

### 3. MURET ME PALANKOLA

#### 3.1 HYRJE

Palankolat e lidhura ose gjysem te lidhura perdoren shpesh per te ndertuar mure te vazhduar per strukturat qe perballen me ujin, te cilat variojne nga limane te vogla per perdorim vetjak deri te portet e medha dhe pjeset perberese te tyre (shih Figuren 3.1). Ne ndryshim nga ndertimi i tipeve te tjera te strukturave mbajtese, ndertimi i palankolave nuk kushtezohet nga largimi i ujrave nentokesore nga vendi i ndertimit. Palankolat perdoren gjithashtu edhe si struktura te perkohshme, si ne rastin e perforcimeve te gropave (shih Kapitullin 4). Ne kete kapitull do te diskutohen parimet e projektimit te palankolave.

Ne pergjithesi ne ndertim perdoren tipe te ndryshme palankolash: (a) palankola druri, (b) palankola te parapergatitura betoni, (c) dhe palankola metalike. Gjithashtu, ne treg gjenden edhe palankola alumini.

*Palankolat prej druri* perdoren vetem per struktura te perkohshme dhe te lehta, te cilat vendosen mbi nivelin e ujrave nentokesore. Tipet me te perhapura jane pllaka derrase te zakonshme dhe *panelet Wakefield*. Pllakat prej derrase te zakonshme jane me seksion terthor rreth 50 mm x 300 mm dhe ngulen buze me buze (Figura 3.2a). Panelet Wakefield pergatiten duke mberthyer tre pllaka se bashku, ku derrasa e mesit spostohet me 50 deri ne 75 mm (Figura 3.2b). Pllakat prej druri gjithashtu mund te dhembzohen per te formuar *lidhje gjuhëz – kanal* midis tyre, sic tregohet ne Figuren 3.2c. Figura 3.2d tregon nje tip tjeter palankole druri qe ka kanale te parapergatitura te vjaskuara. Ne kanalet e vjaskuara te pllakave fqinje vendosen *kunja metalike* per t'i lidhur ato se bashku pas zhytjes ne toke.

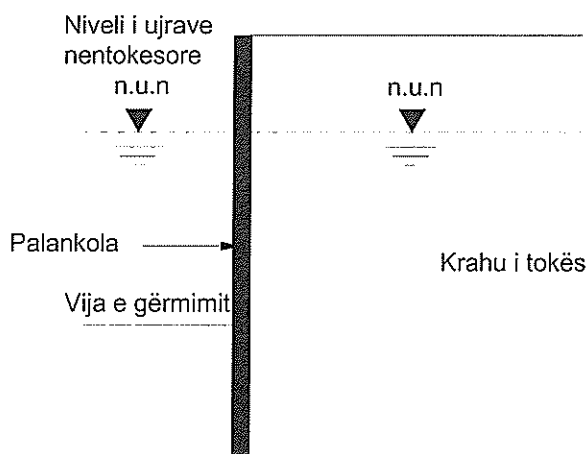


Figura 3.1 Shembull i njere palankole ne kontakt me ujin

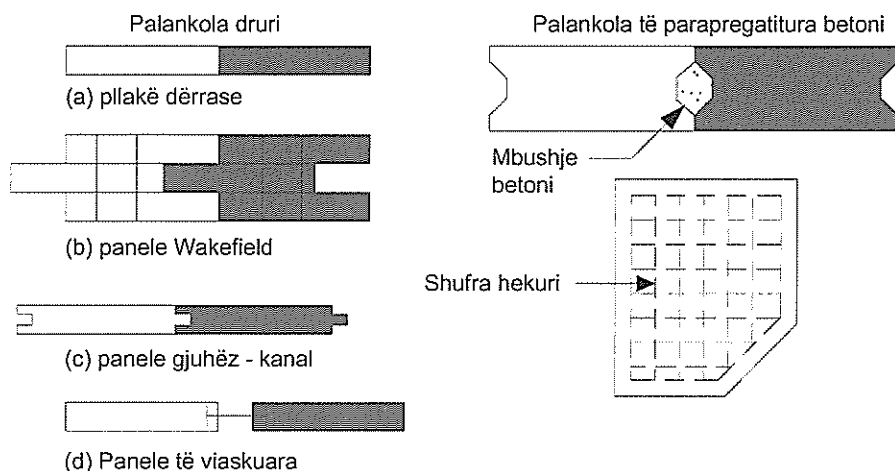


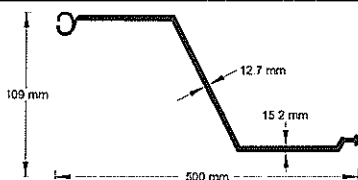
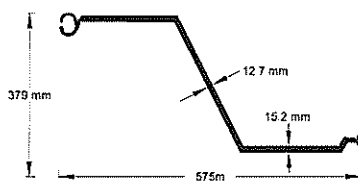
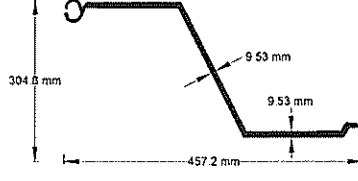
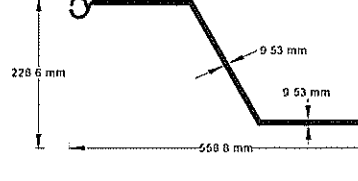
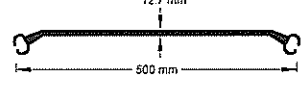
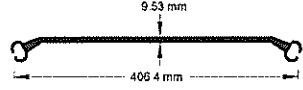
Figura 3.2 Tipe te ndryshme palankolash druri dhe betoni

Panelet e palankolave te parapergatitura prej betoni jane te renda dhe projektohen me armature hekuri per ti rezistuar sforcimeve te perhershme, te cilave do t'ju nenshtrohet struktura pas ndertimit dhe gjithashtu per te perballuar sfocimet qe shkaktohen gjate ndertimit. Seksioni terthor i ketyre paneleve eshte rreth 500 – 800 mm i gjere dhe 150 – 250 mm i trashe. Figura 3.2e paraqet nje vizatim skematik te pamjes dhe seksionit terthor te nje paneli prej betoni te armuar.

Panelet e palankolave metalike ne Shtetet e Bashkuara jane rreth 10 – 13 mm te trasha. Seksionet Europiane mund te jene me te holla dhe me te gjera. Seksionet terthore mund te jene Z, me *hark te forte*, *hark te dobet* ose seksione te drejta te rrjetezuara. Bashkimet e seksioneve te palankolave kane forme te ngjashme si *gisht i madh-dhe-gisht i vogel* ose *fishek-dhe-fole*, per te formuar bashkime te qendrueshme ndaj ujit. Tabela 3.1 paraqet karakteristikat e seksioneve te palankolave metalike te prodhuara nga Bethlehem Steel Corporation. Sforcimet e lejuara ne perkulje per panelet metalike paraqiten me poshte:

Tipi i çelikut	Sforcimet e lejuara
ASTM A-328	170 MN/m <sup>2</sup>
ASTM A-572	210 MN/m <sup>2</sup>
ASTM A-690	210 MN/m <sup>2</sup>

Tabela 3.1 Karakteristikat e seksioneve te disa palankolave prodhuara nga Bethlehem Steel Corporation.

Emërtimi i seksionit	Prerja tërthore e seksionit	Momenti i rezistencës	Momenti i inercisë
		m <sup>3</sup> /m të murit	m <sup>3</sup> /m të murit
PZ - 40		$326.4 \times 10^{-5}$	$670.5 \times 10^{-6}$
PZ - 35		$260.5 \times 10^{-5}$	$493.4 \times 10^{-6}$
PZ - 27		$162.3 \times 10^{-5}$	$251.5 \times 10^{-6}$
PZ - 22		$97 \times 10^{-5}$	$115.2 \times 10^{-6}$
PSA - 31		$10.8 \times 10^{-5}$	$4.41 \times 10^{-6}$
PSA - 23		$12.8 \times 10^{-5}$	$5.63 \times 10^{-6}$

Palankolat metalike jane te pershtatshme per t'u perdorur, per shkak te rezistences se madhe qe kane ndaj sforcimeve qe shkaktohen kur ato ngulen ne dhera te forte. Palankolat metalike jane gjithashtu te lehta ne peshe dhe te riperdorshme.

### 3.2 METODAT E NDERTIMIT

Palankolat mund te ndahen ne dy kategori kryesore:

- a. Tip Konsol.
- b. Te ankoruara.

Ndertimi i mureve me palankola mund te behet me dy menyra, ose ngulet ne fillim ne toke palankola dhe me pas behet mbushja nga ana e tokes, ose ngulet palankola fillimisht ne toke dhe pastaj germohet dheu qe ndodhet perpara vijes se germimit. Ne cdo rast materiali qe perdoret per mbushje, zakonisht, eshte material granular. Dheu poshte vijes se germimit mund te jete dhe ranor ose argjilor. Siperfaqes se dheut nga ana e ujit i jemi referuar si *vija e germimit*.

Keshtu, sipas metodes se ndertimit pergjithesisht mund te dallojme dy kategori (Tsinker, 1983):

1. Struktura me mbushje.
2. Struktura me germim.

Fazat e ndertimit per *nje strukture me mbushje* jane si vijon (shih Figuren 3.3):

*Hapi 1.* Germohet dheu qe ndodhet *ne vend*, si perpara edhe mbas struktures se propozuar.

*Hapi 2.* Ngulen palankolat.

*Hapi 3.* Behet mbushja deri ne nivelin e ankerit dhe vendoset sistemi i ankorimit.

*Hapi 4.* Vazhdohet mbushja deri ne pjesen e siperme te murit.

Per murin e tipit konsol, aplikohen vetem Hapat 1,2 dhe 4.

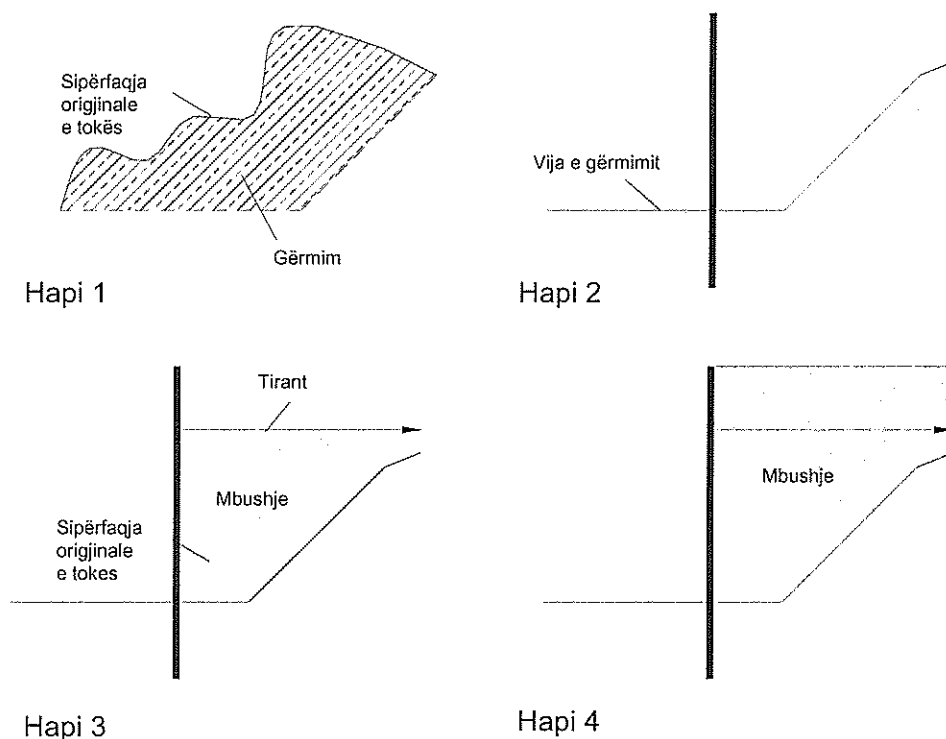


Figura 3.3 Fazat e ndertimit për një strukturë me mbushje

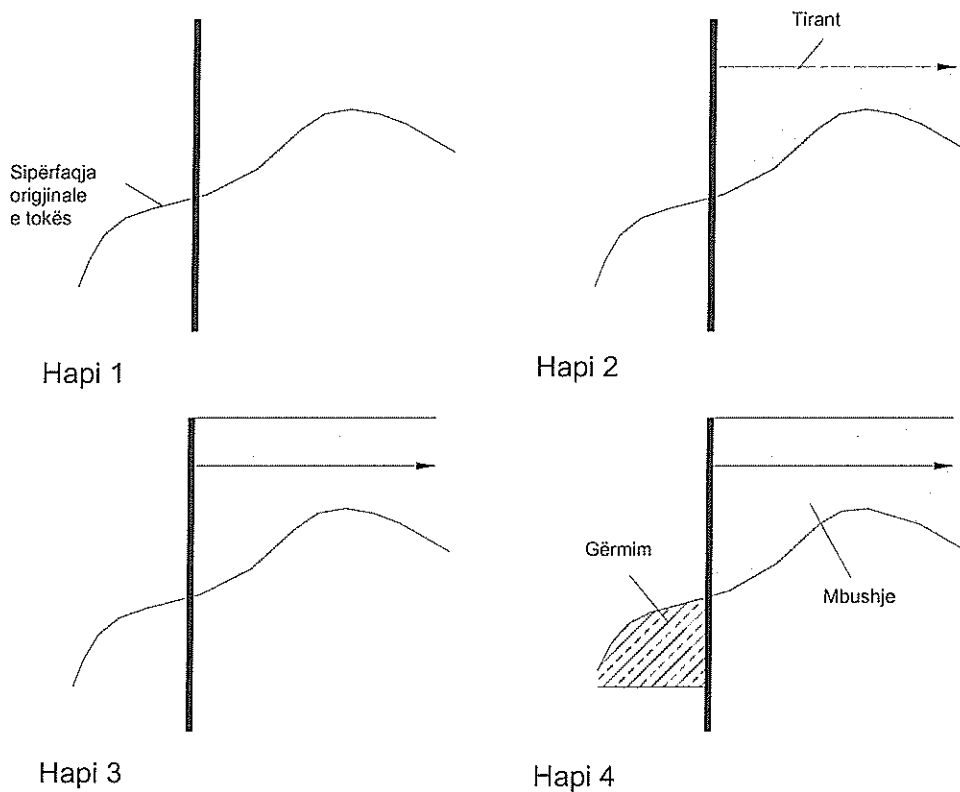


Figura 3.4 Fazat e ndërtimit për një strukturë me gërmim

Fazat e ndërtimit për një strukturë me gërmim janë si më poshtë (shih Figuren 3.4):

*Hapi 1.* Ngulën palankolat.

*Hapi 2.* Behet mbushja deri në nivelin e ankerit dhe vendoset sistemi i ankorimit.

*Hapi 3.* Behet mbushja deri në pjesën e sipërme të murit.

*Hapi 4.* Gërmohet pjesa ballore e murit.

