

FUNDIRANJE

1

FUNDIRANJE (TEMELJENJE)

1. Projektovanje temelja se vrši prema graničnom stanju konstrukcije i tla ispod objekta sa osvrtom na ekonomski faktor u pogledu utroška materijala, obima radova i troškova gradnje. Postupak obuhvata: prikupljanje potrebne dokumentacije, procenu svojstava tla ispod objekta, izbor dubine fudiranja i tipa temelja, određivanje nosivosti tla ispod objekta i napona u kontaktnoj spojnici, kontrola stabilnosti temelja, proračun sleganja i izbor načina izvršenja radova.
2. Potrebnu tehničku dokumentaciju čine: geodetske, seizmološke, hidrogeološke, geotehničke podloge i arhitektonsko – građevinski projekat.

2

Parametri koji utiču na izbor dubine fundiranja

- Opasnost od mraza
- Sastav i svojstva tla
- Hidrogeološki uslovi
- Osetljivost tla na promenu uslova
- Dubina fundiranja susednih objekata
- Postojeće komunikacije i prepreke
- Veličina i priroda opterećenja
- Namena objekta
- Dubina erozije rečnog dna

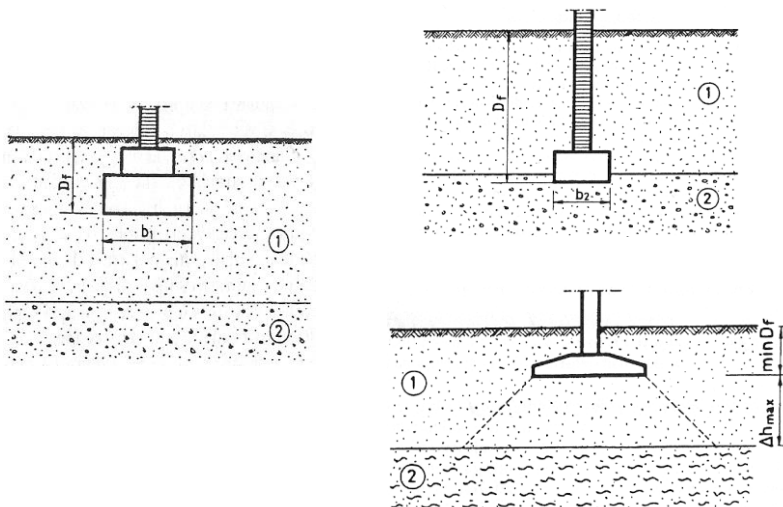
3

Dejstvo mraza

- Kada se temelj oslanja na stenu mora se sprečiti prodor vode u kontaktnu površinu ako je ona u zoni zamrzavanja.
- Kada se temelj oslanja na sloj peska ili šljunka dubina fundiranja je najmanje 0.5m a nivo podzemne vode mora biti ispod dubine zamrzavanja.
- Za ostale vrste tla dubina fundiranja zavisi od NPV.
- Dubina zamrzavanja je ona dubina na kojoj se može ostvariti zamrzavanje tla (-1°C za nekoherentno a $+1^{\circ}\text{C}$ za ostale vrste tla). U našim uslovima min dubina fundiranja je 0.8 – 1.0m.

4

Sastav i svojstva tla



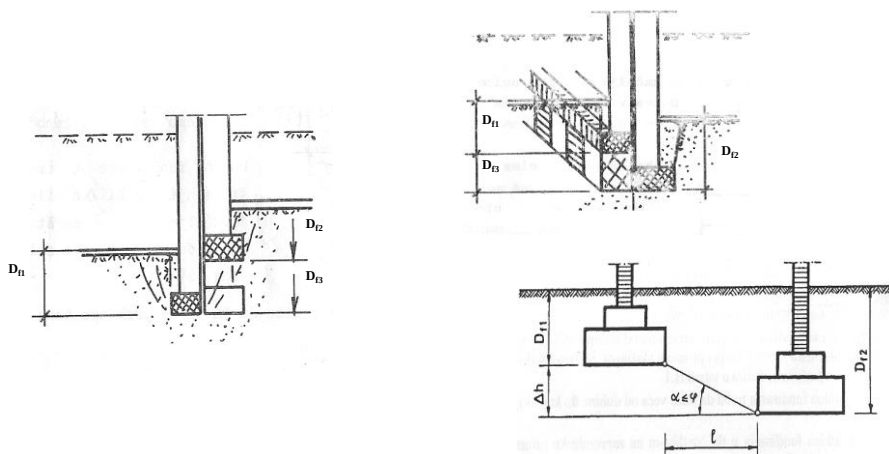
5

Osetljivost tla na promenu vlažnosti

- Ekspanzivna tla – tla visoke plastičnosti su tla koja pri promeni vlažnosti menjaju svoju zapreminu (bubrenje i skupljanje) u meri koja uzrokuje deformacije tla i oštećenja objekata.
- Metastabilna tla – les: prašinsto tlo eolskog porekla, veoma osetljivo na povećanje vlažnosti pri čemu dolazi do raskidanja strukturnih veza i tzv. kolapsa lesa praćenog velikim sleganjima.

