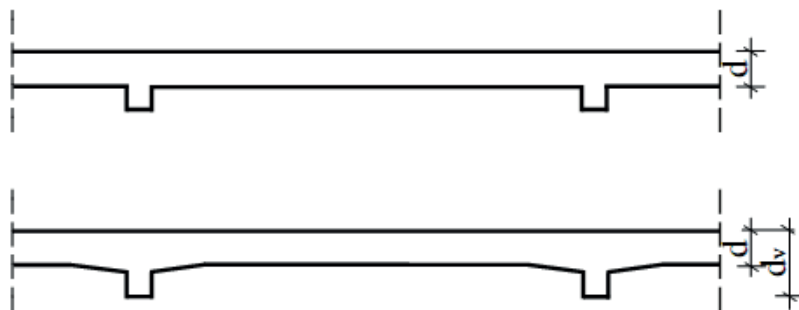
Сл. 4.5. Статички системи на плочи

Според обликот на попречниот пресек плочите можат да бидат полни, олеснети и зајакнати со ребра (сл. 4.6). Најчесто се применуваат полните плочи затоа што се наједноставни за изведување.



Сл. 4.6. Облик на плочи во попречен пресек

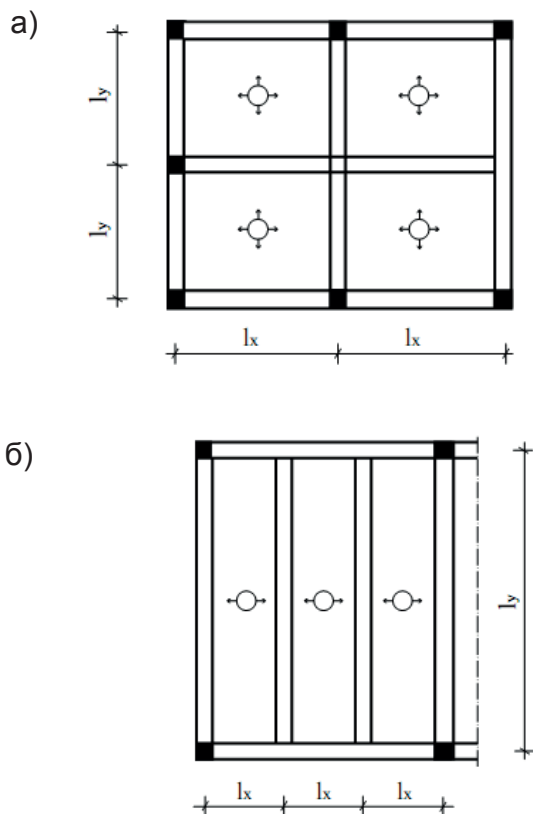
Плочите можат да се изведуваат со константна или променлива дебелина (со вути) (сл. 4.7).



Сл. 4.7. Плочи без и со вути

Минималната дебелина на полните плочи товарени со рамномерно распределен товар изнесува $d = 7cm$. Исклучително за покривите, непроодни плочи дебелината може да биде и $d = 5cm$, а кај ситнорестите меѓукатни конструкции плочите се $d = 4cm$. Минималната дебелина на полните плочи по кои се движат патнички возила е $d = 10cm$, а по кои се движат товарни возила $d = 12cm$. Во најопшт случај дебелината на плочата треба да биде $\frac{l}{35}$ од пократкиот распон за слободно потпрени плочи, односно $\frac{l_{0min}}{35}$ каде l_{0min} е растојание меѓу нултите точки во дијаграмот на нападните моменти $l_{0min} = (0,6 - 0,8)l$ во зависност од начинот на потпирањето).

Во зависност од односот на распоните $\frac{l_y}{l_x}$ плочите можат да бидат армирани во еден или два правца. Ако е исполнет условот $0,5 \leq l_y/l_x \leq 2$, плочите го пренесуваат товарот и се армираат со главна арматура во два правца (сл 4.8 а). Таквите плочи се нарекуваат вкрстено армирани плочи. Спротивно, кога овој услов не е исполнет $0,5 > l_y/l_x > 2$, плочите го пренесуваат товарот и се армираат со главна арматура во еден правец (сл. 4.8 б). Стрелките на сликата го покажуваат правецот на пренесување на товарот, односно правецот во кој се поставува главната арматура.

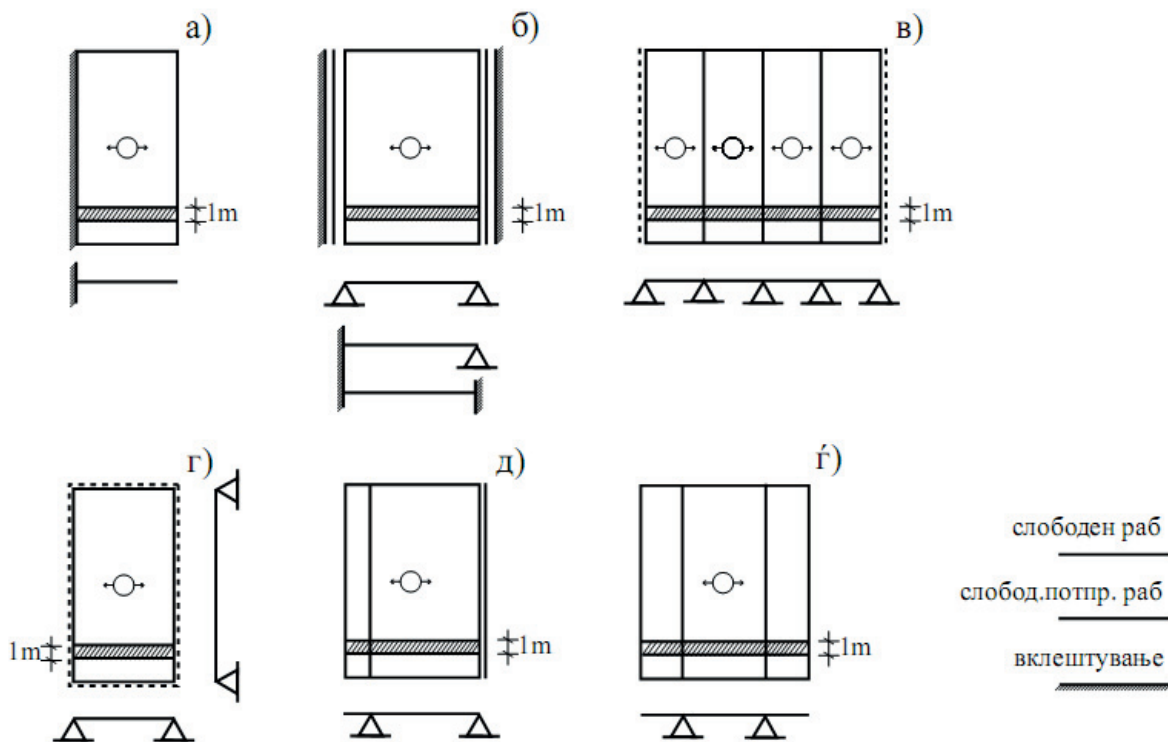


Сл. 4.8.

4.2.1 АРМИРАНОБЕТОНСКИ ПЛОЧИ ШТО ГО ПРЕНЕСУВААТ ТОВАРОТ ВО ЕДЕН ПРАВЕЦ - ОПШТО И АРМИРАЊЕ

Армиранобетонските плочи го пренесуваат товарот во еден правец во следниве случаи:

1. Плочата е вкештена од едната страна, а останатите три се слободни - конзолна плоча (сл. 4.9а);
2. Плочата е потпрена на две спротивни страни, а останатите две се слободни (слободно потпрена, делумно или потполно вкештена од едната или двете страни или, пак, континуирана плоча) (сл. 4.9 б,в);
3. Плочата е потпрена на три или четири страни, но односот на распоните $l_y/l_x > 2$ (сл. 4.9г);
4. Плочата е потпрена на две потпори, а преоѓа преку едната или двата потпора - плоча со еден, односно два препуста (сл. 4.9д, е);



Сл. 4.9.

Ако армиранобетонската плоча е товарена со рамномерно распределен товар се анализира и пресметува лента од плочата со широчина од 1m, а ако дејствува концентриран товар може да се работи со цела ширина или повторно со лента широка 1m но со редуциран товар.

Армирањето на плочите што го пренесуваат товарот во еден правец се врши со главна и распределителна арматура со поединечни жици и прачки од RA400/500 или со заварена арматурна мрежа MA500/560.

Улогата на главната арматура е да ги прифати напрегањата на истегнување. Таа се пресметува според ултимативниот момент (M_u) и се поставува во правец на помалиот распон. По форма може да биде права или виткана, (денес ао примената на ребрастата арматура виткана арматура нема). Ако се поставува во долната зона, треба да заврши со куки од 90° , ако се поставува во горната зона завршува исто со правоаголни куки.

Минималните проценти на армирање за главната арматура во пресеците каде напрегањата се најголеми треба да изнесуваат:

$$\mu_{\min} = \begin{cases} 0,15A_b & \text{за GA240/360} \\ 0,10A_b & \text{за RA400/500} \\ 0,075A_b & \text{за MA500/560} \end{cases}$$

Меродавна вредност на пресекот на главната арматура е поголемата од двете пресметани арматури (едната според ултимативниот момент, а другата според минималниот процент на армирање). При изборот на пречникот на прачките треба да се настојува да се одбираат поголем број потенки профили, така што растојанието меѓу прачките да биде $8-20\text{cm}$, односно 5-12 прачки на еден метар должен. За објектите од високоградбата се усвојуваат $\varnothing 6, 8, 10$ и $\varnothing 12$ mm, а за објектите од нискоградбата каде плочите се подебели и пречниците се поголеми, ориентационо $\varnothing \text{ mm} \approx d \text{ cm}$, но така да бидат задоволени следниве критериуми за растојанието меѓу нив, кое се обележува со e :

$$e \geq 3\varnothing \geq 4 \text{ cm}$$

$$e \leq \begin{cases} 2d & \text{за рамномерно рапределен товар} \\ 1,5d & \text{за концентриран товар} \\ 20 \text{ cm} \end{cases}$$

Во пресеците на плочата во кои заради смалување на напрегањата се смалува и арматурата, растојанието меѓу прачките не смее да биде поголемо од 40 cm.

Распределителната арматура се поставува нормално на главната и се врзува или лесно заварува за неа. Нејзината улога е повеќекратна:

- ги држи прачките од главната арматура на наведените растојанија;
- го распоредува товарот (концентриран) на поголема површина;

- спречува појава на прснатини, поради собирање на бетонот и др.

Пресекот на распределителната арматура не се пресметува, туку се усвојува конструктивно во зависност од пресекот на главната арматура и изнесува:

$$A_a^r = 0,20A_a - \text{за објектите од високоградбата,}$$

$$A_a^r \leq 0,65A_a - \text{за мостови и слични објекти.}$$

Минималните проценти на армирање за разделната арматура треба да изнесуваат:

$$\mu_{\min} = \begin{cases} 0,085\%A_b & \text{за RA400/500} \\ 0,075\%A_b & \text{за MA500/560} \end{cases}$$

Се одбираат тенки прачки $\varnothing 6$ - $\varnothing 8$ mm, но така да бидат задоволени следниве критериуми.

$$e_1 \leq \begin{cases} 4d & \text{за рамномерно рапределен товар} \\ 3d & \text{за концентриран товар} \\ 30 \text{ cm} & \end{cases}$$

Во пресеците блиску до потпорите ова растојание може да изнесува $e_1 \leq 40 \text{ cm}$.

Запомни!

- ✓ Елементите кои се товарени така што во пресеците да не се јавуваат трансверзални сили се напрегнати на т.н. чисто свиткување.
- ✓ Надворешниот момент „М“ во најголем дел го прима притиснатиот дел од бетонскиот пресек од горната и истегнатата арматура од долната страна на неутралната оска.
- ✓ Статичката висина се определува според изразот:

$$h = K_h \sqrt{\frac{M_u}{b}}$$

K_h - коефициент на висината на нап речниот пресек кој зависи од $\varepsilon_a, \varepsilon_b$ и M_B .

- ✓ При димензионирањето можат да се јават неколку случаи:

- За познати надворешни влијанија, квалитет на бетонот и челикот, потребно е да се одредат бетонскиот пресек и пресекот на арматурата;
 - За познати надворешни влијанија, квалитет на бетонот и челикот и бетонскиот пресек, потребно е да се одреди пресекот на арматурата;
 - За познат бетонски пресек, квалитетот на бетонот и арматурата, да се одреди пресекот на арматурата и моментот на кршење;
- ✓ Под поимот плоча се подразбира површински елемент, со релативно мала дебелина, товарен нормално на неговата средна рамнина и изложен на свиткување.
 - ✓ Според обликот, гледано во основа, плочите може да бидат: правоаголни, квадратни, кружни, полигонални, триаголни, трапезни или со друг сосема произволен облик.
 - ✓ Најчесто плочите се потпираат линиски и тоа како слободно потпрени, целосно или делумно вклетени, континуирани и т.н. Скалишните плочи се конструираат како коси или коленести.
 - ✓ Според обликот на попречниот пресек, плочите може да бидат полни, олеснети и зајакнати со ребра.
 - ✓ Минималната дебелина на полните плочи товарени со рамномерно распределен товар изнесува $d = 7cm$. (Исклучително за покривните, непроодните плочи, дебелината може да биде и $d = 5cm$, а кај ситноробрастите меѓукатни конструкции дебелината на плочите изнесува $d = 4cm$. Минималната дебелина на полните плочи по кои се движат патнички возила е $d = 10cm$, а по кои се движат товарни возила е $d = 12cm$.
 - ✓ Во зависност од односот на распоните l_y/l_x плочите можат да бидат армирани во еден или два правца. Ако е исполнет условот $0,5 \leq l_y/l_x \leq 2$, плочите го пренесуваат товарот и се армираат со главна арматура во два правца. Таквите плочи се нарекуваат вкрстено армирани плочи.
 - ✓ Армирањето на плочите што го пренесуваат товарот во еден правец се врши со главна и распределителна арматура со поединечни прачки од RA400/500 или со заварена арматурна мрежа MA500/560.
 - ✓ Улогата на главната арматура е да ги прифати напрегањата на истегнување и се пресметува според ултимативниот момент (M_u) и се поставува во правец на помалиот распон.
 - ✓ Минималните проценти на армирање за главната арматура во пресеците каде напрегањата се најголеми треба да изнесуваат:

$$\mu_{\min} = \begin{cases} 0,10A_b & \text{за RA400/500} \\ 0,075A_b & \text{за MA500/560} \end{cases}$$

Распределителната арматура се поставува нормално на главната и се врзува или лесно заварува за неа.

Минималните проценти на армирање за разделната арматура треба да изнесуваат:

$$\mu_{\min} = \begin{cases} 0,085\%A_b & \text{за RA400/500} \\ 0,075\%A_b & \text{за MA500/560} \end{cases}$$

4.2.1.1. СЛОБОДНО ПОТПРЕНА ПЛОЧА

Слободно потпрените армиранобетонски плочести носачи во практиката се среќаваат сосема ретко. Во инженерските објекти тоа се **капаците кај разните канали, резервоари, септички јами и сл.**, а во објектите од високоградба тоа се покривните плочи. Во најопшт случај се смета дека плочите се потпираат слободно, ако врз нив нема барем една меѓукатна висина (сид).

Слободно потпрените плочи се економични за распони од max 3-4m. За поголеми распони дебелината, а со тоа и сопствената тежина брзо се зголемуваат и ја прават плочата некономична.

Потпорите на слободно потпрените плочи не се точно дефинирани, па затоа теоретскиот (статичкиот) распон изнесува $l = 1,05l_0$.

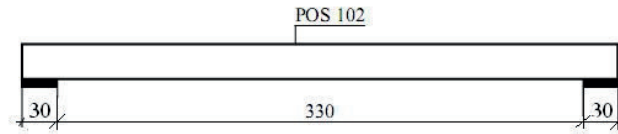
Иако нападните моменти над потпорите се еднакви на нула, се препорачува 1/2 од главната арматура во поле да се постави над потпорите.

Правоаголните плочи што се потпрени на сите четири страни, а се пресметани како плочи кои го пренесуваат товарот само во правец на пократкиот распон l_x , над потпорите во правец на подолгиот распон l_y , треба да се армираат конструктивно.

Пример 1

Да се димензионира слободно потпрена покривна плоча POS102 со (чист) отвор $l_{0x} = 330\text{cm}$, ширина на потпорите $b_0 = 30\text{cm}$ (сл. 4.10) и должина $l_{0y} = 800\text{cm}$. Податоци: MB30, RA400/500-2, дебелина на плочата $d = 16\text{cm}$ $M_u = 40,89\text{kN}\cdot\text{m}$. По

извршеното пресметување да се нацрта арматурен план во R и да се пресмета масата на потребната арматура.



сл. 4.10.

1. Димензионирање

1.1 Одредување арматура

Стварниот коефициент на висината е:

$$k_h = \frac{h}{\sqrt{\frac{M_u}{b}}}$$

$$d = h + a$$

$$h = d - a$$

$$a = a_0 + \phi / 2 = 1,5 + 0,5 = 2\text{cm}$$

$$h = 16 - 2 = 14\text{cm}$$

(за $MB30$, плоча и слабо агресивна средина $a_0 = 1,5\text{cm}$)

$$k_h = \frac{h}{\sqrt{\frac{M_u}{b}}}$$

$$k_h = \frac{14}{\sqrt{\frac{40,89 \cdot 10^2}{100}}} = 2,192$$

За $MB30$ и $k_h = 2,164 \Rightarrow k_z = 0,937, \varepsilon_a = 10\text{‰}, \varepsilon_b = 2,0\text{‰}$

$$A_a = \frac{M_u}{\sigma_v \cdot k_z \cdot h} = \frac{40,89 \cdot 100}{400 \cdot 10^{-1} \cdot 0,937 \cdot 14} = 7,77\text{cm}^2$$

$$A_{a\text{min}} = \frac{\mu_{\text{min}} \cdot A_b}{100} = \frac{0,10 \cdot 100 \cdot 14}{100} = 1,4\text{cm}^2$$

$$A_{a\text{min}} = 1,4\text{cm}^2 < 7,77\text{cm}^2$$

Меродавно за усвојување е $A_a = 7,77\text{cm}^2$

Усвоено $10\phi 10 / m$ (RA400/500-2)

$$A_a = 7,85\text{cm}^2$$

Главна арматура $\phi 10 / 10\text{cm}$

$$t = 100 / 10 = 10\text{cm}$$

$$A_a^r = 0,20 \cdot A_a = 0,20 \cdot 7,77 = 1,55\text{cm}^2$$

$$A_{a\min}^r = \frac{\mu_{\min} \cdot A_b}{100} = \frac{0,085 \cdot 100 \cdot 14}{100} = 1,19\text{cm}^2$$

$$A_{a\min}^r = 1,19\text{cm}^2 < 1,55\text{cm}^2$$

Меродавно за усвојување е $A_{ar} = 1,55\text{cm}^2$

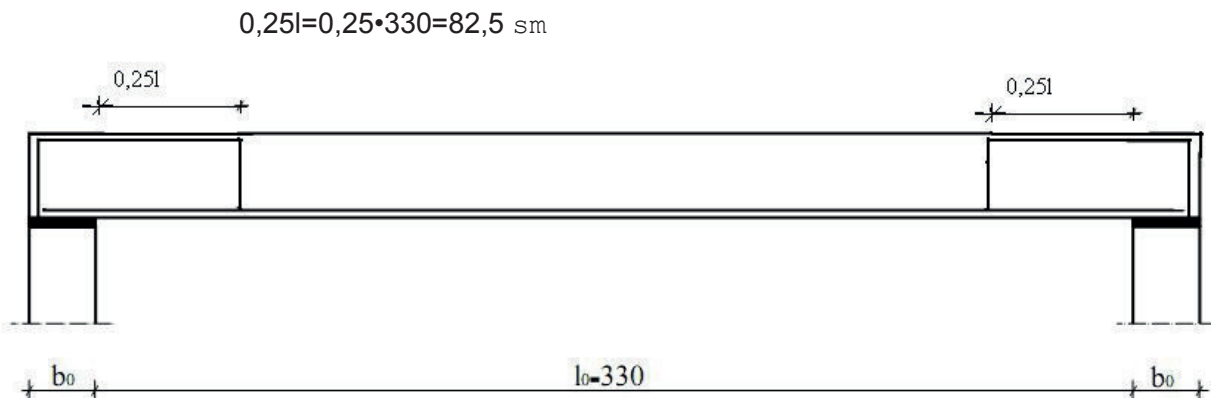
Усвоено $6\phi 6 / m$ со $A_a^r = 1,70\text{cm}^2$

Разделна арматура $\phi 6 / 16,7\text{cm}$

$$t = 100 / 6 = 16,7\text{cm}$$

2. Потребни елементи за изработка на арматурниот план

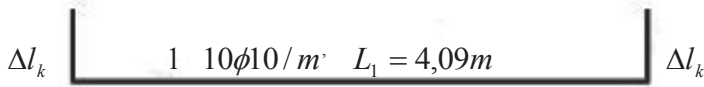
Освен според линијата на силите на истегнување, арматурниот план може да се нацрта и според т.н. шема (сл. 4.11), односно според параметри добиени врз основа на искуството. За слободно потпрена плоча е установено дека горната точка на свиткување на свитканата прачка се наоѓа на растојание $0,25l_0$ од чистиототвор.



Сл. 4.11. шема за поставување арматура кај слободно потпрена плоча

3. Пресметување на должините на прачките

3.1 Прачка - ознака 1



Според одредбите на ПБАБ/87 год. дополнителните должини Δl_k за правилно обликување на куките од ребраста арматура (RA) изнесуваат:

$$\Delta l_{k1} = \begin{cases} 3\varnothing + 8 \text{ cm} & \text{за } \varnothing \leq 10 \\ 11\varnothing & \text{за } \varnothing \geq 10 \end{cases}$$

Бидејќи прачките се усвоени со $\varnothing 10$

$$\Delta l_{k1} = 11\varnothing = 11 \cdot 1 = 11 \text{ cm.}$$

Должината на анкерување на правите прачки над потпорите е $2/3 l_s (ef)$ (директно потпирање). За RA, MB30 и за лоша атхезија (таб. 2):

Вредности на „к“ Табела 2

<div style="display: inline-block; border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; padding: 2px 5px;"> č МБ </div>	15	20	30	40	50	60
GA	56	50	44	39	36	34
RA	46	40	32	26	23	20

$$l_s = 1,5 \cdot 32 \cdot \varnothing = 1,5 \cdot 32 \cdot 1,0 = 48 \text{ cm}$$

$$l_{s(ef)} = 0,5 l_s = 0,5 \cdot 48 = 24 \text{ cm}$$

$$\frac{2}{3} l_{s(ef)} = \frac{2}{3} 24 = 16 \text{ cm}$$

Потпорите со својата ширина $b_0 = 30 \text{ cm}$ обезбедуваат анкерување на првите прачки (конструктивно се водат преку целата потпора):

$$S_1 = l_{0x} + 2b_0 - 2a_0^1 = 330 + 2 \cdot 30 - 2 \cdot 1,5 = 387 \text{ cm}$$

$$L_1 = S_1 + 2\Delta l_{k1} = 387 + 2 \cdot 11 = 409 \text{ cm}$$

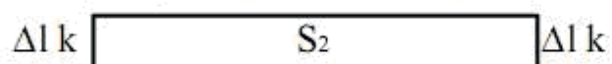
каде е:

a_0 - заштитен слој за плоча (претпоставено е дека плочата е изведена со MB30),
 L_1 -вкупна или развиена должина која се изразува во m' .

Вкупниот број арматура над потпората е ист како за правата арматура $5 \times 8 = 40$ парчиња.

3.2. Прачка со ознака 2

$$2 \quad 5\phi 10 / m' \quad L_2 = 1,33m$$



$$S_2 = b_0 + 0,25l_{0x} - a_0 = 30 + 0,25 \cdot 330 - 2 = 110,5cm$$

$$L_2 = S_2 + 2\Delta l_k = 110,5 + 2 \cdot 11 = 132,5cm \approx 1,33m$$

3.3. Прачка со ознака 3

$$\textcircled{3} \quad 6\phi 6 / m' \quad L_3 = 8,56 m$$

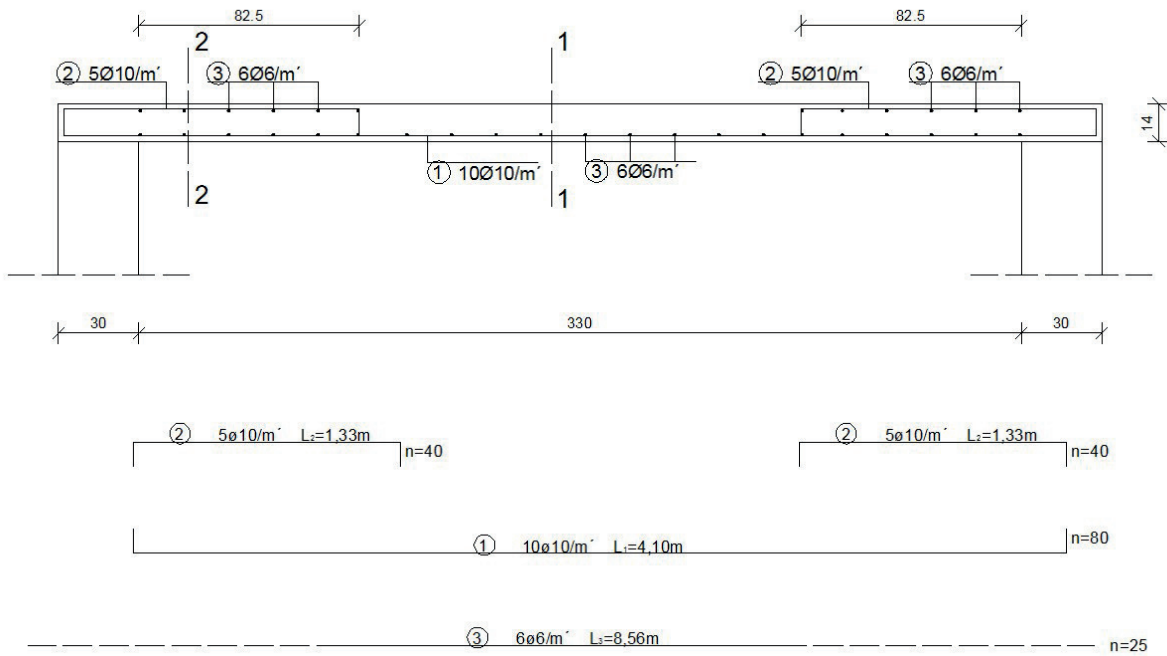
Должината на разделната арматура се определува според должината $l_y = 8,0m$.

$$L_3 = l_{0y} + 2b_0 - 2a_0 = 800 + 2 \cdot 30 - 2 \cdot 2 = 856cm$$

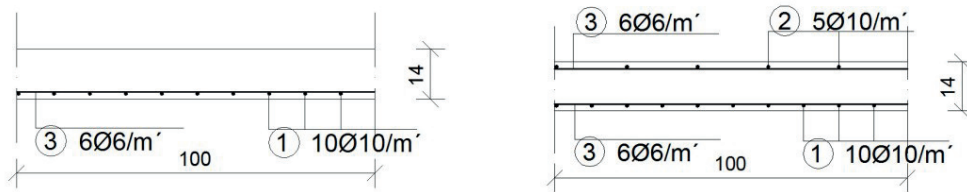
$$L_3 = 8,56m$$

Вкупниот број парчиња од разделната арматура се определува на тој начин што се бројат разделните прачки долу и горе во надолжниот пресек на плочата прикажани на арматурниот план (сл. 4.12).

POS 102 Слободно потпрена плоча, MB30, RA400/500-2, P 1:20



Карактеристични пресеци R 1: 10



Сл. 4.12.

Потребната маса на арматура е дадена во табелата што следи:

Pos.	ознака	Ø (mm)	L (m)	парчиња		вкупна должина по Ø	
				на м'	вкупно	Ø6	Ø10
102	1	10	4,09	10	80		320
	2	10	1,33	5	40+40		88
	3	6	8,56	6	25	214	
вкупна должина по Ø						214	408
маса на 1 м'						0,228	0,405
вкупна маса во кг						48,72	165,14
ВКУПНО за Ø≤12 мм 322,94 kg за Ø>12 + 2% растурање						213,86+4,28=218,11	

Пример 2: Да се димензионира слободно потпрена плоча POS 208 со отвор $l_{0x} = 2,5m$ и должина $l_{0y} = 5,5m$. Изработена од MB20 MAG500/560, и $M_u = 9,82kNm$. По извршеното димензионирање да се нацрта арматурен план во размер.

1. Димензионирање

а) Одредување дебелина на плочата

$$d = h + a$$

$$a = a_0 + \frac{\phi}{2} = 2,0 + 0,5 = 2,5cm$$

(за $MB < 25$ и слабо агресивна средина $a_0 = 2,0cm$)

$$h = k_h \cdot \sqrt{\frac{M_u}{b}}$$

За MB20 и предпоставени $\varepsilon_b / \varepsilon_a = 3,5 / 10\%$ $k_h = 1,953$ (прилог...)

$$h = 1,953 \cdot \sqrt{\frac{9,82 \cdot 10^2}{100}} = 6,12cm$$

$$d = 6,12 + 2,5 = 8,62cm \Rightarrow \text{усвоено } d = 9,0cm$$

$$h = d - a = 9,0 - 2,5 = 6,5cm$$

б) Одредување арматура

$$k_h = \frac{h}{\sqrt{\frac{M_u}{b}}} = \frac{6,5}{\sqrt{\frac{9,82 \cdot 10^2}{100}}} = \frac{6,5}{3,13} = 2,076$$

За MB20 и $k_h = 2,063 \Rightarrow k_z = 0,904, \varepsilon_a = 10\%, \varepsilon_b = 3,1\%$

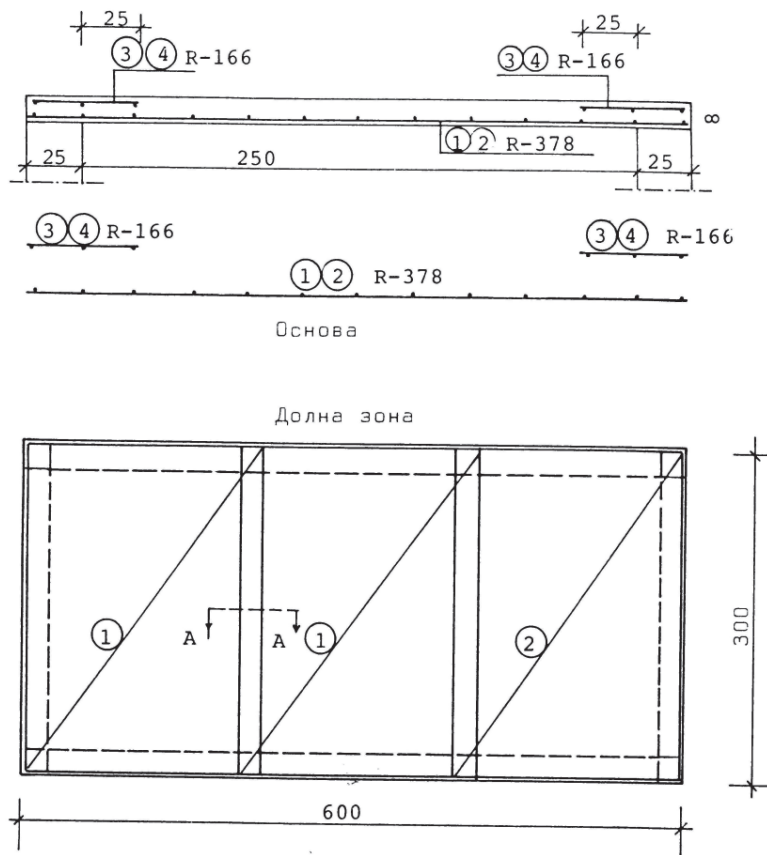
$$A_a = \frac{M_u}{\sigma_v \cdot k_z \cdot h} = \frac{9,82 \cdot 10^2}{500 \cdot 10^{-1} \cdot 0,904 \cdot 6,5} = 3,34cm^2$$

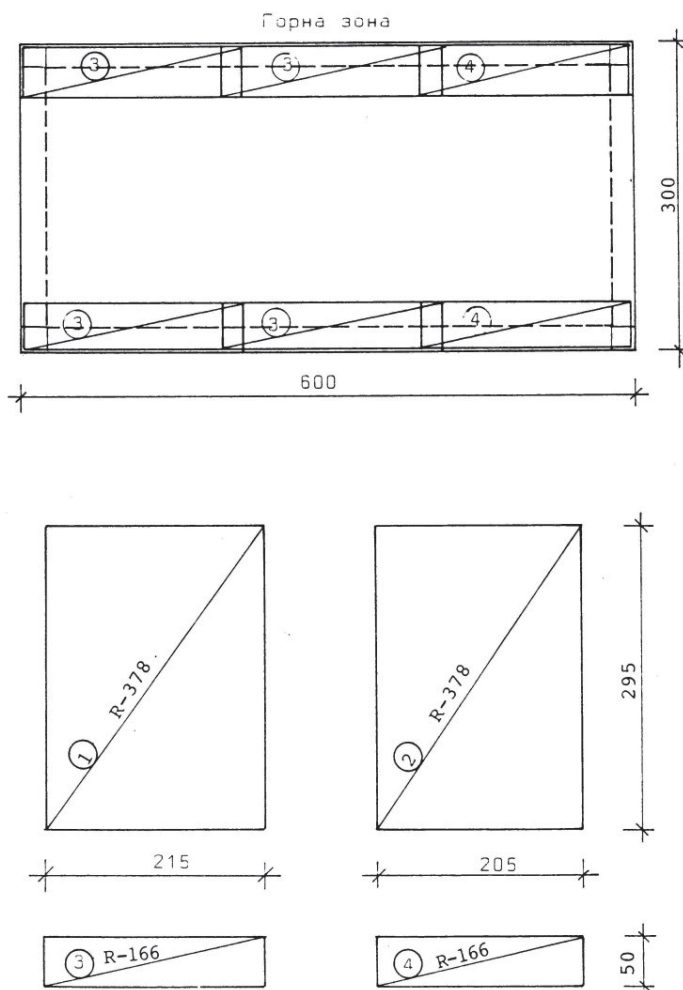
$$A_{a \min} = \frac{0,075 \cdot 100 \cdot 6,5}{100} = 0,48cm^2 < A_a = 3,34cm^2$$

Усвоена е мрежа R-378 ($a = 150mm, t = 250mm$) (прилог....) со површина на надолжната жица од $3,78cm^2 > A_a 3,34cm^2$ со која се армира долната зона на плочата. За прифаќање на негативните моменти, горната зона над потпорите се армира со 50% од пресметаната арматура во поле. Се усвојува мрежа R-166

Армиранобетонски конструкции-редовна

($a = 100mm, t = 250mm$) (прилог 1.2). Оваа мрежа е со ширина $0,10l_{0x} + b_0 - a_0 = 0,10 \cdot 250 + 25 - 2 = 48 \approx 50cm$. Бидејќи ширината на стандарните мрежи од типот R е $215cm$, за да се армира целата плоча со $l_{0y} = 550cm$, потребно е да се постават повеќе парчиња мрежи преклопени меѓусебе (сл.4.13). Должината на преклопот се чита од прилог 1.2 за неносечките жици во зависност од профилот на на надолжните прачки и условите на атхезија. За $\phi > 6,5mm$ и лошите услови на атхезија должината на преклопувањето изнесува $l_p = 20cm$ и 3 надолжни жици (јазли).