Ne muret me palankola të tipit konsol, Hapi 2 nuk është i nevojshëm.

### 3.3 PALANKOLAT TIP KONSOL

Muret me palankola të tipit konsol, zakonisht rekomandohen për mure me lartësi mesatare - rreth 6 m ose më pak, e matur kjo mbi vijën e gërmimit. Në të tilla mure, palankolat sillen si trare të tipit konsol të gjere, mbi vijën e gërmimit. Parametër kryesor për vlerësimin e shpërndarjes së presionit anësor neto në një palankol të tipit konsol mund të shpjegohet me ndihmën e Figuren 3.5. Kjo figure tregon mënyrën e kalimit në rrjedhshmeri anësore të një palankole të tipit konsol, që përkrah një shtresë rere poshtë vijës së gërmimit. Muri rrotullohet rreth pikës  $O$ . Për shkak të presionet hidrostatike në çdo thellësi nga të dyja anët e murit eliminojnë njëri tjetrin, do të marim në konsideratë vetëm presionet anësore efektive të dheut. Në zonën  $A$ , presioni anësor është pikërisht presioni aktiv nga ana e tokës. Në zonën  $B$ , për shkak të natyrës së kalimit në rrjedhshmeri të murit, do të kemi presion aktiv nga ana e tokës dhe presion pasiv nga ana e ujit. Kushtet janë të ndryshme në zonën  $C$  - domethënë, në zonën poshtë pikës së rrotullimit,  $O$ . Shpërndarja e presionit aktual neto mbi mur është ashtu siç tregohet në Figuren 3.6b. Megjithatë, në Figuren 3.6c tregohet një version më i thjeshtuar, që mund të përdoret për qëllime projektimi.

Paragrafet 3.4 dhe 3.5 prezantojnë formulimin matematikor të analizës së mureve me palankola të tipit konsol. Shënojnë se, në disa struktura që përballen me ujrat, niveli i ujit mund të luhatet si rezultat i ndikimit të baticave. Prandaj, duhet patur shumë kujdes në përcaktimin e nivelit të ujit, që do të ndikonte në diagramën e presionit neto.

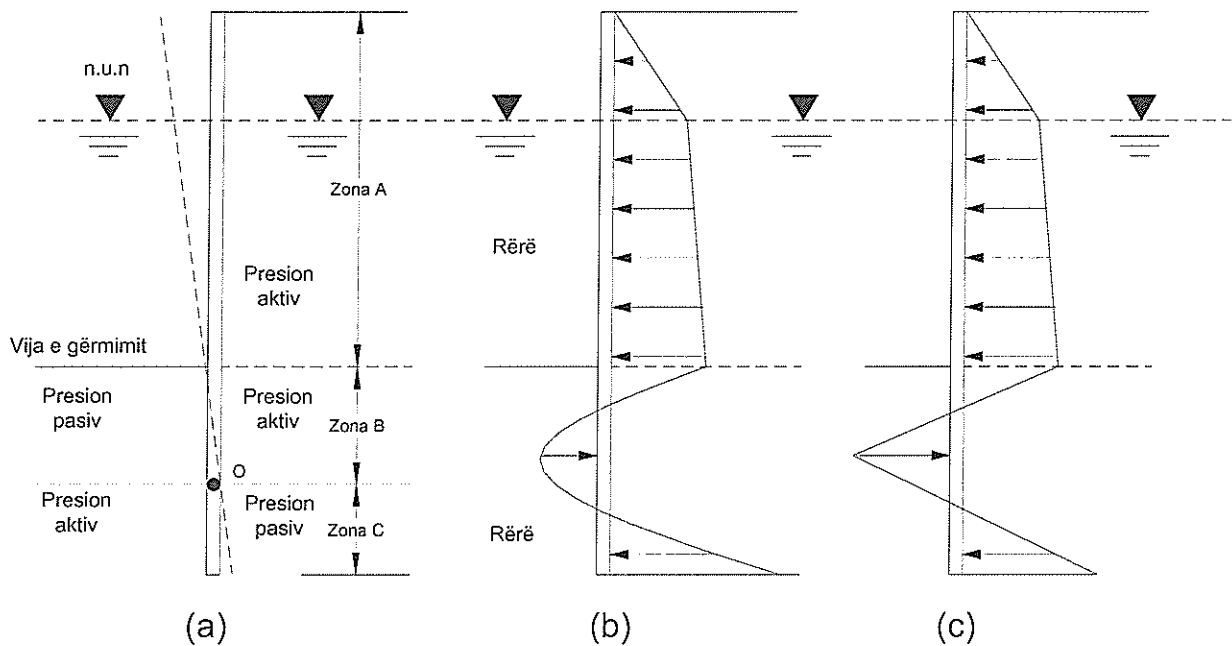


Figura 3.5 Palankol tip konsol e ngulur në toka ranore

### 3.4 PALANKOLA TIP KONSOL E NGULUR NE DHERA RANORE

Per te nxjerre nje marredhenie matematikore per thellesine e nevojshme te instalimit te palankolave ne dhera granulare, le te veshetrojme Figuren 3.6a. Dheu qe mbahet nga palankola mbi vijen e germimit eshte gjithashtu rere. Niveli i ujit nentokesor eshte ne nje thellesesi  $L_1$  nga pjesa e sipërme e murit. Le te jete kendi efektiv i ferkimit te brendshem te reres  $\phi'$ . Intesiteti i presionit aktiv ne nje thellesesi  $z = L_1$  eshte:

$$\sigma'_1 = \gamma L_1 k_a \quad (3.1)$$

Ku:  $k_a$  = koeficienti i Rankin-it per presionin aktiv =  $tg^2(45 - \phi' / 2)$ .

$\gamma$  = pesha vëllimore e dheut mbi nivelin e ujrave.

Ne menyre te ngjashme, presioni aktiv ne thellesine  $z = L_1 + L_2$  (d.m.th., ne nivelin e vijes se germimit) eshte :

$$\sigma'_2 = (\gamma L_1 + \gamma' L_2) k_a \quad (3.2)$$

Ku:  $\gamma'$  = pesha vëllimore efektive e dheut =  $\gamma_{sat} - \gamma_w$ .

Shenojme se, ne nivelin e vijes se germimit, presionet hidrostатike nga te dyja anet e murit jane me te njejtën vlere dhe eliminojne njeri-tjetrin.

Per te percaktuar presionin anesor neto poshte vijes se germimit deri ne piken e rrotullimit,  $O$ , sic tregohet ne Figuren 3.5a, nje inxhinier duhet te marre ne konsiderate presionin pasiv, i cili vepron nga ana e majte (ana e ujit) drejt anes se djathte (ana e tokes) te murit dhe gjithashtu presionin aktiv qe vepron nga ana e djathte drejt anes se majte te murit. Ne raste te tilla, duke injoruar presionin hidrostатik nga te dyja anet e murit, presioni aktiv ne thellesine  $z$  do te jete:

$$\sigma'_a = [\gamma L_1 + \gamma' L_2 + \gamma'(z - L_1 - L_2)] k_a \quad (3.3)$$

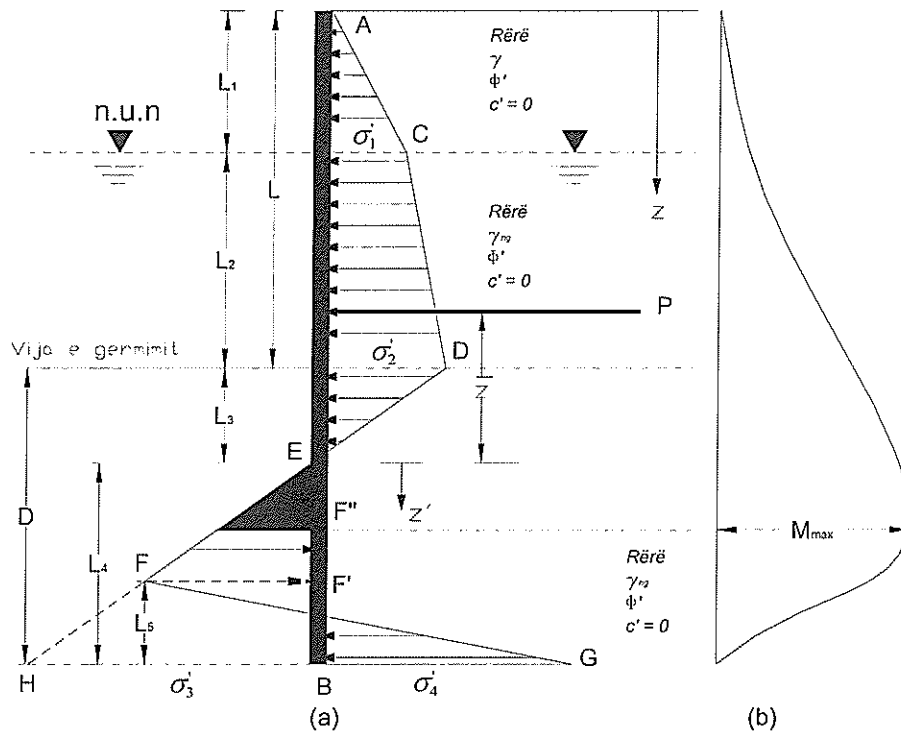


Figura 3.6 Palankol tip konsol e ngulur në toka ranore: (a) ndryshimi i diagramës së presionit (b) ndryshimi i momentit

Gjithashtu, presioni pasiv në thellesinë  $z$  është:

$$\sigma'_p = \gamma'(z - L_1 - L_2)k_p \quad (3.4)$$

Ku:  $k_p$  = koeficienti i Rankin-it për presionin pasiv =  $tg^2(45 + \phi'/2)$ . Duke kombinuar Ekt. (3.3) dhe (3.4) rrjedh presioni anesor neto, domethënë:

$$\sigma' = \sigma'_a - \sigma'_p = (\gamma L_1 + \gamma' L_2)k_a - \gamma'(z - L_1 - L_2)(k_p - k_a) = \sigma'_2 - \gamma'(z - L)(k_p - k_a) \quad (3.5)$$

Ku:  $L = L_1 + L_2$ . Presioni neto,  $\sigma'$  bëhet zero në një thellesë  $L_3$  poshtë vijës së germimit, kështu që:

$$\sigma'_2 - \gamma'(z - L)(k_p - k_a) = 0$$

ose

$$(z - L) = L_3 = \frac{\sigma'_2}{\gamma'(k_p - k_a)} \quad (3.6)$$

Ekuacioni (3.6) tregon që pjerresia e vijës  $DEF$  të shpërndarjes të presionit neto është 1 vertikale me  $\gamma'(k_p - k_a)$  horizontale, dhe kështu, në diagramën e presioneve,

$$\overline{HB} = \sigma'_3 = L_4(k_p - k_a)\gamma' \quad (3.7)$$

Në fundin e palankoles, presioni pasiv,  $\sigma'_p$ , vepron nga e djathta në të majte, dhe presioni aktiv nga e majta në të djathtë të palankoles, kështu, në  $z = L + D$ :

$$\sigma'_p = (\gamma L_1 + \gamma' L_2 + \gamma' D)k_p \quad (3.8)$$

Ne te njejten thellesi:

$$\sigma'_a = \gamma' D k_a \quad (3.9)$$

Keshtu qe, presioni anesor neto ne fundin e palankoles eshte:

$$\begin{aligned} \sigma'_p - \sigma'_a &= \sigma'_4 = (\gamma L_1 + \gamma' L_2) k_p + \gamma' D (k_p - k_a) = \\ &= (\gamma L_1 + \gamma' L_2) k_p + \gamma' L_3 (k_p - k_a) + \gamma' L_4 (k_p - k_a) = \quad (3.10) \\ &= \sigma'_5 + \gamma' L_4 (k_p - k_a) \end{aligned}$$

$$\text{Ku:} \quad \sigma'_5 = (\gamma L_1 + \gamma' L_2) k_p + \gamma' L_3 (k_p - k_a) \quad (3.11)$$

$$D = L_3 + L_4 \quad (3.12)$$

Tani mund te aplikojme principet e statikes, per qendrueshmerine e murit:

$$\Sigma \text{ e forcave horizontale per njesi gjatesie te murit} = 0.$$

dhe

$$\Sigma \text{ e momenteve te forcave per njesi gjatesie te murit rreth pikes } B = 0.$$

Duke bere mbledhjen e forcave horizontale, do te kemi:

Siperfaqja e diagrames se presionit  $ACDE$  – siperfaqen  $EFHB$  + siperfaqen  $FHBG$  = 0, ose:

$$P - \frac{1}{2} \sigma'_3 L_4 + \frac{1}{2} L_5 (\sigma'_3 + \sigma'_4) = 0 \quad (3.13)$$

Ku:  $P$  = siperfaqen e diagrames se presionit  $ACDE$ .

Shuma e momenteve te forcave rreth pikes  $B$  na jep:

$$P(L_4 + \bar{z}) - \left( \frac{1}{2} L_4 \sigma'_3 \right) \left( \frac{L_4}{3} \right) + \frac{1}{2} L_5 (\sigma'_3 + \sigma'_4) \left( \frac{L_5}{3} \right) = 0 \quad (3.14)$$

Nga Ek. (3.13):

$$L_5 = \frac{\sigma'_3 L_4 - 2P}{\sigma'_3 + \sigma'_4} \quad (3.15)$$

Kombinimi i Ekt. (3.7), (3.10), (3.14) dhe (3.15) dhe thjeshtimi i metejshem i tyre na jep ekuacionin e meposhtem te grades se katert ne lidhje me  $L_4$ :

$$L_4^4 + A_1 L_4^3 - A_2 L_4^2 - A_3 L_4 - A_4 = 0 \quad (3.16)$$

Ne kete ekuacion:

$$A_1 = \frac{\sigma'_5}{\gamma' (k_p - k_a)} \quad (3.17)$$

$$A_2 = \frac{8P}{\gamma' (k_p - k_a)} \quad (3.18)$$

$$A_3 = \frac{6P[2\bar{z}\gamma'(k_p - k_a) + \sigma'_s]}{\gamma'^2(k_p - k_a)^2} \quad (3.19)$$

$$A_4 = \frac{P(6\bar{z}\sigma'_s + 4P)}{\gamma'^2(k_p - k_a)^2} \quad (3.20)$$

### Procedura Hap pas Hapi per Perftimin e Diagrames se Presionit

Bazuar ne teorine e mesiperme, nje procedure hap pas hapi per perftimin e diagrames se presionit per nje palankol te tipit konsol qe instalohet ne dhera granulare eshte si me poshte:

Hapi 1. Llogariten  $k_a$  dhe  $k_p$ .

Hapi 2. Llogariten  $\sigma'_1$  [Ek. (3.1)] dhe  $\sigma'_2$  [Ek. (3.2)]. (Shenim:  $L_1$  dhe  $L_2$  do te jepen).

Hapi 3. Llogaritet  $L_3$  [Ek. (3.6)].

Hapi 4. Llogaritet  $P$ .