6

Dubina fundiranja susednih objekata



7

Vrste fundiranja

plitki temelji
i
duboki temelji

Vrste plitkih temelja

1. Trakasti temelji
2. Temelji samci
3. Temeljni nosači (kontragrede)
4. Temeljni roštilji
5. Temeljne ploče

8

Vrste dubokih temelja

1. Temelji na šipovima
2. Duboki masivni temelji
3. Temelji na bunarima
4. Temelji na kesonima

9

Plitki temelji

Plitki temelji prenose opterećenje od objekta na tlo preko kontaktne površine između temelja i tla

Temeljne trake

Trakasti temelji se postavljaju ispod nosivih zidova

Određivanje naležuće površine temelja se vrši iz uslova nosivosti tla (širina temelja B se određuje, dužina L je 1 m)

10



11

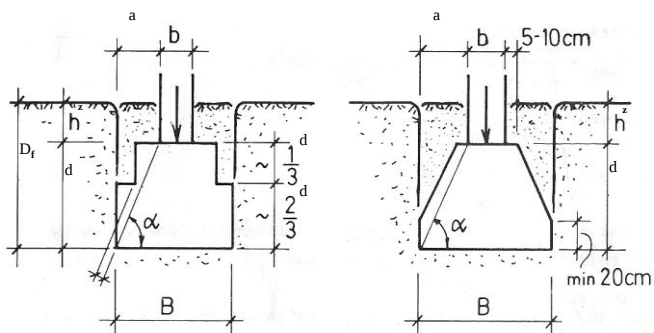


12



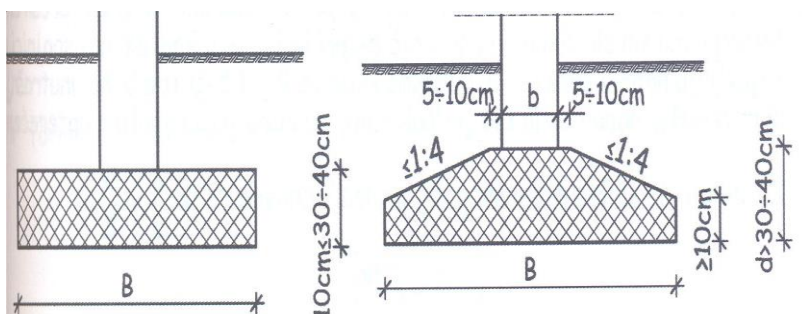
13

Oblikovanje trakastog temelja nearmirani beton



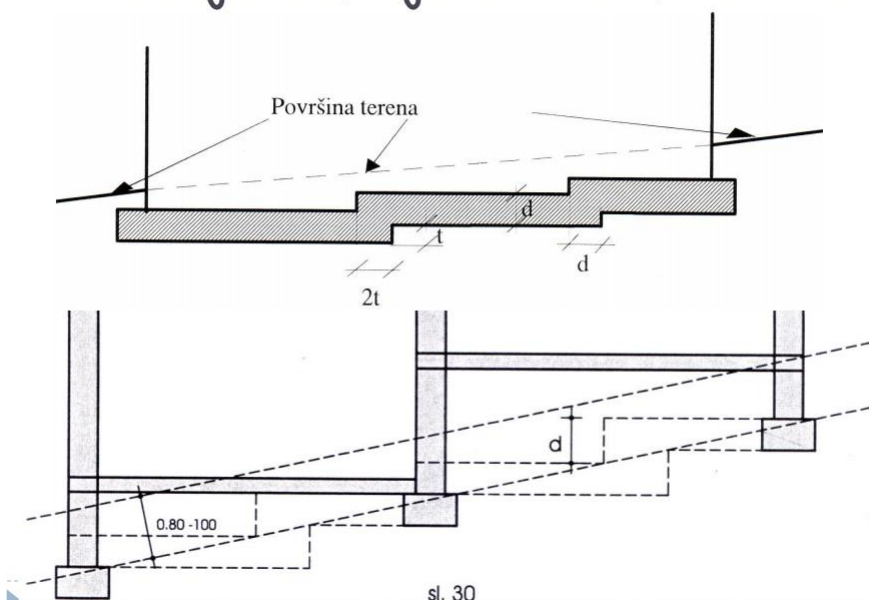
14

Oblikovanje AB trakastog temelja



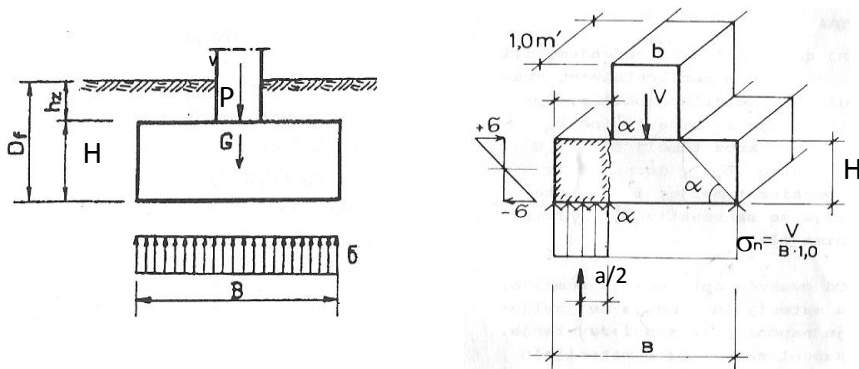
15

Izvođenje temelja na kosom terenu



sl. 30

Centrično opterećena temeljna traka



Gde je

P- vertikalno opterećenje koje se prenosi sa zida

G-težina temelja i tla iznad temelja

17

Određivanje širine temelja B

Ukupno opterećenje u nivou temeljne spojnice je:

P+G gde je:

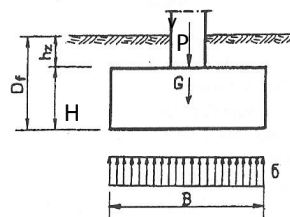
$$G = F \cdot H \cdot \gamma_b + F \cdot h_z \cdot \gamma_z = F(\gamma_b \cdot H + \gamma_z \cdot h_z)$$

$$G = F \cdot D_f \cdot \gamma_b \left[1 - \frac{h_z}{h_b} \left(1 - \frac{\gamma_z}{\gamma_b} \right) \right] = F \cdot \gamma_b \cdot D_f \cdot \beta$$

$$\text{Gde je: } \beta = \left[1 - \frac{h_z}{h_b} \left(1 - \frac{\gamma_z}{\gamma_b} \right) \right] \approx 0,85$$

$$\text{Napon u nivou temeljne spojnice je: } \sigma = \frac{P+G}{F} \quad F = B \cdot 1\text{m} = B(\text{m}^2)$$

$$F = \frac{P+G}{\sigma_{\text{dop}}} \quad \text{za } \sigma = \sigma_{\text{dop}}$$



18

$$F \cdot \sigma_{\text{dop}} = P + F \cdot \gamma_b \cdot D_f \cdot \beta$$

$$F(\sigma_{\text{dop}} - \gamma_b \cdot D_f \cdot \beta) = P$$

$$F = \frac{P}{\sigma_{\text{dop}} - \gamma_b \cdot D_f \cdot \beta} = B$$

B-širina temelja

P-vertikalno opterećenje

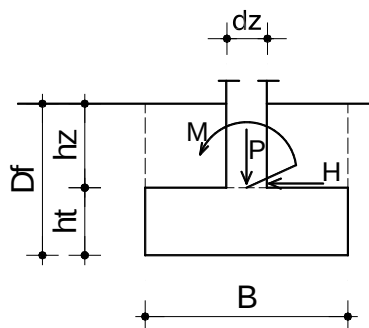
σ_{dop} -dopušteni napon u tlu

γ_b -zapreminska težina betona

D_f -dubina fundiranja

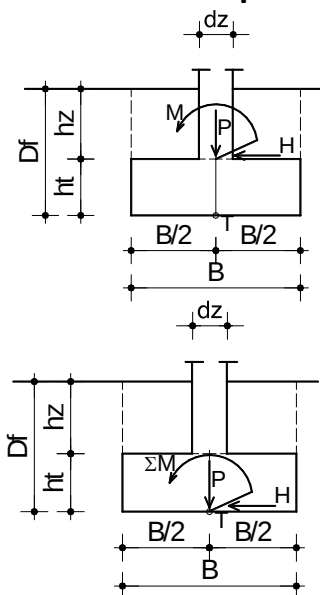
$\beta=0,85$

Ekscentrično opterećen temelj u jednoj ravni



19

-simetrična stopa temelja



Redukcija sila na težište

temeljne spojnice

P-vertikalno opterećenje

H-horizontalno opterećenje

M-momenat savijanja

ΣM -ukupni momenat u težištu
temeljne spojnice

$$\Sigma M = M + H \cdot h_t$$

Napon u nivou temeljne spojnice

$$\sigma = \frac{P + G}{F} \pm \frac{\Sigma M}{W}$$

20

$$\sigma = \frac{P+G}{F} \pm \frac{\Sigma M}{W}$$

$$G = \beta \cdot F \cdot D_f \cdot \gamma_b$$

$$F = B \cdot 1,0 = B$$

$$W = \frac{1,0 \cdot B^2}{6} = \frac{B^2}{6}$$



$$\frac{P+B \cdot \beta \cdot \gamma_b \cdot D_f}{B} + \frac{6 \cdot \Sigma M}{B^2} = \sigma_{dop} \quad / \cdot B^2$$

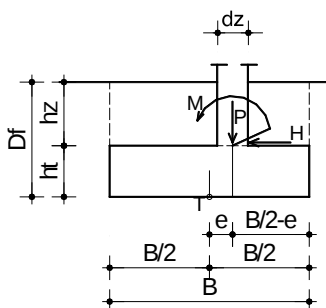
$$P \cdot B + B^2 (\sigma_{dop} - \beta \cdot \gamma_b \cdot D_f) + 6 \Sigma M = B^2 \cdot \sigma_{dop}$$

$$B^2 (\sigma_{dop} - \beta \cdot \gamma_b \cdot D_f) - P \cdot B - 6 \cdot \Sigma M = 0$$

Jednačina iz koje se dobija širina temelja B

21

-nesimetrična stopa temelja



Temelj se postavlja ekscentrično u odnosu na osu zida. Razlog tome je ujednačavanje napona na kontaktnoj površini.