Сл. 4.13

Запомни!

- ✓ Слободно потпрените армианобетонски плочести носачи во практиката се среќаваат сосема ретко, најчесто кај капаци на разни канали, резервоари, септички јами и сл., а во објектите од високоградба тоа се покривните плочи.
- ✓ Слободно потпрените плочи се економични за распони од $\max(3 - 4)m$.
- ✓ Иако нападните моменти над потпорите се еднакви на нула, се препорачува 1/2 од главната арматура во поле да се предвиди како додатна арматура над потпорите.
- ✓ Дебелината на плочата се претпоставува во зависност од распонот:

$$d_{\min} \geq \frac{l}{35}$$

- ✓ Волуменската тежина се пресметува кога волуменот на слојот се помножи со волуменската тежина на градежниот материјал од кој е изведен.

- ✓ Корисните, променливите товари претставуваат товари од луѓе, мебел, возила, снег и ветер и во високоградбата тие зависат од намената на објектот (училишта, болници, станбена зграда и др.).
- ✓ Потребната маса на арматурата е дадена во табела каде што се дадени: POS, ознака на арматурата, ϕ на арматурата, L на арматурата, парчиња на арматурата според ϕ , вкупна должина на арматурата по ϕ , маса за $1m'$ и вкупна маса во kg .

Задачи за повторување!

Задача 1: Да се изработи арматурен план и да се пресмета масата на потребната арматура за слободно потпрена плоча POS 101 со чист отвор $l_{0x} = 350cm$, $b_0 = 30cm$, со должина $l_{0y} = 650cm$. Податоци: MB30, RA400-500-2, $d = 15cm$ и усвоена главна арматура $10\phi 12/m'$ (RA400/500-2) и разделна арматура $6\phi 6/m'$.

Задача 2: Да се изработи арматурен план и да се пресмета масата на потребната арматура за слободно потпрена плоча POS 201 со чист отвор $l_{0x} = 380cm$, $b_0 = 30cm$, со должина $l_{0y} = 750cm$. Податоци: MB30, RA400-500-2, $d = 16cm$ и усвоена главна арматура $8\phi 12/m'$ (RA400/500-2) и разделна арматура $6\phi 6/m'$.

Тест за самооценување!

Кои површински елементи се подразбираат под поимот плоча?

За кои распони се економични слободно потпрените плочи?

а) за 2,5 m б) за 3,5 m в) за 4,5 m

Какви може да бидат плочите, според обликот?

Минималната дебелина на полните плочи товарени со рамномерно распределен товар изнесува:

а) 5 cm б) 7 cm в) 9 cm

4.2.1.2. КОНЗОЛНА ПЛОЧА

Армиранобетонските плочи кои се вкештени на едната, а се слободни на останатите три страни се нарекуваат конзолни плочи.

Нивната примена е разновидна и тоа како настрешници и балкони на објектите од високоградбата, пешачки патеки кај мостовите и др. Во споредба со останатите статички системи конзолните плочи се неекономични и затоа нивната примена е ограничена за релативно мали распони $(2-2,5)m$. Ова е очигледно, ако се спореди моментот $\min M$ на конзолен носач со распон l со моментот $\max M$ за носач кој слободно налегнува на двата краја и има ист распон l :

$$\min M = \frac{g \cdot l^2}{2}$$

$$\max M = \frac{g \cdot l^2}{8}$$

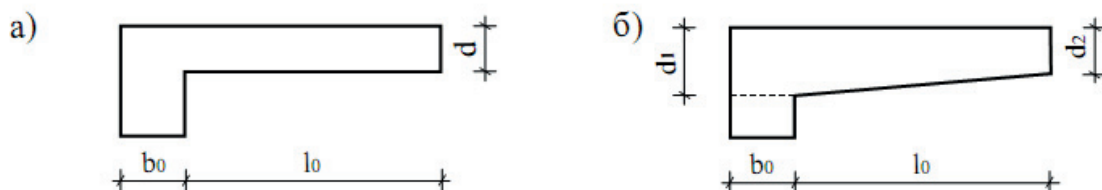
од каде следи:

$$|\min M| = 4 \max M$$

Примената на конзолните плочи во сеизмички подрачја не се препорачува.

Конзолните плочи можат да бидат со константна или променлива дебелина

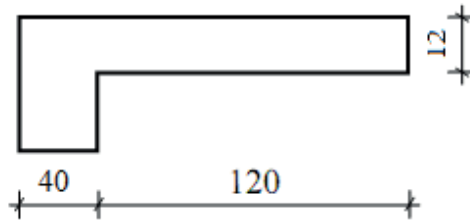
(сл. 4.14 а и б) со што се смалува сопствената тежина. Минималната дебелина на крајот не треба да биде помала од $8cm$, а во вкештувањето не помалку од $d_{\min} \geq l/12$ каде $l = l_0$ (статичкиот распон е еднаков со чистиот отвор).



Сл. 4.14. Конзолна плоча со константна и променлива дебелина

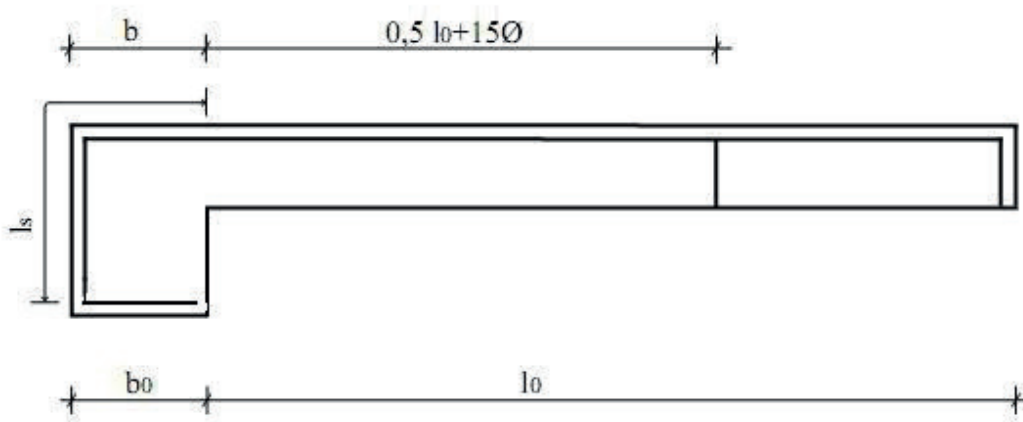
Пример 1.

Да се нацрта арматурен план според шема на армиранобетонска конзолна плоча POS 5 (сл. 9.15) со чист отвор $l_{0x} = 120\text{cm}$, $b_0 = 40\text{cm}$ и должина $l_{0y} = 600\text{cm}$. Податоци: MB30, RA400/500-2 $d = 12\text{cm}$, дебелина на заштитен слој $a_0 = 2\text{cm}$, армирана со главна арматура $8\phi 8/m'$ и разделна арматура $4\phi 6/m'$.



Сл. 4.15

Арматурниот план за конзолна плоча се црта според шемата (сл. 4.16)



Сл. 4.16. Шема за поставување арматура кај конзола

1. Елементи потребни за цртање на арматурниот план

Половина од усвоената главна арматура ($4\phi 8m'$) се прекинуваат, како непотребни (моментот на слободниот крај е нула), на растојание $0,5l_0 + 15\phi$ каде ϕ е профил на усвоената арматура (8mm):

$$0,5l_0 + 15\phi = 0,5 \cdot 120 + 15 \cdot 0,8 = 72 \text{ cm}$$

Сите прачки на главната арматура треба да се анкеруваат во потпората за должина

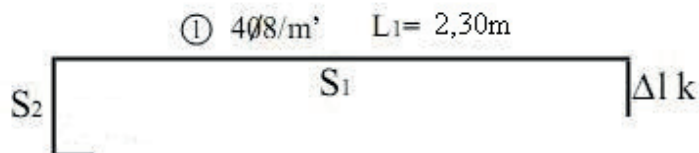
$$l_s = 1,5 \cdot k \cdot \phi$$

За добра атхезија и MB20 $k = 40$ (таб.1).

$$l_s = 1,5 \cdot 40 \cdot 0,8 = 48cm$$

2. Пресметување на должините на прачките

2.1 Прачка со ознака 1



$$\Delta l_k = d - a_0 = 12 - 2 = 10cm$$

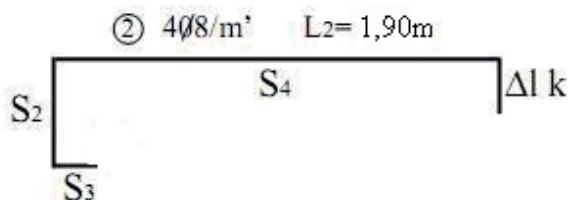
$$S_1 = l_0 + b_0 - 2a_0 = 120 + 40 - 2 \cdot 2 = 156cm$$

$$S_2 = d - 2a_0 = 30 - 2 \cdot 2 = 26cm$$

$$S_3 = 40 - 2a_0 = 40 - 2 \cdot 2 = 36cm$$

$$L_1 = S_1 + S_2 + S_3 + \Delta l_k = 156 + 26 + 36 + 10 = 228cm = 2,30m$$

2.2. Прачка со ознака 2



$$\Delta l_k = 10cm$$

$$S_2 = 26cm$$

$$S_3 = 36cm$$

$$S_4 = b_0 + 0,5l_0 + 15\phi - a_0 = 40 + 75 - 2 = 113cm$$

$$L_2 = S_2 + S_3 + S_4 + \Delta l_k = 26 + 36 + 113 + 10 = 186cm = 1,90m$$

2.3. Прачка со ознака 3

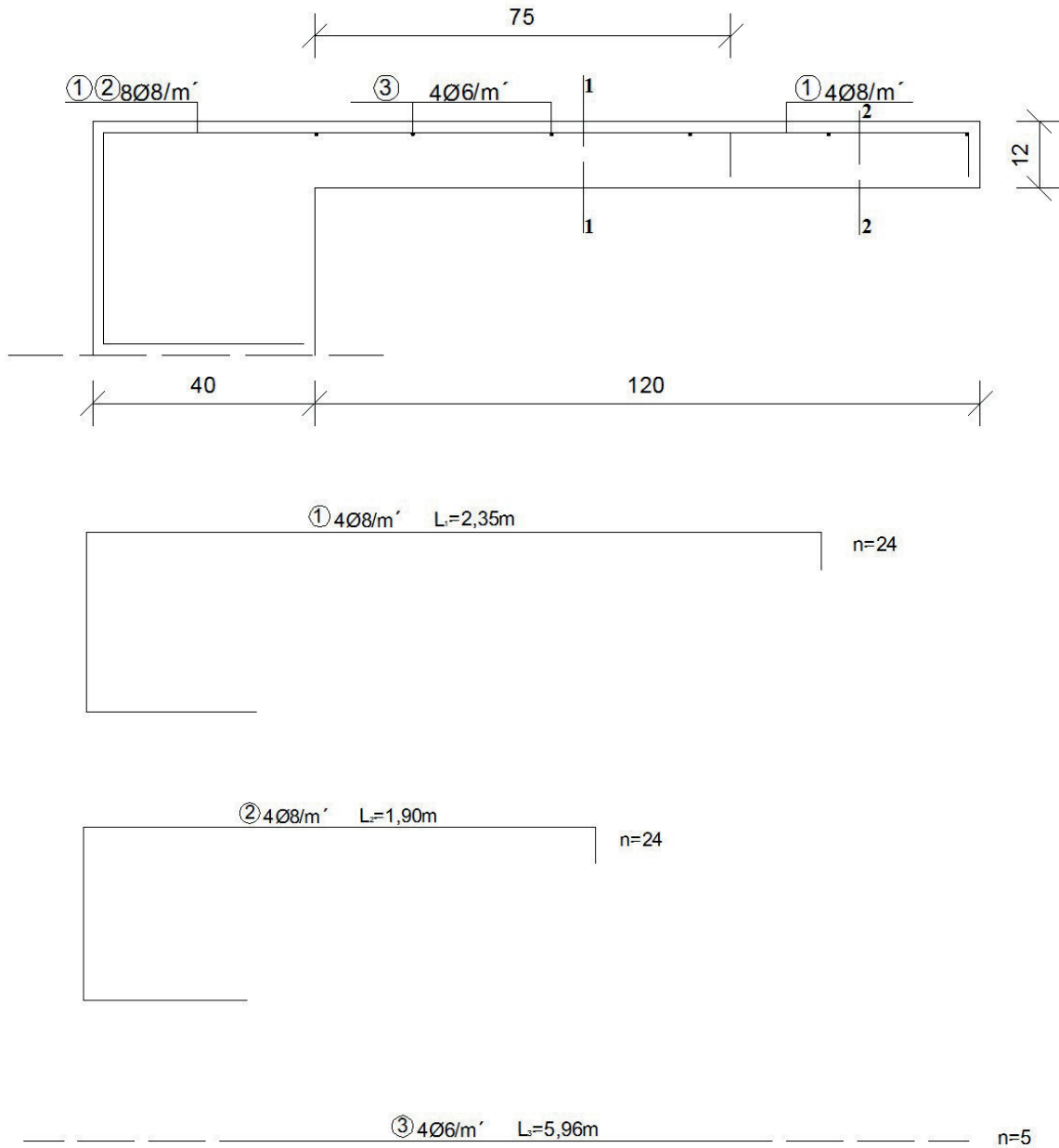


$$L_3 = l_{0y} - 2a_0 = 600 - 2 \cdot 2 = 596 \text{ cm}$$

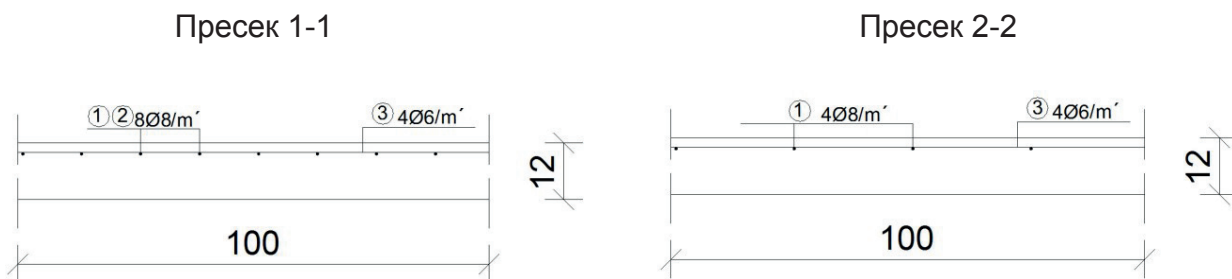
$$L_3 = 5,96 \text{ m}$$

Вкупниот број парчиња може да се вадат од надолжниот пресек-арматурен план сл. 4.17.

POS 5 Конзолна плоча, MB20, RA400/500-2, R 1:10



Карактеристични пресеци Р 1:10



сл. 4.17 Карактеристични пресеци

Потребната маса на арматура е дадена во табелата што следи:

Pos.	ознака	Ø (мм)	L (м)	парчиња		вкупна должина во м'	
				на м'	вкупно	Ø6	Ø8
6	1	8	2,30	4	24		56,40
	2	8	1,90	4	24		45,60
	3	6	5,96	4	6	35,76	
вкупна должина по Ø						35,76	102,00
маса на 1 м'						0,228	0,405
вкупна маса во кг						8,15	41,31
ВКУПНО за Ø≤12 мм 322,94 kg и за Ø>12 + 2% растурање						50,5 kg	

Запомни!

Армиранобетонските плочи кои се вкештени на едната, а се слободни на останатите три страни се нарекуваат конзолни плочи. Тие се применуваат како настрешници и балкони во објектите од високоградбата, пешачки патеки кај мостовите и др.

Нивната примена е ограничена за релативно мали распони од 2-2,5 m.

Конзолните плочи можат да бидат со константна или променлива дебелина со што се намалува сопствената тежина.

Минималната дебелина на крајот не треба да биде помала од 8m., а во вкештувањето не треба да биде помалку од $d_{\min} \geq l/12$ каде $l = l_0$ (статичкиот распон е еднаков со чистиот отвор).

Кај конзолната плоча, зоната на истегнување е во горната зона, па поради тоа арматурата треба да се постави во горната зона.

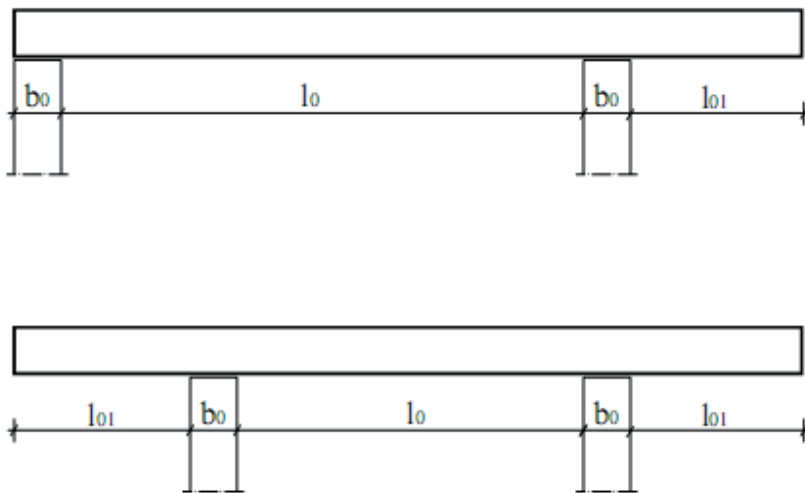
Ултимативниот момент дејствува во потпората и се намалува по должината на плочата, за да на крајот од плочата биде нула.

Задачи за повторување!

Зпдача: Да се изработи арматурен план според т.н. шема на армиранобетонска конзолна плоча и да се пресмета масата на потребната арматура за POS 1 со чист отвор $l_{0x} = 150\text{cm}$, должина $l_{0y}, 550\text{cm}$, ширина на потпора $b_0 = 30\text{cm}$. Податоци: MB30, RA400-500-2, $d = 12\text{cm}$ и усвоена главна арматура $10\emptyset 10/m'$ (RA400/500) и разделна арматура $6 \emptyset 6/m'$.

4.2.1.3 ПЛОЧА СО ПРЕПУСТИ

Ако армиранобетонската плоча на едната или двете страни поминува преку потпорите станува збор за т.н. плочи со еден или два препусти.



сл. 4.18

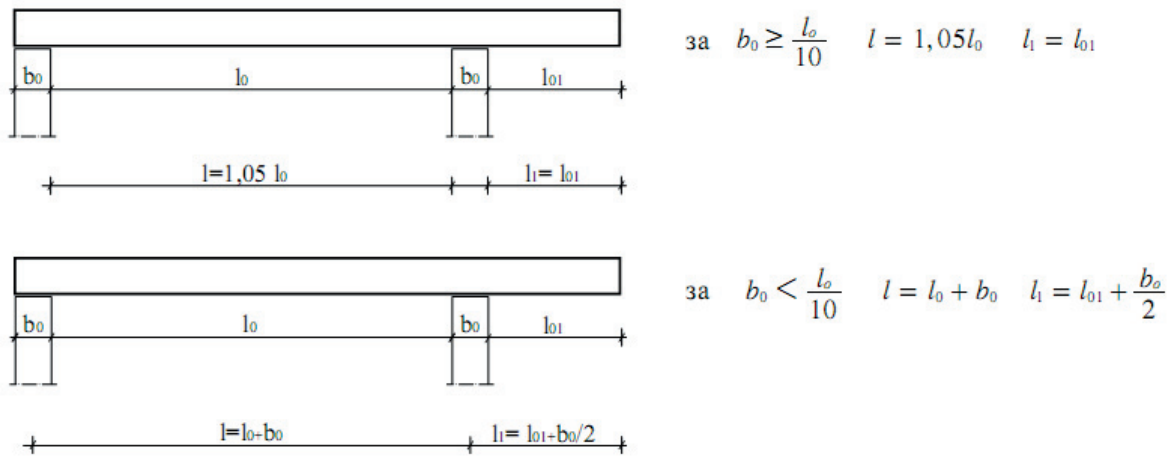
Препустите, всушност, претставуваат конзолни плочи што значи дека нивните рационални должини се до $\max(2-2,5)m$. При поголеми препусти дебелината на плочата станува голема и некономична. Поради тоа што товарот на препустите го „растоварува“ полето, со овој статички систем можат да се совладаат поголеми распони l_0 во споредба со системот слободно потпрена плоча. Односот на распоните l_{01}/l_0 ориентационо треба да се движи во границите од 0,3-0,4. Овој вид армирано бетонски плочи може да најде примена во сите објекти од високоградбата и нискоградбата.

При пресметувањето на статичките големини мора да се води сметка дека променливиот товар може да заземе најразлична положба (да дејствува по целата должина, само во полето или пак, само на еден дел од препустите, односно полето). Ова е значајно заради изнаоѓање на екстремните статички големини во секој карактеристичен пресек. Тоа значи дека статичките големини

од постојан товар „g” треба да се комбинираат со оние од променливиот товар „p” поставен така да во секој конкретен пресек се добиваат максимални вредности.

Комбинирајќи ги статичките големини од „g” со поголем број дијаграми од „p” се добиваат т.н. анвелопи на максималните односно минималните вредности на пресечните сили ($\max M_u, \min M_u, \max T_u, \dots$). Анвелопата, всушност, ги покажува апсолутните вредности на статичките големини за дејство на постојаниот товар „g” и сите можни положби на променливиот товар „p” (сл. 4.19).

Статичкиот распон (l) кај плочите со препусти зависи од односот на ширината на потпорите (b_0) и чистиот отвор (l_0) (сл.4.19).



Сл.4.19

Плочите со препусти се изведуваат со константна или со променлива дебелина на плочата (со вути). Кај плочите со константна дебелина, дебелината на плочата се определува според (по апсолутна вредност) поголемиот момент ($\max M_u$ или $\min M_u$).

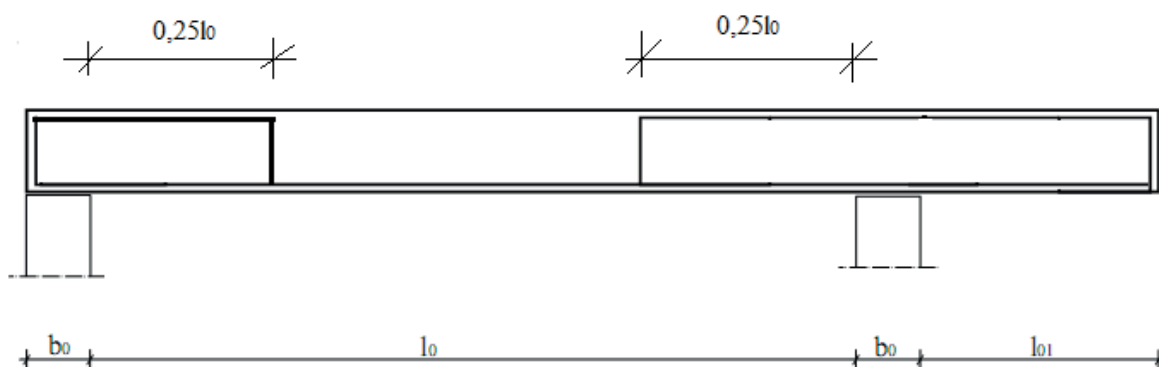
Минималната дебелина на плочата во однос на распонот изнесува:

$$d_{\min} \geq \frac{0,8l}{35}$$

при што: $0,8l$ е растојание меѓу точките во кои моментите имаат вредност 0.

Плоштината на арматурата во поле (делот на носачот меѓу потпорите) се определува според $\max M_u$. Позитивните моменти во поле се покриваат со права арматура како што е покажано за слободно потпрена плоча.

Плоштината на арматурата над препустот се определува според $\min M_u$. Негативните моменти над препустот се покриваат со додатната арматура. Арматурниот план се црта според т.н шема. (сл.4.20)

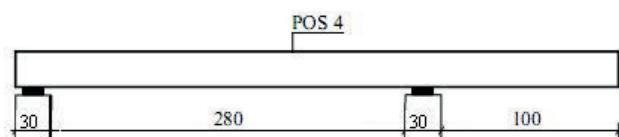


Сл. 4.20

Пример 1

Да се изврши димензионирање на армиранобетонска плоча со препуст POS 4

(сл. 4.21) изведена со MB20, RA400/500-2, $l_{0x} = 280\text{cm}$ и $l_{01} = 100\text{cm}$. Според направената анализа на товарите и статичката пресметка се добиени вредностите на $\max M_u = 10,5\text{kNm}$ и $\min M_u = 16,40\text{kNm}$. По извршеното димензионирање да се нацрта арматурен план по шема. Должината на плочата е $l_{0y} = 10,00\text{m}$.



Сл. 4.21.

1. Димензионирање

1.1 Одредување на дебелината на плочата

Дебелината на плочата се определува според поголемиот момент по апсолутна вредност, а тоа е $\min M_u = 16,40\text{kNm}$, а според постапката покажана однапред.

$$d = h + a$$

$$a = a_0 + \phi / 2$$

(за MB < 25 и слабо агресивна средина $a_0 = 2,0\text{cm}$)

$$h = k_h \cdot \sqrt{\frac{M_u}{b}}$$

$$a = 2,0 + 0,5 = 2,5\text{cm}$$

За МВ20 и претпоставени $\varepsilon_a / \varepsilon_b = 10/3,5 \text{ ‰}$, се отчитува $k_h = 1,953$ (прилог 6.7), па со замена во изразот за h се добива:

$$h = 1,953 \cdot \sqrt{\frac{16,40 \cdot 10^2}{100}} = 7,90\text{cm}$$

$$d = 7,9 + 2,5 = 10,40\text{cm} \text{ усвоено } d = 11\text{cm}$$

Усвоената статичка висина е:

$$h = d - a = 11 - 2,5 = 8,5\text{ cm}$$

2. Одредување арматура

2.1 Во поле

Арматурата во поле се определува според ултимативниот позитивен момент, а според постапката покажана претходно.

Стварниот коефициент на висината е:

$$k_h = \frac{h}{\sqrt{\frac{\max M_u}{100}}} = \frac{8,5}{\sqrt{\frac{10,5 \cdot 10^2}{100}}} = 2,623$$

За МВ20 и $k_h 2,619 \Rightarrow k_z = 0,973, \varepsilon_a = 10 \text{ ‰}, \varepsilon_b = 2,0 \text{ ‰}$

$$A_a = \frac{\max M_u}{\sigma_v \cdot k_z \cdot h} = \frac{10,5 \cdot 10^2}{400 \cdot 10^{-1} \cdot 0,973 \cdot 8,5} = 3,17\text{cm}^2$$

$$A_{a \min} = \frac{\mu_{\min} \cdot A_b}{100} = \frac{0,10 \cdot 100 \cdot 8,5}{100} = 0,85\text{cm}^2$$

Меродавна за усвојување е $A_a = 3,17\text{cm}^2$

Усвоени $7\phi 8 / m'$ (RA 400/500)

со $A_a = 3,52\text{cm}^2$ $t = 100/7 = 14,2\text{cm}$

Главна арматура во поле $\phi 8 / 14,2\text{cm}$.

Над потпора $5\phi 8 / 20\text{cm}$

$$A_a^r = 0,20 \cdot A_a = 0,20 \cdot 3,17 = 0,64\text{cm}^2$$

$$A_{a \min}^r = \frac{\mu_{\min} \cdot 100 \cdot 8,5}{100} = \frac{0,085 \cdot 100 \cdot 8,5}{100} = 0,723\text{cm}^2$$

Меродавна за усвојување е $A_a^r = 0,723cm^2$

Усвоено $4\phi6/m'$ (RA400/500-2)

Со $A_a^r = 1,13cm^2$ $t = 100/4 = 25cm$

Разделна арматура во поле $\phi6/25cm$.

2.2 Одредување на арматура над потпора

Арматурата над препустот се определува според ултимативниот момент $minM_u$, а на ист начин како во поле:

$$k_h = \frac{h}{\sqrt{\frac{\min M_u}{b}}} = \frac{8,5}{\sqrt{\frac{16,40 \cdot 10^2}{100}}} = 2,098$$

За MB20 и $k_k = 2,095 \Rightarrow k_z = 0,907, \varepsilon_a = 10\text{‰}, \varepsilon_b = 3,0\text{‰}$

$$A_a = \frac{\min M_u}{\sigma_y \cdot k_z \cdot h} = \frac{16,40 \cdot 10^2}{400 \cdot 10^{-1} \cdot 0,907 \cdot 8,5} = 5,32cm^2$$

$$A_{a\min} = \frac{\mu_{\min} \cdot A_b}{100} = \frac{0,10 \cdot 100 \cdot 8,5}{100} = 0,85cm^2$$

$$A_{a\min} = 0,85cm^2 < 5,32cm^2$$

Над потпора се усвоени $7\phi10/m'$ (RA) со $A_a = 5,50cm^2 > A_a = 5,32cm^2$

$t = 100/7 = 14,2cm$ главната арматура над потпори е $\phi10/14,2cm$

$$A_a^r = 0,20 \cdot A_a = 0,20 \cdot 5,32 = 1,064cm^2$$

$$A_{a\min}^r = 0,085 \cdot 8,5 = 0,723cm^2 < 1,064cm^2$$

Усвоени $4\phi6/m'$ (RA400/500-2) со $A_a^r = 1,13cm^2$

Разделна арматура над потпора $\phi6/25cm$

3. Потребни елементи за изработка на арматурниот план

$$0,25l_{0x} = 0,25 \cdot 280 = 70cm$$

Должината на анкерување на правите прачки во левата потпора е $2/3l_{s(ef)}$. За RA, добра атхезија и MB20 $k = 40$

$$l_{s(ef)} = 0,5 \cdot 1,5 \cdot k \cdot \phi$$

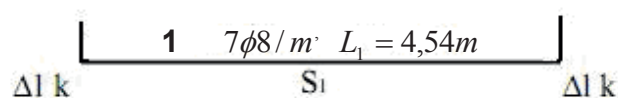
$$l_{s(ef)} = 0,5 \cdot 1,5 \cdot 40 \cdot 1,0 = 30cm$$

$$\frac{2}{3} l_{s(ef)} = \frac{2}{3} \cdot 30 = 20cm$$

Потпората со својата ширина $b_0 = 25cm$ обезбедува анкерување на правите прачки.

4. Одредување должина на прачки

4.1 прачка со ознака 1



$$L_1 = S_1 + 2\Delta l_k$$

$$S_1 = l_0 + 2b_0 - a_0 = 280 + 2 \cdot 30 - 2 = 338cm$$

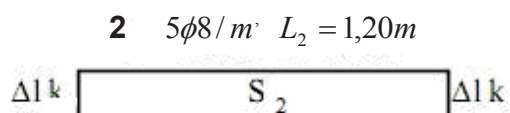
$$\Delta l_k = 11\phi = 11 \cdot 1,0 = 11cm$$

$$L_1 = 338 + 2 \cdot 11 = 360cm$$

(претпоставено е дека плочата е изведена со MB30)

Вкупниот број прави прачки за $l_{0y} = 10m$ изнесува $5 \cdot 10 = 50$ парчиња.

4.2 Прачка со знака 2



$$L_2 = S_2 + 2 \cdot \Delta l_k$$

$$S_2 = b_0 + 0,25l_0 - a = 30 + 70 - 2 = 98cm$$

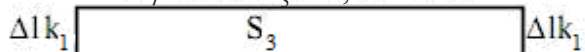
$$\Delta l_k = 11cm$$

$$L_2 = 98 + 2 \cdot 11 = 120cm$$

Вкупниот број прачки над потпора за растојание $l_{0y} = 10m$ изнесува $7 \cdot 10 = 70$ парчиња.

4.3 Прачка со ознака 3

4.4 3 7φ10/m' L₃ = 2,18m



$$L_3 = S_3 + 2\Delta l_k$$

$$S_3 = b_0 + 0,25l_0 + l_{01} - a_0 = 30 + 70 + 100 - 2 = 218\text{cm}$$

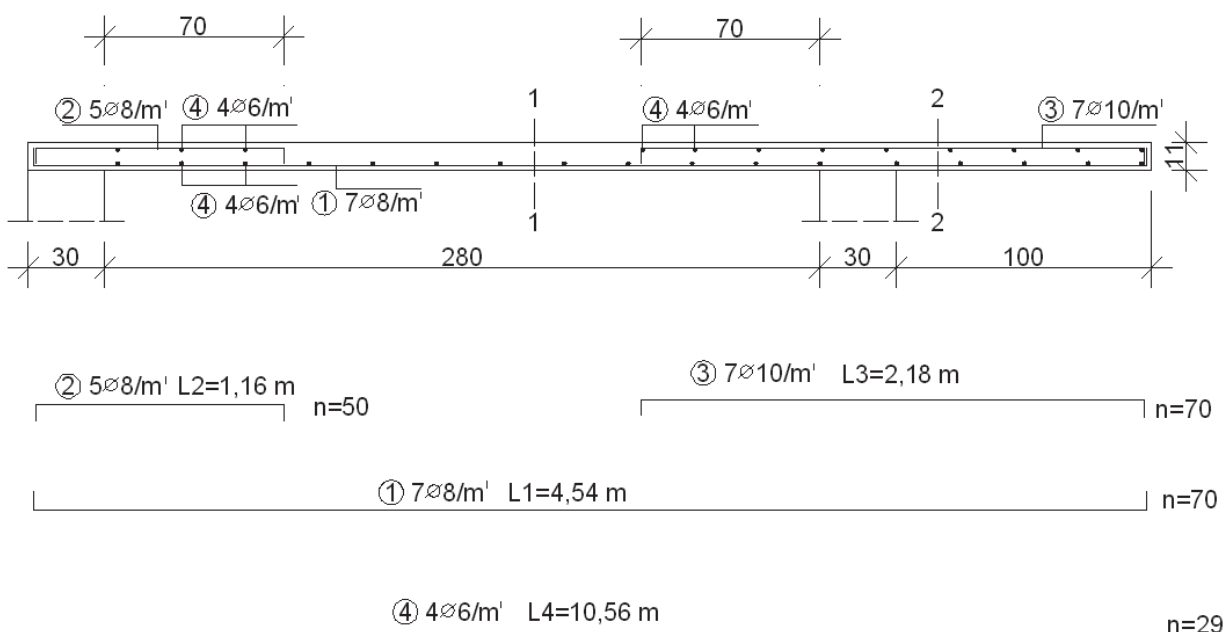
4.4. Прачка со ознака 4.4

4 4φ6/m' L₄ = 10,56m

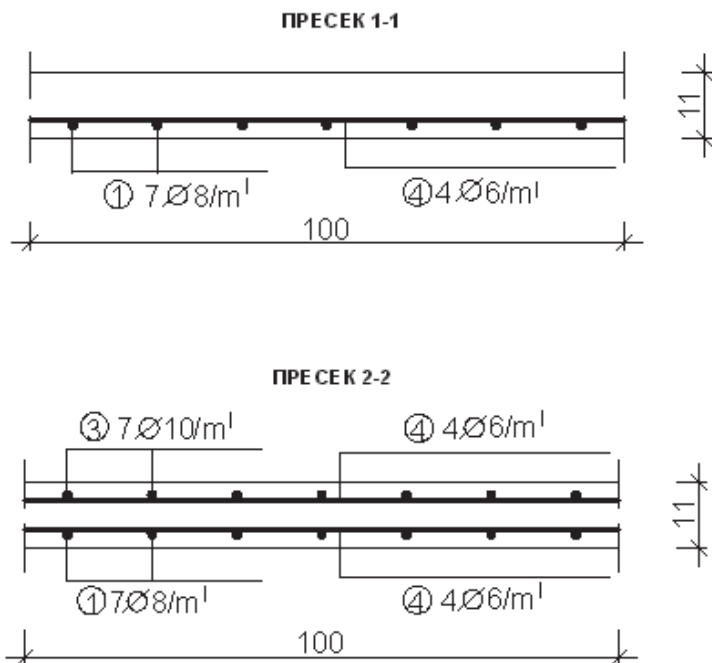
$$L_4 = l_{0y} + 2b_0 - 2a_0 = 1000 + 2 \cdot 30 - 2 \cdot 2 = 1056\text{cm}$$

Вкупен број додатни прачки за растојание $l_{0y} = 10m$ изнесува $8 \times 10 = 80$ парчиња.