Hapi 5. Llogaritet  $\bar{z}$  (d.m.th., qendra presionit te siperfaqes  $ACDE$ ) duke marre momentin rreth  $E$ .

Hapi 6. Llogaritet  $\sigma'_3$  [Ek. (3.11)].

Hapi 7. Llogariten  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  dhe  $A_4$  [Ekt. (3.17) deri ne (3.20)].

Hapi 8. Zgjidhet Ek. (3.16), per te percaktuar  $L_4$ .

Hapi 9. Llogaritet  $\sigma'_4$  [Ek. (3.10)].

Hapi 10. Llogaritet  $\sigma'_3$  [Ek. (3.7)].

Hapi 11. Gjendet  $L_5$  nga Ek. (3.15).

Hapi 12. Vizatohet nje diagrame e shperndarjes se presionit, si ajo e treguar ne Figuren 3.6a.

Hapi 13. Perftohet thellesia teorike [shih Ek. (3.12)] e instalimit, si  $L_3 + L_4$ . Thellessia reale e instalimit rritet me rreth 20 deri ne 30 %.

Shenojme se, disa projektues preferojne te perdorin nje koeficient sigurie per koeficientin e presionit pasiv te tokes ne fillim. Ne kete rast, ne Hapin 1:

$$k_{p(\text{design})} = \frac{k_p}{FS}$$

Ku: FS = koeficient sigurie ( zakonisht me vlere ndermjet 1.5 dhe 2)

Per kete lloj analize, ndiqen Hapat 1 deri ne 12 me vleren e  $k_a = tg^2(45 - \phi' / 2)$  dhe  $k_{p(\text{design})}$  (ne vend te  $k_p$ ). Tani duke mbledhur  $L_3$ , te llogaritur ne Hapin 3 me  $L_4$ , te llogaritur ne Hapin 8 mund te percaktohet thellessia reale e instalimit.

### Llogaritja e Momentit Perkules Maksimal

Natyra e ndryshimit te diagrames se momentit per nje palankol te tipit konsol eshte treguar ne Figuren 3.6b. Momenti maksimal do te jete midis pikave  $E$  dhe  $F'$ . Per te percaktuar momentin maksimal ( $M_{\max}$ ) per njesi te gjatesise te murit nevojitet te percaktohet pika ku forca prerese behet zero. Per nje aks te ri  $z'$  (me origjine ne piken  $E$ ) per force prerese zero, kemi:

$$P = \frac{1}{2}(z')^2(k_p - k_a)\gamma'$$

ose

$$z' = \sqrt{\frac{2P}{(k_p - k_a)\gamma'}} \quad (3.21)$$

Me te percaktuar piken ku forca prerese behet zero (pika  $F''$  ne Figuren 3.6a), vlera e momentit maksimal mund te llogaritet si:

$$M_{\max} = P(\bar{z} + z') - \left[ \frac{1}{2} \gamma' z'^2 (k_p - k_a) \right] \left( \frac{1}{3} \right) z' \quad (3.22)$$

Profili i nevojshem i palankoles dimensionohet me tej duke ju referuar sforcimit te lejuar ne perkulje te materialit te palankoles.

$$S = \frac{M_{\max}}{\sigma_{all}} \quad (3.23)$$

Ku:  $S$  = momenti i rezistences te panelit te palankoles, te kerkuar per njesi gjatesie te struktures.

$\sigma_{all}$  = sforcimet e lejuara ne perkulje te panelit metalik.

### Shembull 3.1

Figura 8 tregon nje palankol te tipit konsol qe instalohet ne dhera granulare. Ketu kemi,  $L_1 = 2m$ ,  $L_2 = 3m$ ,  $\gamma = 15.9kN/m^3$ ,  $\gamma_{sat} = 19.33kN/m^3$  dhe  $\phi' = 32^\circ$ .

- Sa eshte thellesia teorike e instalimit,  $D$ ?
- Per nje rritje 30 % te  $D$ , sa do te jete gjatesia totale e palankolave?
- Sa do te jete momenti minimal i rezistences se panelit te palankolave, nese  $\sigma_{all} = 172MN/m^2$ ?

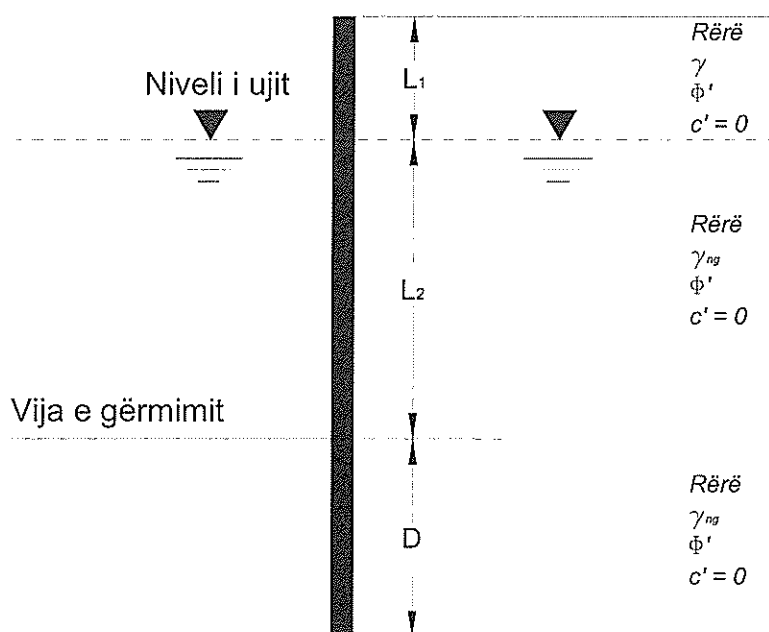


Figura 3.7 Palankol tip konsol

### Zgjidhje

Pjesa a.

Duke perdorur Figuren 3.6a per diagramen e shperndarjes se presioneve, mund te pergatisim tabelen e meposhtme per nje llogaritje hap pas hapi:

Madhesia e kerkuar	No.i Ek.	Ekuacioni dhe llogaritja
$k_a$	-	$tg^2\left(45 - \frac{\phi'}{2}\right) = tg^2\left(45 - \frac{32}{2}\right) = 0.307$
$k_p$	-	$tg^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right) = tg^2\left(45 + \frac{32}{2}\right) = 3.25$
$\sigma_1'$	3.1	$\gamma L_1 k_a = (15.9)(2)(0.307) = 9.763 kN/m^2$
$\sigma_2'$	3.2	$(\gamma L_1 + \gamma' L_2) k_a = [(15.9)(2) + (19.33 - 9.81)(3)](0.307) = 18.53 kN/m^2$
$L_3$	3.6	$\frac{\sigma_2'}{\gamma'(k_p - k_a)} = \frac{18.53}{(19.33 - 9.81)(3.25 - 0.307)} = 0.66m$
$P$	-	$\frac{1}{2}\sigma_1' L_1 + \sigma_1' L_2 + \frac{1}{2}(\sigma_2' - \sigma_1') L_2 + \frac{1}{2}\sigma_2' L_3 =$ $\left(\frac{1}{2}\right)(9.763)(2) + (9.763)(3) + \left(\frac{1}{2}\right)(18.53 - 9.763)(3) + \left(\frac{1}{2}\right)(18.53)(0.66) =$ $9.763 + 29.289 + 13.151 + 6.115 = 58.32 kN/m$
$\bar{z}$	-	$\frac{\sum M_E}{P} = \frac{1}{58.32} \left[ 9.763 \left(0.66 + 3 + \frac{2}{3}\right) + 29.289 \left(0.66 + \frac{3}{2}\right) + 13.151 \left(0.66 + \frac{3}{2}\right) + 6.115 \left(0.66 \times \frac{2}{3}\right) \right] = 2.23$
$\sigma_5'$	3.11	$(\gamma L_1 + \gamma' L_2) k_p + \gamma' L_3 (k_p - k_a) = [(15.9)(2) + (19.33 - 9.81)(3)](3.25) + (19.33 - 9.81)(0.66)(3.25 - 0.307) = 214.66 kN/m^2$
$A_1$	3.17	$\frac{\sigma_5'}{\gamma'(k_p - k_a)} = \frac{214.66}{(19.33 - 9.81)(3.25 - 0.307)} = 7.66$
$A_2$	3.18	$\frac{8P}{\gamma'(k_p - k_a)} = \frac{(8)(58.32)}{(19.33 - 9.81)(3.25 - 0.307)} = 16.65$
$A_3$	3.19	$\frac{6P \left[ 2\bar{z} \gamma'(k_p - k_a) + \sigma_5' \right]}{\gamma^2 (k_p - k_a)^2} =$ $\frac{(6)(58.32) \left[ (2)(2.23)(19.33 - 9.81)(3.25 - 0.307) + 214.66 \right]}{(19.33 - 9.81)^2 (3.25 - 0.307)^2} = 151.93$
$A_4$	3.20	$\frac{P(6\bar{z}\sigma_5' + 4P)}{\gamma^2 (k_p - k_a)^2} = \frac{58.32 \left[ (6)(2.23)(214.66) + (4)(58.32) \right]}{(19.33 - 9.81)^2 (3.25 - 0.307)^2} = 230.72$
$L_4$	3.16	$L_4^4 + A_1 L_4^3 - A_2 L_4^2 - A_3 L_4 - A_4 = 0$ $L_4^4 + 7.66 L_4^3 - 16.65 L_4^2 - 151.93 L_4 - 230.72 = 0;$ $L_4 \approx 4.8m$

Keshtu:

$$D_{teorike} = L_3 + L_4 = 0.66 + 4.8 = 5.46m$$

Pjesa b.

Gjatesia totale e palankoles eshte:

$$L_1 + L_2 + 1.3(L_3 + L_4) = 2 + 3 + 1.3(5.46) = 12.1m$$

Pjesa c.

Perfundimisht, kemi tabelen e meposhtme:

Madhesia e kerkuar	No. i Ek.	Ekuacioni dhe llogaritja
$z'$	3.21	$\sqrt{\frac{2P}{(k_p - k_a)\gamma'}} = \sqrt{\frac{(2)(58.32)}{(3.25 - 0.307)(19.33 - 9.81)}} = 2.04m$ $P(\bar{z} + z') - \left[ \frac{1}{2}\gamma'z'^2(k_p - k_a) \right] \frac{z'}{3} = (58.32)(2.23 + 2.04)$
$M_{max}$	3.22	$-\left[ \left( \frac{1}{2} \right) (19.33 - 9.81)(2.04)^2(3.25 - 0.307) \right] \frac{2.04}{3} = 209.39kNm/m$
$S$	3.29	$\frac{M_{max}}{\sigma_{all}} = \frac{209.39kN \cdot m}{172 \times 10^3 kN/m^2} = 1.217 \times 10^{-3} m^3/m$

### 3.5 PALANKOLA TIP KONSOL E NGULUR NE DHERA ARGJILORE

Shpesh, palankolat tip konsol ngulen ne nje shtrese argjilore, qe zoteron nje kohezion pa drenim  $c$  ( $\phi = 0$ ). Diagrama e presionit neto do te jete disi ndryshe nga ajo e treguar ne Figuren 3.6a. Figura 3.8 tregon nje mur me palankola te tipit konsol te ngulur ne argjile me nje mbushje dherash granulare mbi nivelin e vijes se germimit. Niveli i ujrave nentokesore eshte ne nje thellesi  $L_1$ , nen pjesen e sipërme te murit. Diagrama e shperndarjes se presionit mbi vijen e germimit ndertohet me vlerat e presioneve neto  $\sigma'_1$  dhe  $\sigma'_2$ , qe jepen nga Ekt. (3.1) dhe (3.2). Diagrama e shperndarjes se presionit nen vijen e germimit percaktohet si me poshte.

Ne cdo thellesi me te madhe se  $L_1 + L_2$ , per  $\phi = 0$ , koeficienti i Rankin-it per presionin aktiv te dheut  $k_a = 1$ . Po keshtu, per  $\phi = 0$ , koeficienti i Rankin-it per presionin pasiv te dheut  $k_p = 1$ . Keshtu, mbi piken e rrotullimit (pika  $O$  ne Figuren 3.5a), presioni aktiv, nga e djathta ne te majte eshte:

$$\sigma_a = [\gamma L_1 + \gamma' L_2 + \gamma_{sat}(z - L_1 - L_2)] - 2c \quad (3.24)$$

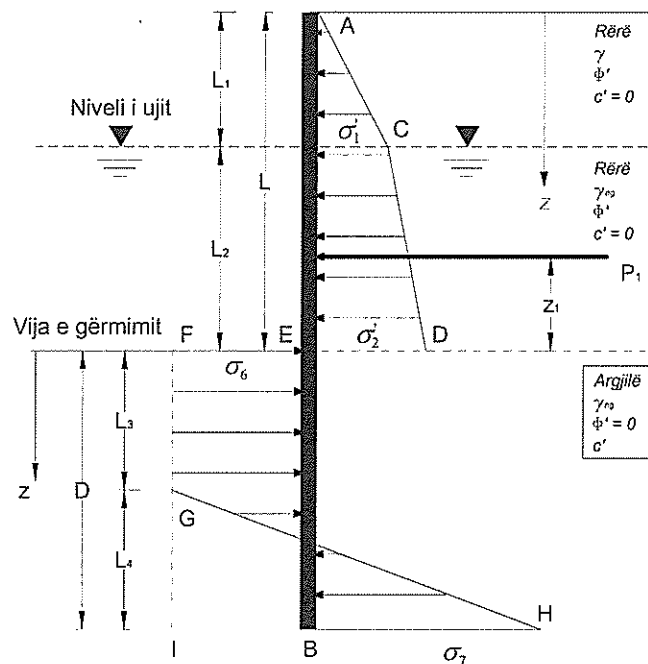


Figura 3.8 Palankol tip konsol e ngulur ne toka argjilore

Ne menyre te ngjashme, presioni pasiv nga e majta ne te djathte mund te shprehet si:

$$\sigma_p = \gamma_{sat}(z - L_1 - L_2) + 2c \quad (3.25)$$

Keshtu, presioni neto eshte:

$$\begin{aligned} \sigma_6 = \sigma_p - \sigma_a &= [\gamma_{sat}(z - L_1 - L_2) + 2c] \\ &- [\gamma L_1 + \gamma' L_2 + \gamma_{sat}(z - L_1 - L_2)] + 2c \quad (3.26) \\ &= 4c - (\gamma L_1 + \gamma' L_2) \end{aligned}$$

Ne fund te palankoles, presioni pasiv nga e djathta ne te majte eshte:

$$\sigma_p = (\gamma L_1 + \gamma' L_2 + \gamma_{sat} D) + 2c \quad (3.27)$$

Po keshtu , presioni aktiv nga e majta ne te djathte eshte:

$$\sigma_a = \gamma_{sat} D - 2c \quad (3.28)$$

Atehere, presioni neto eshte:

$$\sigma_7 = \sigma_p - \sigma_a = 4c + (\gamma L_1 + \gamma' L_2) \quad (3.29)$$

Nga analiza e ekuilibrit,  $\sum F_H = 0$ ; kjo do te thote, qe sipërfaqja e diagrames se presionit *ACDE* minus sipërfaqen e *EFIB* plus superfaqen e *GIH* = 0, ose:

$$P_1 - [4c - (\gamma L_1 + \gamma' L_2)]D + \frac{1}{2} L_4 [4c - (\gamma L_1 + \gamma' L_2) + 4c + (\gamma L_1 + \gamma' L_2)] = 0$$

Ku:  $P_1$  = sipërfaqja e diagrames se presionit *ACDE*.