Temelj se centriše za stalno opterećenje.

$$e = \frac{M_G}{V_G}$$

M_G - momenat usled stalnog opterećenja

V_G - vertikalno stalno opterećenje

ΣM -ukupni momenat u težištu temeljne spojnice

$$\Sigma M = M + H \cdot h_t - P \cdot e$$

Napon u nivou temeljne spojnice

Širina temelja B

$$\sigma = \frac{P+G}{F} \pm \frac{\Sigma M}{W}$$

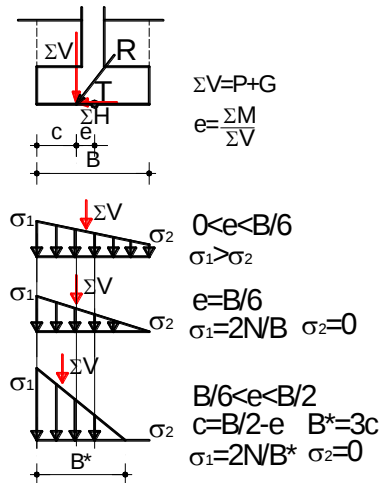
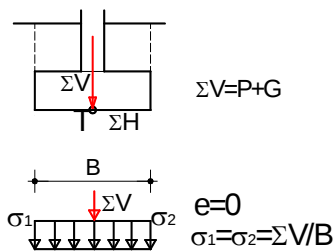
$$B^2 (\sigma_{dop} - \beta \cdot \gamma_b \cdot D_f) - P \cdot B - 6 \cdot \Sigma M = 0$$

22

NAPONI NA KONTAKTU TEMELJA I TLA

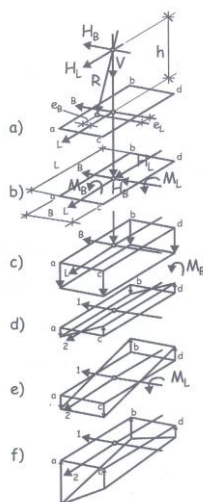
-centrično opterećen temelj

-ekscentrično opterećen temelj



23

11. Ekscentrično opterećen temelj u obe ravni



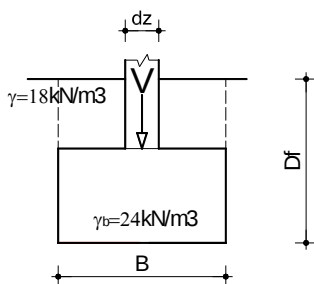
24

I. Centrično pritisnuta temeljna traka od nearmiranog betona

ZADATAK 1

Izvršiti dimenzionisanje trakastog temelja od nearmiranog betona.

Vertikalna sila u zidu	$V=80 \text{ kN/m'}$
Debljina zida	$d_z=25 \text{ cm}$
Dozvoljeno opterećenje tla	$\sigma_{z\text{dop}}=0.15 \text{ MPa} = 150 \text{ kN/m}^2$
Zapreminska težina tla	$\gamma=18 \text{ kN/m}^3$
Dubina fundiranja	$D_f=1.0 \text{ m}$
Marka betona	MB20



25

1.1 Određivanje širine stope B

$$F = \frac{V}{\sigma_{\text{dop}} - \gamma_b \cdot D_f \cdot \beta} = B$$

$$F = \frac{80}{150 - 24 \cdot 1,0 \cdot 0,85} = 0,61 \text{ m}$$

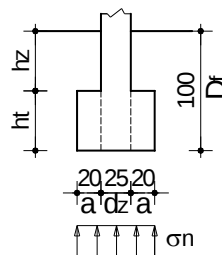
Usvojeno $B=0,65 \text{ m}$

1.2 Reaktivno opterećenje na temelj

$$\sigma_n = \frac{V}{B} = \frac{80}{0,65} = 123,07 \text{ kN/m}^2$$

1.3 Veličina konzolnog prepusta

$$a = (B - d_z) / 2 = (0,65 - 0,25) / 2 = 0,20 \text{ m}$$



26

1.4 Određivanje visine temelja

1.4.1 Određivanje visine temelja prema PBAB87

$$h_t = a \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot \sigma'_z}{\sigma_{bz}}} \quad \sigma'_z = \frac{V}{B} = \frac{80}{0,65} = 123,07 \text{ kN/m}^2$$

$$a = 0,2 \text{ m}$$

dozvoljeni napon zatezanja u betonu izazvan savijanjem

MB(Mpa)	10	15	20	30	40
σ_{bz}	0,20	0,35	0,50	0,80	1,00

$$h_t = a \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot \sigma'_z}{\sigma_{bz}}} = 0,2 \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 0,123}{0,5}} = 0,2 \cdot 0,86 = 0,17 \text{ m}$$