POS 4 Плоча со препуст, MB20, RA400/500-2, P 1:25 (сл. 4.23)



КАРАКТЕРИСТИЧНИ ПРЕСЕЦИ Р 1:10



сл. 4.23

Потребната маса на арматура е дадена во табелата што следи:

Pos.	ознака	Ø (мм)	L (м)	парчиња		вкупна должина во м'		
				на м'	вкупно	Ø6	Ø8	Ø10
6	1	8	4,54	7	70		317,80	
	2	8	1,20	5	50		60,00	
	3	10	2,18	7	70			152,60
	4	6	10,56	4	27	285,12		
вкупна должина по Ø						285,12	377,80	152,60
маса на 1 м'						0,228	0,405	0,633
вкупна маса во кг						65,0	153,0	96,6
ВКУПНО за Ø≤12 мм 322,94 кг и за Ø>12 + 2% растурање						314,61+6,30=321,0kg		

Запомни!

- ✓ Ако армиранобетонската плоча на едната или двете страни поминува преку потпорите, станува збор на т.н. плочи со еден или два препусти.
- ✓ Препустите, всушност, претставуваат конзолни плочи, што значи дека нивните рационални должини се до $max\ 2-2,5\ m$.
- ✓ Односот на распоните l_01/l_0 ориентационо треба да се движи во границите 0,3-0,4.
- ✓ При пресметувањето на статичките големини мора да се води сметка дека променливиот товар може да заземе различна положба (да дејствува по целата должина, да дејствува само на еден или двата препуста, да дејствува само во полето, да дејствува само на еден дел од препустите, односно полето).
- ✓ Комбинирајќи ги статичките големини од постојаните товари „g“ со статичките големини од променливиот товар „p“ се добиваат максималните, односно, минималните вредности на пресечните сили ($maxM_u$, $minM_u$, $maxT_u$ и т.н.).
- ✓ Минималната дебелина на плочата во однос на распонот изнесува

$$d_{min} \leq \frac{0,8l}{35}$$

0,8l - растојани меѓу точките во кои моментите имаат вредност 0.

Плоштината на арматурата во поле се определува според $maxM_u$, додека плоштината на арматурата над препустите се определува според $minM_u$.

Задачи за повторување!

Задача1: Да се изработи арматурен план според т.н. шема на армиранобетонска плоча со еден препуст и да се пресмета масата на потребната арматура за POS 105 со чист отвор $l_{0x} = 350\text{cm}$, $b_0 = 30\text{cm}$, $l_{01} = 100\text{cm}$ со должина $l_{0y} = 450\text{cm}$.

Податоци: MB30, RA400/500-2, $d = 12\text{cm}$ и усвоена главна арматура $10\phi 10/m$ (RA400/5000-2) и разделна арматура $5\phi 6/m$.

Тест за самооценување!

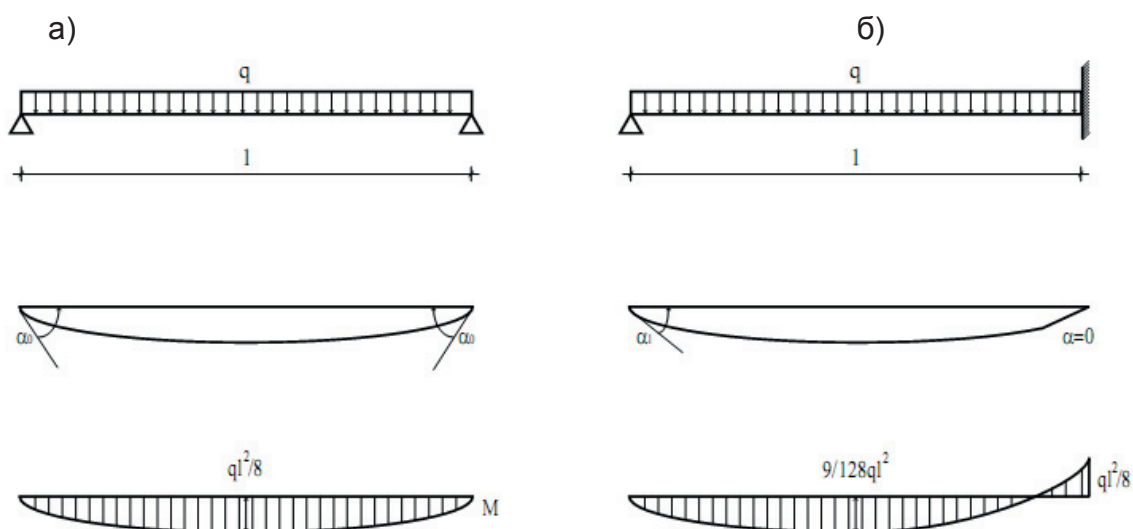
1. Објасни кои се плочи со еден или два препуста!
2. За кои должини се рационални препустите кај плочи со препусти?
 - а) за $2,0\text{ m}$
 - б) за $4,0\text{ m}$
 - в) за $3,5\text{ m}$
3. Колку изнесува дебелината на плоча со препуст во однос на распонот?
4. На кој начин се пресметува дебелината на плочата кај плочи со константна дебелина?
 - а) според $\max M$
 - б) според $\min M$
 - в) според поголемиот момент (по апсолутна вредност)

4.2.1.4. ВКЛЕШТЕНА ПЛОЧА

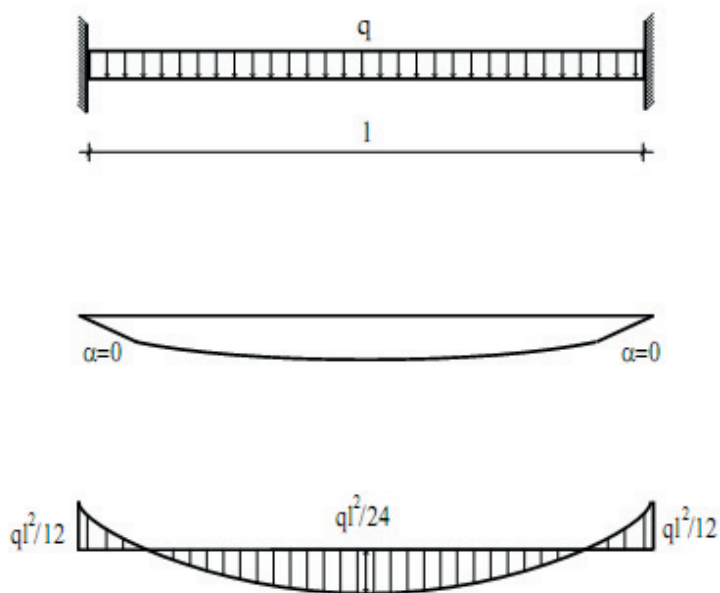
Во практиката многу ретко се среќаваат слободно потпрени плочи, односно потпори што дозволуваат непречено завртување во точките на потпирањето.

Најчесто станува збор за *еднострано или двострано вклетени плочи* чии пресеци во вклетувањето по дефиниција не трпат никакви завртувања или поместувања.

На (сл.4.24) се прикажани и дијаграмите на моментите за дејство на рамномерно распределен товар.



В)



Сл. 4.24

Наведените вредности на моментите се однесуваат за плочи од идеално еластичен материјал кои се идеално вкештени, односно идеално слободно налегнуваат на потпорите.

Бидејќи идеално вкештување и идеално слободно налегнување во армиранобетонските конструкции практично не постои, ова се два гранични случаи на налегнување. Најчесто се среќаваат т.н. еластично делумно вкештување кое дозволува извесно вовртување на плочата и затоа вредностите на моментите се помеѓу оние за слободно потпрени плочи и оние за целосно вкештување и тоа:

$$\max M = \frac{gl^2}{8} + \frac{gl^2}{24}$$

$$\min M = 0 + \frac{gl^2}{12}$$

Во практиката постои сериозен проблем како да се дефинира стварниот степен на вкештување, а со тоа и вредностите на моментите. Во литературата постојат готови изрази кои често се користат при пресметувањето (таб. 3).

Поради вкештувањето, моментите во полињата се помали во споредба со истите за слободно потпрени плочи. Заради тоа вкештените плочи се порационални и со нив можат да се совладуваат поголеми распони $l_0 = (4,0 - 5,0m)$.

Статичкиот распон кај вкештените плочи изнесува: $l = 1,05l_0$

Минималната дебелина на плочата во однос на распонот изнесува:

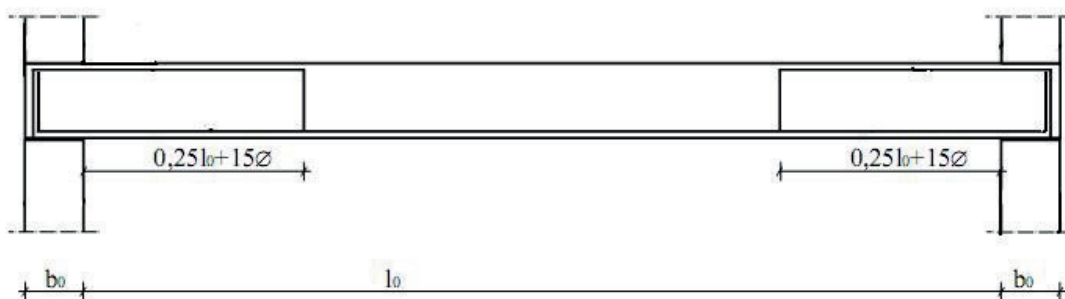
$$d_{\min} \geq \frac{0,6l}{35} \text{ – за двострано вкештена плоча}$$

$$d_{\min} \geq \frac{0,8l}{35} \text{ – за еднострано вкештена плоча}$$

Вкештените плочи се изведуваат со константна или со променлива дебелина на плочите (со вути).

Плоштината на арматурата се пресметува и усвојува како што е покажано за плочите со препуст.

Арматурниот план се црта според линијата на силите на истегнување или според т.н. шема.



сл. 4.25.

Табела

СТАТИЧКИ СИСТЕМ					
	max $M_s(gl^2)$	$a(l)$	min $M_B(gl^2)$	max $M_s(gl^2)$	min $M_{A \cdot B}(gl^2)$
целосно вкештување	9/128	0,375	-1/8	1/24	-1/12
сид од тула во продолжен малтер	1/10	0,45	-1/20	1/10	-1/40
	1/12	0,41	-1/12	1/14	-1/20
сид од тула во цементен малтер	1/12	0,41	-1/12	1/12	-1/24
	1/14	0,38	-1/8	1/20	-1/14
бетонски и армиранобетонски сидови	1/12	0,41	-1/12	1/10	-1/20
	1/14	0,38	-1/8	1/24	-1/12
армиранобетонски носачи	1/12	0,41	-1/12	1/18	-1/14
	1/14	0,38	-1/8	1/24	-1/12

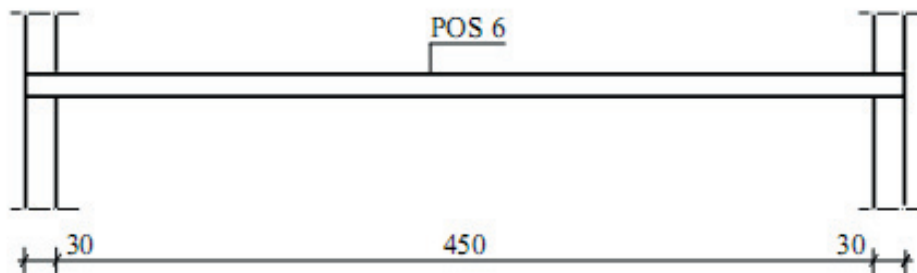
Пример 1

Да се изврши димензионирање на двострано вклетена плоча POS 6 изведена од MB30, RA400/500-2, $l_{0,x} = 450\text{cm}$, $l_{0,y} = 600\text{cm}$, $b_0 = 30\text{cm}$ (сл. 9.26) .

Според направената анализа на товарите и статичката пресметка добиени се следниве вредности за $\max M_u = 29,10\text{kNm}$ и $\min M_u = 33,95\text{kNm}$

$\min M_u = 33,95\text{kNm}$:

По извршеното димензионирање да се нацрта арматурен план по шема.



сл. 4.26

1. Димензионирање

1.1. Одредување на дебелината на плочата

Дебелината на плочата се определува според најголемиот момент по апсолутна вредност, а тоа е $\min M_u = 33,95\text{kNm}$, а според постапката покажана однапред.

$$d = h + a$$

$$a = a_0 + \phi / 2$$

(За MB30 и средноагресивна средина $a_0 = 2,0\text{cm}$) $a = 2,0 + 0,5 = 2,5\text{cm}$

За MB30 и претпоставени $\frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_a} = \frac{3,5}{10} \%$, се отчитува $k_h = 1,595$, па со замена во изразот за h се добива:

$$h = k_h \sqrt{\frac{M_u}{b}} = 1,595 \sqrt{\frac{33,95 \cdot 10^2}{100}} = 9,40\text{cm}$$

$$d = 9,40 + 2,5 = 11,90\text{cm}, \text{ усвоено } d = 12\text{cm}$$

$$h_{sv} = d - a = 12 - 2,5 = 9,5\text{cm}$$

2. Одредување арматура

2.1 Во поле

Стварниот коефициент на висината е:

$$k_h = \frac{h_{stv}}{\sqrt{\frac{M_u}{b}}} = \frac{9,5}{\sqrt{\frac{29,10 \cdot 10^2}{100}}} = 1,761$$

За МВ30 и $k_h = 1,761 \Rightarrow k_z = 0,913, \varepsilon_a = 10\text{‰}, \varepsilon_b = 2,8\text{‰}$

$$A_a = \frac{\max M_u}{\sigma_v \cdot k_z \cdot h} = \frac{29,10 \cdot 10^2}{400 \cdot 10^{-1} \cdot 0,913 \cdot 9,5} = 8,39 \text{ cm}^2$$

$$A_{a, \min} = \frac{\mu_{\min} \cdot A_b}{100} = 0,10 \cdot 9,5 = 0,95 \text{ cm}^2 < 8,39 \text{ cm}^2$$

Усвоено $8\phi 12 / m$ (RA) со $A_a = 9,05 \text{ cm}^2, t = 100 : 8 = 12,5 \text{ cm}$

Главна арматура $\phi 12 / 12,5 \text{ cm}$

$$A_a^r = 0,2 \cdot A_a = 0,2 \cdot 8,39 = 1,68 \text{ cm}^2$$

$$A_{a, \min} = \frac{\mu_{\min} A_b}{100} = 0,085 \cdot 9,5 = 0,807 < 1,68 \text{ cm}^2$$

Меродавно за усвојување $A_a^r = 1,68 \text{ cm}^2$

Усвоени $6\phi 6 / m$ (RA) со $A_a^r = 1,70 \text{ cm}^2, t = 100 : 6 = 16,7 \text{ cm}$

Разделна арматура во поле $\phi 6 / 17 \text{ cm}$

2.2. Над потпора

Стварниот коефициент на висината е:

$$k_h = \frac{h_{stv}}{\sqrt{\frac{M_u}{b}}} = \frac{9,5}{\sqrt{\frac{33,95 \cdot 10^2}{100}}} = 1,632$$

За МВ30 и $k_h = 1,632 \Rightarrow k_z = 0,892, \varepsilon_a = 10\text{‰}, \varepsilon_b = 3,5\text{‰}$

$$A_a = \frac{M_u}{\sigma_v \cdot k_z \cdot h} = \frac{33,95 \cdot 10^2}{400 \cdot 10^{-1} \cdot 0,892 \cdot 9,5} = 10,01 \text{ cm}^2$$

$$A_{a, \min} = \frac{\mu_{\min} A_b}{100} = 0,10 \cdot 9,5 = 0,95 \text{ cm}^2 < 10,01 \text{ cm}^2$$

Вкупно над потпора $9\phi 12 / m$ со $A_a = 10,18 \text{ cm}^2 > 10,01 \text{ cm}^2$

Главна арматура над потпората $\phi 12 / 11 \text{ cm}$ RA

$$A_a^r = 0,20A_a = 0,20 \cdot 9,95 = 1,98 \text{ cm}^2$$

$$A_{a,\min}^r = 0,085 \cdot 9,5 = 0,807 < 1,98 \text{ cm}^2$$

Уسوени 7 ϕ 6/m со $A_a = 1,98 \text{ cm}^2$, $t^r = 100 : 7 = 14,28 \text{ cm}$

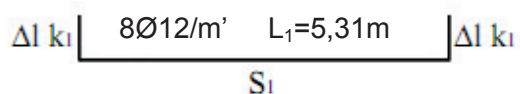
Разделна арматура над потпора ϕ 6/14 cm

2. Потребни елементи за изработка на арматурниот план

$$0,25l_0 + 15\phi = 0,25 \cdot 450 + 15 \cdot 1,4 = 133,5 \text{ cm}$$

3. Должина на прачките

3.1 Прачка со ознака 1



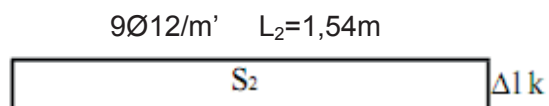
$$\Delta l_{k1} = 11 \cdot \phi = 11 \cdot 1,2 = 13,2 \text{ cm} \approx 13 \text{ cm}$$

$$S_1 = l_0 + 2b_0 - 2a_0 = 450 = 2 \cdot 30 - 2 \cdot 2,5 = 505 \text{ cm}$$

$$L_1 = S_1 + 2\Delta l_{k1} = 505 + 2 \cdot 13 = 531 \text{ cm}$$

$$L_1 = 5,31 \text{ m}$$

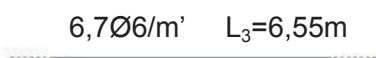
3.2. Прачка со ознака 2



$$S_2 = 0,25l_0 + 15\phi - a_0 = 112,5 + 18 - 2,5 = 128,0 \text{ cm}$$

$$L_2 = 2\Delta l_k + S_2 = 2 \cdot 13 + 128,0 = 154,0 \text{ cm}$$

3.3. Прачка со ознака 3

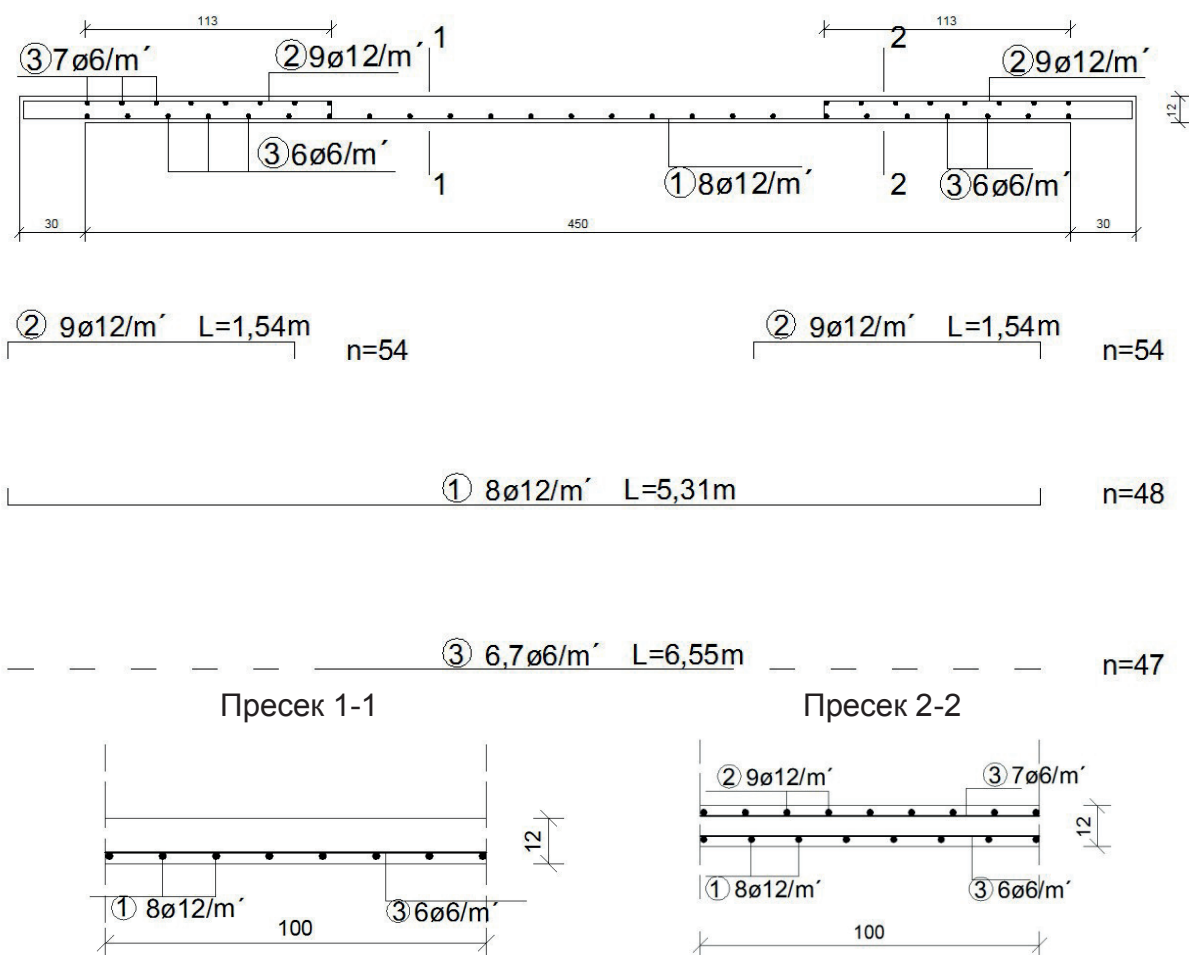


$$L_3 = l_{0y} + 2b - 2a_0 = 600 + 2 \cdot 30 - 2 \cdot 2,5 = 655 \text{ cm}$$

Потребната маса на арматурата е дадена во табелата што следи:

Pos.	ознака	Ø (мм)	L (м)	парчиња		вкупна должина во м'	
				на м'	вкупно	Ø6	Ø12
6	1	12	5,31	8	48		254,90
	2	12	1,54	9	54		83,16
	3	6	6,55	6+7	47	227,00	
вкупна должина по Ø						227,00	338,06
маса на 1 м'						0,228	0,911
вкупна маса во кг						51,76	307,97
ВКУПНО за Ø≤12 мм 322,94 кг и за Ø>12 + 2% растурање						359,73+7,19=367,00kg	

POS6 Двострановклетшенаплоча, MB30, RA400/500 – 2, R 1: 25



Сл. 4.27

Запомни!

- ✓ Еднострано или двострано вклетената плоча најчесто се среќава во практиката и нејзините пресеци во вклетувањето не трпат никакви вовртувања или поместувања.
- ✓ Идеално вклетување или идеално слободно налегнување во армиранобетонските конструкции практично не постои и најчесто се среќаваат т.н. еластично (делумно) вклетување кое дозволува извесно вовртување на плочата.
- ✓ Вредностите на моментите се помеѓу вредностите за слободно потпрени плочи и вредностите за целосно вклетување.
- ✓ Минималната дебелина на плочата во однос на распонот изнесува:

$$\max M = \frac{g \cdot l^2}{8} \div \frac{g \cdot l^2}{24}$$

$$\min M = 0 \div \frac{g \cdot l^2}{12}$$

- ✓ Поради вклетувањето, моментите во полињата се помали во споредба со истите за слободно потпрени плочи и заради тоа, вклетените плочи се порационални и со нив може да се совладаат поголеми распони од 4-5m.
- ✓ Статичкиот распон (l) кај вклетените плочи изнесува:

$$l = 1,05l_0$$

Задачи за повторување!

Задача 1: Да се изработи арматурен план според т.н. шема на армиранобетонска вклетена плоча и да се пресмета масата на потребната арматура за POS 102 со чист отвор $l_{ox} = 420cm$, $b_o = 30cm$, со должина $l_{oy} = 550cm$.
Податоци: MB30, RA400/500-2, $d = 12cm$ и усвоена главна арматура $10\phi 12/m$ (RA400/500) и разделна арматура $6\phi 6/m$.

Тест за самооценување!

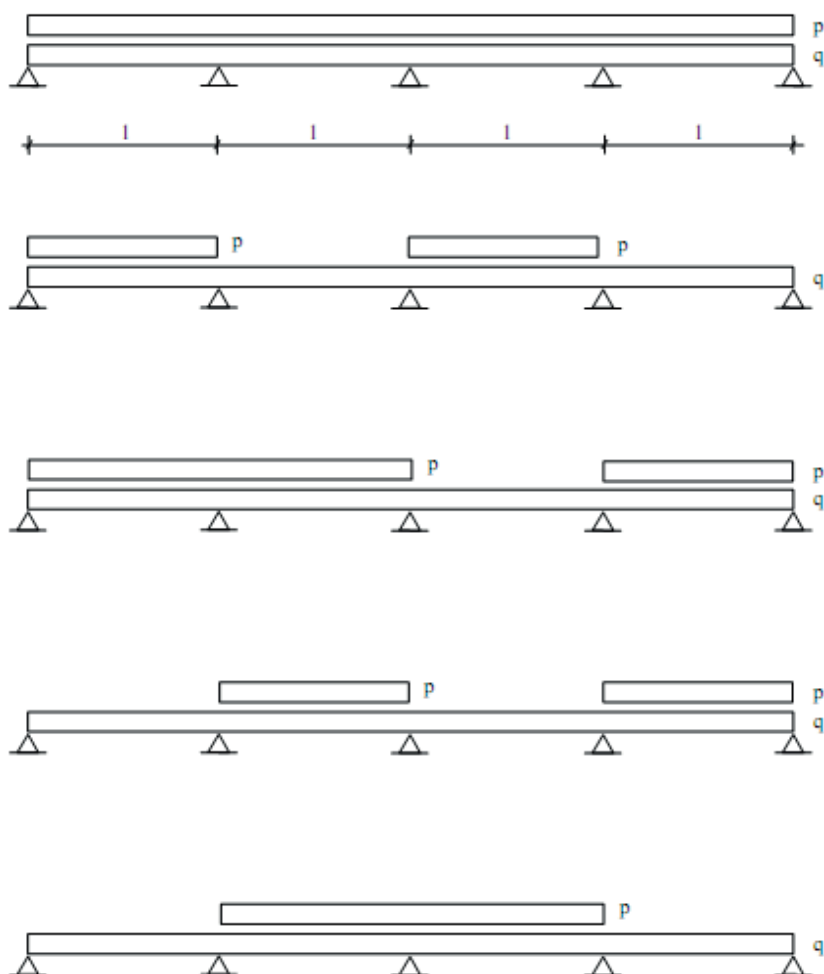
1. Објасни кои се еднострано или двострано вклетени плочи!
2. За кои должини може да се применат вклетените плочи?
 - а) 4-5 m
 - б) 6-7 m
 - в) 5-8 m
3. Колку изнесува минималната дебелина на еднострано вклетените плочи во однос на распонот?
4. Колку изнесува максималната дебелина на еднострано вклетените плочи во однос на распонот?

4.2.1.5. КОНТИНУИРАНА ПЛОЧА

Армиранобетонските плочести носачи кои без прекинување одат преку три и повеќе потпори се нарекуваат **континуирани плочи**.

Тие се статички неопределени системи а статичката неопределеност зависи од бројот на средните потпори (слободни или вкештени). Карактеристично за овие плочи како и за плочите со препуст и вкештените плочи е тоа што по нивната должина моментите го менуваат својот знак. Во полињата се јавуваат *позитивни*, а над потпорите *негативни* моменти. Тоа значи дека и зоните на истегнување и притисок се менуваат што секако треба да се има предвид при армирањето.

Пресметувањето и на овој вид плочести носачи започнува со анализата на товарите. Треба да се нагласи дека и овде како и кај плочите со препусти подвижниот товар може да заземе најразлична положба по должината на носачот (да дејствува по целата должина или само во некои од полињата) (сл.4.28)



Сл. 4.28. Континуирана плоча

При пресметувањето на екстремните статички големини во секој карактеристичен пресек, подвижниот товар треба да се поставува во најнеповолна положба. На таков начин во еден ист пресек можат да се добијат поголем број вредности за пресечните сили.

Поврзувајќи ги сите максимални и минимални вредности по должината на носачот може да се добие анвелопата (обвојница) на пресечните сили.

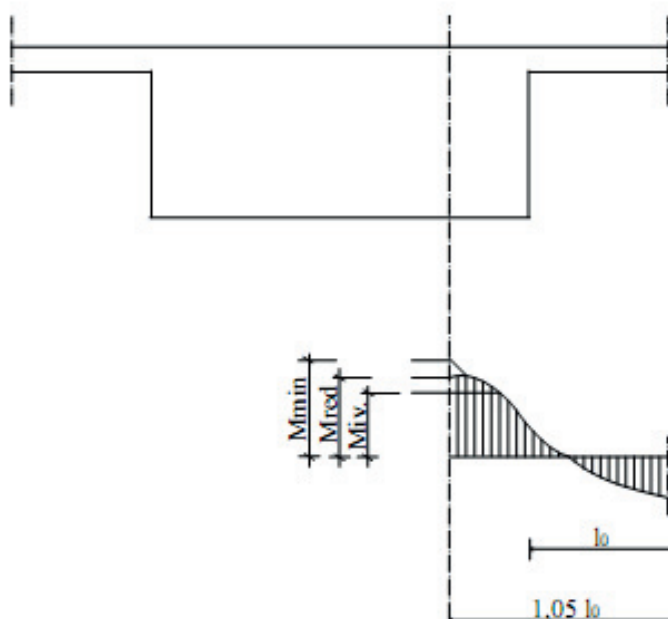
За пресметување на статичките големини може да се користи било која од методите познати во теоријата на еластичност или пак приближни методи и табели (Винклерови, Ангерови, Меншови и други табели), со чија помош брзо и едноставно се доваѓа до потребните резултати. Статичкиот распон (l) како и кај плочите со препусти зависи од односот на ширината на потпорите b_0 и чистиот отвор l_0 .

$$1. \text{ За } b_0 \geq \frac{l_0}{10}; \quad l = 1,05l_0$$

$$2. \text{ За } b_0 < \frac{l_0}{10}; \quad l = l_0 + b_0$$

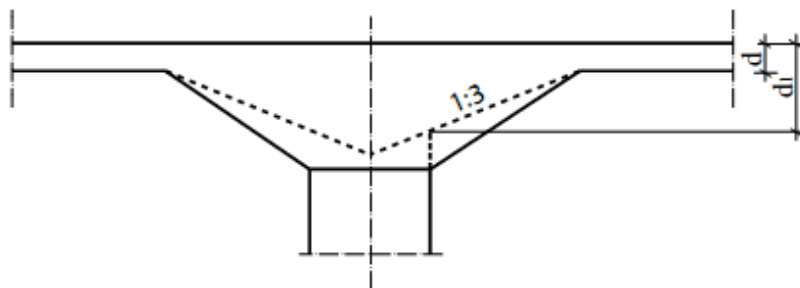
Ако ширината на потпорите е $b > 0,1l_0$ тогаш димензионирањето на пресеците на потпорите се врши со редуцирани моменти добиени според изразот:

$$M_{red} = \frac{M_{iv} + M_{min}}{2}$$



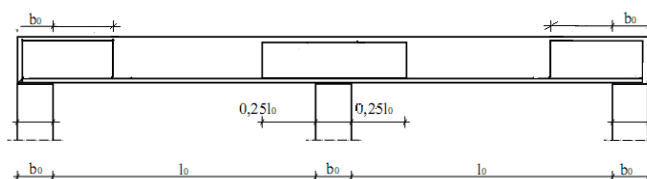
Сл. 4.29. Дијаграм на моменти

Континуираните плочи се изведуваат со константна или променлива дебелина (со вуте сл. 4.27). Димензионирањето на плочите со константна дебелина се изведува со дополнителна арматура. Ако плочата е со променлива дебелина односно вуте над потпорите и ако наклонот на вутите е поголем од 1:3 тогаш како меродавна висина при димензионирањето треба да се користи висината.



Сл. 4.30 . Плоча со вуги

Распоредот на арматурата може да се врши според линиите на силата на истегнување или според шеми (сл. 4.31).



Сл. 4.31. Шема за поставување арматура кај континуирана плоча

Пример 1

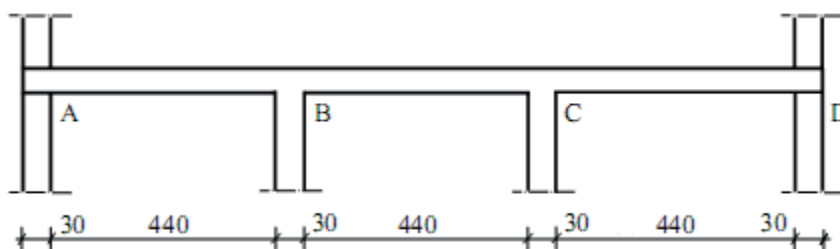
Да се изврши димензионирање на континуирана плоча на три полиња POS112 изведена од MB30, RA400/500-2, $l_{0x} = 440\text{cm}$, $b_0 = 30\text{cm}$, $l_{0y} = 650\text{cm}$ (сл. 4.32) Според направената анализа на товарите и статичката пресметка добиени се следниве вредности за:

$$\max M_{u,I} = 26,02\text{kNm} \text{ (прво поле)}$$

$$\min M_{u,B} = 32,52\text{kNm} \text{ (потпора B)}$$

$$\max M_{u,II} = 16,14\text{kNm} \text{ (второ поле)}$$

По извршеното димензионирање да се нацрта арматурен план по шема.



Сл. 4.32.