Duke thjeshtuar ekuacionet e mesiperme marrim:

$$L_4 = \frac{D[4c - (\gamma L_1 + \gamma' L_2)] - P_1}{4c} \quad (3.30)$$

Tani, duke marrre momentet rreth pikes *B* ( $\sum M_B = 0$ ) rrjedh:

$$P_1(D + \bar{z}_1) - \left[ 4c - (\gamma L_1 + \gamma' L_2) \frac{D^2}{2} + \frac{1}{2} L_4 (8c) \left( \frac{L_4}{3} \right) \right] = 0 \quad (3.31)$$

Ku:  $\bar{z}_1$  = distanca nga qendra e rendeses se diagrames se presioneve *ACDE*, matur nga niveli i vijes se germimit. Duke kombinuar Ekt. (3.30) dhe (3.31) rrjedh:

$$D^2 [4c - (\gamma L_1 + \gamma' L_2)] - 2DP_1 - \frac{P_1(P_1 + 12c\bar{z}_1)}{(\gamma L_1 + \gamma' L_2) + 2c} = 0 \quad (3.32)$$

Nga zgjidhja e Ekuacionit (3.32) mund te perftohet *D*, pra thellesia teorike e instalimit te palankoles ne shtresen argjilore.

## Procedura Hap pas Hapi per Perftimin e Diagrames se Presionit

- Hapi 1. Llogaritet  $k_a = tg^2(45 - \phi' / 2)$ , per dherat granulare (mbushjen).
- Hapi 2. Llogariten  $\sigma_1'$  dhe  $\sigma_2'$  [Ek. (3.1) dhe [Ek. (3.2)].
- Hapi 3. Llogariten  $P_1$  dhe  $\bar{z}_1$ .
- Hapi 4. Perdoret Ek. (3.32), per te perftuar vleren teorike te  $D$ .
- Hapi 5. Duke perdorur Ek. (3.30), llogaritet  $L_4$ .
- Hapi 6. Llogarisim  $\sigma_6$  dhe  $\sigma_7$  [shih Ekt. (3.26) dhe (3.29)].
- Hapi 7. Vizatohet diagrama e shperndarjes se presionit si ne Figuren 3.8.
- Hapi 8. Thellesia reale e instalimit eshte:  $D_{reale} = 1.4 \div 1.6(D_{teorike})$ .

## Llogaritja e Momentit Perkules Maksimal

Sipas Figures 3.8 momenti maksimal (per force prerese zero) eshte ndermjet  $L_1 + L_2 < z < L_1 + L_2 + L_3$ . Ne nje sistem te ri koordinativ  $z'$  (me  $z' = 0$  ne vijen e germimit), per forcen prerese zero kemi:

$$P_1 - \sigma_6 z' = 0$$

$$z' = \frac{P_1}{\sigma_6} \quad (3.33)$$

Tani mund te percaktohet vlera e momentit maksimal:

$$M_{\max} = P_1(z' + \bar{z}_1) - \frac{\sigma_6 z'^2}{2} \quad (3.34)$$

Duke njohur momentin maksimal perkules, percaktohet momenti i rezistences te seksionit te palankoles nga Ekuacioni (3.23).

---

### Shembull 3.2

---

Ne Figuren 3.9, per murin me palankola, te percaktohen:

- Thellesia teorike dhe ajo reale e instalimit. Perdor  $D_{reale} = 1.5(D_{teorike})$ .
- Seksioni minimal i nevojshem i palankoles. Perdor  $\sigma_{all} = 172.5 MN / m^2$ .

### Zgjidhje

Do te ndjekim hap pas hapi proceduren e dhene ne paragrafin 5.

Hapi 1.

$$k_a = tg^2(45 - \phi' / 2) = tg^2(45 - 32 / 2) = 0.307$$

Hapi 2.

$$\sigma_1' = \gamma L_1 k_a = (15.9)(2)(0.307) = 9.763 kN / m^2$$

$$\sigma_2' = (\gamma L_1 + \gamma' L_2) k_a = [(15.9)(2) + (19.33 - 9.81)(3)](0.307) = 18.53 kN / m^2$$

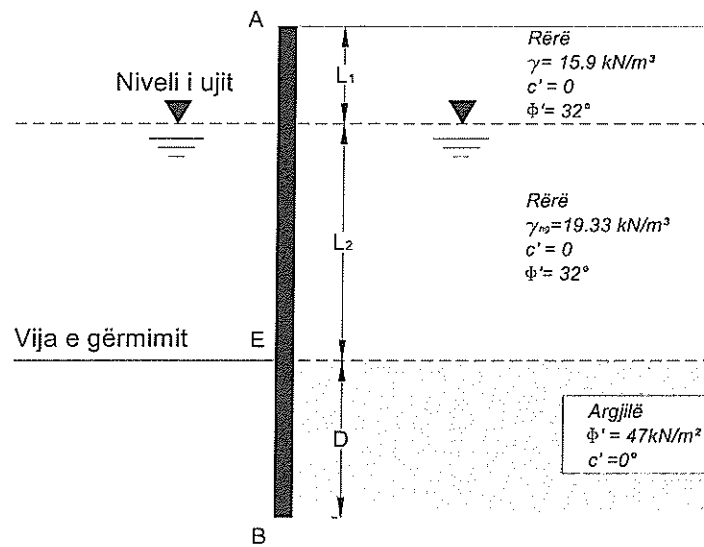


Figura 3.9 Palankol tip konsol e ngulur ne toka argjilore te ngopura me uje

Hapi 3. Nga diagrama e shperndarjes se presionit neto te dhene ne Figuren 3.8, do te kemi:

$$P_1 = \frac{1}{2} \sigma'_1 L_1 + \sigma'_1 L_2 + \frac{1}{2} (\sigma'_2 - \sigma'_1) L_2 = 9.763 + 29.289 + 13.151 = 52.2 \text{ kN/m}$$

dhe

$$\bar{z}_1 = \frac{1}{52.2} \left[ 9.763 \left( 3 + \frac{3}{2} \right) + 29.289 \left( \frac{3}{2} \right) + 13.151 \left( \frac{3}{3} \right) \right] = 1.78 \text{ m}$$

Hapi 4. Nga Ekuacioni (3.32),

$$D^2 [4c - (\gamma L_1 + \gamma' L_2)] - 2DP_1 - \frac{P_1(P_1 + 12c\bar{z}_1)}{(\gamma L_1 + \gamma' L_2) + 2c} = 0$$

Duke zevendesuar vlerat perkatese rrjedh:

$$D^2 \{ (4)(47) - [(2)(15.9) + (19.33 - 9.81)3] \} - 2D(52.2) - \frac{52.2[52.2 + (12)(47)(1.78)]}{[(15.9)(2) + (19.33 - 9.81)3] + (2)(47)} = 0$$

ose

$$127.64D^2 - 104.4D - 357.15 = 0$$

Duke zgjidhur ekuacionin e mesiperem do te marrim,  $D = 2.13 \text{ m}$ .

Hapi 5. Nga Ekuacioni (3.30),

$$L_4 = \frac{D[4c - (\gamma L_1 + \gamma' L_2)] - P_1}{4c}$$

dhe

$$4c - (\gamma L_1 + \gamma' L_2) = (4)(47) - [(15.9)(2) + (19.33 - 9.81)3] = 127.64 \text{ kN/m}^2$$

Keshtu,

$$L_4 = \frac{2.13(127.64) - 52.2}{(4)(47)} = 1.17m$$

Hapi 6.

$$\sigma_6 = 4c - (\gamma L_1 + \gamma' L_2) = 127.64 kN/m^2$$

$$\sigma_7 = 4c + (\gamma L_1 + \gamma' L_2) = 248.36 kN/m^2$$

Hapi 7. Tashme, mund te ndertohet diagrama e shperndarjes se presioneve neto, sikurse tregohet ne Figuren 3.8.

$$Hapi 8. D_{reale} = 1.5D_{teorike} = 1.5(2.13) = 3.2m$$

Llogaritja e Momentit-Maksimal

Nga Ekuacioni (3.33),

$$z' = \frac{P_1}{\sigma_6} = \frac{52.2}{127.64} \approx 0.41m$$

Perseri nga Ekuacioni (3.34),

$$M_{max} = P_1(z' + \bar{z}_1) - \frac{\sigma_6 z'^2}{2}$$

Keshtu,

$$\begin{aligned} M_{max} &= 52.2(0.41 + 1.78) - \frac{127.64(0.41)^2}{2} = \\ &= 114.32 - 10.73 = 103.59 kN \cdot m/m \end{aligned}$$

Seksioni minimal i nevojshem (duke pranuar qe  $\sigma_{all} = 172.5 MN/m^2$ ) eshte:

$$S = \frac{103.59 kN \cdot m/m}{172.5 \times 10^3 kN/m^2} = 0.6 \times 10^{-3} m^3/m \text{ mur}$$

### 3.6 MURET ME PALANKOLA TE ANKORUARA

Kur mbushja me material mbrapa nje palankole tip konsol e kalon lartesine rreth 6m, kapja e murit afer pjeses se sipërme me pllaka ankoruese, ose ankorimi i murit apo panelit e ben ate me ekonomik. Ky tip konstruksioni referohet si *mur me palankola te ankoruara* ose *mur mbajtes i ankoruar*. Ankerat e minimizojne thellesine e instalimit te palankolave dhe gjithashtu reduktojne siperfaqen e seksionit terthor dhe peshen e palankolave qe nevojiten per ndertim. Gjithsesi, tirantat dhe ankerat duhet te projektohen me kujdes.

Dy metodat kryesore per projektimin e mureve me palankola te ankoruar jane (a) *metoda me mbeshtetje te lire ne toke* dhe (b) *metoda me mbeshtetje te fiksuar ne toke*. Figura 3.10 tregon menyren e pranuar te deformimit te palankolave, per te dyja metodat.

Metoda me mbeshtetje te lire ne toke kerkon nje thellesi minimale instalimi. Poshte vijes se germimit, nuk ekziston ndonje pike rotullimi per sistemin statik. Ndryshimi i momentit perkules ne lidhje me thellesine, per te dyja metodat, gjithashtu tregohet ne Figuren 3.10. Shenojme se,

$$D_{lire} < D_{fiksuar}$$

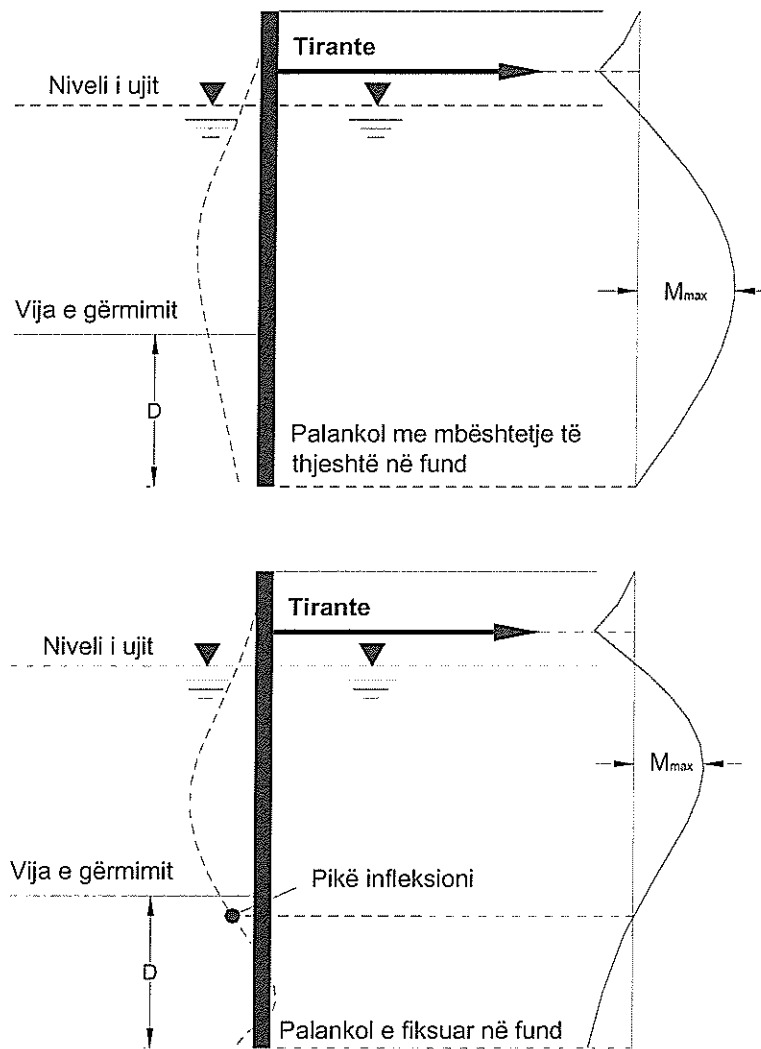


Figura 3.10 Menyra e ndryshimit te deformimit dhe momentit per palankolat e ankoruara (a) metoda me mbeshtetje te lire ne toke, (b) metoda me mbeshtetje te fiksuar ne toke