Kao uprošćenje može da se koristi $h_t \geq 2 \cdot a$

27

1.4.2 Određivanje visine temelja prema S. Stevanoviću

$$\text{ctg}\beta = \text{tg}\alpha = \frac{h_t}{a} \geq \sqrt{\frac{120 \cdot \sigma_n}{\beta_k}} = \eta \cdot \sqrt{\sigma_n} \quad \beta_k = \text{MB}$$

MB(Mpa)	10	15	20	25	30
η	0,11	0,089	0,078	0,070	0,063

$$\eta = 0,078 \quad \sqrt{\sigma_n} = \sqrt{123,07} = 11,09$$

$$\text{ctg}\beta = 0,078 \cdot 11,09 = 0,87$$

$$h_t = 0,87 \cdot 20 = 17,40 \text{ cm}$$

28

1.4.3 Određivanje visine temelja prema Johan Sklena

$$h_t = a \cdot \eta \cdot \sqrt{\sigma_n} \quad \sigma_n (\text{N/cm}^2)$$

MB(Mpa)	10	15	20	25	30
η	0,378	0,293	0,245	0,215	0,194

$$\eta = 0,245 \quad \sqrt{\sigma_n} = \sqrt{12,31}$$

$$h_t = 20 \cdot 0,245 \cdot \sqrt{12,31} = 17,19 \text{ cm}$$

29

1.5 Kontrola napona u nivou temeljne spojnice

Analiza opterećenja:

Vertikalna sila	80.00kN/m'
Opterećenje od zemlje iznad stope	$(1.05-0.25) \times 0.65 \times 18 = 9.36 \text{ kN/m}'$
Sopstvena težina stope	$\frac{1.05 \times 0.35 \times 24.0}{\Sigma V} = 8.82 \text{ kN/m}'$
Ukupno opterećenje	$\Sigma V = 122.18 \text{ kN/m}'$

Stvarni napon u tlu na nivou temeljne spojnice iznosi

$$\sigma = \frac{\Sigma V}{B} = \frac{80}{0,65} = 123,07 \text{ kN/m}^2 < 150 \text{ kN/m}^2$$

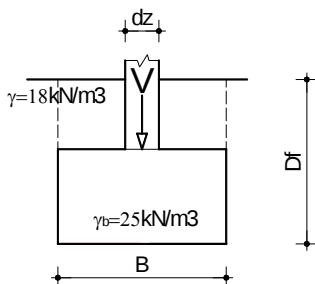
30

II. Centrično pritisnuta temeljna traka od armiranog betona

2. ZADATAK

Izvršiti dimenzionisanje trakastog temelja od armiranog betona.

Vertikalna sila u zidu	$V=200 \text{ kN/m'}$
Debljina zida	$d_z=20\text{cm}$
Dozvoljeno naprezanje tla	$\sigma_{z\text{dop}}=0.16\text{MPa}=160\text{kN/m}^2$
Dubina fundiranja	$D_f=1.2\text{m}$
Zapreminska težina tla	$\gamma=18 \text{ kN/m}^3$
Marka betona	MB30
Vrsta čelika	RA400/500-2



31

2.1 Određivanje širine stope B

$$F = \frac{V}{\sigma_{\text{dop}} - \gamma_b \cdot D_f \cdot \beta} = B$$

$$F = \frac{200}{160 - 25 \cdot 1,2 \cdot 0,85} = 1,48\text{m}$$

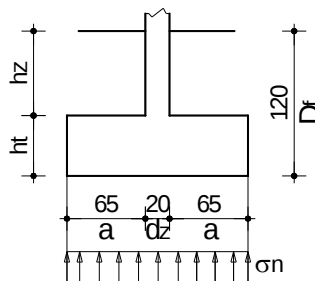
Usvojeno $B=1,50\text{m}$

2.2 Reaktivno opterećenje na temelj

$$\sigma_n = \frac{V}{B} = \frac{200}{1,50} = 133,33\text{kN/m}^2$$

2.3 Veličina konzolnog prepusta

$$a = (B - d_z) / 2 = (1,5 - 0,2) / 2 = 0,65\text{m}$$



32

2.4 Usvajanje visine temelja

Usvaja se visina temelja $h_t=40$ cm.

2.5 Kontrola napona u nivou temeljne spojnice

Analiza opterećenja:

Vertikalna sila		200,0 kN/m'
Opterećenje od tla	iznad stope	$(1.50-0.20) \times 0.8 \times 18 = 18,72 \text{ kN/m'}$
Sopstvena težina stope		$\frac{1.50 \times 0.40 \times 25.0}{1} = 15,00 \text{ kN/m'}$
Ukupno opterećenje		$\Sigma V = 233,72 \text{ kN/m'}$

Stvarni napon u tlu na nivou temeljne spojnice iznosi

$$\sigma = \frac{\Sigma V}{B} = \frac{233,72}{1,50} = 155,81 \text{ kN/m}^2 < 160 \text{ kN/m}^2$$