1. Димензионирање

1.1. Одредување на дебелината на плочата

Дебелината на плочата се определува според најголемиот момент по апсолутна вредност, а тоа е $\min M_u = 32,52 kNm$ а според постапката покажана однапред.

$$d = h + a, \quad a = a_0 + \phi / 2$$

(за MB30 и средно агресивна средина $a_0 = 2cm$)

$$a = 2 + 0,5 = 2,5cm$$

За претпоставени $\frac{\epsilon_a}{\epsilon_b} = 10/3,5\%$ се отчитува $\Rightarrow k_h = 1,614$ (прилог 6.7), па со замена во изразот за h се добива:

За MB30

$$h = k_h \sqrt{\frac{M_u}{b}} = 1,614 \sqrt{\frac{32,52 \cdot 10^2}{100}} = 9,20cm$$

$$d = 9,20 + 2,5 = 11,70cm \quad \text{усвоено } d = 12cm$$

$$h_{sv} = 12 - 2,5 = 9,5cm$$

1.2. Одредување на арматурата

Во поле

$$k_h = \frac{h}{\sqrt{\frac{M_u}{b}}} = \frac{9,5}{\sqrt{\frac{32,52 \cdot 10^2}{100}}} = 1,862$$

$$A_a = \frac{M_{u,1}}{\sigma_v \cdot k_z \cdot h} = \frac{32,52 \cdot 10^2}{40 \cdot 0,919 \cdot 9,5} = 7,45cm^2$$

$$A_{a,min} = \frac{\mu_{min} A_b}{100} = 0,10 \cdot 9,5 = 0,95cm^2 < 7,45cm^2$$

Усвоено $10\phi 10 / m$ (RA) со $A_a = 7,85cm^2, t = 100 : 10 = 10cm$

$$A_a^r = 0,20 A_a = 0,20 \cdot 7,45 = 1,49cm^2$$

$$A_{a,min}^r = \frac{\mu_{min} A_b}{100} = 0,085 \cdot 9,5 = 0,8cm^2 < 1,49cm^2$$

Усвоено $6\phi 6 / m$ со $A_a^r = 1,70cm^2 > 1,49cm^2$

$$t^r = 100 : 6 = 16,7cm$$

Во поле II

Коефициентот на висината

$$k_h = \frac{h}{\sqrt{\frac{M_u}{b}}} = \frac{9,5}{\sqrt{\frac{16,14 \cdot 10^2}{100}}} = 2,987$$

За MB30 и $k_h = 2,945 \Rightarrow k_z = 0,959$ и $\varepsilon_b / \varepsilon_a = 1,3/10\%$

$$A_a = \frac{M_u}{\sigma_v \cdot k_z \cdot h} = \frac{16,14 \cdot 10^2}{40 \cdot 0,959 \cdot 9,5} = 4,43 \text{ cm}^2$$

$$A_a = 4,43 \text{ cm}^2 > 0,94 \text{ cm}^2$$

Усвоени $10\phi 10 / m'$ (RA) со $A_a = 7,85 \text{ cm}^2$

$$A_a^r = 0,20 \cdot 4,43 = 0,88 \text{ cm}^2$$

$$A_{a,\min} = 0,8 \text{ cm}^2 < 0,88 \text{ cm}^2$$

Усвоени $4\phi 6 / m'$ со $A_a^r = 1,13 \text{ cm}^2 > 0,88 \text{ cm}^2$

$$t = 100 : 4 = 25 \text{ cm}$$

Над потпора B

Коефициентот на висината е:

$$k_h = \frac{h_{stv}}{\sqrt{\frac{M_{u,B}}{b}}} = \frac{9,5}{\sqrt{\frac{32,52 \cdot 10^2}{100}}} = 1,69$$

За MB30 и $k_h = 1,680 \Rightarrow k_z = 0,901$ и $\varepsilon_a / \varepsilon_b = 10/3,2\%$

$$A_a = \frac{M_{u,B}}{\sigma_v \cdot k_z \cdot h} = \frac{32,52 \cdot 10^2}{40 \cdot 0,901 \cdot 9,5} = 9,5 \text{ cm}^2$$

$$A_{a,\min} = 0,94 \text{ cm}^2 < 9,50 \text{ cm}^2$$

Вкупна арматура над потпора B:

$$9\phi 12 / m' \text{ со вкупно } A_a = 10,18 \text{ cm}^2$$

$$A_a^r = 0,20 A_a = 0,20 \cdot 9,50 = 1,90 \text{ cm}^2$$

усвоени $7\phi 6 / m'$ со $A_a^r = 1,98 \text{ cm}^2; t = 100 : 7 = 14,3 \text{ cm}$

$$l_s = 1,5 \cdot 32 \cdot 1,0 = 48cm$$

2. Потребни елементи за изработка на арматурниот план

$$0,25l_{0x} + 15\phi = 0,25 \cdot 440 + 15 \cdot 1 = 125cm$$

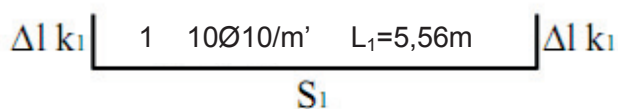
Во крајните потпори А и D правите прачки треба да се анкерисуваат со должина $\frac{2}{3}l_s$. За MB30, и RA и лоша атхезија :

$$l_s = 1,5 \cdot 32 \cdot 1,0 = 48cm$$

$$l_{s(ef)} = 24cm$$

3. Пресметување на должините на прачките

3.1. Прачка - ознака 1

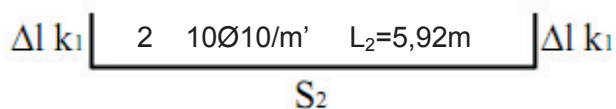


$$\Delta l_{k1} = 3\phi + 8 = 3 \cdot 1 + 8 = 11cm$$

$$S_1 = l_0 + 2b_0 - a_0 + l_s = 440 + 2 \cdot 30 - 2 + 36 - 2 = 534cm$$

$$L_1 = 2\Delta l_{k1} + S_1 = 2 \cdot 11 + 534 = 556cm$$

3.2. Прачка - ознака 2



$$\Delta l_{k2} = 3\phi + 8 = 3 \cdot 0,8 + 8 = 10,4cm \approx 10cm$$

$$L_2 = 2\Delta l_{k2} + S_2 = 2 \cdot 10 + 572 = 592cm$$

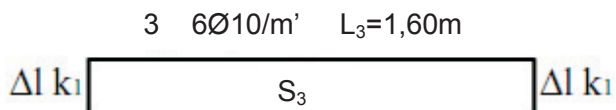
Вкупниот број прави прачки за $l_{0y} = 650cm$ изнесува $10 \times 6,5 = 65$ парчиња

$$S_3 = 2(0,25l_0 + 15\phi) + b_0 = 2 \cdot 125 + 30 = 280cm$$

$$L_3 = 2 \cdot 10 + 280 = 300cm$$

$$L_4 = l_{0y} + 2b_0 - 2a_0 = 650 + 2 \cdot 30 - 2 \cdot 2,5 = 705cm$$

3.3. Прачка - ознака 3



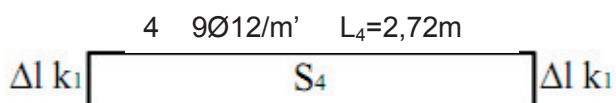
$$L_3 = S_3 + 2\Delta l_k$$

$$\Delta l_k = 10\text{cm}$$

$$S_3 = b_0 + 0,25l_0 - a_0 = 30 + 110 - 2 = 138\text{cm}$$

$$L_3 = 138 + 2 \cdot 10 = 158\text{cm}$$

3.4 Прачка со ознака 4



$$S_4 = 2(0,25l_0 + b_0) = 2 \cdot 110 + 30 = 250\text{cm}$$

$$L_4 = 2 \cdot 10 + 250 = 270\text{cm}$$

3.5. Прачка - ознака 5



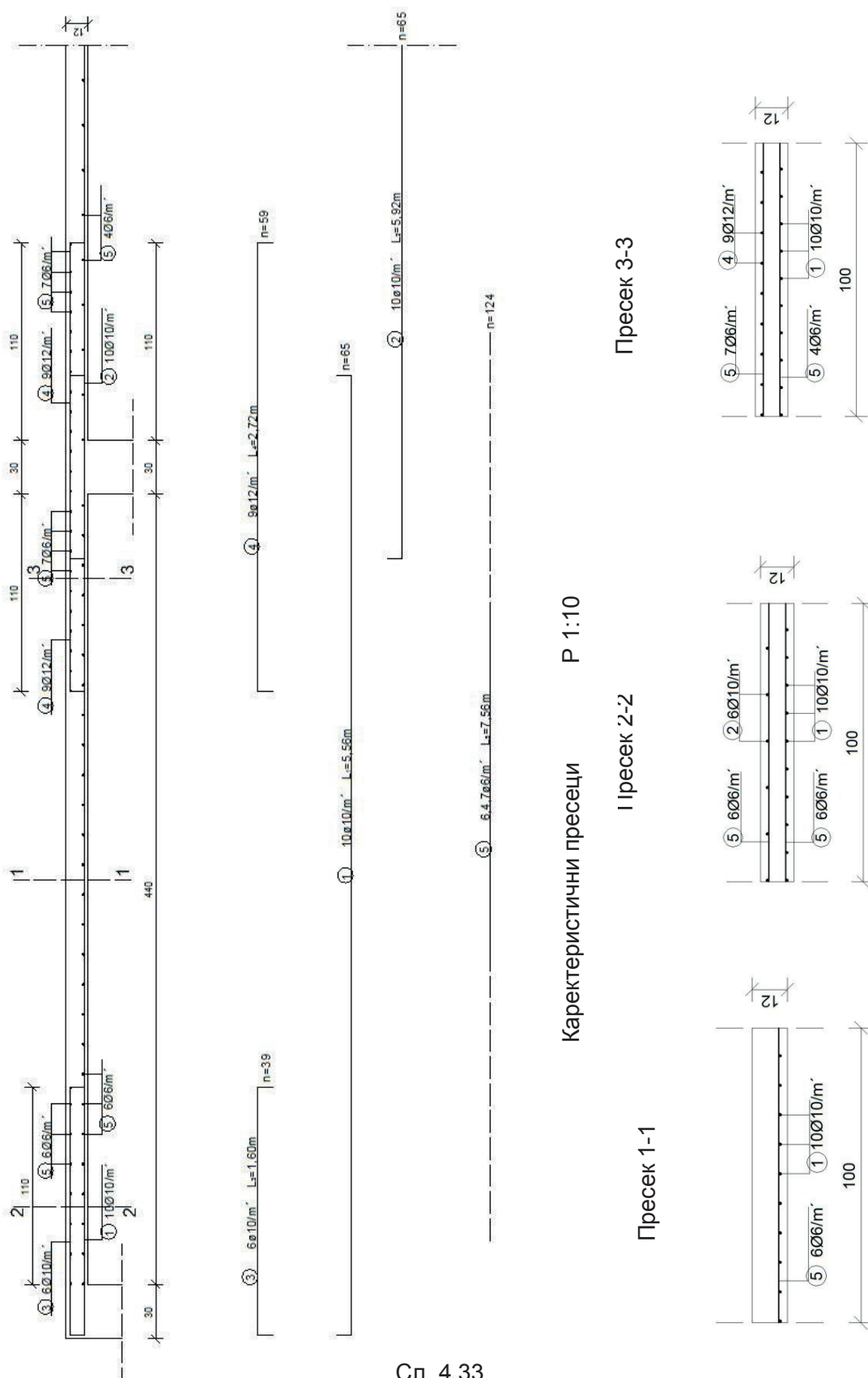
$$L_4 = l_{oy} + 2b_0 - 2a_0 = 650 + 2 \cdot 30 - 2 \cdot 2,0 = 706\text{cm}$$

Потребната маса на арматурата е дадена во табелата што следи:

Pos.	ознака	Ø (мм)	L (м)	парчиња		вкупна должина во м'		
				на м'	вкупно	Ø6	Ø10	Ø12
112	1	10	5,56	10	65		361,40	
	2	10	5,92	10	65		384,80	
	3	10	1,60	6	39+39		124,80	
	4	12	2,70	9	60			162,00
	5	6	7,06	6+4+7	124	875,44		
вкупна должина по Ø						875,44	871,00	162,00
маса на 1м'						0,228	0,633	0,911
Вкупна маса во kg						199,60	551,34	147,58
ВКУПНО за Ø<12mm и за Ø>12 + 2% растурање						898,522+17,97=916,50kg		

Арматурниот план за континуирана плоча POS 112 е прикажан половина, бидејќи другата половина е симетрична.

POS 112 Континуирана плоча, MB30, Ra400/500 – 2, R 1:25(сл. 4.33)



Сл. 4.33

Запомни!

- ✓ Армиранобетонските плочести носачи кои без прекинување одат преку три и повеќе потпори се нарекуваат **континуирани носачи**. Тие се статички неопределени системи, а статичката неопределеност зависи од бројот на средните потпори и начинот на потпирање на крајните потпори (слободни или вклетшени).
- ✓ Во полињата се јавуваат позитивни, а над потпорите негативни моменти.
- ✓ При пресметувањето на статичките големини може да се користи било која од методите познати во теоријата на еластичност, приближни методи и табели (Винклерови, Ангерови, Меншови и други табели), со чија помош брзо и едноставно се доаѓа до потребните резултати.
- ✓ Континуираните плочи се изведуваат со константна или променлива дебелина (со вути).
- ✓ Дебелината на плочата се определува според најголемиот момент по апсолутна вредност.

Задачи за повторување!

Задача 1: Да се изработи арматурен план според т.н. шема на армиранобетонска континуирана плоча на две полиња и да се пресмета масата на потребната арматура за POS 113 со чист отвор $l_{0x} = 420\text{cm}$, $d = 30\text{cm}$, со должина $l_{0y} = 580\text{cm}$.

Задача 2: MB30, RA400-500-2, $d = 12\text{cm}$ и усвоена главна арматура во поле I $10\phi 12/m'$ (KA400/500), во поле II $10\phi 10/m'$ (RA400/500) и разделна арматура во поле I $6\phi 6/m'$ и разделна арматура во поле II $6\phi 6/m'$.

Тест за самооценување!

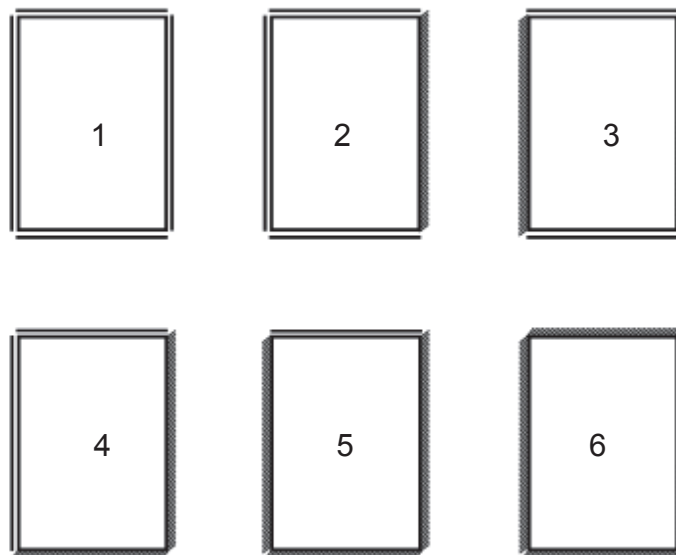
1. Објасни кои плочи ги нарекуваме континуирани плочи!
2. Какви моменти се јавуваат во полињата?
а) позитивни б) негативни в) и двата
3. Каква може да биде дебелината на континуирана плоча по целата нејзина должина?
4. Статичките големини кај континуираните плочи може да се пресметаат според приближните методи и табели на:

4.2.2. АРМИРАНОБЕТОНСКИ ПЛОЧИ ШТО ГО ПРЕНЕСУВААТ ТОВАРОТ ВО ДВА ПРАВЦИ

Армиранобетонските плочести носачи го пренесуваат товарот во два нормални правци ако се потпрени на сите четири страни и ако односот на распоните $l_y/l_x < 2$. Овие плочи се армираат во двата ортогонални правци и затоа се нарекуваат и вкрстено армирани.

По работ плочите можат да бидат слободно потпрени или вквештени. Ако плочите служат како капаци за септички јами или резервоари или ако на крајните потпори се поврзани со серклажи на кои не налегнуваат ѕидови се смета дека плочите налегнуваат слободно. Во останатите случаи кога на средните потпори постои континуитет или кога врз крајните пот-пори постои ѕид барем од една катна висина може да се смета дека плочата е вквештена.

Во зависност од условите на потпирањето единечните вкрстеноармирани плочи можат да се групираат во 6 карактеристични групи (сл. 4.34).



Сл. 4.34.

Покрај единечните во практиката многу често се среќаваат и континуирани вкрстено армирани плочи (едноредни, дворедни, триредни итн.)

За дефинирани услови на потпирање и дефинирани товари статичките големини се пресметуваат по теоријата на еластичност, теоријата на пластичност или пак со примена на некоја приближна постапка. Поради тоа што точните решенија бараат обемна работа и време во практиката најчесто се користат приближни методи. Една од најшироко прифатените постапки е Маркусовиот метод.

Според оваа постапка вкупниот рамномерно распределен товар се дели на товар кој го пренесуваат замислени ленти од плочата со единечна ширина во правец и на товар кој го пренесува лента во правец. Јасно е дека важи равенството:

$$q = q_x + q_y$$

Товарите q_x и q_y се одредуваат од условот за еднаквост на соодветните свиткувања f_x и f_y на средните ленти во двата нормални правци во средината на плочата каде што се сечат тие (сл.4.35).

$$f_x = f_y$$

Користејќи ги наведените услови лесно може да се најдат товарите според изразите:

$$q_{xi} = \frac{l_y^4}{l_x^4 + l_y^4} q = k_i \cdot q$$

$$q_{yi} = \frac{l_x^4}{l_x^4 + l_y^4} q = (1 - k_i) q$$

Моментите во полињата во правците можат да се одредат според изразите:

$$M_{xi} = \frac{q \cdot l_x^2}{m_{xi}} \quad \text{и} \quad M_{yi} = \frac{q \cdot l_y^2}{m_{yi}}$$

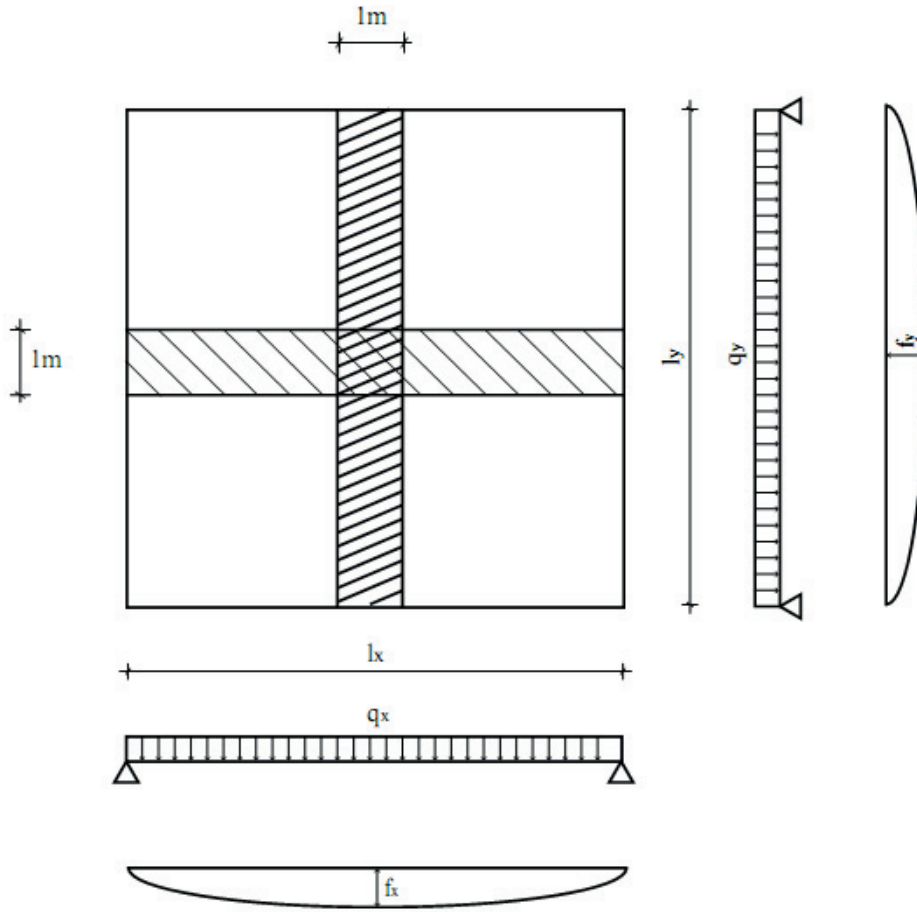
каде е:

i - индекс со кој се означува начинот на потпирање (1-6)

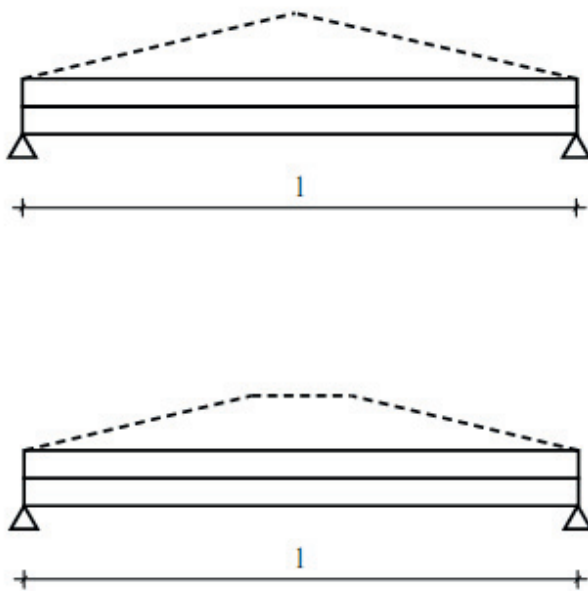
k_i, m_{xi}, m_{yi} - коефициенти кои зависат од односот $\lambda = l_y / l_x$ и начинот на потпирањето.

На таков начин се добиваат гредни носачи, товарени со триаголен или трапезен товар во зависност од односот. Заради поедноставување триаголниот и трапезниот товар можат да се заменат со рамномерно распределен еквивалентен товар.

$$M_x = -\frac{q_x \cdot l_x^2}{8} \quad \text{или} \quad M_y = -\frac{q_y \cdot l_y^2}{8}$$



Сл.4.35.



$$q_1 = q \frac{l_x}{2} \quad (l_x < l_y)$$

$$q_e = \frac{5}{8} q_1$$

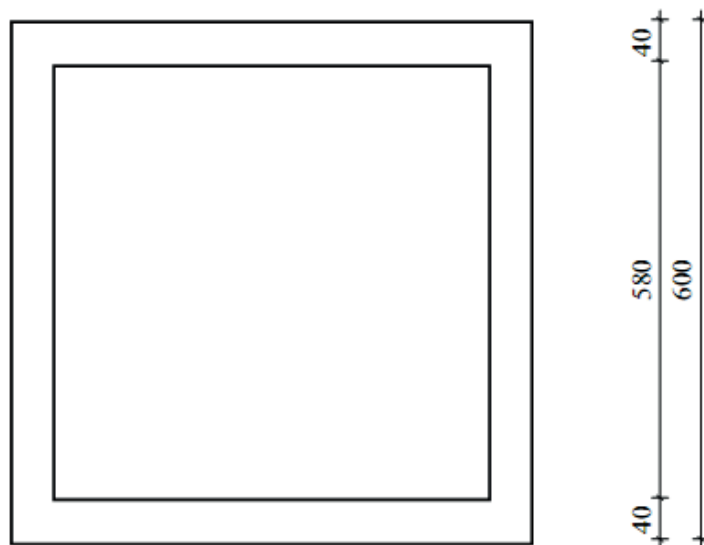
$$q_e = (1 - 2\alpha^2 + \alpha^3) q_1$$

$$\alpha = \frac{l_x}{2l_y}$$

Сл. 4.36.

Пример 1

Да се изврши димензионирање на слободно потпрено вкрстено армирана плоча со светли отвори $l_{0x} = 5,20m$ и $l_{0y} = 5,80m$. Податоци: $MB20$, $RA400/500-2$, товар од под и изолација $q_1 = 1,6kN/m^2$, корисен товар $p = 5kN/m^2$ (сл. 9.37) По изврженото димензионирање да се направи арматурен план.



Сл. 4.37

$$l_x = 1,05l_{0x} = 1,05 \cdot 520 = 546 \text{ cm}$$

$$l_y = 1,05l_{0y} = 1,05 \cdot 580 = 609 \text{ cm}$$

$$d_{\min} \cong \frac{l_y}{35} = \frac{609}{35} = 17,4 \text{ cm}$$

$$d_{\min} = 18 \text{ cm}$$

1. Анализа на товари

1.1. Постојани товари

- под и изолација $1,60kN/m^2$
 - арм. бет. плоча $0,18 \times 1 \times 25 = 4,50 \text{ kN/m}^2$
 - малтер $\underline{0,02 \times 1 \times 21 = 0,42 \text{ kN/m}^2}$
- $$g = 5,58 \text{ kN/m}^2$$

1.2. Променливи товари

- корисен товар $p = 5,58 \text{ kN/m}^2$

2. Статички големини

$$\lambda = \frac{l_y}{l_x} = \frac{609}{546} = 1,11 \approx 1,10$$

Од Маркус - Лезеровите таблици (прилог 6.2) се отчитуваат коефициентите m_{xi} m_{yi} :

$$\begin{aligned} m_{x1} &= 22,79 & m_{y1} &= 33,37 \\ M_{x1}^g &= \frac{g \cdot l_x^2}{m_{x1}} = \frac{6,52 \cdot 5,46^2}{22,79} = 8,53 \text{ kNm} \\ M_{y1}^g &= \frac{g \cdot l_y^2}{m_{y1}} = \frac{6,52 \cdot 6,09^2}{33,37} = 7,25 \text{ kNm} \\ M_{x1}^p &= \frac{p \cdot l_x^2}{m_{x1}} = \frac{5 \cdot 5,46^2}{22,79} = 6,54 \text{ kNm} \\ M_{y1}^p &= \frac{p \cdot l_y^2}{m_{y1}} = \frac{5 \cdot 6,09^2}{33,37} = 5,58 \text{ kNm} \\ M_{ux} &= 1,6 \cdot 8,53 + 1,8 \cdot 6,54 = 25,42 \text{ kNm} \\ M_{uy} &= 1,6 \cdot 7,25 + 1,8 \cdot 5,58 = 21,64 \text{ kNm} \end{aligned}$$

3. Димензионирање

За $MB20, EA400/500-2, \varepsilon_a / \varepsilon_b = 10/3,5\% \Rightarrow k_h = 1,953$

Правец x :

$$h_x = K_h \sqrt{\frac{M_u}{b}} = 1,953 \sqrt{\frac{25,42 \cdot 10^2}{100}} = 9,85 \text{ cm}$$

усвоено: $d = 18 \text{ cm}$

$$h_{x, \text{ств}} = 18 - 2,5 - 0,5 = 15 \text{ cm}$$

$$K_h = \frac{h_x}{\sqrt{\frac{M_{ux}}{b}}} = \frac{15}{\sqrt{\frac{25,42 \cdot 10^2}{100}}} = 2,975$$

За $MB20$ и $k_h = 3,048 \Rightarrow k_z = 0,950$ и $\varepsilon_b / \varepsilon_a = 1,6/10\%$

$$A_{ax} = \frac{M_u}{\sigma_v \cdot k_z \cdot h} = \frac{25,63 \cdot 10^2}{400 \cdot 10^{-1} \cdot 0,95 \cdot 15} = 4,49 \text{ cm}^2$$

Усвоено: $6\phi 10/m$ со $A_{ax} = 4,71 \text{ cm}^2$

Правец у:

$$h_y = h_x - \phi_x / 2 - \phi_y / 2 = 15 - 0,5 - 0,5 = 14 \text{ cm}$$

$$k_h = \frac{h_y}{\sqrt{\frac{M_{uy}}{b}}} = \frac{14}{\sqrt{\frac{21,64 \cdot 10^2}{100}}} = 3,009$$

За MB20 и $k_h = 3,048 \Rightarrow k_z = 0,950$ и $\varepsilon_a / \varepsilon_b = 1,6/10\%$

$$A_{ay} = \frac{M_{uy}}{\sigma_v \cdot k_z \cdot h} = \frac{21,64 \cdot 10^2}{400 \cdot 10^{-1} \cdot 0,950 \cdot 14} = 5,00 \text{ cm}^2$$

Усвоени $10\phi 8 / m$ со $A_{ay} = 5,03 \text{ cm}^2$

4. Арматура во аглите

$$M_x^g = 0,0463 \cdot g \cdot l_x^2 = 0,0463 \cdot 6,52 \cdot 5,46^2 = 9,00 \text{ kNm}$$

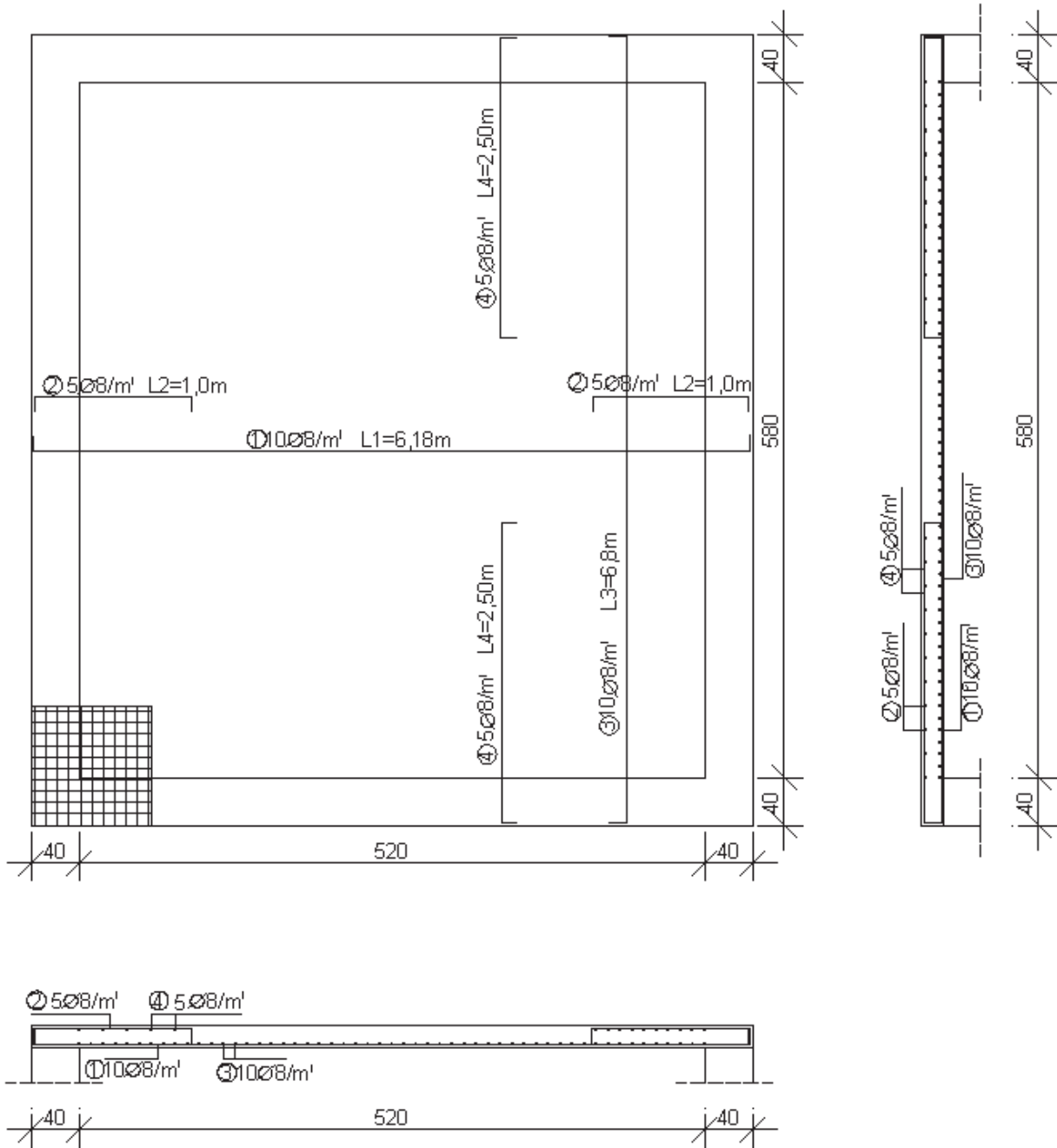
$$M_x^p = 0,0463 \cdot p \cdot l_x^2 = 0,0463 \cdot 5 \cdot 5,46^2 = 6,90 \text{ kNm}$$

$$M_u = 1,6 \cdot 9,00 + 1,8 \cdot 6,90 = 26,82 \text{ kNm}$$

$$k_h = \frac{h_x}{\sqrt{\frac{M_{ux}}{b}}} = \frac{15}{\sqrt{\frac{26,82 \cdot 10^2}{100}}} = 2,896$$

$$A_a = \frac{M_u}{\sigma_v \cdot k_z \cdot h} = \frac{26,82 \cdot 10^2}{400 \cdot 10^{-1} \cdot 0,947 \cdot 15} = 4,70 \text{ cm}^2$$

(усвоено во двата правца $10\phi 8 / m$)



Сл. 4.37.

Запомни!

- ✓ Армиранобетонските плочести носачи кои го пренесуваат товарот во два нормални правци, се потпрени на сите четири страни и односот на распоните изнесува: $l_y/l_x < 2$, се армираат во двата ортогонални правци и се нарекуваат **вкрстено армирани плочести носачи**.
- ✓ За дефинирање на статичките големини, **се користат приближни методи** како Маркусовиот (Магсис) метод.
- ✓ Со **познати вредности на моментите во двата правца** се врши димензионирање (се дефинираат бетонскиот пресек и пресекот на арматурата).

Задачи за повторување!

Задача 1: Да се изработи арматурен план според т.н. шема на армиранобетонска вклетена плоча и да се пресмета масата на потребната арматура за POS 102 со чист отвор $l_{0x} = 450\text{cm}$, $b_0 = 25\text{cm}$, со должина $l_{0y} = 550\text{cm}$. Податоци: MB30 МБ30, RA400/500-2, $d = 12\text{cm}$ и усвоена главна арматура $10\phi 12/m'$ (RA400/500-2) и разделна арматура $6\phi 6m'$.

Тест за самооценување!

1. Објасни кои се еднострано или двострано вклетени плочи!
2. За кои должини може да се применат вклетените плочи?
а) 4-5m б) 6-7m в) 5-8m
3. Каква може да биде дебелината на континуирана плоча по целата нејзина должина?
4. Колку изнесува максималната дебелина на еднострано вклетените плочи во однос на распонот?
5. Максималниот момент најчесто се движи во следниве граници:
а) $gl^2/8$ до $gl^2/24$
б) $gl^2/12$ до $gl^2/36$
в) $gl^2/10$ до $gl^2/30$

**АРМИРАНОБЕТОНСКИ КОНСТРУКЦИИ
ИЗБОРНА**



ТЕМА 1 – Пресметување на армиранобетонски елементи

Во оваа тематска целина учениците ќе се оспособат да:

- пресметуваат бетонски елементи товарени на центричен притисок со извиткување;
- пресметуваат бетонски елементи товарени на центричен притисок без извиткување;
- пресметуваат бетонски темели под ѕидови и столбови;
- пресметуваат аксијално товарени армиранобетонски елементи според теоријата на гранични состојби.