### 3.7 METODA ME MBESHTETJE TE LIRE PER INSTALIM NE DHERA RANORE

Figura 3.11 tregon nje mur me palankola te ankoruara me nje mbushje prej dherash granulare; edhe muri instalohet ne nje dhe granular. Tiranti qe lidh palankolen dhe ankerin eshte vendosur ne nje thellesi  $l_1$  nen pjesen e sipërme te murit. Diagrama e shperndarjes se presionit neto mbi vijen e gërmimit ngjan me ate te Figures 3.6. Ne thellesine  $z = L_1$ ,  $\sigma'_1 = \gamma L_1 k_a$ , dhe ne  $z = L_1 + L_2$ ,  $\sigma'_2 = (\gamma L_1 + \gamma' L_2) k_a$ . Nen vijen e gërmimit, presioni neto do te behet zero ne  $z = L_1 + L_2 + L_3$ . Vlera e  $L_3$  jepet nga Ekuacioni (3.6), ose

$$L_3 = \frac{\sigma'_2}{\gamma'(k_p - k_a)}$$

Ne  $z = L_1 + L_2 + L_3 + L_4$ , presioni neto jepet nga:

$$\sigma'_s = \gamma'(k_p - k_a)L_4 \quad (3.35)$$

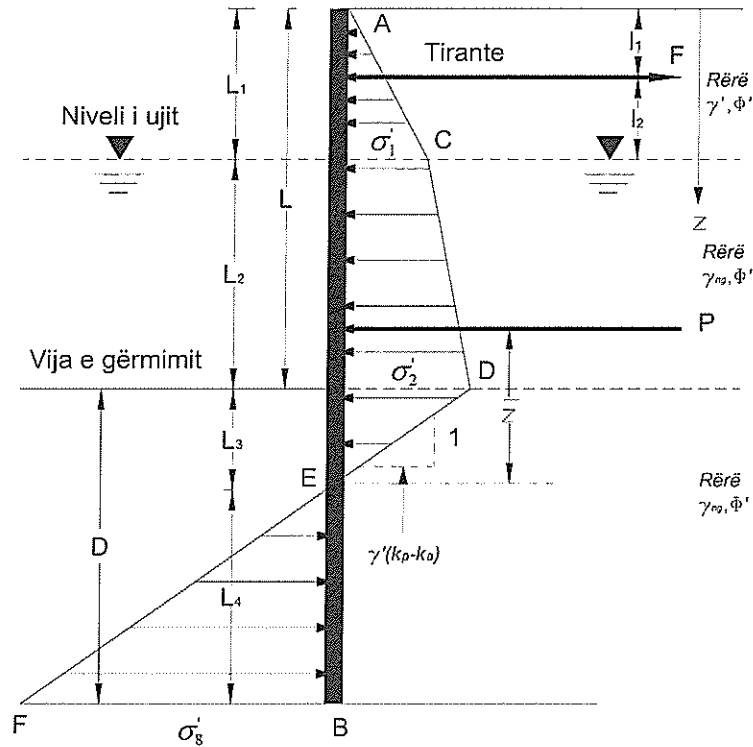


Figura 3.11 Palankol e ancoruar e ngulur ne toka ranore

Shenojme se pjerresia e vijes DEF eshte 1 vertikal me  $\gamma'(k_p - k_a)$  horizontal. Per ekuilibrin e palankoles,  $\sum \text{forcave horizontale} = 0$  dhe  $\sum \text{momenteve rreth pikes } O' = 0$ , (Shenim: Pika  $O'$  ndodhet ne nivelin e tirantit). Duke mbledhur forcat ne drejtimin horizontal (per njesi gjatesie te murit) marim:

Siperfaqja e diagrames se presionit ACDE – Siperfaqja e diagrames ECF – F = 0

Ku: F = reaksioni ne tirant / njesi gjatesie te murit, ose:

$$P - \frac{1}{2} \sigma'_8 L_4 - F = 0$$

ose

$$F = P - \frac{1}{2} [\gamma'(k_p - k_a)] L_4^2 \quad (3.36)$$

Ku: P = siperfaqja e diagrames se presionit ACDE.

Tani, duke marre momentet rreth pikes  $O'$  kemi:

$$-P[(L_1 + L_2 + L_3) - (\bar{z} + l_1)] + \frac{1}{2} [\gamma'(k_p - k_a)] L_4^2 \left( l_2 + L_2 + L_3 + \frac{2}{3} L_4 \right) = 0$$

ose

$$L_4^3 + 1.5 L_4^2 (l_2 + L_2 + L_3) - \frac{3P[(L_1 + L_2 + L_3) - (\bar{z} + l_1)]}{\gamma'(k_p - k_a)} = 0 \quad (3.37)$$

Ekuacioni (3.37) mund te zgjidhet per te pecaktuar thellesine teorike, L4.

$$D_{\text{teorike}} = L_3 + L_4$$

Thellessia teorike rritet me rreth 30 – 40 % per konstruksionin real, ose

$$D_{reale} = 1.3 + 1.4D_{teorike} \quad (3.38)$$

Ne proceduren hap pas hapi te dhene ne Paragrafin 3.4, tregohet se mund te perdoret qe ne fillim nje faktor sigurie per  $k_p$  [d.m.th.,  $k_p(\text{projektim}) = k_p / FS$ ]. Nese behet kjo, atehere nuk ka nevojte te rrisim thellesine teorike me 30 – 40 %. Shpesh, kjo menyre eshte me e pershtatshme.

Momenti maksimal teorik, te cilit do ti neshtrohet palankola, ndodh ne nje thellesi midis  $z = L_1$  dhe  $z = L_1 + L_2$ . Thellessia  $z$  per  $Q = 0$  dhe pastaj momenti maksimal mund te llogariten nga:

$$\frac{1}{2}\sigma_1' L_1 - F + \sigma_1'(z - L_1) + \frac{1}{2}k_a \gamma'(z - L_1)^2 = 0 \quad (3.39)$$

Me t'u percaktuar vlera e "z", vlera e momentit maksimal perftohet lehtesisht.

### 3.8 REDUKTIMI I MOMENTIT PER MURE ME PALANKOLA TE ANKORUARA

Palankolat jane te ephshme, dhe keshtu, perdja me palankola perkulet, (d.m.th., spostohet horizontalisht), duke rishperndare presionin horizontal te tokes. Ky ndryshim tenton te reduktoje momentin maksimal perkules,  $M_{max}$ , te llogaritur sipas procedures te paraqitur ne Paragrafin 3.7. Per kete arsye, Rowe (1952, 1957) sugjeroi nje procedure per reduktimin e momentit maksimal te projektimit ne perdet me palankola, *te perftuar nga metoda me mbeshtetje te lire ne toke*. Ky paragraf diskuton proceduren e reduktimit te momentit per perdet me palankola qe instalohen ne toka ranore. Ne Figuren 3.12, qe eshte e vlefshme per rastin e nje perdeje me palankola te instaluar ne rera, jane perdorur shenimet e meposhtme:

1.  $H' =$  lartesia totale e panelit te ngulur ( $L_1 + L_2 + D_{reale}$ ).
2. Perkulshmeria relative e panelit  $= \rho = 10.91 \times 10^{-7} \left( \frac{H'^4}{EI} \right)$ . (3.40)

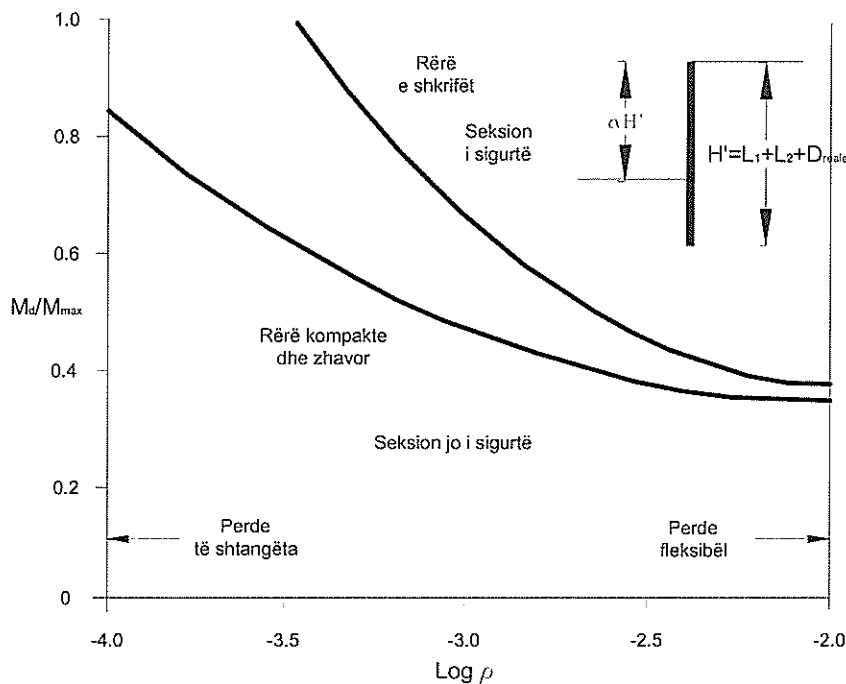


Figura 3.12 Grafiku i log  $\rho$  kundrejt  $Md/M_{max}$  per palankola te ngulura ne toka ranore (sipas Rowe, 1952)

Ku :

$H'$  është ne metra.

$E$  = moduli i elasticitetit të materialit të panelit të palankoles ( $MN/m^2$ ).

$I$  = momenti i inercise së seksionit të panelit të palankoles për meter ( $m^4/m$  mur).

3.  $M_d$  = momenti i projektimit.

4.  $M_{max}$  = momenti maksimal teorik.

Procedura e ndjekur për përdorimin e diagramës së reduktimit të momentit (shih Figuren 3.12) është si më poshtë vijon:

*Hapi 1.* Zgjidhet një seksion i panelit të palankoles (p. sh., ndërmjet atyre seksioneve që figurojnë në Tabelën 3.1 të dhënë më sipër).

*Hapi 2.* Gjetet momenti i rezistencës të seksionit të panelit të zgjedhur  $S$  (Hapi 1), për njësi gjatësie të murit me palankola.

*Hapi 3.* Përcaktohet momenti i inercisë të seksionit të panelit të zgjedhur  $I$  (Hapi 1), për njësi gjatësie të murit me palankola.

*Hapi 4.* Përftohet lartësia totale  $H'$  si dhe llogaritet përkulshmeria relative  $\rho$  e panelit të palankoles të ngulur [shih Ek. (3.40)].

*Hapi 5.* Gjetet vlera  $\log \rho$ .

*Hapi 6.* Gjetet kapaciteti mbajtës i momentit, të seksionit të panelit të zgjedhur në Hapin 1, sipas formulës  $M_d = \sigma_{all} S$ .

*Hapi 7.* Përcaktohet raporti  $M_d / M_{max}$ . Shënojmë se  $M_{max}$  është maksimumi teorik i momentit të përcaktuar më parë.

*Hapi 8.* Ndërtohet varesia e  $\log \rho$  (Hapi 5) dhe  $M_d / M_{max}$  në Figuren 3.12.

*Hapi 9.* Përsëriten Hapat 1 deri 8 për seksione të ndryshme. Pikat që bien mbi lakore (në rera të imeta ose kompakte, sipas rastit) janë *seksione të sigurta*. Pikat që bien poshtë lakores janë *seksione jo të sigurta*. Seksioni më i lirë mund të zgjidhet tani nga këto pika të cilat bien mbi lakoren e duhur. Shënojmë se seksioni i zgjedhur duhet të ketë një  $M_d < M_{max}$ .

---

### Shembull 3.3

---

Për murin me palankola të ankoruara, të treguar në Figuren 3.11, le të jenë dhënë:

$$L_1 = 3.05m, \quad L_2 = 6.1m, \quad l_1 = 1.53m, \quad l_2 = 1.52m, \quad c' = 0, \quad \phi' = 30^\circ, \quad \gamma = 16kN/m^3, \\ \gamma_{ng} = 19.5kN/m^3 \text{ dhe } E = 207 \times 10^3 MN/m^2.$$

- Përcaktoni thellesinë teorike dhe atë reale të instalimit në toke të murit me palankola (Shënim:  $D_{reale} = 1.3D_{teorike}$ ).
- Përcaktoni momentin maksimal,  $M_{max}$ .
- Përdorni teknikën e Rowe-it për reduktimin e momentit dhe gjeni një seksion të përshtatshëm për panelin e palankoles. Pranoni  $\sigma_{all} = 172.5MN/m^2$ .

### Zgjidhje

#### *Pjesa a*

Rezultatet e llogaritjeve të kryera, për përcaktimin e thellesisë të instalimit në toke të murit me palankola, do të paraqiten në tabelën e mëposhtme.

Madhesi e kerkuar	No.i Ek.	Ekuacioni dhe llogaritja
$k_a$	-	$tg^2\left(45 - \frac{\phi'}{2}\right) = tg^2\left(45 - \frac{30}{2}\right) = 1/3$
$k_p$	-	$tg^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right) = tg^2\left(45 + \frac{30}{2}\right) = 3$
$k_p - k_a$	-	$3 - 0.333 = 2.667$
$\gamma'$	-	$\gamma_{ng} - \gamma_u = 19.5 - 9.81 = 9.69 kN / m^3$
$\sigma'_1$	3.1	$\gamma L_1 k_a = (16)(3.05)\left(\frac{1}{3}\right) = 16.27$
$\sigma'_2$	3.2	$(\gamma L_1 + \gamma' L_2) k_a = [(16)(3.05) + (9.69)(6.1)] \frac{1}{3} = 35.97 kN / m^3$
$L_3$	3.6	$\frac{\sigma'_2}{\gamma'(k_p - k_a)} = \frac{35.97}{(9.69)(2.667)} = 1.39m$
$P$	-	$\frac{1}{2} \sigma'_1 L_1 + \sigma'_1 L_2 + \frac{1}{2} (\sigma'_2 - \sigma'_1) L_2 + \frac{1}{2} \sigma'_2 L_3 = \left(\frac{1}{2}\right)(16.27)(3.05) + (16.27)(6.1) + \left(\frac{1}{2}\right)(35.97 - 16.27)(6.1) + \left(\frac{1}{2}\right)(35.97)(1.39) = 24.81 + 99.25 + 60.01 + 25.0 = 209.07$
$\bar{z}$	-	$\frac{\sum M_E}{P} = \left[ \frac{(24.81)\left(1.39 + 6.1 + \frac{3.05}{3}\right) + (99.25)\left(1.39 + \frac{6.1}{2}\right)}{+ (60.01)\left(1.39 + \frac{6.1}{3}\right) + (25.0)\left(\frac{2 \times 1.39}{3}\right)} \right] \frac{1}{209.07} = 4.21m$
$L_4$	3.37	$L_4^3 + 1.5L_4^2(l_2 + L_2 + L_3) - \frac{3P[(L_1 + L_2 + L_3) - (\bar{z} + l_1)]}{\gamma'(k_p - k_a)} = 0$ $L_4^3 + 1.5L_4^2(1.52 + 6.1 + 1.39) - \frac{(3)(209.07)[(3.05 + 6.1 + 1.39) - (4.21 + 1.53)]}{(9.69)(2.667)} = 0$ $L_4 = 2.7m$
$D_{teorike}$	-	$L_3 + L_4 = 1.39 + 2.7 = 4.09 \approx 4.1m$
$D_{reale}$	-	$1.3D_{teorike} = (1.3)(4.1) = 5.33m$

Pjesa b

Forca e ankerit per njesi te gjatesise se murit do te jete:

$$F = P - \frac{1}{2} \gamma' (k_p - k_a) L_4^2$$

$$= 209.07 - \left(\frac{1}{2}\right)(9.69)(2.667)(2.7)^2 = 114.87 kN / m \approx 115 kN / m$$

Pjesa c

Nga Eku. (3.39), per force prerese te barabarte me zero,

$$\frac{1}{2}\sigma_1 L_1 - F + \sigma_1(z - L_1) + \frac{1}{2}k_a \gamma'(z - L_1)^2 = 0$$

Le te shenojme  $z - L_1 = x$ , keshtu qe:

$$\frac{1}{2}\sigma_1 L_1 - F + \sigma_1 x + \frac{1}{2}k_a \gamma' x^2 = 0$$

ose

$$\left(\frac{1}{2}\right)(16.27)(3.05) - 115 + (16.27)(x) + \left(\frac{1}{2}\right)\left(\frac{1}{3}\right)(9.69)x^2 = 0$$

duke na dhene:

$$x^2 + 10.07x - 55.84 = 0$$

Nga zgjidhja e ekuacionit te mesiperm kemi  $x = 4m$  dhe  $z = x + L_1 = 4 + 3.05 = 7.05m$ .