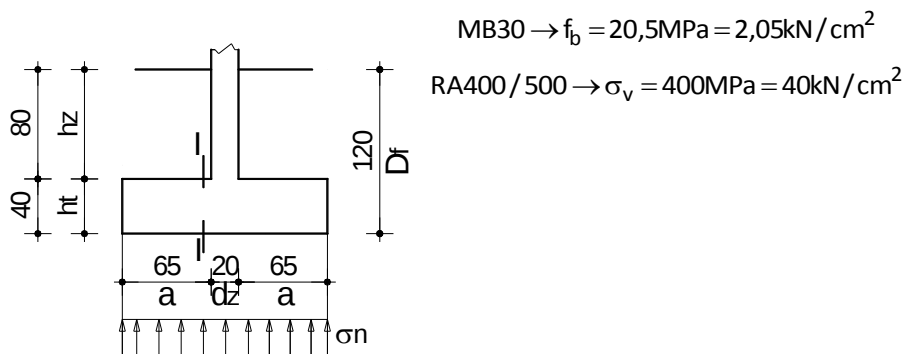
33

2.6 Dimenzionisanje temeljne trake

Momenat savijanja u preseku I-I

$$M_{I-I} = \frac{\sigma_n \cdot a^2}{2} = \frac{133,33 \cdot 0,65^2}{2} = 28,16 \text{ kNm/m'}$$

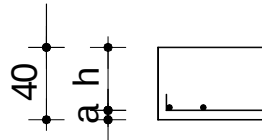
$$M_U = 1,65 \cdot 28,16 = 46,46 \text{ kNm/m'}$$



34

-statička visina preseka

$$h = h_t - a = 40 - 5.0 = 35\text{cm}$$



-statička visina (rastojanje od pritisnute ivice do težišta zategnute armature)

Računamo:

$$k = \frac{h}{\sqrt{\frac{M_u}{f_b \cdot b}}} = \frac{35}{\sqrt{\frac{46,46 \cdot 10^2}{2,05 \cdot 100}}} = 7,352$$

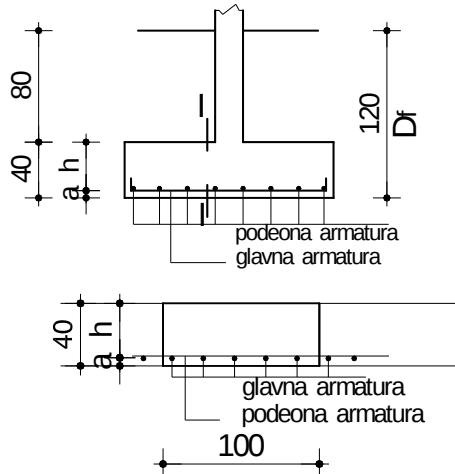
Iz tablica

Za $k=7,347$ čitamo:

$$\varepsilon_a / \varepsilon_b = 10 / 0,675 \text{ ‰}$$

$$\zeta_b = 0,978$$

$$\bar{\mu}_{1M} = 1,879$$



35

-usvajanje armature

$$A_a = \bar{\mu}_{1M} \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_b}{\sigma_v} = \frac{1,879}{100} \cdot 100 \cdot 35 \cdot \frac{2,05}{40} = 3,37\text{cm}^2 / \text{m}$$

$$A_a = \frac{M_u}{\zeta_b \cdot h \cdot \sigma_v} = \frac{46,46 \cdot 10^2}{0,978 \cdot 35 \cdot 40} = 3,39\text{cm}^2 / \text{m}$$

$$\zeta_b \cdot h = 0,978 \cdot 35 = 34,23\text{cm}$$

$$\frac{\zeta_b \cdot h}{h_t} = \frac{34,23}{40} = 0,855$$

Zaključujemo da se može armatura približno odrediti po formuli

$$A_a = \frac{M_u}{0,85 \cdot h_t \cdot \sigma_v} = \frac{46,46 \cdot 10^2}{0,85 \cdot 40 \cdot 40} = 3,42\text{cm}^2 / \text{m}$$

36

-usvajamo R ϕ 10 $A_a^1 = 0,79\text{cm}^2$ -površina jedne šipke armature

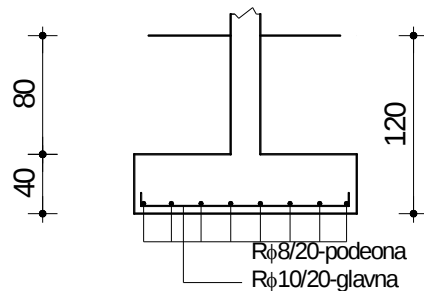
-razmak profila glavne armature

$$e_a = \frac{A_a^1 \cdot 100}{A_{\text{pot}}} = \frac{0,79 \cdot 100}{3,42} = 23,09\text{cm}$$