- 1. ПРЕСМЕТУВАЊЕ НА АРМИРАНОБЕТОНСКИ ЕЛЕМЕНТИ**
- 2. АКСИЈАЛНО НАПРЕГНАТИ ЕЛЕМЕНТИ ОД АРМИРАН БЕТОН**

1. ПРЕСМЕТУВАЊЕ НА АРМИРАНОБЕТОНСКИ ЕЛЕМЕНТИ

Материјалот од предметот Армиранобетонски конструкции – изборна III година е распределен на истиот начин како во предметот Армиранобетонски конструкции – редовна III година, па затоа во овој дел посебен акцент е ставен на проширување и продлабочување на знаењата од оваа област. Тоа ќе се постигне преку решавање на поголем број на задачи – самостојно од страна на учениците.

За таа цел во овој дел се дадени поголем број решени примери со напатствија за нивно решавање, со што ќе им се помогне на учениците при нивното решавање.

Напомена: Теоретскиот дел е ист како и во редовниот предмет.

Посебна цел е ученикот да изработи проект елаборат кој ќе ги содржи следниве позиции:

1. Бетонски елементи (столбови, сидови, темели)

2. **Армиранобетонски столбови** со различен напречен пресек (квадрат, правоаголник, круг), да се изврши димензионирање, да се изработи арматурен план во соодветен размер, карактеристичен пресек во R1:10 и да се даде табеларен исказ за потребна арматура.

3. Армиранобетонски плочи

Да се димензионираат, исцртаат арматурни планови во соодветен размер, карактеристични пресеци во R1:10, да се даде табеларен исказ за потребна арматура, за сите видови на статички системи на плочи:

- слободно потпрена плоча
- конзолна плоча
- плоча со препусти
- вкештена плоча
- континуирана плоча
- крстасто армирана плоча

Пример 1.

На столб со правоаголен попречен пресек и однос на страните $a/b=1,2$ делува сила $N=950kN$. Столбот е вкештен на долната страна, а слободен на горниот крај. Висината изнесува $l=2,2m$, а MB20. Да се одредат димензиите на напречниот пресек.

Решение:

За МВ20 од табелата 1.1. се отчитува: $\sigma_{s, \text{доз}} = 3,5 \text{ MPa}$

Напомена: кога димензиите на столбот не се познати, сопствената тежина се занемарува.

Површината на напречниот пресек изнесува:

$$A_b = \frac{N}{\sigma_{s(\text{доз})}} = \frac{950}{3,5} \cdot 10 = 2714 \text{ cm}^2$$

За однос на страните $a = 1,2b$ следува:

$$1,2b^2 = 2714; b^2 = \frac{2714}{1,2}; b = \sqrt{2261,67};$$

$$b = 47,56 \text{ cm}; a = 1,2 \cdot 47,56 = 57,07 \text{ cm}; \text{ усвоено } a/b = 60/50 \text{ cm}.$$

(Страните на столбот се заокружуваат на 0 или на 5 см).

Сопствената тежина на столбот е:

$$G = 0,50 \cdot 0,60 \cdot 2,2 \cdot 24 = 15,84 \text{ kN}.$$

$$S = N + G = 950 + 15,84 = 965,84 \text{ kN}.$$

Виткоста на столбот изнесува:

$$\lambda_k = \frac{l_k}{i_{\min}} = \frac{2 \cdot 2,20}{0,289 \cdot 60} \cdot 10 = 30,45 < 35 \text{ (без извиткување)}$$

$$l_k = 2 \cdot l$$

Стварните напрегања изнесуваат:

$$\sigma_{s(\text{ств})} = \frac{S}{A_b} = \frac{965,84}{50 \cdot 60 \cdot 10} = 3,22 \text{ MPa} < \sigma_{s(\text{доз})} = 3,5 \text{ MPa} = 3,5$$

Пример 2.

Во сутерен на една стамбена зграда е предвиден ѕид со дебелина од 25cm. Зидот е со висина од 3,5m, вклетен на двата краја и на него делува вкупна сила $S = 800 \text{ kN}$ (континуиран товар на должина од 1m), ѕидот се димензионира за дебелина d и широчина од 1m.

Минималниот радиус на инерција е:

$$i_{\min} = 0,289 \cdot d = 0,289 \cdot 25 = 7,23 \text{ cm}$$

Должината на извиткување изнесува:

$$l_k = 0,5 \cdot 350 = 175 \text{ cm}$$

Виткоста на столбот е:

$$\lambda_k = \frac{l_k}{i_{\min}} = \frac{175}{7,23} = 24,20 < 35 \text{ (без извиткување)}.$$

Стварното напрегање σ_s изнесува:

$$\sigma_s (\text{CTB}) = \frac{S}{A_b} = \frac{800}{100 \cdot 25 \cdot 10} = 3,2 \text{ MPa}$$

Усвоено MB20 со $\sigma_s (\text{доз}) = 3,5 \text{ MPa}$

Пример 3.

Да се определи потребната MB за изведба на еден бетонски столб со квадратен напречен пресек и димензии $a = 35 \text{ cm}$, висината на столбот $l = 3,2 \text{ m}$, а истиот на едниот крај е вкештен, а на другиот слободен. Силата која делува на столбот е $N = 290 \text{ kN}$.

Решение:

Минималниот полупречник на инерција е:

$$i_{\min} = 0,298 \cdot a = 0,298 \cdot 35 = 10,12 \text{ cm}$$

За должина на извиткување

$$l_k = 2l = 2 \cdot 320 = 640 \text{ cm}$$

Виткоста е:

$$\lambda_k = \frac{l_k}{i_{\min}} = \frac{640}{10,12} = 63,24 > 35$$

Средишното нормално напрегање на притисок е:

$$\sigma_s = \frac{100}{135 - \lambda_k} \cdot \sigma_k = \frac{100}{135 - \lambda_k} \cdot \frac{N + G}{A_b} = \frac{100}{135 - 63,24} \cdot \frac{(290 + 0,35^2 \cdot 3,2 \cdot 24)}{35 \cdot 35} \cdot 10 = 3,41 \text{ MPa}$$

Усвоена MB20 со $\sigma_s (\text{доз}) = 3,5 \text{ MPa}$

При позната MB, силата N , висината на столбот l , врска на краевите на столбот и форма на напречниот пресек, да се определат димензиите на столбот. Пресметувањето се врши по следниот редослед:

а) за зададената MB од табела 1.1 се одчитува $\sigma_s (\text{доз})$

б) се предпоставува дека $S = N$

в) се предпоставува дека $\lambda_k < 35$, па се определува површината на

напречниот пресек по изразот $A_b = \frac{N}{\sigma_s}$

г) се определуваат димензиите на столбот и неговата тежина. За познати димензии се пресметува виткоста која во овој случај е поголема од 35.

д) со добиената виткост се пресметува σ_k по изразот $\sigma_k = \frac{135 - \lambda_k}{100} \cdot \sigma_s$

ѓ) со новодобиеното напрегање σ_k се пресметува повторно површината на напречниот пресек, односно димензиите на столбот. Оваа постапка се повторува неколку пати, се додека не се задоволи условот $\sigma_{s \text{ ств}} = \sigma_k$.

Пример 4.

Сид со дебелина од 25 см пренесува товар $N + G = 280 \text{ kN}$ врз бетонски темел. Дозволеното напрегање на почвата изнесува $\sigma_{s \text{ доз}} = 0,25 \text{ MPa}$. Да се изврши димензионирање на темелот ако истиот е изведен од МВ 20.

а/ Определување на ширината на темелот:

$$N_t = N + G + G_t = 280 + 0,1 \cdot 280 = 308 \text{ kN};$$

$$b_t = \frac{N_t}{100 \cdot \sigma_{s \text{ доз}}} = \frac{308 \cdot 10}{100 \cdot 0,25} = 123,3 \text{ cm}$$

усвоената ширина на темелот $b_t = 125 \text{ cm}$

Стварното напрегање во почвата изнесува:

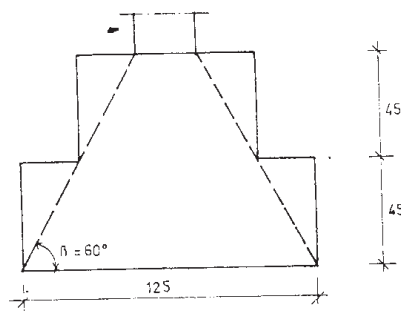
$$\sigma_{z \text{ ств}} = \frac{N_t}{100 \cdot b_t} = \frac{308 \cdot 10}{100 \cdot 125} = 0,246 \text{ MPa} < 0,250 \text{ MPa}$$

б/ Одредување висина на темелот:

- За усвоено $\beta = 60^\circ$, $\text{tg}\beta = 1,732$

$$H = \frac{1}{2}(b_t - d) \cdot \text{tg}\beta = \frac{1}{2}(125 - 25) \cdot 1,732 = 86,6 \text{ cm}$$

Усвоено $H = 90 \text{ cm}$



слика 1.1

2. АКСИЈАЛНО НАПРЕГНАТИ ЕЛЕМЕНТИ ОД АРМИРАН БЕТОН

Пример 1:

Да се димензионира армиранобетонски столб со кружен напречен пресек $D= 50$ см и должина на извиткување $l_k=300$ см. Столбот да се армира со RA400/500-2; MB20, а се наоѓа во сеизмички неактивно подрачје. Дебелината на заштитниот слој $a_0= 2$ см. После извршеното димензионирање да се изработи арматурен план во R1:20; карактеристичен пресек во R1:10; а на крај да се направи табеларен исказ за потребна арматура.

Постапка за работа:

1. Одредување површина на бетонскиот пресек:

$$A_b = \frac{D^2 \pi}{4} = \frac{50^2 \cdot 3,14}{4} = 1962,5 \text{ cm}^2$$

2. Виткост на столбот

$$\lambda_k = \frac{l_k}{i_{b \min}} = \frac{300}{0,25 \cdot 50} = 24 < 25 - \text{ без извиткување}$$

3. Минимален процент на армирање

$$\mu_{\min} = \frac{\lambda_k}{50} - 0,40 < 0,60\%$$

$$\mu_{\min} = \frac{24}{50} - 0,40 = 0,08\%$$

Усвоено $\mu_{\min} = 0,60\%$

4. Плоштина на надолжна (главна) арматура

$$A_a = \frac{\mu_{\min} \cdot A_b}{100} = \frac{0,6 \cdot 1962,5}{100} = 11,78 \text{ cm}^2$$

Усвоени 6Ø16 со $A_a = 12,06 \text{ cm}^2$

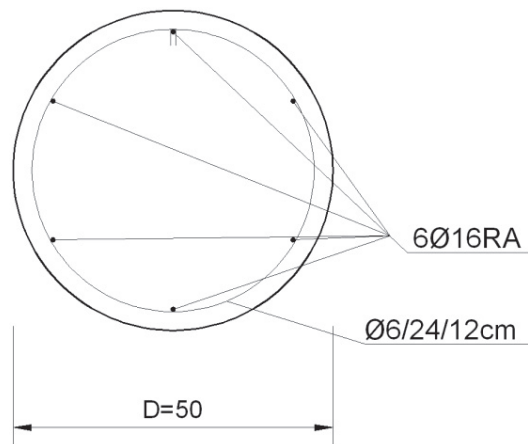
5. Плоштина на узенгии

Усвоени Ø6

6. Растојание меѓу узенгии

$$e_{uz} = \left\{ \begin{array}{l} 15 \cdot \phi = 15 \cdot 1,6 = 24 \text{ cm} \\ D = 50 \text{ cm} \\ 30 = 30 \text{ cm} \end{array} \right\}$$

Усвоено $e_{uz} = 24 \text{ cm}$



слика 3.17

7. Растојание на узенгиите кај преклопот

$$e_{uz} = 7,5 \cdot \phi = 7,5 \cdot 1,6 = 12sm$$

$$l_s = 1,5 \cdot D = 1,5 \cdot 50 = 75sm$$

8. Должина на преклопување

$$l_p = k \cdot \phi = 40 \cdot 1,6 = 64sm$$

K – коефициент кој се чита од табела 2 и зависи од МВ и видот на арматурата. Во нашиот случај за МБ20 и RA, $k = 40$

9. Пресметковна јакост на бетонот

$$f_b = 14MP_a \text{ за МБ20}$$

10. Сила што ја прима столбот (ултимативна сила)

$$N_u = A_b \cdot f_b + A_a \cdot \sigma_{v(02)}$$

$$N_u = 1962,5 \cdot 14 + 12,06 \cdot 40$$

$$N_u = 27475 + 482,4$$

$$N_u = 27957,4kN$$

11. Должина на главни прачки

$$L_1 = l_k + l_p = 300 + 64 = 364sm$$

12. Должина на узенгија

$$L_2 = D_u \cdot \pi + 2\Delta l_k$$

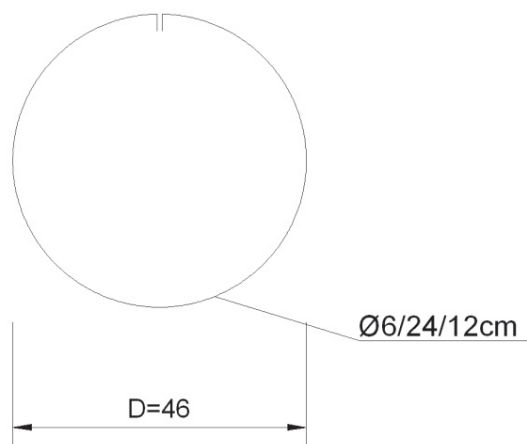
$$L_2 = 46 \cdot 3,14 + 2 \cdot 8$$

$$L_2 = 160,44sm$$

$$D_u = D - 2a_0$$

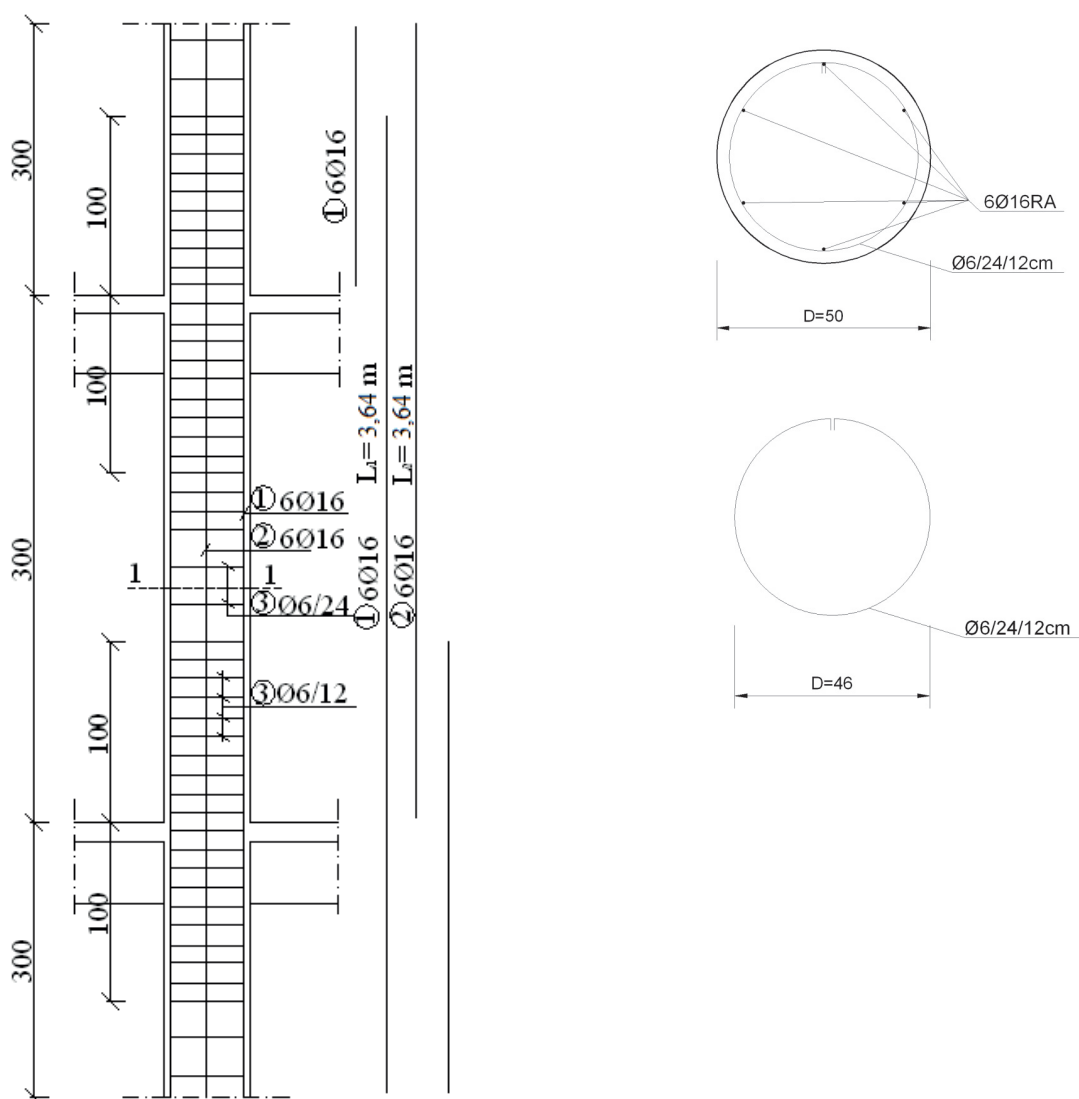
$$D_u = 50 - 2 \cdot 2$$

$$D_u = 46 \text{ см}$$



слика 1.2

АРМАТУРЕН ПЛАН ЗА КРУЖЕН СТОЛБ Р 1:25



слика 1.3

Табеларен исказ за потребна арматура за столб S

POS	ознака	Ø (mm)	единечна должина L (m)	број на прачки	вкупна должина по Ø	
					Ø6	Ø16
S	1	16	3,64	6		21,84
	2	16	3,64	6		21,84
	3	6	1,60	28	44,80	
вкупна должина по Ø					44,80	43,68
тежина по Ø/м ³					0,228	1,621
вкупна тежина по Ø					10,21	70,81
ВКУПНО + 2% растур за Ø≤14мм; Ø>14мм					10,41 кг	72,22 кг



ТЕМА 3 - Елементи од армиран бетон напрегнати на свиткување

Во оваа тематска целина учениците ќе се оспособат:

Плочи

- да димензионираат слободно потпрена плоча според граничната носивост;
- да усвојуваат арматура;
- да цртаат арматурни планови за слободно потпрена плоча;
- да изработуваат табеларен исказ за арматура;
- да решаваат практични примери од слободно потпрена плоча;
- да решаваат практични примери од конзолна плоча;
- да решаваат практични примери од плоча со препусти;
- да решаваат практични примери од вклетена плоча;
- да решаваат практични примери од континуирана плоча.

3. ЕЛЕМЕНТИ ОД АРМИРАН БЕТОН НАПРЕГНАТИ НА СВИТКУВАЊЕ

3.1. Слободно потпрена плоча

3.2. Конзолна плоча

3.3. Плоча со препусти

3.4. Вклетена плоча

3.5. Континуирана плоча

3. ЕЛЕМЕНТИ ОД АРМИРАН БЕТОН НАПРЕГНАТИ НА СВИТКУВАЊЕ

3.1. СЛОБОДНО ПОТПРЕНА ПЛОЧА

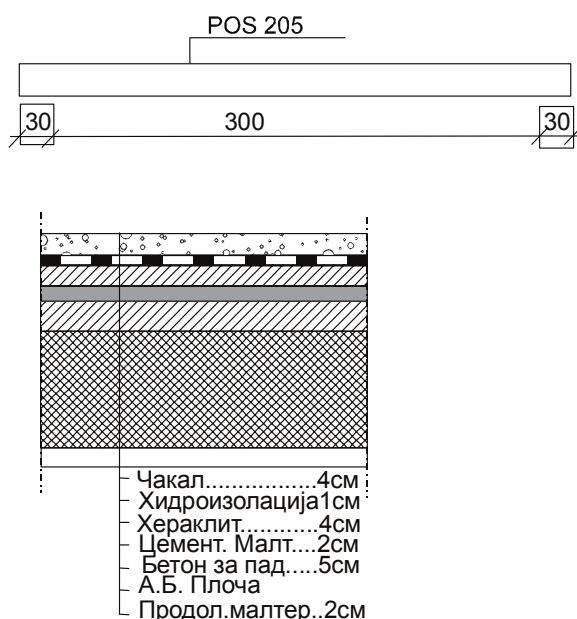
Пример 1.

Да се димензионира слободно покривна плоча POS205 со светол (чист) отвор $l_{0x} = 300\text{cm}$, $b_0 = 30\text{cm}$ и должина $l_{0y} = 700\text{cm}$. Податоци: MB20, RA400/500, товарена според скицата (сл. 3.1). По извршеното пресметување да се нацрта арматурен план според линијата на силите за затегнување и да се пресмета масата на потребната арматура.

Се пресметува статичкиот распон:

$$l = 1,05 \cdot l_0 = 1,05 \cdot 300 = 315\text{cm}$$

За да може да се изврши димензионирањето, најнапред треба да се направи анализа на товарите. Како што е веќе кажано, плочите примаат постојан товар (g) и корисен – променлив товар (p). Постојаниот товар претставува збир од сопствената тежина на плочата и тежините на сите слоеви што се изведени над и под плочата. За да се пресметаат тие тежини потребно е да се знаат волуменските тежини на градежните материјали од кои се изведени слоевите, како и волуменската тежина на армираниот бетон. Тие се зададени во ПТП2-прилог 1.1. стр 185.



Сл 3.1

Бидејќи плочата е површински носач, анализа на товарите се прави за 1m^2 . Дебелината на секој слој се чита од сл. 3.1, а дебелината на плочата се

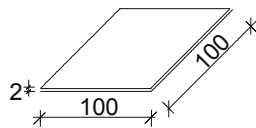
претпоставува според критериумите за минимална дебелина во зависност од распонот.

$$d_{\min} \geq \frac{l}{35} = \frac{315}{35} = 9\text{cm} \quad (\text{претпоставено } d = 10\text{cm})$$

Ако по извршеното димензионирање, се добие дебелина многу поголема од претпоставената, пресметувањето се повторува со друга сопствена тежина. Ако се добие помала дебелина од 10 см, пресметувањето не се повторува затоа што минималната дебелина на плочата е 9 см. Треба да се нагласи дека при димензионирањето корекцијата на сопствената тежина на плочата битно не го менува резултатот.

Волуменскиот слој се пресметува кога волуменот на слојот ќе се помножи со волуменската тежина на градежниот материјал од кој е изведен.

Пример. За да се пресмета тежината на слојот од 2 см цементен малтер волуменот на слојот (0,02x1,0x1,0) го множиме со волуменската тежина на цементниот малтер која ја читаме од прилог 1.1. (сл.3.2)



1. Товари

цементен малтер 0,02x1,0x1,0x21=0,42 kN/m²
или скратено.....0,02x0,21=0,42 kN/m²

Според горе покажаната постапка се пресметуваат сите постојани товари:

1.1 Постојани товари:

- чакал	0,04x18=0,72 kN/m ²
- хидроизолација	0,01x20=0,20 kN/m ²
- хераклит	0,04x 4=0,16 kN/m ²
- цементен малтер	0,02x21=0,42 kN/m ²
- бетон за пад	0,05x24=1,20 kN/m ²
- армиранобетонска плоча	0,10x25=2,50 kN/m ²
- продолжен малтер	0,02x19=0,38 kN/m ²

$$g=5,58 \text{ kN/m}^2$$

Корисните-променливите товари (прилог 1.1) претставуваат товари од луѓе, мебел, возила, снег и ветер. Во високоградбата тие зависат од намената на објектот (училишта, болници, станбена зграда и сл.). Плочата што треба да се димензионира е покривна рамна плоча и за неа користен товар е товарот од снег

(прилог 1.1) и вертикално дејство од ветер во зависност од географската зона во која се наоѓа објектот и степенот на заштитеноста помножен со коефициентот 0,4.

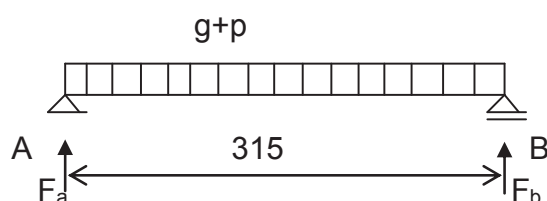
Според прочитаните вредности ги пресметуваме променливите товари како што следува:

1.2. Променливи товари:

-снег (според ПТП2)	S=0,75 kN/m ²
-ветер (изложен, II зона)	0,7x0,4=0,28 kN/m ²
p=1,03 kN/m ²	

2. Статичка пресметка

Ултимативниот момент (M_u) дејствува во средината на носачот и се пресметува како збир од максималните моменти од постојаниот и променливиот товар зголемени со соодветните коефициенти на сигурност при дилатации $\varepsilon_a \geq 3\text{‰}$.



Сл. 3.3

$$M_{\max}^g = \frac{g \cdot l^2}{8} = \frac{5,58 \cdot 3,15^2}{8} = 6,92 \text{ kNm}$$

$$M_{\max}^p = \frac{p \cdot l^2}{8} = \frac{1,03 \cdot 3,15^2}{8} = 1,27 \text{ kNm}$$

$$M_u = \gamma_g \cdot M_{\max}^g + M_{\max}^p$$

$$M_u = 1,6 \cdot 6,92 + 1,8 \cdot 1,27 = 13,35 \text{ kNm}$$

$$F_{A-205}^g = F_{B-205}^g = \frac{g \cdot l}{2} = \frac{5,58 \cdot 3,15}{2} = 8,79 \text{ kN}$$

$$F_{A-205}^p = F_{B-205}^p = \frac{p \cdot l}{2} = \frac{1,03 \cdot 3,15}{2} = 1,62 \text{ kN}$$

3. Димензионирање

3.1.Одредување на дебелината на плочата

Се одредува според постапката покажана на поглавје 4.1:

$$d = h + a, \quad a = a_0 + \frac{\phi}{2}$$

(за $MB < 25$, плоча и слабо агресивна средина $a_0 = 2,0cm$

$$a = 2,0 + 0,5 = 2,5cm$$

$$h = K_h \sqrt{\frac{M_u}{b}}$$

За претпоставени $\varepsilon_a / \varepsilon_b = 10/3,5\%$, $MB20$ се отчитува $K_h = 1,953$ (прилог 1.3.), па со замена во изразот за h се добива:

$$h = 1,953 \sqrt{\frac{13,35 \cdot 10^2}{100}} = 7,13cm$$

$$d = 7,13 + 2,5 = 9,63cm, \text{ усвоено } d = 10cm$$

усвоената статичка висина е:

$$h = d - a = 10 - 2,5cm$$

3.2. Одредување арматура

Добиениот коефициент на висината е:

$$K_h = \frac{h}{\sqrt{\frac{M_u}{b}}} = \frac{7,5}{\sqrt{\frac{13,35 \cdot 10^2}{100}}} = 2,055$$

За $MB20$ и $K_h = 2,033 \rightarrow K_z = 0,901, \varepsilon_a = 10\%$, $\varepsilon_b = 3,2\%$,

$$A_a = \frac{M_u}{\sigma_v \cdot K_z \cdot h} = \frac{13,35 \cdot 10^2}{400 \cdot 10^{-1} \cdot 0,901 \cdot 7,5} = 4,94cm^2$$

$$A_{a,\min} = \frac{\mu \cdot A}{100} = \frac{0,15 \cdot 100 \cdot 7,5}{100} = 1,12cm^2$$

$$A_{a,\min} = 1,12cm^2 < 4,94cm^2.$$

Меродавна за усвојување е арматурата пресметана според M_u

Усвоени $8\emptyset 10/\text{m}$ (RA) $A_{a,\min} = 6,28\text{cm}^2 > 4,94\text{cm}^2$

Главна арматура $\emptyset 10/12,5\text{cm}$

$$A^r_a = 0,20 \cdot A_a = 0,20 \cdot 4,94 = 0,988\text{cm}^2$$

$$A^r_{a,\min} = \frac{\mu_{\min} \cdot A_b}{100} = \frac{0,10 \cdot 100 \cdot 7,5}{100} = 0,75\text{cm}^2$$

Меродавна за усвојување е $A^r_a = 0,988\text{cm}^2$

Усвоено $6\emptyset 6/\text{m}$ (RA) со $A^r_a = 1,70\text{cm}^2 > 0,988\text{cm}^2$

Разделна арматура $\emptyset 6/16,7\text{cm}$

4. Потребни елементи за изработка на арматурниот план

Арматурниот план се црта според она што е кажано во поглавје 4.2. Напречните пресеци (1-1; 2-2) се цртаат за 1m , така што првата прачка се поставува на половина од пресметаното растојание меѓу прачките. Бидејќи во 1m се усвоени 8 прачки главна арматура, растојанието меѓу нив е:

$$t = \frac{100}{8} = 12,5\text{cm} \quad (\text{усвоени се } 8\emptyset/\text{m}),$$

а растојанието меѓу прачките на разделната арматура е:

$$t = \frac{100}{6} = 16,66 \approx 17\text{cm} \quad (\text{усвоени се } 6\emptyset/\text{m})$$

5. Пресметување на должините на прачките

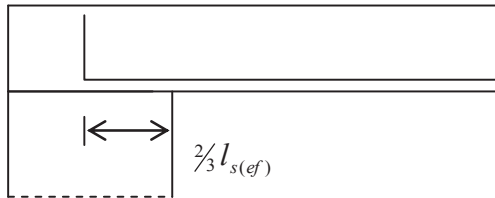
5.1. Прачка со ознака 1

$$\Delta l_k \left| \begin{array}{c} \underline{1 \ 4 \ \emptyset 10/\text{m} \quad L1=3,68\text{m}} \\ S1 \end{array} \right| \Delta l_k$$

$$\Delta l_k = d - 2 \cdot a_0 = 10 - 4 = 6\text{cm}$$

Вредности на „к“ Табела 2

МВ/Ч	15	20	30	40	50	60
GA	56	50	44	39	36	34
RA	46	40	32	26	23	20



$$l_{s(ef)} = 0,5 \cdot k \cdot \phi \quad \text{за добра атхезија и } MB20, k = 40 \text{ (таб.2)}$$

$$l_{s(ef)} = 0,5 \cdot 40 \cdot 1,0 = 20\text{cm}$$

$$\frac{2}{3} l_{s(ef)} = \frac{2}{3} 20 = 13,33\text{cm} < b_0 = 30\text{cm}$$

Потпорите со својата ширина $b_0 = 30\text{cm}$ обезбедуваат анкерување на правите прачки. Поради поедноставување во пресметките, правите прачки се завршуваат на еден заштитен слој за греда од крајот на потпората:

$$S_1 = l_0 + 2 \cdot b_0 - 2 \cdot a^r_0 = 300 + 2 \cdot 30 - 2 \cdot 2 = 356\text{cm}$$

$$L_1 = S_1 + 2 \cdot \Delta l_k = 356 + 2 \cdot 6 = 368\text{cm} = 3,68\text{m}$$

каде е:

a^r_0 - заштитен слој за греда (претпоставено е дека гредата е изведена со МБ30),

L_1 – вкупна или развиена должина која се изразува во m.

Вкупниот број на парчиња од ознака **1** и **2** се определуваат според должината на плочата $l_y = 7,0\text{m}$, вкупно 56 парчиња арматура.

5.2. Прачка со ознака 2

$$\Delta l_k \left[\begin{array}{c} \mathbf{2} \ 5 \ \Phi 10/\text{м} \quad L_2 = 1,15\text{m} \\ \hline S_2 \end{array} \right] \Delta l_k$$

$$S_2 = b_0 + 0,25 \cdot l_{0x} - a_0 = 30 + 0,25 \cdot 300 - 2 = 103\text{cm}$$

$$L_2 = S_2 + 2 \cdot \Delta l_k = 103 + 2 \cdot 6 = 115\text{cm} = 1,15\text{m}$$

5.3. Прачка со ознака 3

$$3 \text{ } 6\text{Ø}6/\text{m} \quad L_3 = 7,56\text{m}$$

Должината на разделната арматура се определува според должината $l_y = 7,0\text{m}$ (сл.4.20). Бидејќи таа продолжува во гредите POS201 и POS202, а завршува на еден заштитен слој од оплатата нејзината должина изнесува:

$$L_3 = l_y + 2 \cdot b_0 (\text{POS201 и POS202}) - 2 \cdot a_0 \quad (\text{за гредите е претпоставена MB30})$$

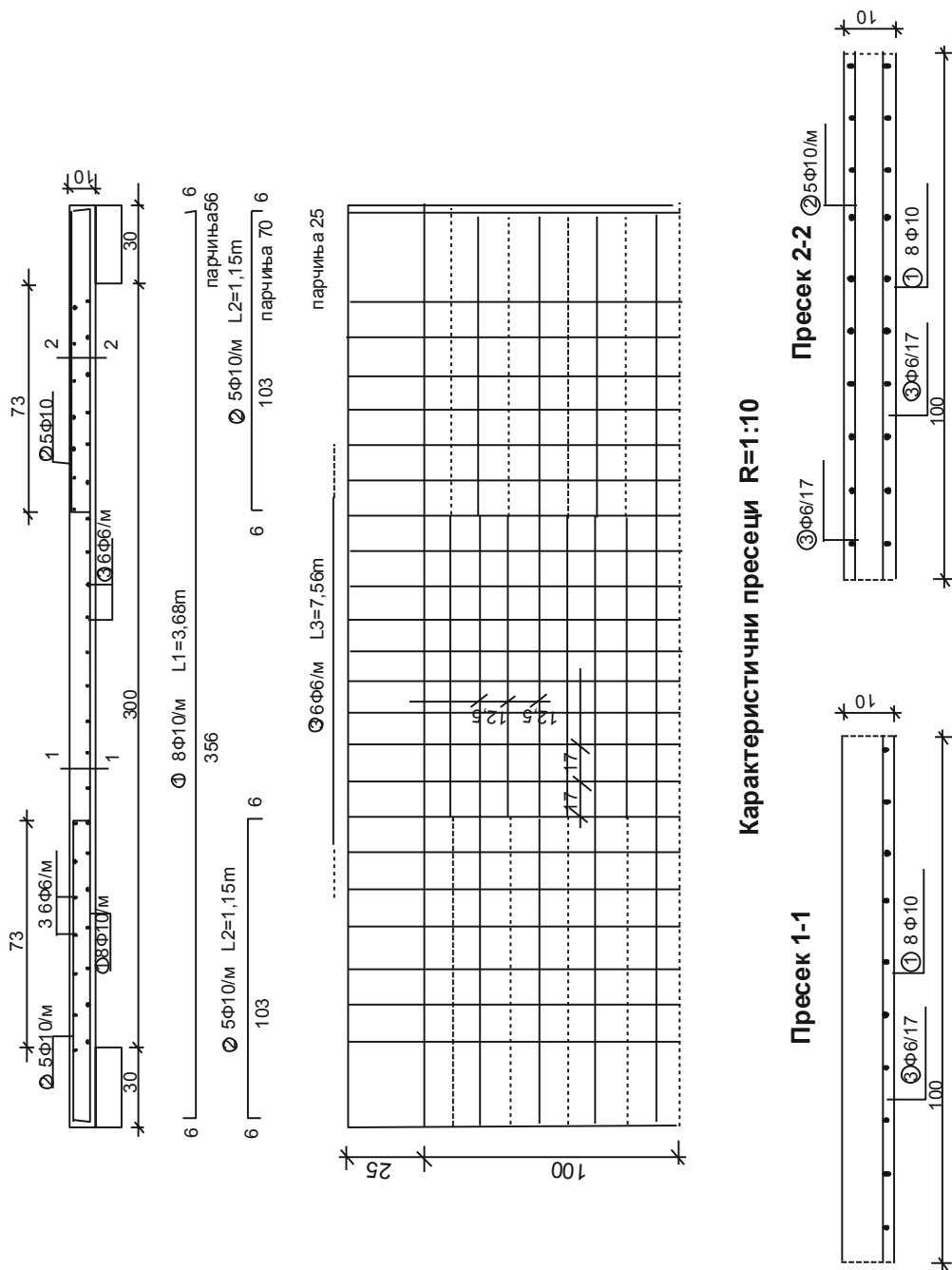
$$L_3 = 700 + 2 \cdot 30 - 2 \cdot 2 = 756\text{cm}$$

Вкупниот број на парчиња од разделната арматура се одредуваат на тој начин што се бројат разделните прачки долу и горе во надолжниот пресек на плочата прикажани на арматурниот план (сл.3.4).