Duke mare momentin rreth pikes ku forca prerese behet zero, do te kemi:

$$M_{\max} = -\frac{1}{2}\sigma_1 L_1 \left(x + \frac{3.05}{3}\right) + F(x + 1.52) - \sigma_1 \frac{x^2}{2} - \frac{1}{2}k_a \gamma' x^2 \left(\frac{x}{3}\right)$$

ose

$$M_{\max} = -\frac{1}{2}(16.27)(3.05)\left(4 + \frac{3.05}{3}\right) + (115)(4 + 1.52) - (16.27)\left(\frac{4^2}{2}\right) - \left(\frac{1}{2}\right)\left(\frac{1}{3}\right)(9.69)(4^2)\left(\frac{4}{3}\right) = 344.9 \text{ kNm} / m$$

Pjesa d

Gjatesia totale e palankoles eshte:

$$H' = L_1 + L_2 + D_{\text{reale}} = 3.05 + 6.1 + 5.33 = 14.48m$$

dhe kemi tabelen e meposhtme:

Seksioni	$I(m^{-4} / m)$	$H'(m)$	$\rho = 10.91$ $\times 10^{-7} \left(\frac{H'^4}{EI}\right)$	$\log \rho$	$S(m^{-3} / m)$	$M_d = S\sigma_{\text{all}}$ (kNm / m)	$\frac{M_d}{M_{\max}}$
PZ - 22	$115.2 \times 10^{-6}$	14.48	$20.11 \times 10^{-4}$	-2.7	$97 \times 10^{-5}$	167.33	0.485
PZ - 27	$251.5 \times 10^{-6}$	14.48	$9.21 \times 10^{-4}$	-3.04	$162.3 \times 10^{-5}$	284.84	0.826

Figura 3.13 jep nje grafik te varesise  $M_d / M_{max}$  kundrejt  $\log \rho$ . Mund te shihet se PZ - 27 eshte i mjaftueshem.

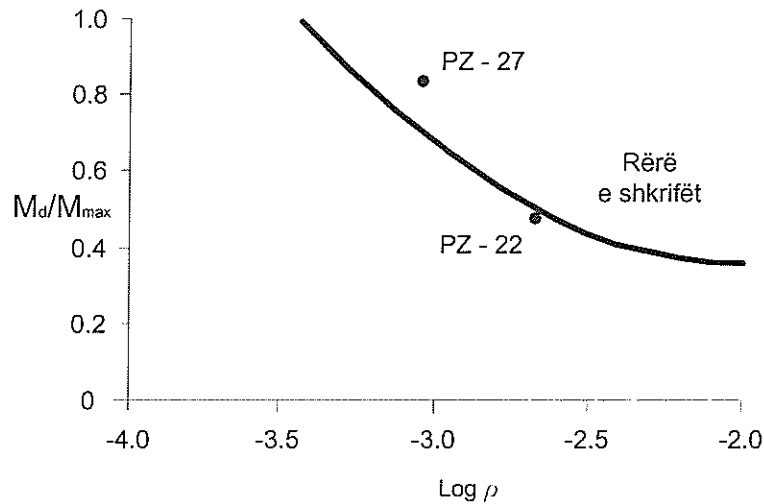


Figure 3.13 Grafiku i varesise se  $M_d/M_{max}$  kundrejt  $\log \rho$

### 3.9 METODA ME MBESHTETJE TE LIRE PER INSTALIM NE DHERA ARGJILORE

Figura 3.15 tregon nje mur me palankola te ankoruara te instaluar ne dhera argjilore dhe me nje mbushje dherash ranore. Diagrama e shperndarjes se presionit mbi vijen e germimit eshte e ngjashme me ate te treguar ne Figuren 3.8. Nga Ek. (3.26), shperndarja e presionit neto poshte vijes se germimit (nga  $z = L_1 + L_2$  deri ne  $z = L_1 + L_2 + D$ ) eshte:

$$\sigma_6 = 4c - (\gamma L_1 + \gamma' L_2)$$

Nga ekuilibri statik, shuma e forcave ne drejtimin horizontal eshte:

$$P_1 - \sigma_6 D = F \quad (3.41)$$

Ku:  $P_1$  = sip. e diagrames se presionit ACD

$F$  = reaksioni ne tirant / njesi gjatesie te murit

Serish, duke marre nje shume momentesh rreth pikes  $O'$  do te kemi:

$$P_1 \left( L_1 + L_2 - l_1 \bar{z}_1 \right) - \sigma_6 D \left( l_2 + L_2 + \frac{D}{2} \right) = 0$$

Nga thjeshtime te metejshme arrijme ne perfundimin qe:

$$\sigma_6 D^2 + 2\sigma_6 D(L_1 + L_2 - l_1) - 2P_1(L_1 + L_2 - l_1 - \bar{z}_1) = 0 \quad (3.42)$$

Ekuacioni (3.42) jep thellesin teorike te instalimit,  $D$ .

Ashtu sikurse ne Paragrafin 3.7, momenti maksimal ne kete rast vepron ne nje thellesi  $L_1 < z < L_1 + L_2$ . Thellesia ku forca prerese behet zero, (dhe keshtu momenti eshte maksimal) mund te percaktohet nga Ek. (3.39).

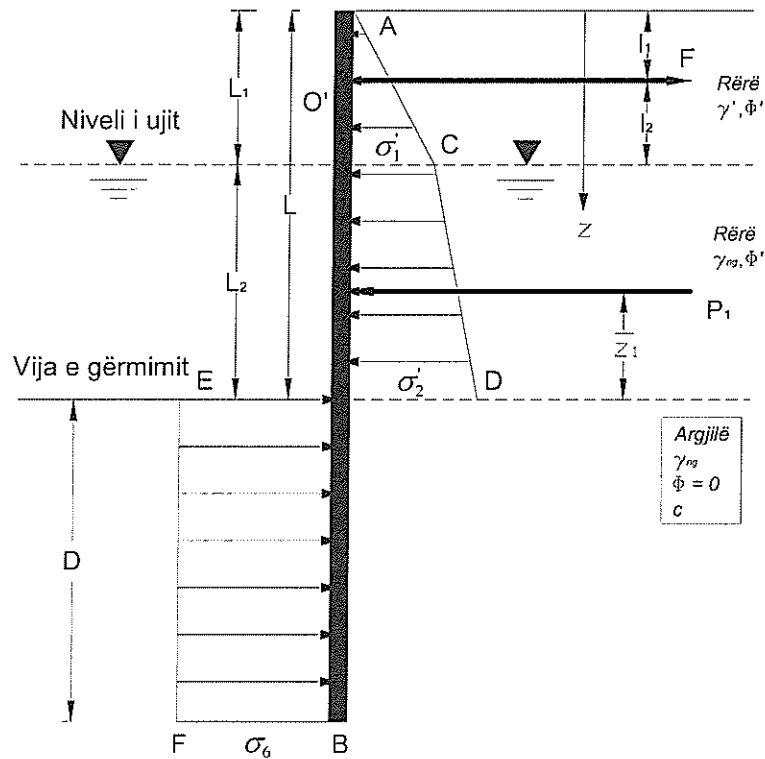


Figure 3.14 Palankol e ancoruar e ngulur ne toka argjilore

Nje teknike e reduktimit te momentit, e ngjashme me ate te prezantuar ne Paragrafin 3.8, per perdet me palankola te anchoruara qe instalohen ne argjila, gjithashtu eshte zhvilluar nga Rowe (1952, 1957). Kjo teknike eshte prezantuar ne Figuren 3.15, ne te cilen jane perdorur shenimet e meposhtme:

1. Numri i stabilitetit eshte:

$$S_n = 1.25 \frac{c}{(\gamma L_1 + \gamma' L_2)} \quad (3.43)$$

Ku:  $c$  = kohezioni pa drenim ( $\phi = 0^\circ$ ). Percaktimi i  $\gamma$ ,  $\gamma'$ ,  $L_1$  dhe  $L_2$ , jepet ne Figuren 3.14.

2. Lartesia pa dimensione e murit eshte:

$$\alpha = \frac{L_1 + L_2}{L_1 + L_2 + D_{reale}} \quad (3.44)$$

3. Vlera e perkuelshmerise eshte  $\rho$  [shih Ek. (3.40)]

4.  $M_d$  = momenti i projektimit.

$M_{max}$  = momenti maksimal teorik.

Procedura per reduktimin e momentit , duke perdorur Figuren 3.15, eshte si me poshte:

Hapi 1. Percaktohet madhësia  $H' = L_1 + L_2 + D_{reale}$ .

Hapi 2. Percaktohet lartësia pa dimensione  $\alpha = (L_1 + L_2) / H'$ .

Hapi 3. Përcaktohet numri i stabilitetit  $S_n$  [nga Ek. (3.43)].

Hapi 4. Me vlerat e  $\alpha$  dhe  $S_n$  të përfuara në Hapat 2 dhe 3, përcaktohet  $M_d/M_{max}$  për vlera të ndryshme të  $\log \rho$  nga Figura 3.15 dhe ndërtohet grafiku i varesisë së  $M_d/M_{max}$  kundrejt  $\log \rho$ .

Hapi 5. Ndiqen Hapat 1 deri në 9, siç është treguar për rastin e reduktimit të momentit për muret me palankola që instalohen në mjedise ranore.

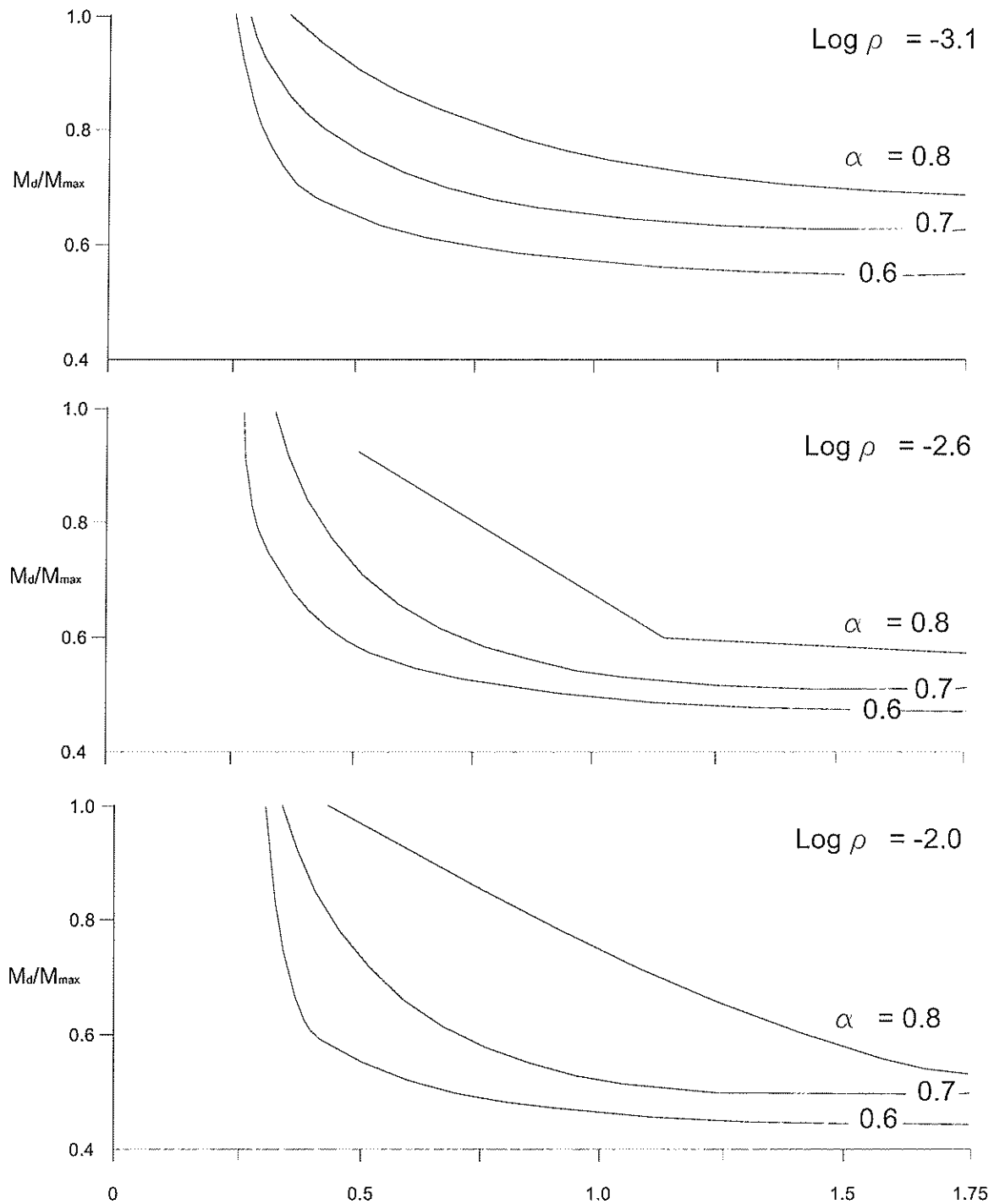


Figure 3.15 Grafiku i  $M_d/M_{max}$  kundrejt  $S_n$  për palankola të ngulura në toka argjilore (sipas Rowe, 1975)

### Shembull 3.4

Ne Figuren 3.14 , le te jete  $L_1 = 3m$ ,  $L_2 = 6m$ , dhe  $l_1 = 1.5m$ . Gjithashtu le te jete  $\gamma = 17kN/m^3$ ,  $\gamma_{ng} = 20kN/m^3$ ,  $\phi' = 35^\circ$ , dhe  $c = 41kN/m^2$ .

- Percaktoni thellesine teorike te instalimit te murit me palankola.
- Llogarisni forcen e ankerit per njesi gjatesie te murit me palankola.