-usvojeno

Glavna armatura R ϕ 10/20cm

Podeona armatura R ϕ 8/20cm



37

2.7 Kontrola temelja na proboj

$$P_r' = \frac{\sigma_n}{2} (B - d_z - 2 \cdot h) = \frac{133,33}{2} (1,5 - 0,2 - 2 \cdot 0,35) = 40\text{kN}$$

$$\tau_p = \frac{P_r'}{b \cdot z} = \frac{40}{100 \cdot 0,9 \cdot 35} = 0,0127\text{kN/cm}^2 = 0,13\text{MPa}$$

$$\mu = \frac{RA}{b \cdot h} = \frac{(5R\phi 10)}{100 \cdot 35} = \frac{5 \cdot 0,79}{3500} = 0,00112 = 0,112\%$$

$$\gamma_1 = 1,3 \cdot \alpha_a \cdot \sqrt{\mu} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot \sqrt{0,112} = 0,435$$

$$0,7 \cdot \gamma_1 \cdot \tau_a = 0,7 \cdot 0,435 \cdot 0,8 = 0,24\text{MPa}$$

$$0,7 \cdot \gamma_1 \cdot \tau_a > \tau_p$$

$$0,24 > 0,13\text{MPa} \rightarrow \text{Nije potrebno ojačanje}$$

38

III. Ekscentrično pritisnuta temeljna traka od armiranog betona

3. ZADATAK

Izvršiti dimenzionisanje trakastog temelja od armiranog betona.

Opterećenje zida

-stalno

$$V_g = 120 \text{ kN/m'}$$

-povremeno

$$V_p = 60 \text{ kN/m'}$$

$$M_p = \pm 60 \text{ kNm/m'}$$

$$H_p = \pm 20 \text{ kN/m'}$$

Debljina zida

$$d_z = 20 \text{ cm}$$

Dozvoljeno naprezanje tla

$$\sigma_{z\text{doz}} = 0.18 \text{ MPa} = 180 \text{ kN/m}^2$$

Dubina fundiranja

$$D_f = 1.2 \text{ m}$$

Zapreminska težina tla

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

Marka betona

MB25

Vrsta čelika

RA400/500-2

39

3.1 Određivanje širine temeljne stope B

ΣM -ukupni momenat u težištu
temeljne spojnice

$$\Sigma M = M \pm H \cdot h_t$$

$$\Sigma V = V_g + V_p = 120 + 60 = 180 \text{ kN}$$

Određivanje širine temelja B

$$B^2 (\sigma_{\text{dop}} - \beta \cdot \gamma_b \cdot D_f) - P \cdot B - 6 \cdot \Sigma M = 0$$

$$B^2 (180 - 0.85 \cdot 25 \cdot 1.2) - 180 \cdot B - 6 \cdot 68 = 0$$

$$154.5 \cdot B^2 - 180 \cdot B - 408 = 0$$

$$B_{1,2} = \frac{180 \pm \sqrt{180^2 + 4 \cdot 154.5 \cdot 408}}{2 \cdot 154.5} = \frac{180 \pm 533.40}{309}$$

$$B_1 = 2.31 \text{ m}$$

Usvojena širina temelja B=2,35 m

40

3.2 Određivanje kontaktnih napona

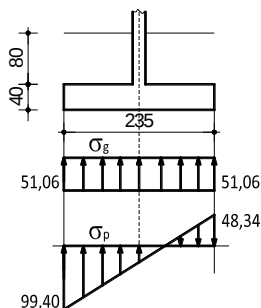
Stalno opterećenje

$$\sigma_g = \frac{V_g}{F} = \frac{120}{2,35 \cdot 1,0} = 51,06 \text{ kN/m}^2$$

Povremeno opterećenje

$$\sigma_{p,1,2} = \frac{V_p}{B \cdot L} \pm \frac{6 \cdot \Sigma M}{B^2 \cdot L} = \frac{60}{2,35 \cdot 1,0} \pm \frac{6 \cdot 68}{2,35^2 \cdot 1,0} = 25,53 \pm 73,87$$

$$\sigma_{p,1} = 25,53 + 73,87 = 99,40 \text{ kN/m}^2 \quad \sigma_{p,2} = 25,53 - 73,87 = -48,34 \text{ kN/m}^2$$

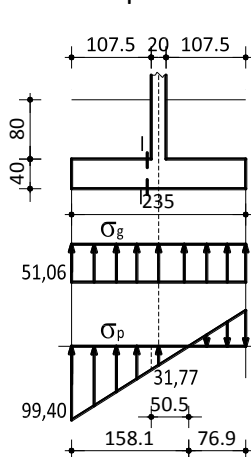


Usvojena visina temelja $h_t = 40 \text{ cm}$

41

3.3 Dimenzionisanje temelja

Sile u preseku I-I



$$M_g^{I-I} = 51,06 \cdot \frac{1,075^2}{2} = 29,50 \text{ kNm/m}$$

$$M_p^{I-I} = 31,77 \cdot \frac{1,075^2}{2} + (99,40 - 31,77) \cdot \frac{1,075}{2} \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,075 = 31,38 \text{ kNm/m}$$

$$T_g^{I-I} = 51,06 \cdot 1,075 = 54,90 \text{ kN/m}$$

$$T_p^{I-I} = 31,77 \cdot 1,075 + (99,40 - 31,77) \cdot \frac{1,075}{2} = 70,50 \text{ kN/m}$$

Ultimativno opterećenje

$$T_u = 1,6 \cdot T_g^{I-I} + 1,8 \cdot T_p^{I-I} = 1,6 \cdot 54,90 + 1,8 \cdot 70,50 = 214,74 \text{ kN/m}$$

$$M_u = 1,6 \cdot M_g^{I-I} + 1,8 \cdot M_p^{I-I} = 1,6 \cdot 29,50 + 1,8 \cdot 31,38 = 103,68 \text{ kNm/m}$$