Потребната маса на арматура е дадена во табелата што следи:

Pos	ознака	Ø (mm)	L (m)	парчиња		Вкупна должина во m	
				на m	вкупно	Ø6	Ø10
205	1	10	3,68	8	56		206,08
	2	10	1,15	5	70		80,5
	3	6	7,56	6	25	189,00	
вкупна должина по Ø						189,00	286,58
маса за 1 m						0,228	0,633
вкупна маса во kg						43,09	181,4
ВКУПНО 157,76 kg +2% растурање							

POS 205 Покривна плоча, МВ20, RA400/500, R=1:20



сл. 3.4

Запомни!

Слободно потпрените армиранобетонски плочести носачи во практиката се среќаваат сосема ретко, најчесто кај капаци на разни канали, резервоари, септички јами и сл., а во објектите од високоградба тоа се покривните плочи.

Слободно потпрените плочи се економични за распони од max 3-4m.

Иако нападните моменти над потпорите се еднакви на нула, се препорачува $\frac{1}{2}$ од главната арматура во поле да се предвиди како додатна арматура над потпорите.

Дебелината на плочата се претпоставува во зависност од распонот:

$$d_{\min} \geq \frac{l}{35}$$

Ако по извршеното димензионирање, се добие дебелина многу поголема од претпоставената, пресметувањето се повторува со друга сопствена тежина.

Потребната маса на арматурата е дадена во табела каде што се дадени: Pos, ознака на арматурата, \emptyset на арматурата, L на арматурата, парчиња на арматурата според \emptyset , вкупна должина на арматурата по \emptyset , маса за $1m^1$ и вкупна маса во kg.

Арматурниот план може да се нацрта според т.н. шема, односно според параметри добиени врз основа на искуство.

Задачи за повторување!

Задача1: Да се димензионира слободно потпрена плоча POS105 со чист отвор $l_{0x} = 330cm, b_0 = 30cm$, со должина $l_{0y} = 680cm$. Податоци: MB30, RA400/500-2, $d = 15cm$ и $M_u = 35,60kNm$. По извршеното пресметување да се изработи арматурен план и да се пресмета масата на потребната арматура.

Задача2: Да се димензионира слободно потпрена плоча POS102 со чист отвор $l_{0x} = 380cm, b_0 = 30cm$, со должина $l_{0y} = 750cm$. Податоци: MB30, RA400/500-2, $d = 16cm$ и $M_u = 40,60kNm$. По извршеното пресметување да се изработи арматурен план и да се пресмета масата на потребната арматура.

Пример за вежбање:

Да се изработи арматурен план и да се пресмета масата на арматурата за слободно потпрена плоча POS102 во размер R1:20 ако се дадени: чист отвор $l_{0x} = 320cm, b_0 = 30cm$, со должина $l_{0y} = 750cm, MB30, RA400/500-2, d = 14cm$, и $M_u = 32,50kNm$.

Тест за самооценување!

1. Каде најмногу се наоѓаат примена плочите во армиранобетонските конструкции?

2. Минималната дебелина на полните плочи изнесува:

- а) 8см б) 7см в) 6см

3. Какви може да бидат плочите, според начинот на потпирање?

4. Улогата на главната арматура е да ги прифати напрегањата на:

- а) истегнување б) притисок в) ниту едните

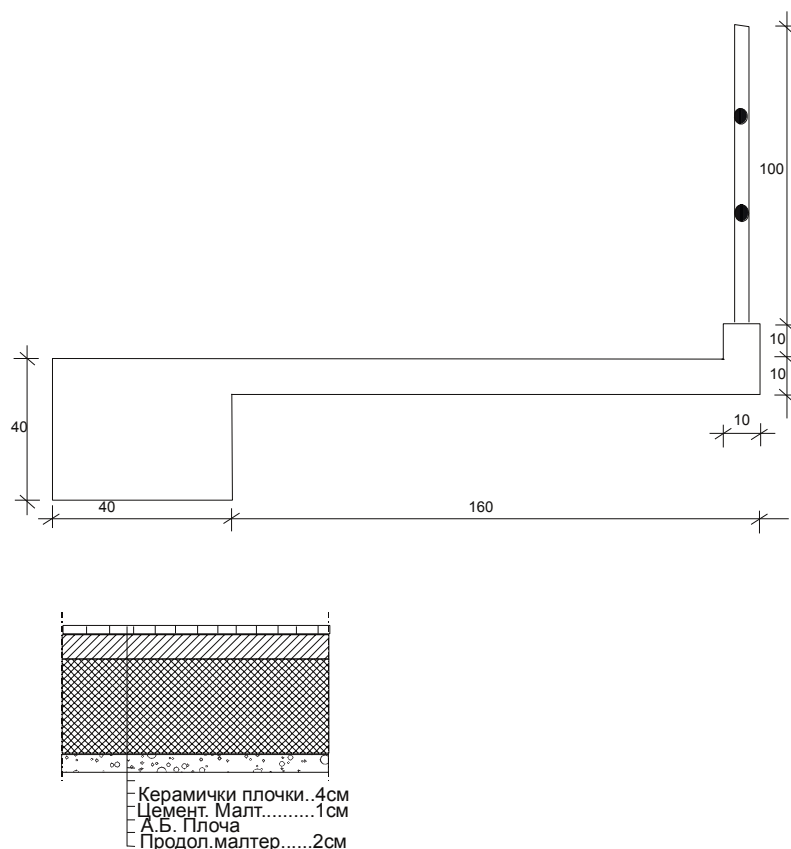
3.2. КОНЗОЛНА ПЛОЧА

Пример 2.

Да се изврши димензионирање на армиранобетонска плоча POS101 со чист отвор $l_{0x} = 160\text{cm}$ и должина $l_{0y} = 320\text{cm}$. Дадени се податоците за MB30, RA400/500 – 2 товарена според скицата (сл. 3.5). После извршеното димензионирање да се изработи арматурен план.

Тежина на оградата (висина 1m) е $0,7\text{kN/m}$ (прилог 1.1)

Се претпоставува дебелината на плочата: $d \geq \frac{l_{0x}}{12} = \frac{160}{12} = 13,33\text{cm}$



Сл. 3.5

1. Анализа на товари

1.1. Постојани товари

- керамички плочки	$0,01 \times 20 = 0,20 \text{ kN/m}^2$
- цементен малтер	$0,03 \times 21 = 0,63 \text{ kN/m}^2$
- армиранобетонска плоча	$0,14 \times 25 = 3,50 \text{ kN/m}^2$
- продолжен малтер	$0,02 \times 19 = 0,38 \text{ kN/m}^2$

$$g = 4,71 \text{ kN/m}^2$$

- тежина на оградата	$0,70 \text{ kN/m}^2$
- тежина на бетонски парапет	$0,10 \times 0,10 \times 1,0 \times 25 = 25,0 \text{ kN/m}^2$

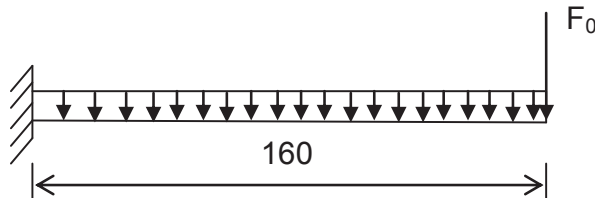
$$F_0 = 0,95 \text{ kN/m}^2$$

Променливи товари за бетонската плоча се корисниот товар за балкони (прилог 1.1) и хоризонталниот притисок од луѓето врз оградата (прилог 1.1).

1.2. Променливи товари:

- корисен товар за балкон $p=3,0 \text{ kN/m}^2$
- хоризонтален притисок на држалката за раце врз огради од скали и балкони $F_n=0,40 \text{ kN/m}^2$

2. Статичка пресметка



Сл.3.6

$$M_0 = F_n \cdot h_0 = 0,4 \cdot 1,1 = 0,44 \text{ kN/m} \quad \text{каде } e: h_0 = 1,10 \text{ m} - \text{ висина на оградата}$$

$$M_A^g = \frac{g \cdot l^2}{2} - F_0 \cdot l = \frac{4,71 \cdot 1,6^2}{2} - 0,95 \cdot 1,60 = -7,54 \text{ kNm}$$

$$M_A^p = \frac{p \cdot l^2}{2} - M_0 = \frac{3,0 \cdot 1,6^2}{2} - 0,44 = -4,28 \text{ kNm}$$

$$F_{A-101}^r = g \cdot l + F_0 = 4,71 \cdot 1,60 + 0,95 = 8,48 \text{ kN}$$

$$F_{A-101}^p = p \cdot l = 3,0 \cdot 1,60 = 4,8 \text{ kN}$$

$$M_u = M_A^g \cdot \gamma^g + M_A^p \cdot \gamma^p = -7,54 \cdot 1,6 - 4,28 \cdot 1,8 = -19,77 \text{ kNm}$$

3. Димензионирање

3.1. Определување на дебелината на плочата

Се определува според постапката:

$$d = h + a, \quad a = a_0 + \frac{\phi}{2} \quad (\text{ за } MB > 25 \text{ и средно агресивна средина } a_0 = 2 \text{ cm})$$

$$a = 2 + 0,5 = 2,5 \text{ cm}$$

$$h = K_h \sqrt{\frac{M_u}{b}}$$

За претпоставени $\varepsilon_a / \varepsilon_b = 10/3,5\%$, MB30 се отчитува $K_h = 1,614$ (прилог 1.3.), па со замена во изразот за h се добива:

$$h = 1,614 \sqrt{\frac{19,77 \cdot 10^2}{100}} = 7,17 \text{ cm}$$

$d = 7,17 + 2,5 = 9,67 \text{ cm}$, усвоено $d = 14 \text{ cm}$ (усвоената дебелина не треба да биде помала од минималната).

Усвоената статичка висина е:

$$h = d - a = 14 - 2,5 = 11,5 \text{ cm}$$

3.2. Определување на арматурата

Вистинскиот коефициент на висината е:

$$K_h = \frac{h}{\sqrt{\frac{M_u}{b}}} = \frac{11,5}{\sqrt{\frac{19,77 \cdot 10^2}{100}}} = 2,590$$

за MB30 и $K_h = 2,519 \rightarrow K_z = 0,950, \varepsilon_a = 10\text{‰}, \varepsilon_b = 1,6\text{‰}$,

$$A_a = \frac{M_u}{\sigma_v \cdot K_z \cdot h} = \frac{19,77 \cdot 10^2}{400 \cdot 10^{-1} \cdot 0,95 \cdot 11,5} = 4,52 \text{ cm}^2$$

$$A_{a,\min} = \frac{\mu \cdot A}{100} = \frac{0,15 \cdot 100 \cdot 11,5}{100} = 1,72 \text{ cm}^2$$

$$A_{a,\min} = 1,72 \text{ cm}^2 < 4,52 \text{ cm}^2$$

Меродавна за усвојување е $A_a = 4,52 \text{ cm}^2$

Усвоени $8\text{Ø}10/\text{m}$ (RA400/500) со $A_a = 6,28 \text{ cm}^2 \text{ t} = 100 : 8 = 12,5 \text{ cm}$

$$A^r_a = 0,2 \cdot 4,52 = 0,904 \text{ cm}^2$$

$$A^r_{a,\min} = \frac{\mu \cdot A}{100} = \frac{100 \cdot 11,5}{100} = 1,15 \text{ cm}^2$$

Меродавна за усвојување е $A_a = 0,904 \text{ cm}^2$

Усвоени $6\text{Ø}6/\text{m}$ (RA400/500) со $A_a = 1,70 \text{ cm}^2 \text{ t} = 100 : 6 = 16,67 \text{ cm}$

4. Елементи за изработка на арматурниот план

Кај конзолната плоча зоната на истегнување е во горната зона, па поради тоа арматурата треба да се постави во неа. Поради малата дебелина, двете зони на плочата имаат лоши услови на атхезија, па коефициентите на анкерување дадени во табела 2 треба да се зголемат за 50%.

$$l_s = 1,5 \cdot k \cdot \phi$$

за MB30, добра атхезија $k = 44$, ϕ е профил на усвоената арматура ($\phi 10mm$)

$$l_s = 1,5 \cdot 44 \cdot 1,0 = 66cm$$

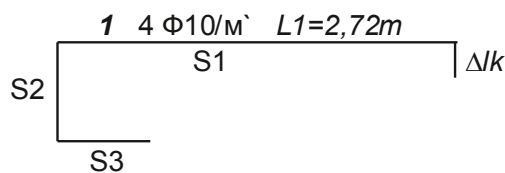
За должина 66 cm, прачките треба да се анкеруваат во потпората, мерено од каде влијанијата се најголеми.

Ултимативниот момент дејствува во потпората, а се намалува по должината на плочата за да на крајот од плочата биде нула. Поради тоа, усвоените $8\phi 10/m$, се потребни во близина на потпората. Половина од нив ($4\phi 10/m$) можат да се прекинуваат според линијата на силите на истегнување, продолжувајќи ги за ефективната должина на анкерување.

$$l_{s(ef)} = 0,5 \cdot l_s = 0,5 \cdot 66 = 33cm$$

5. Пресметување на должините на прачките

5.1 Прачка со ознака 1



$$\Delta l_k = d - a_0 = 14 - 2 = 12cm$$

$$S_1 = l_0 + b_0 - 2 \cdot a_0 = 160 + 40 - 2 \cdot 2 = 196cm$$

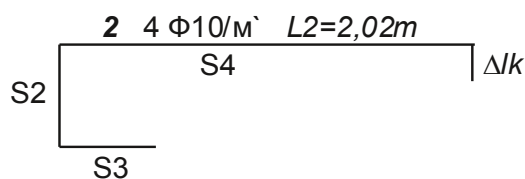
$$S_2 = l_s - (b_0 - a_0) = 66 - (40 - 2) = 28cm$$

$$S_3 = b_0 - 2 \cdot a_0 = 40 - 2 \cdot 2 = 36cm$$

$$L_1 = \Delta l_k + S_1 + S_2 + S_3 = 12 + 196 + 28 + 36 = 272cm = 2,72m$$

Вкупниот број парчиња со ознака 1 се определуваат според должината на плочата $l_y = 4m$. Ако на 1 m` се усвоени 4 прачки, во 4m` има $4 \times 4 = 16$ парчиња.

5.2. Прачка со ознака 2



$$\Delta l_k = 12cm \quad S_2 = 28cm \quad S_4 - \text{се мери од цртежот,} \quad S_4 = 126cm$$

$$S_3 = b_0 - 2 \cdot a_0 = 40 - 2 \cdot 2 = 36 \text{ cm}$$

$$L_2 = \Delta l_k + S_3 + S_2 + S_4 = 12 + 126 + 28 + 36 = 201 = 2,02 \text{ m}$$

Вкупен број парчиња е 20

5.3. Прачка со ознака 3

$$3 \quad 6\text{Ø}6/\text{m} \quad L_3 = 3,96 \text{ m}$$

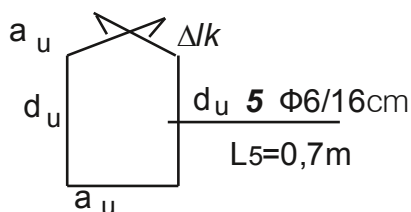
$$L_3 = l_{0y} - 2 \cdot a_0 = 400 - 2 \cdot 2 = 396 \text{ cm} \quad (\text{за гредите претпоставена е MB30})$$

5.4. Прачка со ознака 4 (2Ø8)

$$L_4 = L_3 = 3,96 \text{ m}$$

Вкупниот број на разделната арматура се брои од надолжниот пресек на плочата прикажан на арматурниот план (сл.3.7).

5.5 Арматура во армиранобетонски парапет - ознака ⑤



$$\Delta l_{ku} = 8 \text{ cm}$$

$$d_u = d^n - 2 \cdot a_0 = 24 - 2 \cdot 2 = 20 \text{ cm}$$

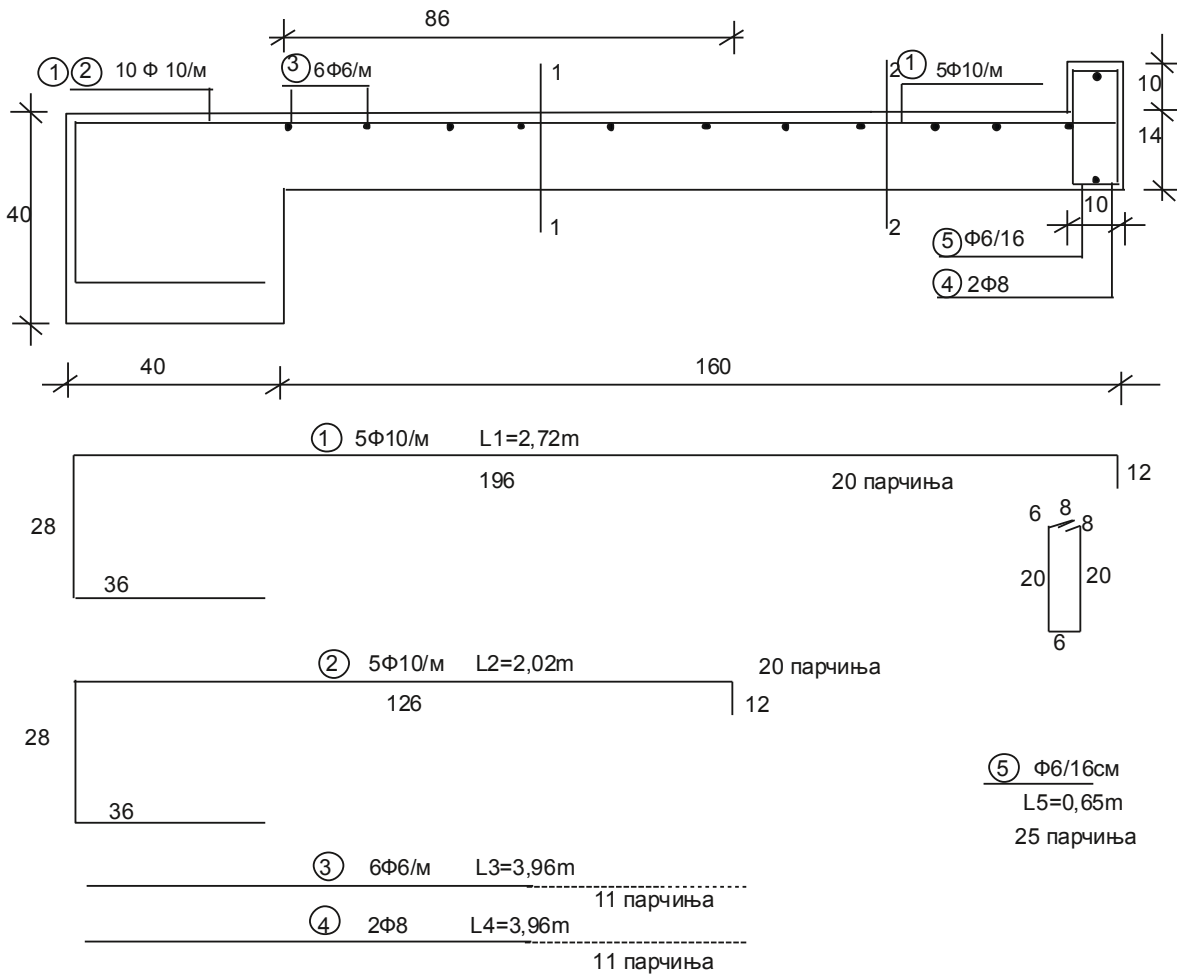
$$a_u = b^n - 2 \cdot a_0 = 10 - 2 \cdot 2 = 6 \text{ cm}$$

$$L_5 = 3 \cdot a_u + 2 \cdot d_u + 2 \cdot \Delta l_{ku} - 6 \cdot \phi_u = 3 \cdot 6 + 2 \cdot 20 + 2 \cdot 8 - 6 \cdot 0,6 = 70,4 \text{ cm} \approx 0,70 \text{ m}$$

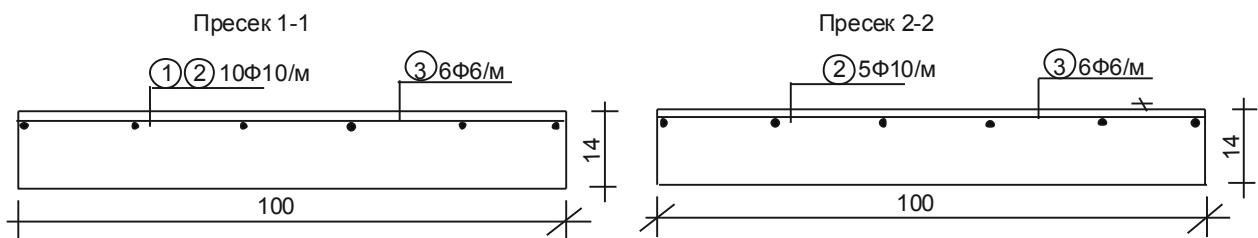
$$t_u = 2/3 \cdot d = 2/3 \cdot 24 = 16 \text{ cm}$$

Вкупниот број парчиња од ознака ⑤ се добива кога должината $l_y = 400 \text{ cm}$ ќе се подели со растојанието на узенгиите $t_u = 16 \text{ cm}$ ($n = 400 : 16 = 25$ парчиња).

POS 101 Балконска плоча, МВ30, RA 400/500, R=1:20



Карактеристични пресеци R1:10



Сл. 3.7

Потребната маса на арматурата е дадена во табелата што следи:

Pos	ознака	Ø (mm)	L (m)	парчиња		Вкупна должина во m		
				на m	вкупно	Ø6	Ø8	Ø10
101	1	10	2,36	5	20			47,20
	2	10	1,66	5	20			33,20
	3	6	3,96	6	11	43,56		
	4	8	3,96	2	2		7,92	
	5	6	0,65	6	25	16,25		
вкупна должина по Ø						59,81	7,92	80,40
маса за 1 m						0,222	0,395	0,617
вкупна маса во кг						13,27	3,13	49,60
ВКУПНО 66,0 kg +2% растурање								

Запомни!

Армиранобетонските плочи кои се вкештени на едната, а се слободни на останатите три страни се нарекуваат **конзолни плочи**.

Во споредба со другите статички системи, конзолните плочи се неекономични.

Минималната дебелина на крајот не треба да биде помала од 8cm. а во вкештувањето не треба да биде помалку од $d_{\min} \geq \frac{l}{12}$ каде $l = l_0$ (статичкиот распон е еднаков со чистиот отвор).

Моментите $\max M$ и $\min M$ кај конзолите изнесуваат:

$$\min M = \frac{g \cdot l^2}{2} ; \quad \max M = \frac{g \cdot l^2}{8}$$

Задачи за повторување!

Задача1: Да се димензионира конзолна плоча POS102 со чист отвор $l_{0x} = 130\text{cm}$, $b_0 = 30\text{cm}$, со должина $l_{0y} = 400\text{cm}$. Податоци: MB30, RA400/500 – 2, $d = 12\text{cm}$ и $M_u = 34,55\text{kNm}$ и да се изработи арматурен план според т.н. шема на армиранобетонска конзолна плоча и да се пресмета масата на потребната арматура.

Тест за самооценување!

1. Објасни каде се применуваат конзолни плочи!

2. Колку изнесува минималната дебелина на крајот на конзолните плочи?

а) 5,0cm б) 7,0cm в) 8,0cm

3. Каде е зоната на истегнување кај конзолната плоча?

4. Каде дејствува ултимативниот момент кај конзолната плоча?

а) во вклетувањето

б) во поле

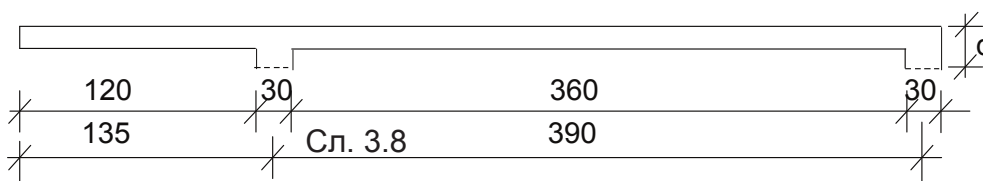
в) и на двете места

3.3. ПЛОЧА СО ПРЕПУСТИ

Пример 3:

Да се изврши димензионирање на армиранобетонска плоча со препуст POS110 (сл. 3.8) која претставува дел од меѓукатна конструкција, изведена со MB20, RA400/500, $l_{01} = 360\text{cm}$, $l_{0y} = 500\text{cm}$, постојан товар на препустот $g_1 = 3,75\text{kN/m}$, во поле $g_2 = 4,08\text{kN/m}$, корисен товар $p = 2\text{kN/m}$, тежина на оградата $G = 0,50\text{kN/m}$, хоризонтален притисок на оградата $F_H = 0,40\text{kN/m}$.

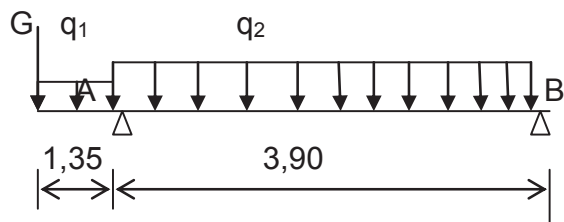
По извршеното пресметување да се изработи арматурен план според шема.



сл. 3.8

1. Статички големини

1.1. Постојани товари



$$A_g = 14,57\text{kN} \quad B_g = 6,91\text{kN}$$

$$M_{g,A}^s = -G \cdot 1,35 - \frac{g \cdot 1,35^2}{2} = 0,5 \cdot 1,35 - \frac{3,75 \cdot 1,35^2}{2} = -4,09\text{kNm}$$

$$x_{\max} = 2,21\text{m}$$

$$M_{p,x,\max}^p = B \cdot (3,9 - x) - \frac{p \cdot 1,35^2}{2} = 6,91 \cdot 1,69 - \frac{2 \cdot 1,35^2}{2} = -5,83\text{kNm}$$

1.2. Променливи товари:

$$M_A^p = -0,41 \cdot 1,1 - \frac{2 \cdot 1,35^2}{2} = -2,26 kNm$$

$$M_x^{p1} = 0,98 kNm$$

$$M^{p2}_{\max} = \frac{2 \cdot 3,90^2}{8} = 3,80 kNm$$

$$M^{p2}_{\max} = 3,9 \cdot 1,69 - \frac{2 \cdot 1,69^2}{2} = 3,73 kNm$$

Во поле:

$$M_u^{\max} = \sum \gamma_i \cdot M_i$$

$$M_u^{\max} = 1,6 \cdot 5,83 + 1,8 \cdot 3,73 = 16,04 kNm$$

Над потпора:

$$M_u^{\min} = \sum \gamma_i \cdot M_i$$

$$M_u^{\min} = 1,6 \cdot 4,09 + 1,8 \cdot 2,16 = 10,61 kNm$$

2. Димензионирање

2.1. Определување на дебелината на плочата

$$d = h + a, \quad a = a_0 + \frac{\phi}{2} \quad (\text{за } MB < 25 \text{ и слабо агресивна средина } a_0 = 2 \text{ cm})$$

$$a = 2 + 0,5 = 2,5 \text{ cm}$$

$$h = K_h \cdot \sqrt{\frac{M_u}{b}}$$

За претпоставени $\varepsilon_a / \varepsilon_b = 10 / 3,5 \%$, MB20, се отчитува $K_h = 1,953$ (прилог 1.3.), па со замена во изразот за h се добива:

$$h = 1,953 \cdot \sqrt{\frac{16,04 \cdot 10^2}{100}} = 7,82 \text{ cm}$$

$d = 7,82 + 2,5 = 10,32 \text{ cm}$, усвоено $d = 11 \text{ cm}$ (усвоената дебелина не треба да биде помала од минималната).

Усвоената статичка висина е:

$$h = d - a = 11 - 2,5 = 8,5 \text{ cm}$$

$$K_h = \frac{h}{\sqrt{\frac{M_u}{b}}} = \frac{8,5}{\sqrt{\frac{16,04 \cdot 10^2}{100}}} = 2,12$$

за MB20, и $K_h = 2,095 \rightarrow K_z = 2,095, \varepsilon_a = 10\text{‰}, \varepsilon_b = 3\text{‰}$,

$$A_a = \frac{M_u}{\sigma_v \cdot K_z \cdot h} = \frac{16,04 \cdot 10^2}{400 \cdot 10^{-1} \cdot 0,907 \cdot 8,5} = 5,2 \text{ cm}^2$$

$$A_{a,\min} = \frac{\mu \cdot A}{100} = \frac{0,1 \cdot 100 \cdot 8,5}{100} = 0,85 \text{ cm}^2$$

$$A_{a,\min} = 0,85 \text{ cm}^2 < 5,2 \text{ cm}^2$$

Меродавна за усвојување е $A_a = 5,2 \text{ cm}^2$

Усвоени 10Ø10/m (R4400/500) со $A_a = 7,85 \text{ cm}^2$ $t = 100 : 10 = 10 \text{ cm}$

$$A'_a = 0,2 \cdot 5,2 = 1,04 \text{ cm}^2$$

$$A'_{a,\min} = \frac{\mu \cdot A}{100} = 0,085 \cdot 8,5 = 0,72 \text{ cm}^2$$

Меродавна за усвојување е $A_a = 1,04 \text{ cm}^2$

Усвоени 5Ø6/m (R4400.500) со $A_a = 1,70 \text{ cm}^2$ $t = 100 : 5 = 20 \text{ cm}$

2.3. Определување на арматурата над потпората

Стварниот коефициент на висината е:

$$K_h = \frac{h}{\sqrt{\frac{M_u}{b}}} = \frac{8,5}{\sqrt{\frac{10,61 \cdot 10^2}{100}}} = 2,609$$

за MB20 и $K_h = 2,540 \rightarrow K_z = 0,936, \varepsilon_a = 10\text{‰}, \varepsilon_b = 2,1\text{‰}$,

$$A_a = \frac{M_u}{\sigma_v \cdot K_z \cdot h} = \frac{10,61 \cdot 10^2}{400 \cdot 10^{-1} \cdot 0,936 \cdot 8,5} = 3,33 \text{ cm}^2$$

$$A_a = 3,33 \text{ cm}^2 > A_{a,\min} = 0,85 \text{ cm}^2$$

Усвоена арматура додатна над потпора 5Ø10 со $A_{stv} = 3,93 \text{ cm}^2 > A_a$

Разделната арматура иста како во полето.

3. Пресметување на должините на прачките

3.1. Прачка со ознака 1

$$\Delta/k \left[\begin{array}{c} \mathbf{1} \text{ } 10 \text{ } \Phi 10/\text{м} \quad L_1=5,54\text{m} \\ \text{S1} \end{array} \right] \Delta/k$$

$$\Delta l_k = d - a_0 = 11 - 2 = 9\text{cm}$$

$$S_1 = l_{0x} + l_{01} + 2 \cdot b_0 - 2 \cdot a_0 = 360 + 120 + 2 \cdot 30 + 2 \cdot 2 = 536\text{cm} \text{ (претпоставено е дека плочата е изведена од MB30)}$$

$$L_1 = S_1 + 2 \cdot \Delta l_k = 536 + 2 \cdot 9 = 554\text{cm} = 5,54\text{m}$$

Вкупниот број прави прачки за $l_{0y} = 500\text{cm}$ изнесува $10 \times 5 = 50$ парчиња

3.2. Прачка со ознака 2

$$\Delta/k \left[\begin{array}{c} \mathbf{2} \text{ } 5 \text{ } \Phi 10/\text{м} \quad L_2=1,36\text{m} \\ \text{S2} \end{array} \right] \Delta/k$$

$$S_2 = b_0 + 0,25 \cdot l_{0x} - a_0 = 30 + 0,25 \cdot 360 - 2 = 118\text{cm}$$

$$L_2 = S_2 + 2 \Delta l_k = 118 + 2 \cdot 9 = 136\text{cm} = 1,36\text{m}$$

3.3. Прачка со ознака 3

$$\Delta/k \left[\begin{array}{c} \mathbf{3} \text{ } 5 \text{ } \Phi 10/\text{м} \quad L_3=2,54\text{m} \\ \text{S3} \end{array} \right] \Delta/k$$

$$S_3 = b_0 + 0,25 \cdot 360 + l_{01} - 2 \cdot a_0 = 30 + 0,25 \cdot 360 + 120 - 2 \cdot 2 = 236\text{cm}$$

$$L_3 = S_3 + 2 \cdot \Delta l_k = 236 + 2 \cdot 9 = 254\text{cm} = 2,54\text{m}$$

3.4. Прачка со ознака 4

$$\mathbf{4} \text{ } 5\text{Ø}6/\text{м} \quad L_4=4,96\text{m}$$

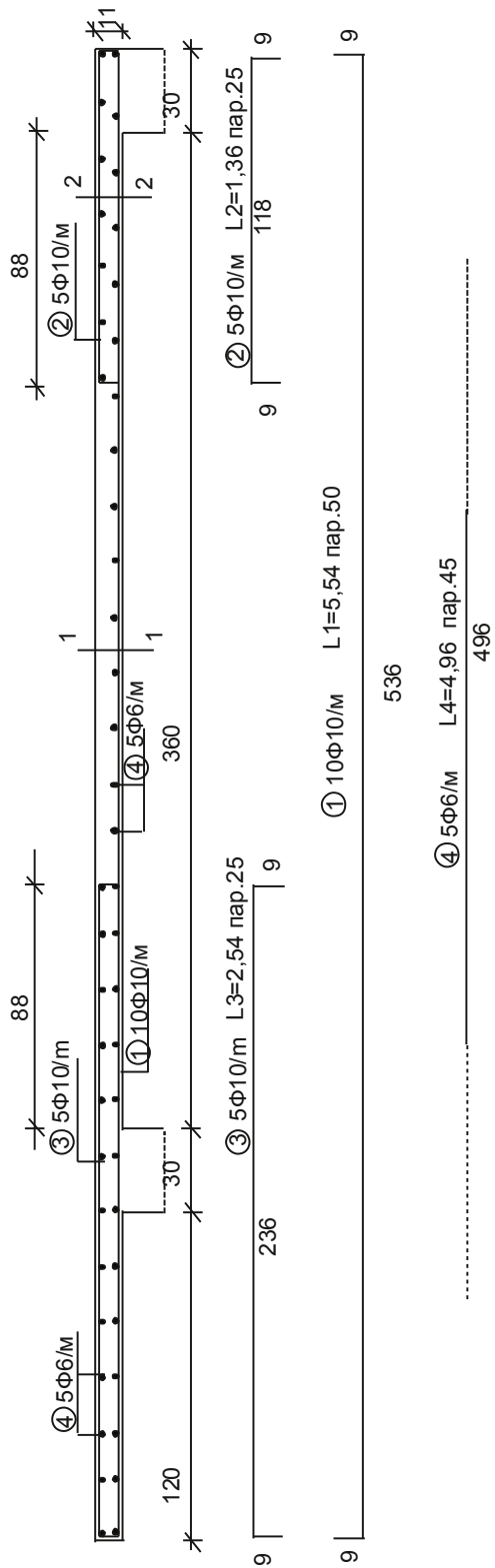
$$L_4 = l_{0y} - 2a_0 = 500 - 2 \cdot 2 = 496\text{cm}$$

Армиранобетонски конструкции-изборна

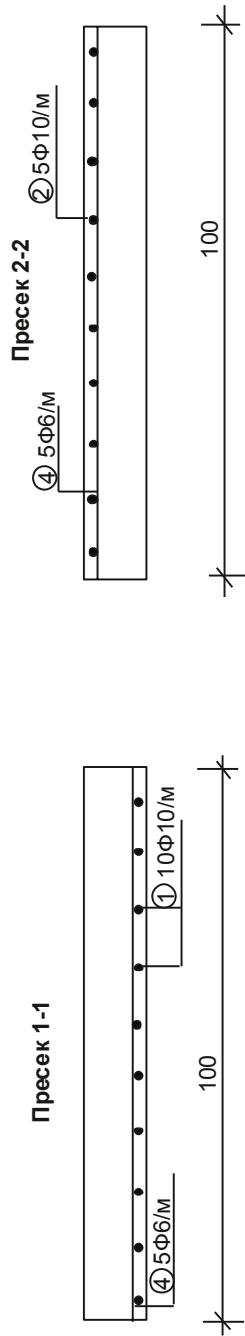
Потребната маса на арматурата е дадена во табелата што следи:

Pos	ознака	Ø (mm)	L (m)	парчиња		Вкупна должина во m	
				на m	вкупно	Ø6	Ø10
101	1	10	5,54	10	50		277
	2	10	1,36	5	25		34
	3	10	2,54	5	25		63,5
	4	6	4,96	5	45	223,20	
вкупна должина по Ø						223,20	374,5
маса за 1 m						0,228	0,633
вкупна маса во kg						50,89	237,05
ВКУПНО						287,94 kg +2% раст.	