### Zgjidhje

Pjesa a

Kemi:

$$k_a = tg^2 \left( 45 - \frac{\phi'}{2} \right) = tg^2 \left( 45 - \frac{35}{2} \right) = 0.271$$

dhe

$$k_p = tg^2 \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right) = tg^2 \left( 45 + \frac{35}{2} \right) = 3.69$$

Nga diagrama e presionit ne Figuren 3.16, gjejme:

$$\sigma'_1 = \gamma L_1 k_a = (17)(3)(0.271) = 13.82kN/m^2$$

$$\sigma'_2 = (\gamma L_1 + \gamma' L_2) k_a = [(17)(3) + (20 - 9.81)(6)](0.271) = 30.39kN/m^2$$

$$P_1 = \text{siperfaqet } 1 + 2 + 3 = 1/2(3)(13.82) + (13.82)(6) + 1/2(30.39 - 13.82)(6) \\ = 20.73 + 82.92 + 49.71 = 153.36kN/m$$

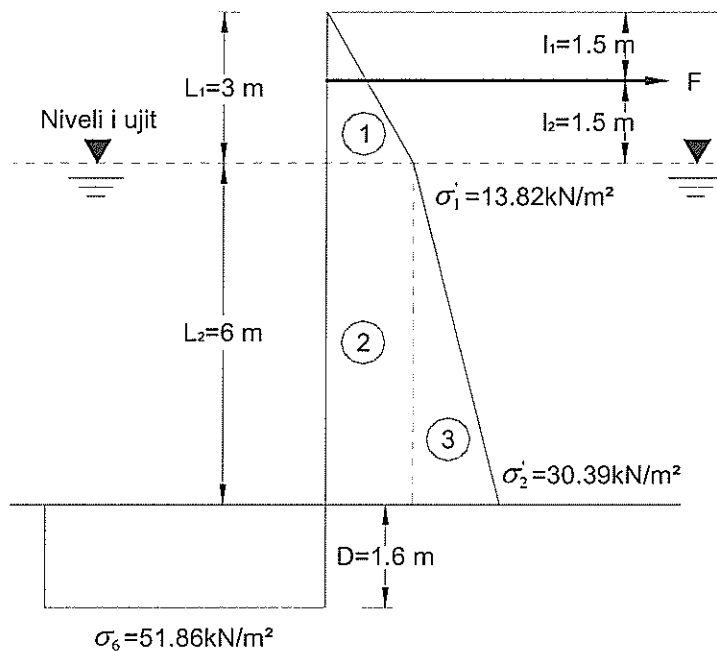


Figure 3.16 Metoda me mbeshetje te lire ne toke, palankol e instaluar ne toke argjlore

dhe

$$\bar{z}_1 = \frac{(20.73)\left(6 + \frac{3}{3}\right) + (82.92)\left(\frac{6}{2}\right) + (49.71)\left(\frac{6}{3}\right)}{153.36} = 3.2m$$

Nga Ek. (3.42):

$$\sigma_6 D^2 + 2\sigma_6 D(L_1 + L_2 - l_1) - 2P_1(L_1 + L_2 - l_1 - \bar{z}_1) = 0$$

ose

$$\sigma_6 = 4c - (\gamma L_1 + \gamma' L_2) = (4)(41) - [(17)(3) + (20 - 9.81)(6)] = 51.86 kN/m^2$$

Keshtu, duke zevendesuar marrim:

$$(51.86)D^2 + (2)(51.86)(D)(3 + 6 - 1.5) - (2)(153.36)(3 + 6 - 1.5 - 3.2) = 0$$

ose

$$D^2 + 1.5D - 25.43 = 0$$

Perfundimisht, gjejme:

$$D \approx 1.6m$$

Pjesa b

Nga Ek. (3.41), gjejme:

$$F = P_1 - \sigma_6 D = 153.36 - (51.86)(1.6) = 70.38 kN/m$$

### 3.10 ANKERAT

Paragrafet 3.7 deri 3.9 japin nje analize per muret me palankola te ankoruara dhe diskutojne si te percaktohet forca F per njesi gjatesie te murit me palankola, qe do te perballohet nga ankerat. Ky paragraf pershkruan me ne detaje tipet e ndryshme te ankerave qe perdoren si dhe procedurat e llogaritjes se kapaciteteve mbajtese kufitare te tyre. Tipet kryesore te ankerave qe perdoren me shpesh ne muret me palankola jane si me poshte vijon:

1. Ankera te kapura ne pllaka dhe trare.
2. Tiranta ne terheqje.
3. Pilotat ankorimi vertikale.
4. Ankera te kapura ne trare qe mbeshteten ne pilota (ne ngjeshje ose terheqje) te pjerreta.

*Pllakat dhe traret ankorues*, pergjithesisht behen nga blloqe betoni te derdhur (shih Figuren 3.17a). Ankerat kapen me palankolen me tiranta. Nje tra horizontal vendoset nga perpara ose mbrapa palankoles me qellim qe te kemi nje lidhje sa me te mire te tirantit me murin. Per te mbrojtur tirantin nga korrozioni, pergjithesisht ai lyhet me nje shtrese boje ose materiale asfaltike.

Gjate ndertimit te *tirantave*, ne vrimat e hapura paraprakisht (shih Figuren 3.17b) vendosen shufra celiku ose kavo te cilat cimentoohen me llac cimentoje (zakonisht jane, shufra celiku me rezistence te larte dhe kavo celiku te paranderura). Figurat 3.17c dhe d tregojne nje pilote ankorimi vertikale dhe nje tra ankorimi te mbeshtetur mbi pilota te pjerreta.

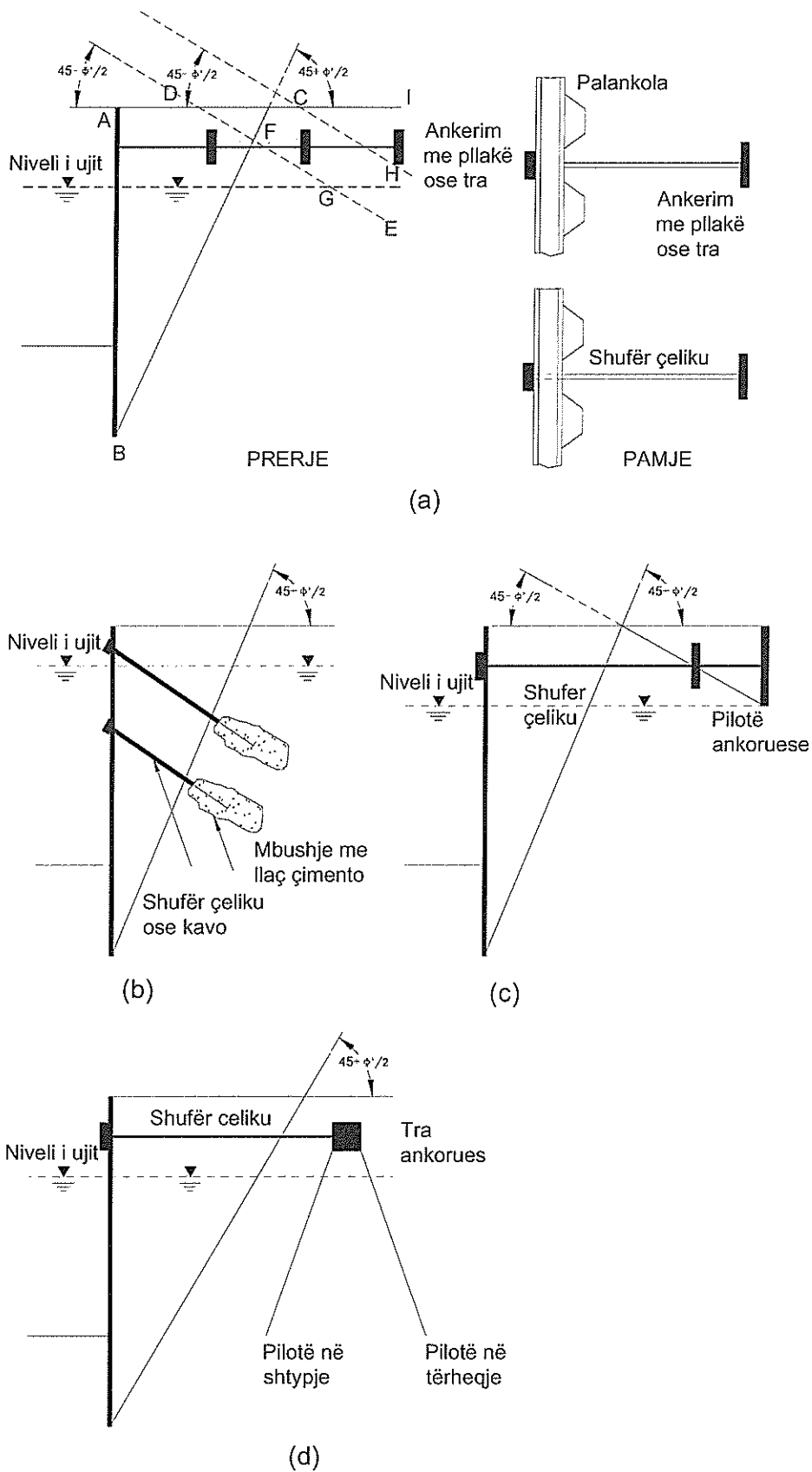


Figure 3.17 Tipe te ndryshme ankerimi per muret me palankola: (a) ankera te kapura ne pllake ose tra; (b) tiranta; (c) pilota ankorimi vertikale; (d) ankera te kapura ne trare mbi pilota te pjerreta

## Vendosja e ankerave

Rezistenca e ofruar nga pllakat dhe traret e akorimit rrjedh kryesisht nga rezistenca pasive e dheut, qe ndodhet perpara tyre. Figura 3.17a, ku  $AB$  eshte muri me palankola, tregon pozicionin me te mire per shfrytezimin efikas te nje pllake ancorimi. Nese pllaka ancoruese vendoset brenda prizmit  $ABC$ , qe perfaqeson zonen aktive te Rankine-it, ajo nuk do te shfaqe ndonje rezistence gjate shkaterrimit. Ne te kundert, pllaka ancoruese mund te vendoset ne zonen  $CFEH$ . Shenojme se vija  $DFG$  eshte nje vije e pjerret per presionin pasiv te Rankine-it. Nese pjese te prizmit pasiv vendosen brenda prizmit aktiv  $ABC$ , nuk mund te arrihet e gjithe rezistenca pasive ne pllaken ancoruese gjate shkaterrimit te murit me palankola. Sidoqofte, kur pllaka ancoruese vendoset ne zonen  $ICH$ , zona pasive e Rankine-it perpara pllakes ancoruese ndodhet teresisht jashte zones se presionit aktiv te Rankine-it  $ABC$ . Ne kete rast, mund te shfrytezohet plotesisht rezistenca pasive e pllakes ancoruese.

Figurat 3.17b,c dhe d, gjithashtu tregojne pozicionet e pershtatshme per vendosjen e tirantave, pilotave vertikale te akorimit dhe trareve ancorues qe mbeshteten mbi pilota te pjerreta.

### 3.11 REZISTENCA KUFITARE E ANKERAVE ME PLLAKA DHE TRARE NE RERA

Teng (1962) propozoi ekuacionin e meposhtem per te percaktuar rezistencen kufitare te ankerave me pllaka apo mure ne dhera ranore, te vendosur ne ose afer sipërfaqes se tokes ( $H/h \leq 1.5$  deri 2, sipas Figures 3.18).

$$P_u = B(P_p - P_a) \text{ (per pllaka ose trare te vazhduar - per te cilet } B/b \approx \infty \text{)} \quad (3.45)$$

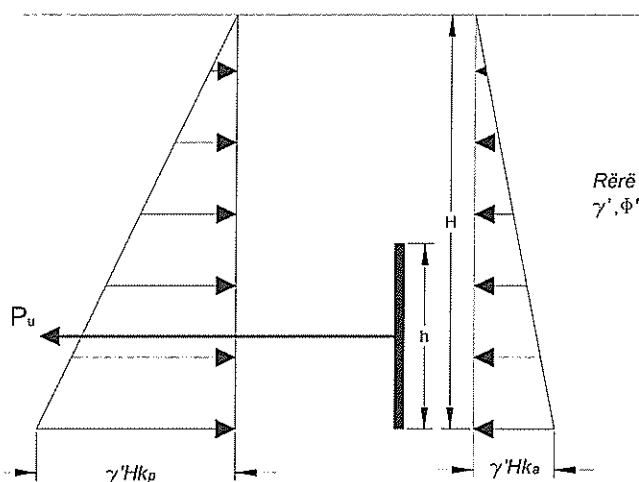


Figure 3.18 Rezistenca kufitare e ankerave me pllake dhe tra ne toka ranore, Ek. (45) dhe (48)

Ku:

$P_u$  = rezistenca kufitare e ankerit.

$B$  = gjatesia e pllakes se akorimit, ne drejtimin pingul djathtas me seksionin e treguar.

$P_p$  dhe  $P_a$  = forca pasive dhe aktive siaps Rankine-it, per njesi gjatesie te ankerit.

Shenojme se,  $P_p$  vepron vepron ne ballin e pllakes ancoruese, sic tregohet ne Figuren 3.18. Nderkaq,

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 \text{tg}^2 \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right) \quad (3.46)$$

dhe

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 \text{tg}^2 \left( 45 - \frac{\phi'}{2} \right) \quad (3.47)$$

Ekuacioni (3.45) është i vlefshëm për kushtet e problemit plan – sipas deformimeve. Për të gjitha rastet praktike, rastet kur  $B/b > 5$ , mund të konsiderohen si probleme plane – në lidhje me deformimet.

Për  $B/b < 5$ , duke konsideruar sipërfaqe shkaterimi tre – dimensionale (pra, duke llogaritur rezistencën në ferkim që lind në dy fundet e një ankeri), Teng (1962) paraqiti relacionin e mëposhtëm për rezistencën kufitare të ankerit:

$$P_u = B(P_p - P_a) + \frac{1}{3}k_o\gamma(\sqrt{k_p} + \sqrt{k_a})H^3 \text{tg}\phi' \quad (3.48)$$

për  $\frac{H}{h} \leq 1.5 \div 2$  (48)

ku,  $k_o$  = koeficienti i presionit të dhëut në gjendje qetësie  $\approx 0.4$ .

Neeley, Stuart, dhe Graham (1973) studiuuan rezistencën në shkullje të ankerave në rera, duke përdorur metodën e sipërfaqes së lire ekuivalente. Sipërfaqja e shkaterimit në dherat e studiuar, tregohet në Figuren 3.19. Në castin e shkaterimit, sforcimet prerese përgjate planit  $OX$  në Figuren 3.19, mund të përcaktohen si:

$$m = \frac{s_o}{\sigma'_o \text{tg}\phi'} \quad (3.49)$$

Ku:

$m$  = faktor i mobilizimit të sforcimeve prerese.

$s_o, \sigma'_o$  = respektivisht, sforcimi tagencial dhe normal në castin e shkaterimit (përgjate  $OX$ ).

Për një projektim konservativ,  $m$  duhet marrë 0. Sipas metodës të Neeley-it dhe të tjerë:

$$P_u = M_{\gamma}(\gamma h^2)BS' \quad (\text{për } H/h < \text{rreth } 5) \quad (3.50)$$

Ku:

$P_u$  = rezistenca kufitare e ankerit.

$M_{\gamma}$  = koeficienti i forces.

$S'$  = faktori i formes.