42

Kontrola smičućih napona

$$\tau_n = \frac{T_u^{I-I}}{b \cdot z} = \frac{214,74}{100 \cdot 0,9 \cdot 35} = 0,068 \text{ kN/cm}^2 < \tau_r = 0,08 \text{ kN/cm}^2$$

Nije potrebno osiguranje

Dimenzionisanje na savijanje

-statička visina preseka

$$h = h_t - a = 40 - 5,0 = 35 \text{ cm}$$

MB 20 $\rightarrow f_b = 1,4 \text{ kN/cm}^2$
RA400/500 $\rightarrow \sigma_v = 40 \text{ kN/cm}^2$

$$k = \frac{h}{\sqrt{\frac{M_u}{f_b \cdot b}}} = \frac{35}{\sqrt{\frac{103,68 \cdot 10^2}{1,40 \cdot 100}}} = 4,067$$

Iz tablica

Za $k=4,039$ čitamo: $\varepsilon_a / \varepsilon_b = 10 / 1,375 \text{ ‰}$ $\zeta_b = 0,957$ $\bar{\mu}_{1M} = 6,406$

$$A_a = \bar{\mu}_{1M} \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_b}{\sigma_v} = \frac{6,406}{100} \cdot 100 \cdot 35 \cdot \frac{1,40}{40} = 7,85 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

43

ili

$$A_a = \frac{M_u}{0,85 \cdot h_t \cdot \sigma_v} = \frac{103,68 \cdot 10^2}{0,85 \cdot 40 \cdot 40} = 7,62 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

-usvajamo $R\phi 10$ $A_a^1 = 0,79 \text{ cm}^2$ -površina jedne šipke armature

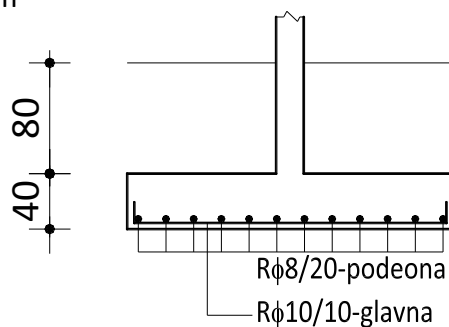
-razmak profila glavne armature

$$e_a = \frac{A_a^1 \cdot 100}{A_{\text{pot}}} = \frac{0,79 \cdot 100}{7,85} = 10,06 \text{ cm}$$

-usvojeno

Glavna armatura $R\phi 10/10 \text{ cm}$

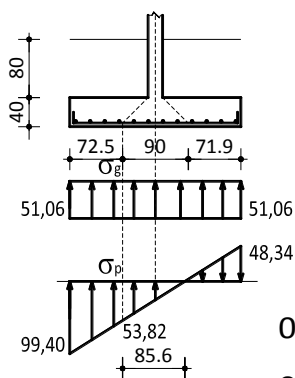
Podeona armatura $R\phi 8/20 \text{ cm}$



44

3.4 Kontrola temelja na proboj

$$P'_r = 51,06 \cdot 0,725 + 53,82 \cdot 0,725 + \frac{(99,4 - 53,82)}{2} \cdot 0,725 = 92,56 \text{ kN}$$



$$\tau_p = \frac{P'_r}{b \cdot z} = \frac{92,56}{100 \cdot 0,9 \cdot 35} = 0,029 \text{ kN/cm}^2 = 0,29 \text{ MPa}$$

$$\mu = \frac{RA}{b \cdot h} = \frac{(10R\phi 10)}{100 \cdot 35} = \frac{10 \cdot 0,79}{3500} = 0,00225 = 0,225\%$$

$$\gamma_1 = 1,3 \cdot \alpha_a \cdot \sqrt{\mu} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot \sqrt{0,225} = 0,616$$

$$0,7 \cdot \gamma_1 \cdot \tau_a = 0,7 \cdot 0,616 \cdot 0,6 = 0,26 \text{ MPa}$$

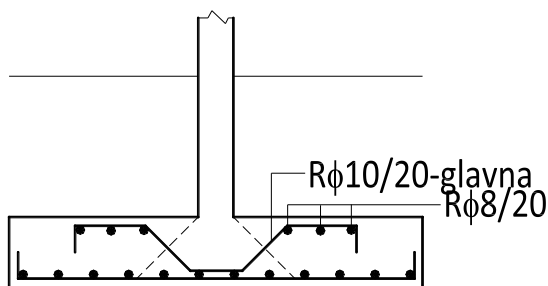
$$0,7 \cdot \gamma_1 \cdot \tau_a < \tau_p \quad \tau_p < \gamma_2 \cdot \tau_b = 0,37 \cdot 1,8 = 0,67 \text{ MPa}$$

$0,26 > 0,29 \text{ MPa} \rightarrow$ **Potrebno ojačanje**

$$A_a^k = 1,35 \frac{P'_r}{\sigma_v} = 1,35 \frac{92,56}{40} = 3,12 \text{ cm}^2$$

R ϕ 10/20 glavna
R ϕ 8/20 cm podeona

45



46