POS 110 Плоча со прелупст, MB 20, RA 400/500-2, R=1:20



Карактеристични пресеци R=1:10



Запомни!

Ако армиранобетонската плоча на едната или двете страни поминува преку потпорите, станува збор на т.н. **плочи со еден или два препусти**.

Односот на распоните l_{o1}/l_o ориентационо треба да се движи во границите 0,3–0,4.

Статичкиот распон зависи од односот на ширината на потпорите (b_0) и чистиот отвор (l_0).

$$1. b_0 \geq \frac{l}{10} ; \quad l = 1,05 \cdot l_0$$

$$2. b_0 < \frac{l}{10} ; \quad l = l_0 + b_0$$

Плоштината на арматурата во поле се определува според $\max M_u$, додека плоштината на арматурата над препустите се определува според $\min M_u$.

Задачи за повторување!

Задача1: Да се димензионира армиранобетонска плоча со еден препуст POS103 со чист отвор $l_{0x} = 340\text{cm}, b_0 = 30\text{cm}, l_{o1} = 90\text{cm}$, со должина $l_{0y} = 550\text{cm}$. Податоци: MB30, RA400/500–2, $d = 14\text{cm}$ и $M_u = 45,33\text{kNm}$ и да се изработи арматурен план според т.н. шема и да се пресмета масата на потребната арматура.

Тест за самооценување!

1. Што се всушност препустите кај плочите со еден или два препуста?

2. Односот на распоните l_{01}/l_0 кај плочи со препусти треба да се движи:

- а) 0,1 – 0,2 б) 0,3 – 0,4 в) 0,5 – 1,0

3. Според кој момент се определува плоштината над препустите?

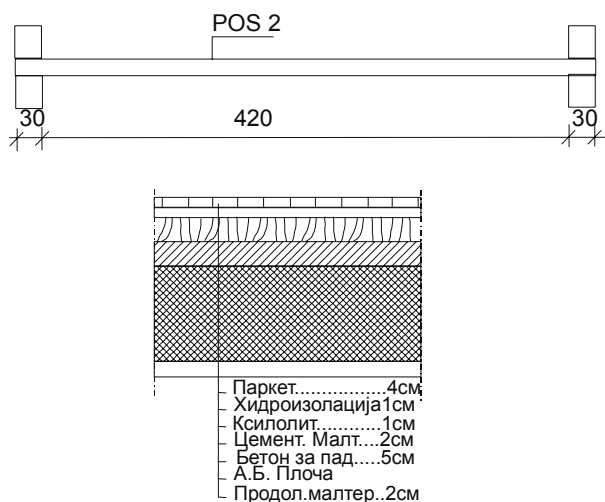
4. Од што зависи минималната дебелина на плочата?

- а) од распонот
б) од арматурата
в) од ширина на гредата

3.4. ВКЛЕШТЕНА ПЛОЧА

Пример 4.

Да се димензионира двострано вкештена плоча POS2 со светол отвор на плочата $l_{0x} = 420\text{cm}$, $b_0 = 30\text{cm}$ и должина $l_{0y} = 650\text{cm}$. Вкештувањето е во бетонски ѕид. Податоци: MB20, арматура RA400/500. Плочата е меѓукатна на мала станбена зграда (сл. 3. 9).



Сл. 3. 9

$$d_{\min} \cong \frac{0,6 \cdot l}{35} = \frac{0,6 \cdot 1,05 \cdot 420}{35} = 7,65 \text{ cm}$$

се претпоставува $d = 10 \text{ cm}$.

1. Анализа на товарите

1.1. Постојани товари:

- паркет	0,02x 8=0,16 kN/m ²
- хидроизолација	0,01x20=0,20 kN/m ²
- ксилолит	0,03x18=0,54 kN/m ²
- цементен малтер	0,04x21=0,84 kN/m ²
- армиранобетонска плоча	0,10x25=2,50 kN/m ²
- продолжен малтер	0,02x19=0,38 kN/m ²

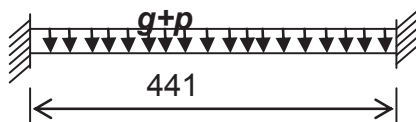
$$g=4,62 \text{ kN/m}^2$$

1.2. Корисен товар:

Според ПТП-2
(прилог 1.1.)

$$p=1,25 \text{ kN/m}^2$$

2. Статички големини



Сл. 3.10

$$F^g_A = F^g_B = \frac{g \cdot l}{2} = \frac{4,62 \cdot 4,41}{2} = 10,19 \text{ kN}$$

$$F^p_A = F^p_B = \frac{p \cdot l}{2} = \frac{1,25 \cdot 4,41}{2} = 2,75 \text{ kN}$$

$$M^g_{\max} = \frac{g \cdot l^2}{14} = \frac{4,62 \cdot 4,41^2}{14} = 6,42 \text{ kNm}$$

$$M^g_{\min} = \frac{g \cdot l^2}{12} = \frac{4,62 \cdot 4,41^2}{12} = 7,49 \text{ kNm}$$

$$M^p_{\max} = \frac{p \cdot l^2}{14} = \frac{1,25 \cdot 4,41^2}{14} = 1,74 \text{ kNm}$$

$$M^p_{\min} = \frac{p \cdot l^2}{12} = \frac{1,25 \cdot 4,41^2}{12} = 2,02 \text{ kNm}$$

$$M_{u \max} = \sum \gamma_i \cdot M_i = 1,6 \cdot 6,42 + 1,8 \cdot 1,74 = 13,40 \text{ kNm}$$

$$M_{u \min} = \sum \gamma_i \cdot M_i = 1,6 \cdot 7,49 + 1,8 \cdot 2,02 = 15,62 \text{ kNm}$$

3. Димензионирање

3.1. Определување на дебелината на плочата:

$$d = h + a, \quad a = a_0 + \frac{\phi}{2} \quad (\text{за MB20 и слабо агресивна средина } a_0 = 2 \text{ cm})$$

$$a = 2 + 0,5 = 2,5 \text{ cm}$$

$$h = K_h \cdot \sqrt{\frac{M_u}{b}}$$

За претпоставени $\varepsilon_a / \varepsilon_b = 10 / 3,5\%$, MB20 се отчитува $K_h = 1,953$ (прилог 1.3.), па со замена во изразот за h се добива:

$$h = 1,953 \cdot \sqrt{\frac{15,62 \cdot 10^2}{100}} = 7,72 \text{ cm}$$

$$d = 7,72 + 2,5 = 10,22 \text{ cm}, \text{ усвоено } d = 11 \text{ cm}$$

$$h_{sv} = d - a = 11 - 2,5 = 8,5 \text{ cm}$$

3.2. Определување на арматурата

Во поле

Стварниот коефициент на висината е:

$$K_h = \frac{h}{\sqrt{\frac{M_u}{b}}} = \frac{8,5}{\sqrt{\frac{13,40 \cdot 10^2}{100}}} = 2,322$$

за MB20 и $K_h = 2,299 \rightarrow K_z = 0,922, \varepsilon_a = 10\%, \varepsilon_b = 2,5\%$,

$$A_a = \frac{M_u}{\sigma_v \cdot K_z \cdot h} = \frac{13,40 \cdot 10^2}{400 \cdot 10^{-1} \cdot 0,922 \cdot 8,5} = 4,27 \text{ cm}^2$$

$$A_a = \frac{\mu \cdot A}{100} = 0,15 \cdot 8,5 = 1,275 < 4,27 \text{ cm}^2$$

Усвоени $8\emptyset 10/\text{m}$ (RA)

$$\text{со } A_a = 6,28 \text{ cm}^2 \quad t = 100 : 8 = 12,5 \text{ cm}$$

$$A^r_a = 0,2 \cdot 4,27 = 0,854 \text{ cm}^2$$

$$A'_{a,\min} = \frac{\mu \cdot A}{100} = 0,1 \cdot 8,5 = 0,85 < 0,854 \text{ cm}^2$$

Меродавна за усвојување е $A_a = 0,854 \text{ cm}^2$

Усвоени 6Ø6/м` (R4400/500) со $A_a = 1,70 \text{ cm}^2$

$$t = 100 : 6 = 16,67 \text{ cm}$$

Над потпора:

Стварниот коефициент на висината е:

$$K_h = \frac{h}{\sqrt{\frac{M_u}{b}}} = \frac{8,5}{\sqrt{\frac{15,62 \cdot 10^2}{100}}} = 2,152$$

за MB20 и $K_h = 2,130 \rightarrow K_z = 0,910, \varepsilon_a = 10\text{‰}, \varepsilon_b = 2,9\text{‰},$

$$A_a = \frac{M_u}{\sigma_v \cdot K_z \cdot h} = \frac{15,69 \cdot 10^2}{400 \cdot 10^{-1} \cdot 0,91 \cdot 8,5} = 5,07 \text{ cm}^2$$

Усвоени се над потпора :

додатни 8Ø10 /м` (R4400/500) со $A_a = 6,28 \text{ cm}^2$

$$t = 100 : 8 = 12,5 \text{ cm}$$

$$A'_{a} = 0,2 \cdot 5,07 = 1,01 \text{ cm}^2$$

Усвоени 6Ø6/м` (R4400/500) со $A_a = 1,70 \text{ cm}^2$

$$t = 100 : 6 = 16,67 \text{ cm}$$

4. Должина на прачките на арматурата

4.1 Прачка со ознака 1

$$\Delta/k \left[\begin{array}{c} \text{1 8 } \Phi 10/\text{м} \\ \text{S1} \end{array} \right] \Delta/k$$

$$\Delta l_k = d - a_0 = 11 - 2 = 9 \text{ cm}$$

$$S_1 = l_0 + 2 \cdot b_0 - 2 \cdot a'_{0} = 420 + 2 \cdot 30 - 2,5 \cdot 2 = 465 \text{ cm}$$

$$L_1 = S + 2 \cdot \Delta l_k = 465 + 2 \cdot 9 = 483 \text{ cm} = 4,83 \text{ m}$$

Вкупниот број прави прачки за $l_{0y} = 650 \text{ cm}$ изнесува $10 \times 6,5 = 65$ парчиња

3.2. Прачка со ознака 2

$$\Delta l_k \left[\begin{array}{c} 2 \text{ } 8 \text{ } \Phi 10/\text{м} \quad L_2=1,48\text{m} \\ S_2 \end{array} \right] \Delta l_k$$

$$S_2 = b_0 - 2 \cdot a_0 + 0,25 \cdot l_0 = 30 - 2 \cdot 2,5 + 0,25 \cdot 420 = 130\text{cm}$$

$$L_2 = S_2 + 2 \cdot \Delta l_k = 130 + 2 \cdot 9 = 148\text{cm} = 1,48\text{m}$$

3.3. Прачка со ознака 3

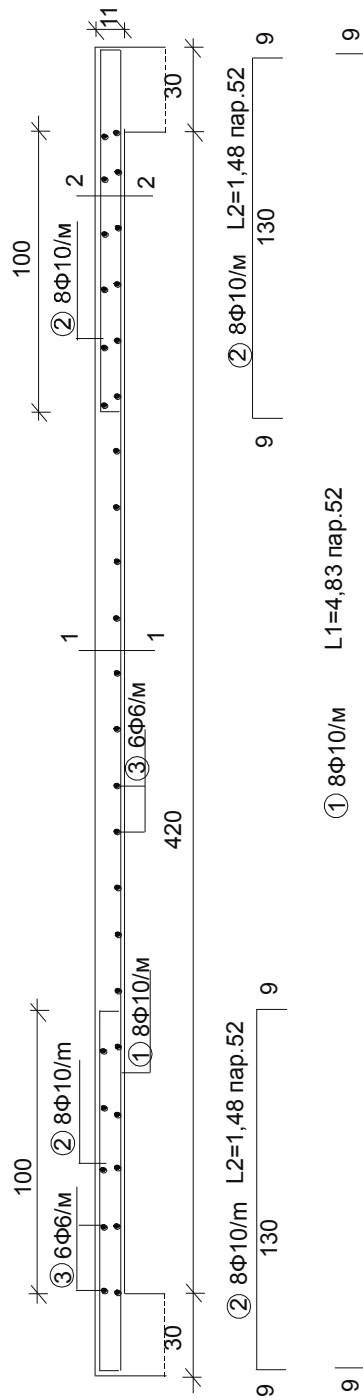
$$3 \text{ } 6\Phi 6/\text{м} \quad L_3=7,05\text{m}$$

$$L_3 = l_{0y} + 2 \cdot b_0 - 2 \cdot a_0 = 650 + 2 \cdot 30 - 2 \cdot 2,5 = 705\text{cm} = 7,05\text{m}$$

Потребната маса на арматурата е дадена во табелата што следи:

Pos	ознака	Ø (mm)	L (m)	парчиња		Вкупна должина во m	
				на m	вкупно	Ø6	Ø10
2	1	10	4,83	8	52		252,16
	2	10	1,48	8	104		153,92
	3	6	7,05	6	32	225,60	
вкупна должина по Ø						225,60	406,08
маса за 1 m						0,228	0,633
вкупна маса во кг						51,44	257,05
ВКУПНО 308,49 кг +2% растурање							

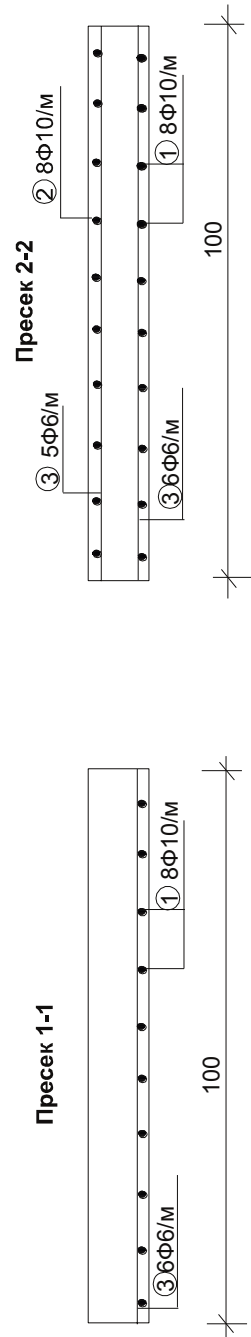
POS 2 Вклетшена плоча, MB 20, RA 400/500, R=1:20



465

496

Карактеристични пресеци R=1:10



Сл. 3.11

Запомни!

Еднострано или двострано вклетената плоча најчесто се среќава во практиката и нејзините пресеци во вклетувањето не трпат никакви вовртувања или поместувања.

Вредностите на моментите се помеѓу вредностите за слободно потпрени плочи и вредностите за целосно вклетување:

$$M_{\max} = \frac{g \cdot l^2}{8} \div \frac{g \cdot l^2}{24}$$

$$M_{\min} = 0 \div \frac{g \cdot l^2}{12}$$

Минималната дебелина на плочата во однос на распонот изнесува:

$$d_{\min} \geq \frac{0,6 \cdot l}{35} \text{ за двострано вклетена плоча}$$

$$d_{\min} \geq \frac{0,8 \cdot l}{35} \text{ за еднострано вклетена плоча}$$

Задачи за повторување!

Задача1: Да се димензионира армиранобетонска вклетена плоча POS105 со чист отвор $l_{0x} = 430\text{cm}$, $b_0 = 30\text{cm}$, со должина $l_{0y} = 450\text{cm}$. Податоци: MB30, RA400/500-2, $d = 12\text{cm}$, $M_u = 25,60\text{kNm}$, $M_u = 34,5\text{kNm}$, да се изработи арматурен план според т.н. шема и да се пресмета масата на потребната арматура.

Тест за самооценување!

1. Наведи кои се граничните случаи на налегнување кај еднострано или двострано вкештени плочи!

2. Поради вкештувањето, какви се моментите во полињата кај вкештените плочи, во споредба со слободно потпрените плочи?

а) помали б) поголеми в) еднакви

3. Колку изнесува минималната дебелина на еднострано вкештените плочи во однос на распонот ?

4. Каква може да биде дебелината по целата должина на плочите ?

5. Минималната дебелина (за двострано вкештени плочи) најчесто се движи во следниве граници:

а) $\frac{0,6 \cdot l}{40}$

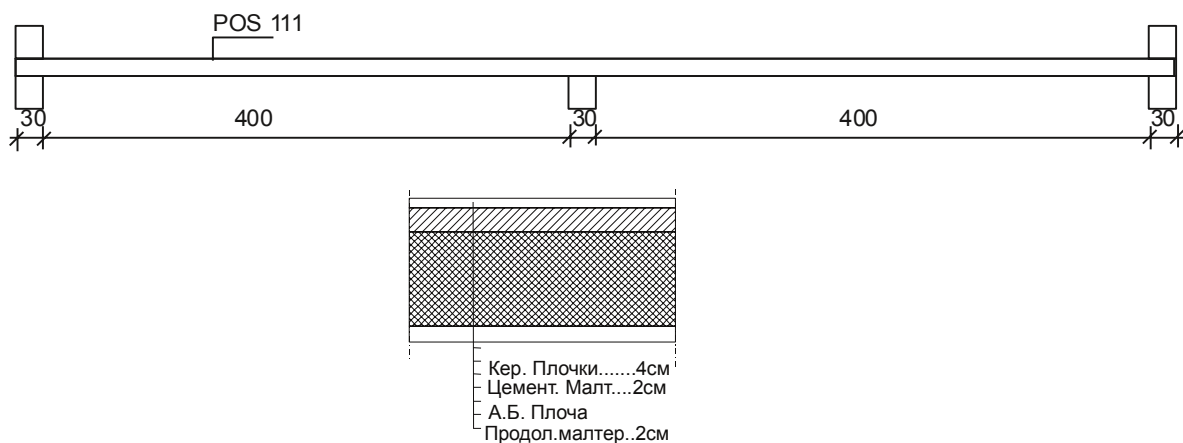
б) $\frac{0,6 \cdot l}{45}$

в) $\frac{0,6 \cdot l}{35}$

3.5 КОНТИНУИРАНА ПЛОЧА

Пример 5.

Да се изврши димензионирање на континуирана плоча POS111, преку две полиња со светли отвори $l_{0x} = 400\text{cm}$, $b_0 = 30\text{cm}$ и должина $l_{0y} = 700\text{cm}$. Податоци MB20, RA400/500, товари според сл. 3.12. По извршеното димензионирање да се нацрта арматурен план според линијата на силите на истегнување.



Сл. 3.12

$$l = l_0 + b_0 = 400 + 25 = 425 \text{ cm}$$

$$d = \frac{0,8 \cdot l}{35} = \frac{0,8 \cdot 425}{35} = 9,71 \text{ cm}$$

претпоставено $d = 12 \text{ cm}$

1. Анализа на товарите

1.1. Постојани товари:

- керамички плочки	$0,01 \times 20 = 0,20 \text{ kN/m}^2$
- цементен малтер	$0,04 \times 21 = 0,84 \text{ kN/m}^2$
- армиранобетонска плоча	$0,12 \times 25 = 3,00 \text{ kN/m}^2$
- продолжен малтер	$0,02 \times 19 = 0,38 \text{ kN/m}^2$

$$g = 4,42 \text{ kN/m}^2$$

1.2. Корисен товар:

Според ПТП-2 (прилог 1.1.)	$p = 2,00 \text{ kN/m}^2$
--------------------------------	---------------------------

2. Статички големини

Пресметувањето на статичките големини се врши според готови изрази. За рамномерно распореден товар, по целата должина моментите се пресметуваат според изразот $M = k \cdot g \cdot l^2 (k \cdot p \cdot l^2)$, а за реакциите $F = k \cdot g \cdot l (k \cdot p \cdot l)$.

$$F^g_A = F^g_C = 0,373 \cdot 4,42 \cdot 4,25 = 7,04 \text{ KN}$$

$$F^g_B = 1,25 \cdot 4,42 \cdot 4,25 = 23,48 \text{ KN}$$

$$F^p_A = F^p_C = 0,373 \cdot 2 \cdot 4,25 = 3,19 \text{ KN}$$

$$F^p_B = 1,25 \cdot 2 \cdot 4,25 = 10,63 \text{ KN}$$

$$\max M_g = 0,07 \cdot 4,42 \cdot 4,25^2 = 5,59 \text{ KNm}$$

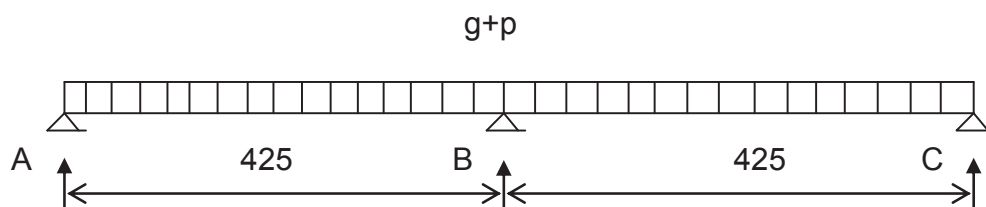
$$\max M_p = 0,07 \cdot 2 \cdot 4,25^2 = 2,53 \text{ KNm}$$

$$\min M_g = -0,125 \cdot 4,42 \cdot 4,25^2 = -9,98 \text{ KNm}$$

$$\min M_p = -0,125 \cdot 2 \cdot 4,25^2 = -4,52 \text{ KNm}$$

$$\max M_u = \sum \gamma_i \cdot M_i = 1,6 \cdot 5,59 + 1,8 \cdot 2,53 = 13,49 \text{ KNm}$$

$$\min M_u = \sum \gamma_i \cdot M_i = 1,6 \cdot 9,98 + 1,8 \cdot 4,52 = 24,11 \text{ KNm}$$



3. Димензионирање

3.1. Определување на дебелината на плочата:

Дебелината на плочата се определува според најголемиот момент по апсолутна вредност, а тоа е моментот над потпората В.

$$d = h + a_0, \quad a = a_0 + \frac{\phi}{2} \quad (\text{за MB20 и средно агресивна средина } a_0 = 2,5 \text{ cm})$$

$$a = 2,5 + 0,5 = 3 \text{ cm}$$

$$h = K_h \cdot \sqrt{\frac{M_u}{b}}$$

За претпоставени $\varepsilon_a / \varepsilon_b = 10/3,5\text{‰}$, MB20 се отчитува $K_h = 1,953$ (прилог 1.3.), па со замена во изразот за h се добива:

$$h = 1,953 \cdot \sqrt{\frac{24,11 \cdot 10^2}{100}} = 9,59 \text{ cm}$$

$$d = h + a = 9,59 + 3 = 12,59 \text{ cm} \quad \text{усвоено: } d = 13 \text{ cm}, h_{\text{stiv}} = d - a = 13 - 3 = 10 \text{ cm}$$

3.2. Определување на арматурата

Во поле

Стварниот коефициент на висината е:

$$K_h = \frac{h}{\sqrt{\frac{M_u}{b}}} = \frac{10}{\sqrt{\frac{13,47 \cdot 10^2}{100}}} = 2,725$$

за MB20 и $K_h = 2,707 \rightarrow K_z = 0,941, \varepsilon_a = 10\text{‰}, \varepsilon_b = 1,9\text{‰}$,

$$A_a = \frac{M_u}{\sigma_v \cdot K_z \cdot h} = \frac{13,47 \cdot 10^2}{400 \cdot 10^{-1} \cdot 0,941 \cdot 10} = 3,58 \text{ cm}^2$$

$$A_{a,\text{min}} = \frac{\mu \cdot A}{100} = 0,15 \cdot 10 = 1,5 < 3,58 \text{ cm}^2$$

Усвоени 8Ø10/м` (RA)

$$\text{со } A_a = 6,28 \text{ cm}^2 \quad t = 100 : 8 = 12,5 \text{ cm}$$

$$A^r_a = 0,2 \cdot 3,58 = 0,71 \text{ cm}^2$$

$$A^r_{a,\text{min}} = \frac{\mu \cdot A}{100} = 0,1 \cdot 10 = 1,0 < 0,71 \text{ cm}^2$$

меродавна за усвојување е $A_a = 1,0 \text{ cm}^2$

усвоени 5Ø6/м` (RA400/500) со $A_a = 1,41 \text{ cm}^2$

$$t = 100 : 5 = 20 \text{ cm}$$

Над потпора B:

Стварниот коефициент на висината е:

$$K_h = \frac{h}{\sqrt{\frac{M_u}{b}}} = \frac{10}{\sqrt{\frac{24 \cdot 10^2}{100}}} = 2,037$$

за MB20 и $K_h = 2,033 \rightarrow K_z = 0,901, \varepsilon_a = 10\text{‰}, \varepsilon_b = 3,2\text{‰}$,

$$A_a = \frac{M_u}{\sigma_v \cdot K_z \cdot h} = \frac{24,11 \cdot 10^2}{400 \cdot 10^{-1} \cdot 0,901 \cdot 10} = 6,69 \text{ cm}^2$$

$$A_{a,\min} = 1,5 \text{ cm}^2 < 6,69 \text{ cm}^2$$

Уسوени се над потпората:

додатна арматура $8\text{Ø}12/\text{m}$ со $A_a = 9,05 \text{ cm}^2 > 6,69 \text{ cm}^2$

$$t = 100 : 8 = 12,5 \text{ cm}$$

$$A^r_a = 0,2 \cdot 6,69 = 1,338 \text{ cm}_2$$

Уسوени $8\text{Ø}6/\text{m}$ (RA400/500) со $A_a = 2,26 \text{ cm}^2$

$$t = 100 : 8 = 12,5 \text{ cm}$$

4. Должина на прачките на арматурата

4.1 Прачка со ознака 1

$$\Delta l_k \left| \begin{array}{c} \mathbf{1\ 8\ \Phi 10/m} \\ \mathbf{L1=4,92m} \\ \mathbf{S1} \end{array} \right| \Delta l_k$$

$$\Delta l_k = d - a_0 = 13 - 2 = 11 \text{ cm}$$

$$S_1 = l_0 + 2 \cdot b_0 - a^r_0 + \frac{l_s - b_0}{2} = 400 + 2 \cdot 30 - 2,5 + 12,4 = 469,9 \approx 470 \text{ cm}$$

$$L_1 = S_1 + 2 \cdot \Delta l_k = 470 + 2 \cdot 11 = 492 \text{ cm} = 4,92 \text{ m}$$

Вкупниот број прави прачки за $l_{0y} = 700 \text{ cm}$ изнесува $8 \cdot 7 = 56$ парчиња

4.2. Прачка со ознака 2

$$\Delta l_k \left| \begin{array}{c} \mathbf{2\ 8\ \Phi 10/m} \\ \mathbf{L2=1,49m} \\ \mathbf{S2} \end{array} \right| \Delta l_k$$

$$S_2 = b_0 + 0,25 \cdot l_{0x} - a_0 = 30 + 0,25 \cdot 400 - 3 = 127 \text{ cm}$$

$$L_2 = S_2 + 2 \cdot \Delta l_k = 127 + 2 \cdot 11 = 149 \text{ cm} = 1,49 \text{ m}$$

4.3. Прачка со ознака 3

$$\Delta/k \left[\begin{array}{c} \mathbf{3} \ 8 \ \Phi 12/m \quad L_3=2,52m \\ \hline S_3 \end{array} \right] \Delta/k$$

$$S_3 = 230cm \text{ (од арматурен план)}$$

$$L_3 = S_3 + 2 \cdot \Delta/k = 230 + 2 \cdot 11 = 252cm = 2,52m$$

4.4.Прачка со ознака 4

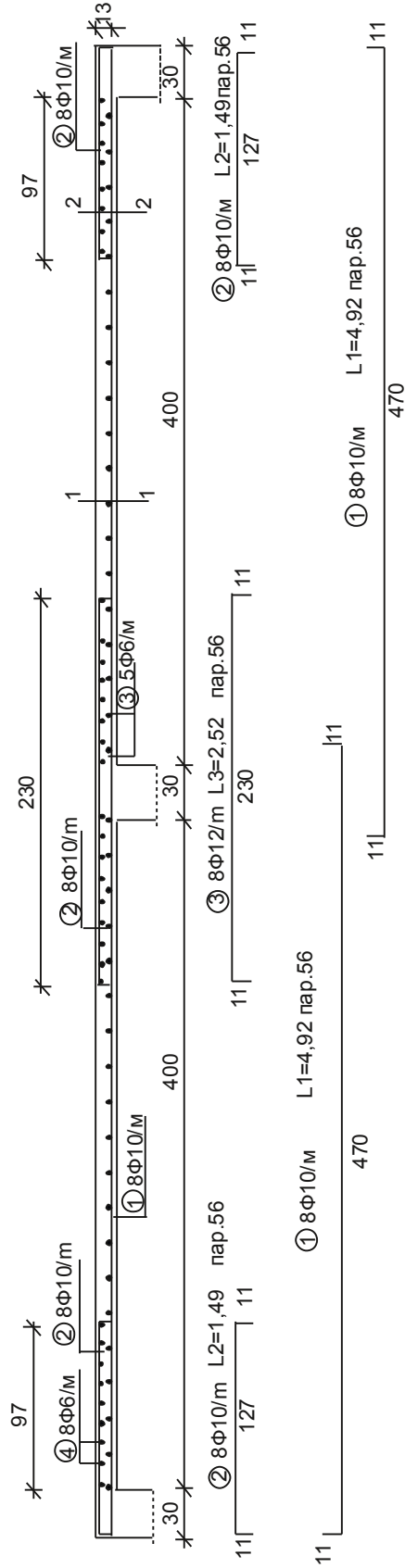
$$\mathbf{4} \quad 8\Phi 6/m \quad L_4=7,56m$$

$$L_4 = l_{0y} + 2 \cdot b_0 - 2 \cdot a_0 = 700 + 2 \cdot 30 - 2 \cdot 2 = 756cm = 7,56m$$

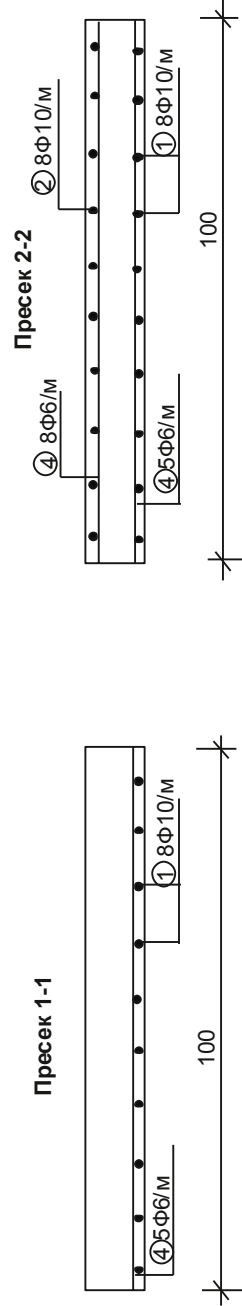
Потребната маса на арматурата е дадена во табелата што следи:

Pos	ознака	Ø (mm)	L (m)	парчиња		Вкупна должина во m		
				на m	вкупно	Ø6	Ø10	Ø12
111	1	10	4,92	8	56		275,52	
	2	10	1,49	8	112		166,88	
	3	12	2,52	8	56			141,12
	4	6	7,56	8	83	627,48		
вкупна должина по Ø						627,48	442,40	141,12
маса за 1 m						0,228	0,633	0,911
вкупна маса во kg						143,06	280,04	128,56
ВКУПНО 544,06 kg +2% растурање								

POS 111 Континуирана плоча, МВ 20, RA 400/500, R=1:20



Карактеристични пресеци R=1:10



Запомни!

Армиранобетонските плочести носачи кои без прекинување одат преку три и повеќе потпори се нарекуваат **континуирани носачи**.

Во полињата се јавуваат позитивни, а над потпорите негативни моменти.

Дебелината на плочата се определува според најголемиот момент по апсолутна вредност.

Пресметувањето на статичките големини може да се врши според готови изрази и табели.

Континуираните плочи се изведуваат со константна или променлива дебелина (со вути).

Задачи за повторување!

Задача1: Да се димензионира и да се изработи арматурен план според т.н. шема на армиранобетонска континуирана плоча на две полиња и да се пресмета масата на потребната арматура за POS113 со чист отвор $l_{0x} = 400\text{cm}$, $b_0 = 30\text{cm}$, со должина $l_{0y} = 680\text{cm}$, $M_{uI} = 26,90\text{kNm}$, $M_{uII} = 16,30\text{kNm}$, $M_{uB} = 38,50\text{kNm}$.