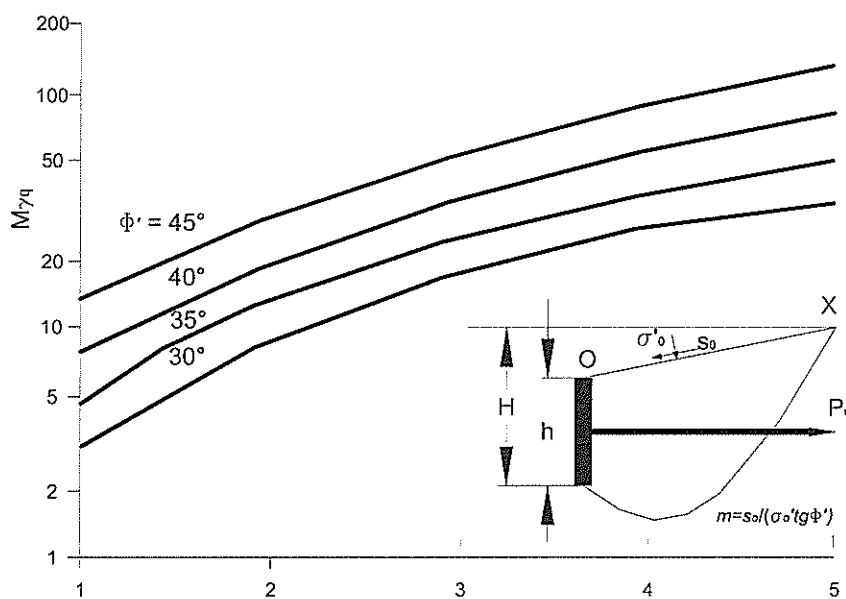


Figure 3.19 Variacioni i koeficientit të forces,  $M_{\gamma}$ , për ankerë me pllakë dhe tra në rera (sipas Neeley dhe të tjerë, 1973)

Variacioni i  $M_{\eta}$  per vlera te ndryshme te kendit te ferkimit te dheut,  $\phi'$ , dhe te  $H/h$  jepet ne Figuren 3.19 (per  $m = 0$ ). Figura 3.20 jep vlerat eksperimentale te faktorit te formes ( $S'$ ) per vlera te ndryshme te  $B/h$  dhe  $H/h$ . Shenojme se ne rrethana te caktuara, si ne problemet e percaktimit te aftesise mbajttese, zhvendosja horizontale e ankerit duhet te kufizohet. Figura 3.20b tregon nje shembull te varesise te zhvendosjes pa dimensione te ankerit kundrejt vlerave te ndryshme te  $B/h$  dhe  $H/h$ , nxjerre nga Neeley dhe te tjere, nepermjet eksperimenteve ne rera me porozitet mesatar dhe kompakte. Gjithashtu, Das (1975) dhe Das dhe Seeley (1975) gjeten marredhenie te ngjashme per ankerat e provuara ne rera te shkrufta. Bazuar ne rezultatet eksperimentale, Das dhe Seeley (1975) prezantuan kete marredhenie ngarkese – zhvendosje per ankerat:

$$\bar{P} = \frac{\bar{\Delta}}{0.15 + 0.85\Delta} \quad (3.51)$$

Ku:

$$\bar{P} = \frac{\text{ngarkesa ne anker per zhvendosje horizontale, } \Delta}{\text{ngarkesa kufitare per zhvendosje horizontale, } \Delta} \quad (3.52)$$

$$\bar{\Delta} = \frac{\Delta}{\Delta_u} \quad (3.53)$$

Marredhenia e dhene nga Ek. (3.51) eshte e vlefshme per  $B/h$  qe varion nga 1 ne 5 dhe  $H/h$  qe varion nga 1 ne 5. Shembulli 3.5 tregon proceduren e perdorimit te Figures 3.20b dhe Ek. (3.51) per te vleresuar ngarkesen ne anker, per nje zhvendosje maksimale te dhene.

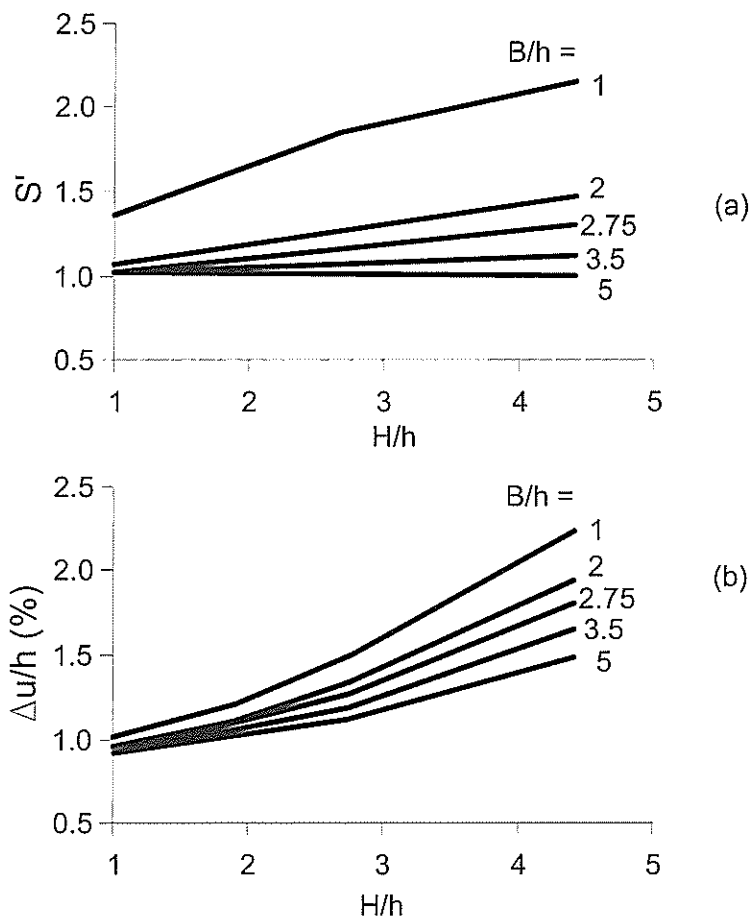


Figura 3.20 Ankerat me pllake ose tra vertikale: (a) faktori i formes; (b) zhvendosja horizontale per ngarkese kufitare (sipas Neeley dhe te tjere, 1973)

### 3.12 REZISTENCA KUFITARE E ANKERAVE ME PLLAKE DHE TRA NE ARGJILA (KUSHTE ME $\Phi = 0$ )

Per anker me pllake dhe tra ne argjila, Mackenzie (1955) percaktoi ekseperimentalisht variacionin e  $P_u$  kundrejt  $H/h$ . Ky variacion eshte treguar ne Figuren 3.21. Shenojme se per vlera te  $H/h > 12$ ,  $(P_u)/(hBc)$  eshte pothuajse konstante dhe afersisht e barabarte me 8.5 ( $c$  = kohezioni pa drenim, per kushtet me  $\phi = 0$ ).

### 3.13 FAKTORI I SIGURISE PER ANKERAT TIP PLLAKE DHE TRA

Rezistenca e lejuar per ankerat me pllake,  $P_{all}$ , mund te jepet si:

$$P_{all} = \frac{P_u}{FS} \quad (3.54)$$

Ku:

$FS$  = faktori i sigurise. Pergjithesisht, sugjerohet te perdoret nje faktor sigurie i barabarte me 2.

Ndrsa, largesia aks me aks e ankerave,  $s_p$ , mund te percaktohet si me poshte:

$$s_p = \frac{P_{all}}{F} \quad (3.55)$$

Ku:

$F$  = forca per njesi gjatesie te perdes me palankola.

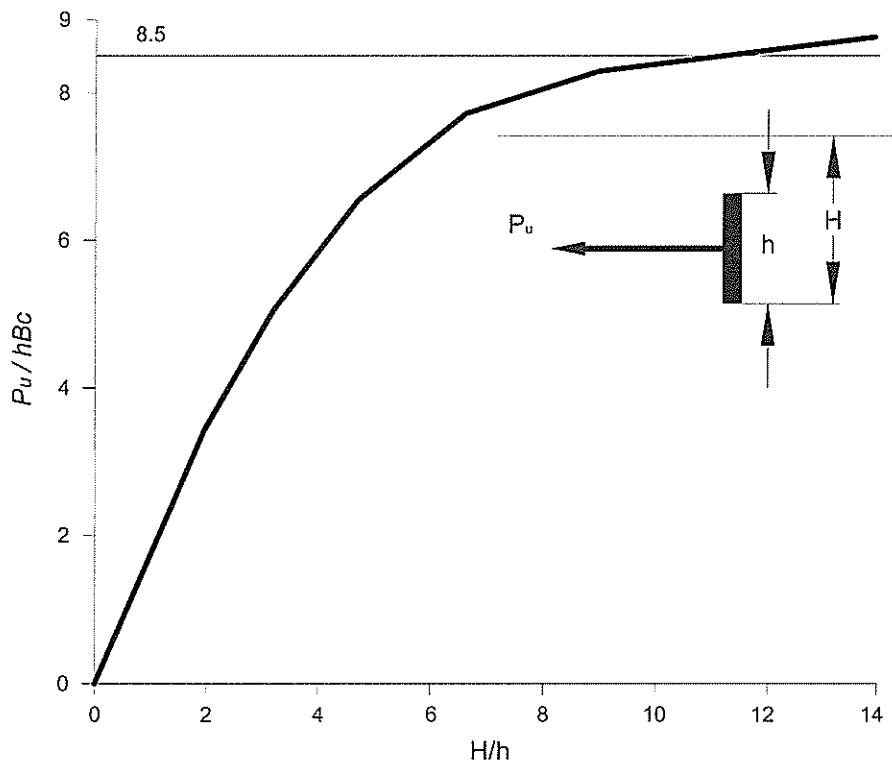


Figure 3.21 Rezultatet eksperimentale te Mackenzie – it per kapacitetin kufitar ne shkulle te ankerave ne argjila (sipas G.P.Tschebotarioff, 1973)

### 3.14 REZISTENCA KUFITARE E TIRANTAVE NE TERHEQJE

Sipas Figures 3.22, rezistenca kufitare qe paraqet nje tirant ne terheqje, i instaluar ne dhera ranore, mund te jepet si me poshte vijon:

$$P_u = \pi d l \overline{\sigma'_v} k \tan \phi \quad (3.56)$$

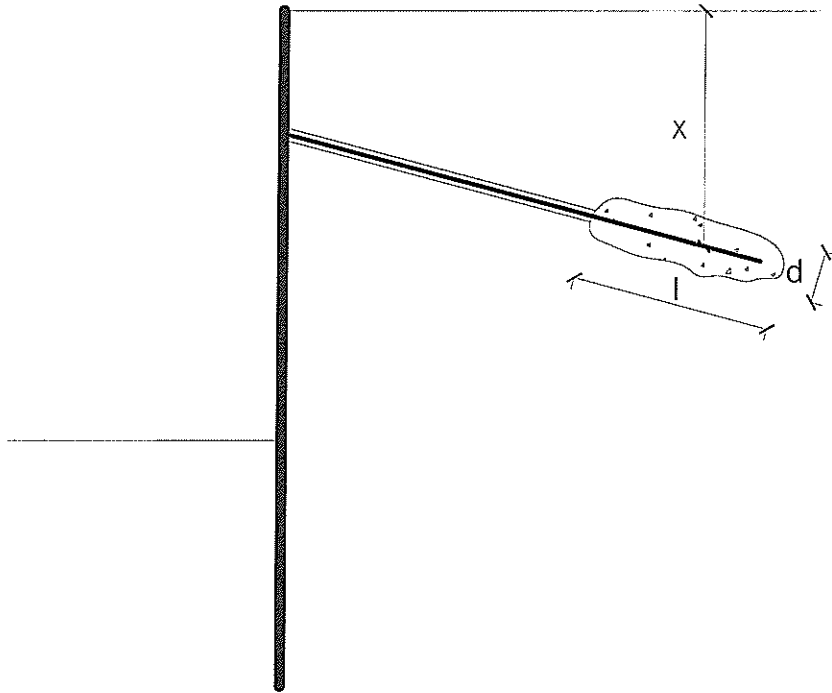


Figura 3.22 Parametrat për përcaktimin e rezistencës kufitare të ankerave në terheqje

Ku:

$P_u$  = rezistenca kufitare.

$\phi$  = këndi i ferkimit të dheut.

$\sigma'_v$  = sforcimi efektiv vertikal mesatar (=  $\gamma x$  në rere të thate).

$k$  = koeficienti i presionit të tokës.

Vlera e  $k$  mund të merret e barabartë me koeficientin e presionit të tokës në gjendje qetesie ( $k_0$ ), në qofte se bulbi i betonit vendoset nën presion (Littlejohn, 1970). Kufiri i poshtëm i  $k_0$  mund të merret i barabartë me koeficientin e presionit aktiv të tokës sipas Rankine-it.

Në argjilat, rezistenca kufitare e ankerave në terheqje mund të perkufizohet si:

$$P_u = \pi d l c_a$$

Ku:

$c_a$  = adezioni.

Vlera e  $c_a$  mund të merret afërsisht sa  $2/3 c$  (ku,  $c$  = kohezioni pa drenim).

Për të përfutur rezistencën e lejuar të një ankeri, rezistencën kufitare të tij duhet t'a pjestojmë me një faktor sigurie 1.5 – 2.

---

**Shembull 3.5**

---

Referojuni Figures 3.19. Per nje anker me pllake katrore me permasa  $0.4\text{ m} \times 0.4\text{ m}$  ( $B \times h$ ) ne nje dhe ranor me  $H = 1\text{ m}$ , percaktoni sa me poshte:

- Rezistencen kufitare,  $P_u$ .
- Rezistencen e ankerit per nje zhvendosje maksimale horizontale  $\Delta = 40\text{ mm}$ .

Jepen:

$\gamma = 16.51\text{ kN/m}^3$  dhe  $\phi' = 35^\circ$ . Te perdoret metoda e prezantuar nga Neeley dhe te tjere.

**Zgjidhje**

Pjesa a

Nga Ek. (3.50),

$$P_u = M_{\eta}(\gamma h^2)BS'$$

Me  $H/h = 1/0.4 = 2.5$ ,  $B/h = 0.4/0.4 = 1$ , dhe  $\phi' = 35^\circ$ , i referohemi Figures 3.19 per te gjetur  $M_{\eta} = 18$ . Perseri, me  $H/h = 2.5$  dhe  $B/h = 1$ ,  $S' = 1.75$  (Figura 3.21a). Keshtu:

$$P_u = (18)(16.5)(0.4)^2(0.4)(1.75) = 33.28\text{ kN}$$

Pjesa b

Per  $H/h = 2.5$ ,  $B/h = 1$ ,  $\Delta_u/h = 0.24$  (Figura 3.21b). Atehere, per ngarkesen kufitare  $P_u$ , zhvendosja e ankerit do te jete:

$$\Delta_u = 0.24h = 0.24 \times 0.4 = 0.0096\text{ m} = 96\text{ mm}$$

Nese  $\Delta = 40\text{ mm}$ ,  $\bar{\Delta} = \Delta/\Delta_u = 40/96 = 0.417$ . Duke ju referuar Ek. (3.51), kemi:

$$\bar{P} = \frac{\bar{\Delta}}{0.15 + 0.85\bar{\Delta}}$$

Atehere,

$$\bar{P} = \frac{0.417}{0.15 + (0.85)(0.417)} = 0.827$$

Keshtu,

$$P_{\text{per } \Delta=40\text{ mm}} = 0.827 \times P_u = 27.52\text{ kN}$$