Податоци: MB30, RA400/500 – 2, $d = 12\text{cm}$.

Тест за самооценување!

1. Објасни какви системи се континуираните плочи!

2. Какви моменти се јавуваат над потпорите?

а) позитивни б) негативни в) и двата

3. Приближно, на кој начин се врши пресметување на дебелината на континуирана плоча?

4. Статичките големини кај континуираните плочи може да се пресметаат според приближните методи и табели на:

ПРИЛОЗИ

ПРИЛОГ 1.1

**ИЗВОДИ ОД ПТП-2
Натоварувања кај зградите**

1. Волуменски тежини

Сидови од тула	
- сидови од полна тула во варов малтер	16,0 kN/m ³
- сидови од полна тула во продолжен малтер	16,5 kN/m ³
- сидови од полна тула во цементен малтер	17,5 kN/m ³
Бетон	
- бетон од камен агрегат	24,0 kN/m ³
- железобетон од камен агрегат	25,0 kN/m ³
Дрво	
- листопадни - суви и заштитени од влажење	8,0 kN/m ³
- иглолисни - суви и заштитени од влажење	6,0 kN/m ³
Земја	
- хумус, црница - со природна влажност	17,0 kN/m ³
- глина - со природна влажност	17,0 kN/m ³
- глина - многу влажна	21,0 kN/m ³
Зрнест камен	
- песок и речен агрегат - со природна влажност	18,0 kN/m ³
- песок и речен агрегат - наводенети	20,0 kN/m ³
Природен камен	
- базалт, диорит, гнајс	30,0 kN/m ³
- гранит, порфир, сиенит	28,0 kN/m ³
- варовник - многу цврст и мермеризиран	28,0 kN/m ³
- варовник - со средна јакост и варов конгломерат	22,0 kN/m ³
- травертин	24,0 kN/m ³
Малтери	
- варов малтер	17,0 kN/m ³
- продолжен малтер	19,0 kN/m ³
- цементен малтер	21,0 kN/m ³
Метали	
- алуминиум	27,0 kN/m ³
- бакар	89,0 kN/m ³
- челик и ковано железо	78,5 kN/m ³
- леано железо	72,5 kN/m ³
- олово	114,0 kN/m ³

2. Неподвижни вертикални натоварувања

Препокривање на покривот по m^2 коса површина заедно со летви, односно оплата од штици	
- единично покривање со бибер–керамида	0,65 kN/m ²
- двојно покривање со бибер–керамида	0,90 kN/m ²
- керамида преку летви	1,10 kN/m ²
- етернит на подлога од летви	0,35 kN/m ²
- етернит на подлога од штици	0,45 kN/m ²
- препокривање со терирана лепенка на подлога од штици	0,35 kN/m ²
- препокривање со два слоја лепенки и две премачкувања на подлога од штици	0,40 kN/m ²
- салонитни плочи на летви	0,25 kN/m ²
- покривање со лим до дебелина од 1 mm	0,36 kN/m ²
- покривање со стакло од 6 mm и челични шпросни	0,30 kN/m ²
- покривање со армирано стакло од 6 mm и челични шпросни	0,35 kN/m ²
Сидови, тежина мерена во вертикална проекција на m^2, заедно со облоги од малтер од двете страни	
- сидови од 1/2 полна тула	2,60 kN/m ²
- сидови од 1 полна тула	4,60 kN/m ²
- сидови од 1 1/2 полна тула	6,70 kN/m ²
- сидови од 2 полни тули	8,80 kN/m ²
- сидови од 1/2 шупликава тула	2,30 kN/m ²
- сидови од 1 шупликава тула	4,00 kN/m ²
- сидови од 1 1/2 шупликава тула	5,70 kN/m ²
Изолациони плочи со дебелина од 1 cm	
- плочи хераклит или импрегнирани струганици	0,04 kN/m ²
- плочи од пресувани дрвени влакна	0,03 kN/m ²
Облоги од малтер од 1 cm дебелина	
- варов малтер	0,17 kN/m ²
- продолжен малтер	0,19 kN/m ²
- цементен малтер	0,21 kN/m ²
- малтер од гипс	0,12 kN/m ²
- цементен малтер со мрежа од жица	0,24 kN/m ²
- плафонски малтер со два слоја трска и вкупна дебелина од 2,5 cm	0,25 kN/m ²

2. Неподвижни вертикални натоварувања (продолжение)

Подови со дебелина од 1 cm	
- подови од меко дрво	0,06 kN/m ²
- подови од тврдо дрво	0,08 kN/m ²
- подови од ксилолит	0,18 kN/m ²
- подови од терацо	0,20 kN/m ²
- подови од цементни плочки	0,22 kN/m ²
- подови од керамички плочки	0,20 kN/m ²
- подови од лан асфалт	0,18 kN/m ²
- подови од набие асфалт	0,20 kN/m ²
Насипен материјал под подовите со дебелина од 1 cm	
- песок - сув	0,16 kN/m ²
- глина - сува	0,16 kN/m ²
- згура од изгорен кумур	0,10 kN/m ²
- шут - сидни отпадоци	0,14 kN/m ²

3. Подвижни вертикални натоварувања

- патеки за користење на машините, ревизиони патеки каде само постепено настапуваат одделни лица; треба да се пресметуваат со најмалку 0,8 kN/m ² или, општо земено, со	1,00 kN/m ²
- простории на таван за домашна употреба	1,25 kN/m ²
- простории за живеење и споредни простории со должина на отворот до 4,5 m во правец на распонот	1,25 kN/m ²
- простории за живеење и споредни простории со должина на отворот преку 4,5 до 5,5 m во правец на распонот	1,50 kN/m ²
- големи станбени простории, трговски и службени простории, болнички простории и проодни тераси	2,00 kN/m ²
- скали во станбени згради, балкони, училишни простории	3,00 kN/m ²
- чекалници, продавници, ходници, скали во јавни трговски згради	4,00 kN/m ²
- простории за собири и, воопшто, простории за специјални собирања на луѓе (театри, кина, сали за игранки, гимнастички сали итн.), трибини со постојани седишта	4,50 kN/m ²

3. Подвижни вертикални натоварувања (продолжение)

- трибини без постојани седишта 6,50 kN/m²
- гардероби за багаж 5,00 kN/m²
- библиотеки, архиви, книжарници; се пресметуваат според стварното натоварување кое не смее да биде помало од 5,00 kN/m²
- натоварувањето во фабриките и работилниците треба да се определува од случај до случај, меѓутоа не смее да биде помало од 3,00 kN/m²
- хоризонтален притисок на држалката за раце на оградни од скали и балкони 0,40 kN/m
- хоризонтален притисок на држалката за раце на оградите во театри, кина, училишта, во сали за собири, спортски објекти и трибини 1,00 kN/m
- кај сите покривни конструкции, на кои може да застане еден човек, треба да се испита дали натоварувањето од концентрирана сила од 1,00 kN, покрај сопствената тежина, не е поопасно од предвиденото натоварување (сопствена тежина, снег и ветер)
- за гаражи и покривни конструкции на кои можат да дојдат моторни возила треба да се предвиди натоварување според тежините на колите од случај до случај.

Натоварување со снег

- натоварувањето со снег за рамни или до 20° наклонети покриви се зема 0,75 kN/m² по покривната основа, а за поголеми агли се зема:

α	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	>60°
kN/m ²	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35	0

- при поголемо локално нанесување на снег треба да се пресмета товарот
- за краишта каде што нема снег треба да се земе минимално натоварување од 0,35 kN/m² покривна основа
- за планинските предели товарот треба да се пресмета во зависност од надморската височина H, изразена во метри:

$$s = 0,75 + \frac{H - 500}{400} \quad [\text{kN/m}^2] \quad \text{по основа на покривот}$$

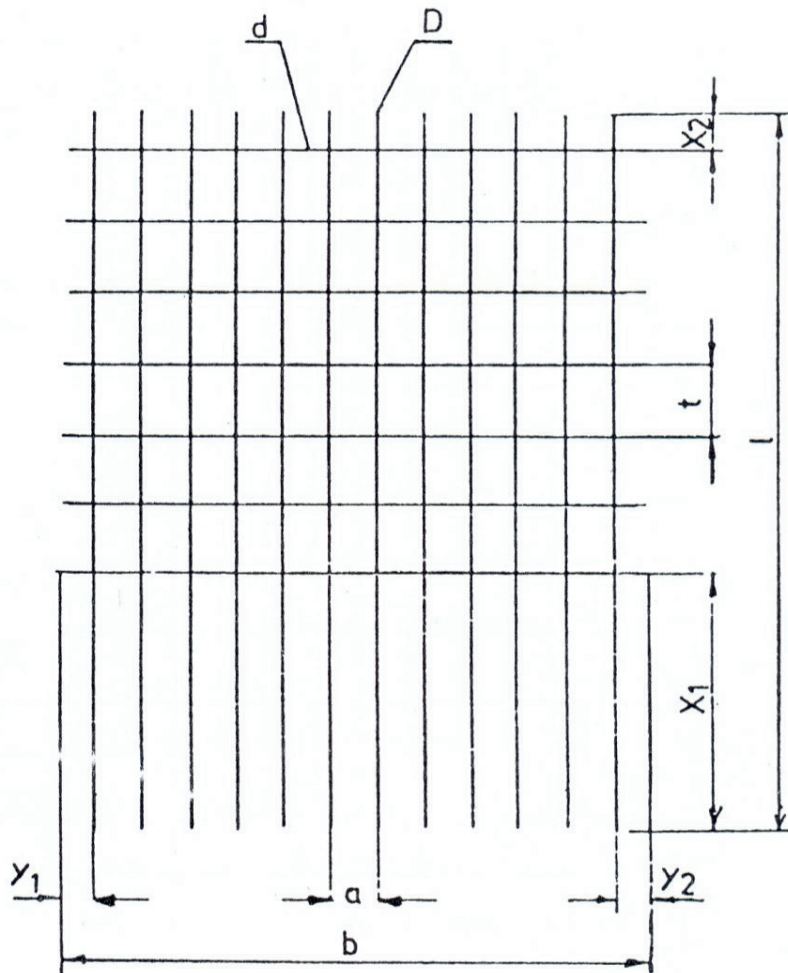
Прилог 1.2

ПОДАТОЦИ ЗА ПРОФИЛИТЕ НА РЕБРАСТА И МРЕЖАСТА АРМАТУРА

ГЕОМЕТРИСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА РЕБРЕСТА АРМАТУРА

R \emptyset	Површина / Напречниот пресек за парчиња															Тежина		Обем
	cm ²															kg/m		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	RA 400/500-1400/500-2	RA 400/500-1400/500-2	
6	0,28	0,57	0,85	1,12	1,41	1,70	1,98	2,26	2,55	2,83	3,11	3,39	3,68	3,96	4,24	0,230	0,228	1,89
8	0,50	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03	5,53	6,03	6,54	7,04	7,54	0,409	0,405	2,51
10	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85	8,64	9,43	10,21	11,00	11,78	0,649	0,633	3,14
12	1,12	2,26	3,39	4,52	5,66	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31	12,44	13,57	14,70	15,83	16,97	0,920	0,911	3,77
14	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,86	15,39	16,93	18,47	20,01	21,55	23,09	1,252	1,242	4,40
16	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,09	18,10	20,11	22,12	24,13	26,14	28,15	30,16	-	1,621	5,03
19	2,84	5,67	8,51	11,34	14,18	17,01	19,85	22,68	25,52	28,35	31,19	34,02	36,86	39,69	42,53	-	2,288	5,97
22	3,80	7,60	11,40	15,21	19,01	22,81	26,64	30,41	34,21	38,01	41,81	45,62	49,42	53,22	57,02	-	3,058	6,91
25	4,91	9,82	14,73	19,64	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09	54,00	58,90	63,81	68,72	73,63	-	3,951	7,85
28	6,16	12,32	18,47	24,63	30,79	36,95	43,10	49,26	55,42	61,58	67,73	73,89	80,05	86,21	92,36	-	4,956	8,80
32	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,26	56,30	64,34	72,38	80,42	88,47	96,51	104,55	112,60	120,64	-	6,474	10,05
36	10,18	20,36	30,54	40,72	50,89	61,07	71,25	81,43	91,61	101,79	111,97	122,15	132,32	142,50	152,68	-	8,200	11,31

СТАНДАРДНИ МРЕЖИ ОД ТИПОТ Q



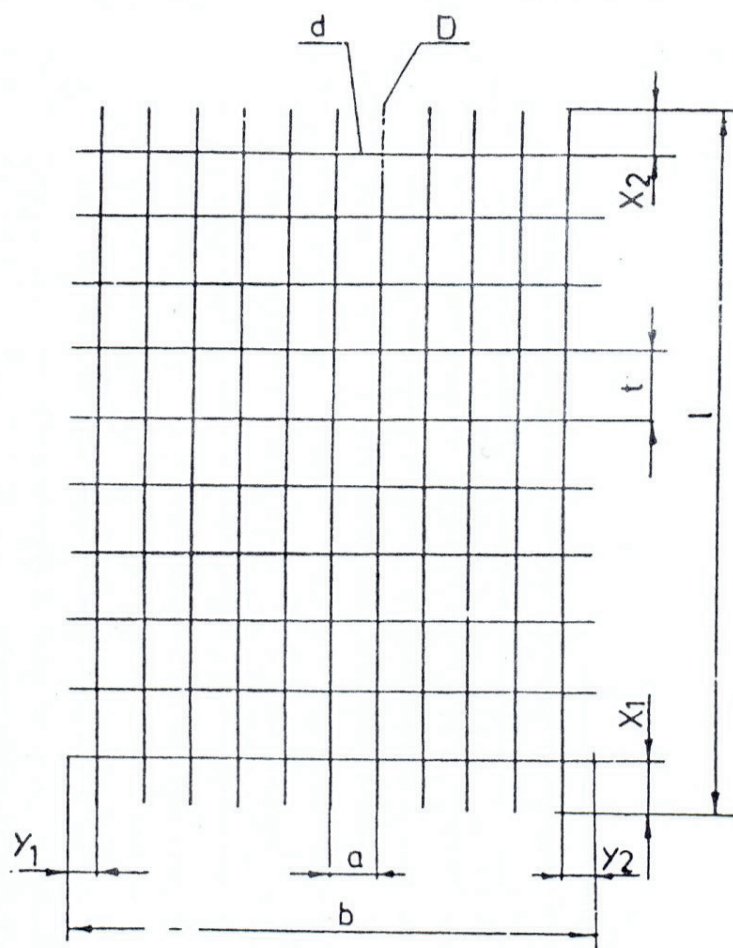
Оз-нака	Пречник на жицата (mm)		Растојание меѓу жиците (mm)		Површина на жиците (cm ² /m)		Должина на мрежата l(mm)	Маса kg/m ²	Маса kg/парче
	D	d	a	t	На-долж-на	На-преч-на			
Q-131	5.0	5.0	150	150	1,31	1,31	5 100	2.12	23.25
Q-188	6.0	6.0	150	150	1,88	1,88	5 100	3.05	33.44
Q-221	6.5	6.5	150	150	2,21	2,21	5 100	3.60	39.47
Q-257	7.0	7.0	150	150	2,57	2,57	5 100	4.16	45.61
Q-283	6.0	6.0	100	100	2,83	2,83	5 100	4.44	49.68
Q-339	8.0	8.0	150	150	3,39	3,39	5 100	5.44	59.65
Q-503	8.0	8.0	100	100	5,03	5,03	5 100	7.90	88.49
Q-785	10.0	10.0	100	100	7,85	7,85	5 100	12.34	138.18
Q-1130	12.0	12.0	100	100	11,30	11,30	5 100	17.76	198.95

Ширината за сите мрежи тип Q е 2 150 mm.

$10 \text{ mm} < x_1, x_2 < l/2$

$10 \text{ mm} < y_1, y_2 < a/2$

СТАНДАРДНИ МРЕЖИ ОД ТИПОТ R



Ознака	Пречник на жицата (mm)		Растојание меѓу жиците (mm)		Површина на жиците (cm ² /m)		Должина на мрежата l(mm)	Маса kg/m ²	Маса kg парче
	D	d	a	t	Надолжна	Напречна			
R-131	5.0	4.0	150	250	1,31	0,50	5 100	1.52	16.34
R-139	4.2	4.2	100	250	1,39	0,55	5 000	1.53	16.83
R-166	4.6	4.2	100	250	1,66	0,55	5 000	1.74	19.14
R-196	5.0	4.2	100	250	1,95	0,55	5 000	1.98	21.89
R-221	6.5	4.6	150	250	2,21	0,66	6 000	2.27	30.57
R-238	5.5	4.2	100	250	2,38	0,55	6 000	2.31	30.61
R-283	6.0	4.2	100	250	2,83	0,55	6 000	2.66	35.23
R-335	8.0	5.0	150	250	3,35	0,78	6 000	3.41	43.99
R-378	8.5	5.0	150	250	3,78	0,78	6 000	3.77	48.63
R-385	7.0	5.0	100	250	3,85	0,78	6 000	3.64	48.30
R-424	9.0	6.0	150	250	4,24	1,13	6 000	4.22	57.02
R-503	8.0	6.0	100	250	5,03	1,13	6 000	4.84	64.21
R-524	10.0	6.0	150	250	5,24	1,13	6 000	5.24	67.60
R-636	9.0	6.0	100	250	6,36	1,13	6 000	5.88	78.07
R-785	10.0	6.0	100	250	7,85	1,13	6 000	7.06	93.78
R-1130	12.0	8.0	100	250	11,30	2,01	6 000	10.46	138.98

ПРИЛОГ 1.3

ТАБЕЛИ ЗА ДИМЕНЗИОНИРАЊЕ НА ПРАВОАГОЛНИ И „Т” пресеци

Табела за димензионирање на правоаголни и Т пресеци - гранична носивост

ε_b ‰	ε_a ‰	K_x	K_z	m_n	K_h				
					15	20	30	40	50
0,1	10,0	0,010	0,997	0,000	44,305	38,369	31,708	28,430	26,211
0,2	10,0	0,020	0,993	0,002	22,490	19,477	16,096	14,432	13,305
0,3	10,0	0,029	0,990	0,004	15,223	13,184	10,895	9,768	9,006
0,4	10,0	0,038	0,987	0,007	11,593	10,040	8,297	7,439	6,859
0,5	10,0	0,048	0,984	0,011	9,419	8,157	6,741	6,044	5,572
0,6	10,0	0,057	0,981	0,015	7,972	6,904	5,705	5,115	4,716
0,7	10,0	0,065	0,977	0,020	6,941	6,011	4,964	4,454	4,106
0,8	10,0	0,074	0,974	0,025	6,170	5,343	4,415	3,959	3,650
0,9	10,0	0,083	0,971	0,031	5,572	4,826	3,988	3,576	3,296
1,0	10,0	0,091	0,968	0,037	5,096	4,413	3,647	3,270	3,015
1,1	10,0	0,099	0,965	0,043	4,708	4,078	3,370	3,021	2,786
1,2	10,0	0,107	0,962	0,049	4,387	3,800	3,140	2,815	2,596
1,3	10,0	0,115	0,959	0,056	4,117	3,566	2,947	2,642	2,436
1,4	10,0	0,123	0,956	0,063	3,888	3,367	2,783	2,495	2,300
1,5	10,0	0,130	0,953	0,070	3,691	3,196	2,641	2,368	2,184
1,6	10,0	0,138	0,950	0,077	3,520	3,048	2,519	2,259	2,083
1,7	10,0	0,145	0,947	0,084	3,371	2,920	2,413	2,163	1,994
1,8	10,0	0,153	0,944	0,091	3,241	2,806	2,319	2,079	1,917
1,9	10,0	0,160	0,941	0,097	3,125	2,707	2,237	2,006	1,849
2,0	10,0	0,167	0,937	0,104	3,024	2,619	2,164	1,940	1,789
0,1	5,0	0,020	0,993	0,001	31,534	27,310	22,569	20,235	18,656
0,2	5,0	0,038	0,987	0,004	16,109	13,951	11,529	10,337	9,530
0,3	5,0	0,057	0,981	0,008	10,972	9,502	7,852	7,040	6,491
0,4	5,0	0,074	0,975	0,013	8,406	7,279	6,016	5,394	4,973
0,5	5,0	0,091	0,969	0,020	6,869	5,948	4,916	4,407	4,063
0,6	5,0	0,107	0,963	0,028	5,846	5,063	4,184	3,751	3,459
0,7	5,0	0,123	0,958	0,036	5,118	4,432	3,663	3,284	3,028
0,8	5,0	0,138	0,952	0,046	4,573	3,961	3,273	2,935	2,706
0,9	5,0	0,153	0,947	0,055	4,152	3,596	2,971	2,664	2,456
1,0	5,0	0,167	0,942	0,065	3,816	3,305	2,731	2,449	2,258
1,1	5,0	0,180	0,937	0,076	3,543	3,069	2,536	2,274	2,096
1,2	5,0	0,194	0,931	0,087	3,317	2,873	2,374	2,129	1,963
1,3	5,0	0,206	0,926	0,097	3,128	2,709	2,239	2,007	1,851
1,4	5,0	0,219	0,922	0,108	2,967	2,570	2,123	1,904	1,755
1,5	5,0	0,231	0,917	0,119	2,829	2,450	2,025	1,815	1,674
1,6	5,0	0,242	0,912	0,130	2,710	2,347	1,939	1,739	1,603
1,7	5,0	0,254	0,907	0,140	2,606	2,257	1,865	1,672	1,542
1,8	5,0	0,265	0,902	0,150	2,516	2,179	1,800	1,614	1,488
1,9	5,0	0,275	0,898	0,160	2,436	2,110	1,744	1,563	1,441
2,0	5,0	0,286	0,893	0,170	2,366	2,049	1,694	1,519	1,400
2,1	10,0	0,174	0,934	0,111	2,933	2,540	2,099	1,882	1,735
2,2	10,0	0,180	0,931	0,117	2,853	2,470	2,042	1,830	1,688
2,3	10,0	0,187	0,928	0,123	2,780	2,407	1,990	1,784	1,645
2,4	10,0	0,194	0,925	0,129	2,714	2,350	1,942	1,742	1,606
2,5	10,0	0,200	0,922	0,135	2,654	2,299	1,899	1,703	1,570
2,6	10,0	0,206	0,919	0,141	2,599	2,251	1,860	1,668	1,538
2,7	10,0	0,213	0,916	0,147	2,549	2,207	1,824	1,636	1,508
2,8	10,0	0,219	0,913	0,152	2,502	2,167	1,791	1,606	1,480
2,9	10,0	0,225	0,910	0,157	2,459	2,130	1,760	1,578	1,455
3,0	10,0	0,231	0,907	0,163	2,419	2,095	1,731	1,552	1,431

Табела за димензионирање на правоаголници и Т пресеци - гранична носивост

ε_b ‰	ε_a ‰	K_x	K_z	m_n	K_h				
					15	20	30	40	50
3,1	10,0	0,237	0,904	0,168	2,382	2,063	1,705	1,529	1,409
3,2	10,0	0,242	0,901	0,173	2,347	2,033	1,680	1,506	1,389
3,3	10,0	0,248	0,898	0,178	2,315	2,005	1,657	1,485	1,369
3,4	10,0	0,254	0,895	0,183	2,284	1,978	1,635	1,466	1,351
3,5	10,0	0,259	0,892	0,187	2,255	1,953	1,614	1,447	1,334
3,5	9,9	0,261	0,891	0,188	2,248	1,947	1,609	1,442	1,330
3,5	9,8	0,263	0,891	0,190	2,241	1,940	1,604	1,438	1,326
3,5	9,7	0,265	0,890	0,191	2,233	1,934	1,598	1,433	1,321
3,5	9,6	0,267	0,889	0,192	2,226	1,928	1,593	1,428	1,317
3,5	9,5	0,269	0,888	0,194	2,218	1,921	1,588	1,423	1,312
3,5	9,4	0,271	0,887	0,195	2,211	1,915	1,582	1,419	1,308
3,5	9,3	0,273	0,886	0,196	2,203	1,908	1,577	1,414	1,304
3,5	9,2	0,276	0,885	0,198	2,196	1,902	1,572	1,409	1,299
3,5	9,1	0,278	0,884	0,199	2,188	1,895	1,566	1,404	1,295
3,5	9,0	0,280	0,884	0,200	2,181	1,889	1,561	1,399	1,290
3,5	8,9	0,282	0,883	0,202	2,173	1,882	1,555	1,394	1,286
3,5	8,8	0,285	0,882	0,203	2,166	1,875	1,550	1,390	1,281
3,5	8,7	0,287	0,881	0,205	2,158	1,869	1,544	1,385	1,277
3,5	8,6	0,289	0,880	0,206	2,150	1,862	1,539	1,380	1,272
3,5	8,5	0,292	0,879	0,207	2,143	1,856	1,533	1,375	1,268
3,5	8,4	0,294	0,878	0,209	2,135	1,849	1,528	1,370	1,263
3,5	8,3	0,297	0,877	0,210	2,127	1,842	1,522	1,365	1,258
3,5	8,2	0,299	0,876	0,212	2,119	1,835	1,517	1,360	1,254
3,5	8,1	0,302	0,874	0,214	2,112	1,829	1,511	1,355	1,249
3,5	8,0	0,304	0,873	0,215	2,104	1,822	1,506	1,350	1,245
3,5	7,9	0,307	0,872	0,217	2,096	1,815	1,500	1,345	1,240
3,5	7,8	0,310	0,871	0,218	2,088	1,808	1,494	1,340	1,235
3,5	7,7	0,313	0,870	0,220	2,080	1,801	1,489	1,335	1,231
3,5	7,6	0,315	0,869	0,222	2,072	1,795	1,483	1,330	1,226
3,5	7,5	0,318	0,868	0,223	2,064	1,788	1,477	1,325	1,221
3,5	7,4	0,321	0,866	0,225	2,056	1,781	1,472	1,320	1,217
3,5	7,3	0,324	0,865	0,227	2,048	1,774	1,466	1,314	1,212
3,5	7,2	0,327	0,864	0,229	2,040	1,767	1,460	1,309	1,207
3,5	7,1	0,330	0,863	0,231	2,032	1,760	1,454	1,304	1,202
3,5	7,0	0,333	0,861	0,232	2,024	1,753	1,449	1,299	1,198
3,5	6,9	0,337	0,860	0,234	2,016	1,746	1,443	1,294	1,193
3,5	6,8	0,340	0,859	0,236	2,008	1,739	1,437	1,289	1,188
3,5	6,7	0,343	0,857	0,238	2,000	1,732	1,431	1,283	1,183
3,5	6,6	0,347	0,856	0,240	1,992	1,725	1,425	1,278	1,178
3,5	6,5	0,350	0,854	0,242	1,983	1,718	1,420	1,273	1,173
3,5	6,4	0,354	0,853	0,244	1,975	1,711	1,414	1,267	1,169
3,5	6,3	0,357	0,851	0,246	1,967	1,703	1,408	1,262	1,164
3,5	6,2	0,361	0,850	0,248	1,959	1,696	1,402	1,257	1,159
3,5	6,1	0,365	0,848	0,250	1,950	1,689	1,396	1,251	1,154
3,5	6,0	0,368	0,847	0,253	1,942	1,682	1,390	1,246	1,149
3,5	5,9	0,372	0,845	0,255	1,934	1,675	1,384	1,241	1,144
3,5	5,8	0,376	0,843	0,257	1,925	1,667	1,378	1,235	1,139
3,5	5,7	0,380	0,842	0,259	1,917	1,660	1,372	1,230	1,134
3,5	5,6	0,385	0,840	0,262	1,908	1,653	1,366	1,224	1,129
3,5	5,5	0,389	0,838	0,264	1,900	1,645	1,360	1,219	1,124

Табела за димензионирање на правоаголни и Т пресеци - гранична носивост

ε_b ‰	ε_a ‰	K_x	K_z	m_n	K_h				
					15	20	30	40	50
3,5	5,4	0,393	0,836	0,266	1,891	1,638	1,353	1,214	1,119
3,5	5,3	0,398	0,835	0,269	1,883	1,630	1,347	1,208	1,114
3,5	5,2	0,402	0,833	0,271	1,874	1,623	1,341	1,203	1,109
3,5	5,1	0,407	0,831	0,274	1,865	1,616	1,335	1,197	1,104
3,5	5,0	0,412	0,829	0,276	1,857	1,608	1,329	1,191	1,098
3,5	4,9	0,417	0,827	0,279	1,848	1,601	1,323	1,186	1,093
3,5	4,8	0,422	0,825	0,281	1,839	1,593	1,316	1,180	1,088
3,5	4,7	0,427	0,822	0,284	1,831	1,585	1,310	1,175	1,083
3,5	4,6	0,432	0,820	0,287	1,822	1,578	1,304	1,169	1,078
3,5	4,5	0,438	0,818	0,290	1,813	1,570	1,298	1,163	1,073
3,5	4,4	0,443	0,816	0,293	1,804	1,563	1,291	1,158	1,067
3,5	4,3	0,449	0,813	0,295	1,795	1,555	1,285	1,152	1,062
3,5	4,2	0,455	0,811	0,298	1,787	1,547	1,279	1,146	1,057
3,5	4,1	0,461	0,808	0,301	1,778	1,539	1,272	1,141	1,052
3,5	4,0	0,467	0,806	0,304	1,769	1,532	1,266	1,135	1,046
3,5	3,9	0,473	0,803	0,308	1,760	1,524	1,259	1,129	1,041
3,5	3,8	0,479	0,801	0,311	1,751	1,516	1,253	1,123	1,036
3,5	3,7	0,486	0,798	0,314	1,742	1,508	1,247	1,118	1,030
3,5	3,6	0,493	0,795	0,317	1,733	1,501	1,240	1,112	1,025
3,5	3,5	0,500	0,792	0,321	1,724	1,493	1,234	1,106	1,020
3,5	3,4	0,507	0,789	0,324	1,715	1,485	1,227	1,100	1,014
3,5	3,3	0,515	0,786	0,327	1,705	1,477	1,221	1,094	1,009
3,5	3,2	0,522	0,783	0,331	1,696	1,469	1,214	1,088	1,004
3,5	3,1	0,530	0,779	0,335	1,687	1,461	1,207	1,083	0,998
3,5	3,0	0,538	0,776	0,338	1,678	1,453	1,201	1,077	0,993
3,5	2,9	0,547	0,773	0,342	1,669	1,445	1,194	1,071	0,987
3,5	2,8	0,556	0,769	0,346	1,660	1,437	1,188	1,065	0,982
3,5	2,7	0,565	0,765	0,350	1,650	1,429	1,181	1,059	0,976
3,5	2,6	0,574	0,761	0,354	1,641	1,421	1,174	1,053	0,971
3,5	2,5	0,583	0,757	0,358	1,632	1,413	1,168	1,047	0,965
3,5	2,4	0,593	0,753	0,362	1,623	1,405	1,161	1,041	0,960
3,5	2,3	0,603	0,749	0,366	1,613	1,397	1,155	1,035	0,954
3,5	2,2	0,614	0,745	0,370	1,604	1,389	1,148	1,029	0,949
3,5	2,1	0,625	0,740	0,374	1,595	1,381	1,141	1,023	0,944
3,5	2,0	0,636	0,735	0,379	1,586	1,373	1,135	1,017	0,938
3,5	1,9	0,648	0,730	0,383	1,576	1,365	1,128	1,012	0,933
3,5	1,8	0,660	0,725	0,388	1,567	1,357	1,122	1,006	0,927
3,5	1,7	0,673	0,720	0,392	1,558	1,349	1,115	1,000	0,922
3,5	1,6	0,686	0,715	0,397	1,549	1,341	1,109	0,994	0,916
3,5	1,5	0,700	0,709	0,402	1,540	1,334	1,102	0,988	0,911
3,5	1,4	0,714	0,703	0,406	1,531	1,326	1,096	0,982	0,906
3,5	1,3	0,729	0,697	0,411	1,522	1,318	1,089	0,977	0,900
3,5	1,2	0,745	0,690	0,416	1,513	1,310	1,083	0,971	0,895
3,5	1,1	0,761	0,684	0,421	1,504	1,303	1,076	0,965	0,890
3,5	1,0	0,778	0,676	0,426	1,495	1,295	1,070	0,960	0,885
3,5	0,9	0,795	0,669	0,431	1,487	1,288	1,064	0,954	0,880
3,5	0,8	0,814	0,661	0,436	1,478	1,280	1,058	0,949	0,875
3,5	0,7	0,833	0,653	0,441	1,470	1,273	1,052	0,943	0,870
3,5	0,6	0,854	0,645	0,446	1,462	1,266	1,046	0,938	0,865
3,5	0,5	0,875	0,636	0,451	1,454	1,259	1,041	0,933	0,860

Табела за димензионирање на правоаголни и Т пресеци - гранична носивост

ε_b ‰	ε_a ‰	K_x	K_z	m_n	K_h				
					15	20	30	40	50
3,5	0,4	0,897	0,627	0,455	1,446	1,253	1,035	0,928	0,856
3,5	0,3	0,921	0,617	0,460	1,439	1,246	1,030	0,923	0,851
3,5	0,2	0,946	0,607	0,464	1,432	1,240	1,025	0,919	0,847
3,5	0,1	0,972	0,596	0,469	1,425	1,234	1,020	0,915	0,843
2,1	5,0	0,296	0,888	0,179	2,305	1,996	1,649	1,479	1,363
2,2	5,0	0,306	0,883	0,188	2,250	1,948	1,610	1,444	1,331
2,3	5,0	0,315	0,879	0,197	2,201	1,906	1,575	1,412	1,302
2,4	5,0	0,324	0,874	0,205	2,157	1,868	1,543	1,384	1,276
2,5	5,0	0,333	0,870	0,213	2,117	1,833	1,515	1,358	1,252
2,6	5,0	0,342	0,865	0,220	2,080	1,801	1,489	1,335	1,231
2,7	5,0	0,351	0,861	0,227	2,047	1,773	1,465	1,313	1,211
2,8	5,5	0,359	0,857	0,234	2,016	1,746	1,443	1,294	1,193
2,9	5,0	0,367	0,852	0,241	1,988	1,722	1,423	1,276	1,176
3,0	5,0	0,375	0,848	0,247	1,962	1,699	1,404	1,259	1,161
3,1	5,0	0,383	0,844	0,254	1,938	1,678	1,387	1,244	1,146
3,2	5,0	0,390	0,840	0,260	1,915	1,659	1,371	1,229	1,133
3,3	5,0	0,398	0,836	0,265	1,895	1,641	1,356	1,216	1,121
3,4	5,0	0,405	0,832	0,271	1,875	1,624	1,342	1,203	1,109
3,5	5,0	0,412	0,829	0,276	1,857	1,608	1,329	1,191	1,098

Користена литература:

1. Спасов А. Бетон и армиран бетон за архитекти, I дел за архитекти, Скопје, 1985 год.;
2. Атанасовски С. Пробно товариње и одржување на објекти од армиран бетон, Советување на ДГКМ, Скопје, 1991 год.;
3. Вучјак Д. Бетон и армиран бетон, Светлост, Сараево, 1981 год.;
4. Атанасовски С. Технологија на бетон и армиран бетон, III година за градежни училишта, Просветно дело, Скопје, 1992 год.;
5. Атанасовски С. Армиран бетон, IV година за градежни училишта, Просветно дело, Скопје, 1994 год.

