UNIVERSITETI "ISA BOLETINI" MITROVICË

FAKULTETI I GJEOSHKENCAVE

DEPARTAMENTI I XEHETARISË

PUNIM DIPLOME

SHKELQIM KRASNIQI

Mitrovicë, 2021

UNIVERSITETI "ISA BOLETINI" MITROVICË

FAKULTETI I GJEOSHKENCAVE

DEPARTAMENTI I XEHETARISË

Studimet Bachelor

PUNIM DIPLOME

Titulli: **QËNDRUESHMËRIA E STRUKTURAVE MBAJTËSE PREJ DHEU**

Studenti :

Shkelqim KRASNIQI

Mentor:

Prof.Dr.Rushit HALITI

Mitrovicë,2021

UNIVERSITY OF MITROVICA

FACULTY OF GEOSCIENCES

DEPARTMENT OF MINING

Shkelqim KRASNIQI

Title : STABILITY OF EARTHEN BEARING STRUCTURES

Diploma THESIS

Supervisor : Associate Professor Rushit HALITI

Mitrovica,2021

Përmbajtja

KAPITULLI I

PREZANTIMI I PUNIMIT TË DIPLOMËS

1.1 Hyrje
1.2 Shtruarje e problemit.
1.3 Objektivat e punimit
1.4. Struktura e punimit

KAPITULLI II

2.1 Pjesa e përgjithshme
2.2 Trysnitë e gjendjes të qetësisë, aktive dhe pasive
2.3 Trysnia anësore e dheut në gjendje qetësie
2.4 Trysnia e dheut në gjendje qetësie për dheun pjesërisht të ngopur me ujë
2.5 Trysnia aktive e dheut
2.6 Trysnia pasive e dheut

KAPITULLI III

3.1 .Teoria e Rankin për trysni pasive

3.2 Teoria e Coulomb-it për trysni pasive

3.3 Teoria e Rankin për trysni aktive
3.4 Teoria e Coulomb-it për trysni aktive
3.5 Llogaritja e mureve mbajtës
3.6 Faktorët e sigurisë
3.7 Dozimi i mureve
3.8 Faktori i sigurisë në lidhje me përmbysjen
3.9 Faktori i sigurisë për aftësinë mbajtëse

KAPITULLI IV

SHEMBUJ

KAPITULLI 5

PËRFUNDIME DHE REKOMANDIME
REFERENCAT.

KAPITULLI I- PREZANTIMI I PUNIMIT

1.1 Hyrje

Strukturat mbajtëse siç janë muret mbajtëse,muret e bodrumit dhe pritat zakonisht hasen në inxhinierin e themeleve meqenëse ato mbajnë shpatet e masave(masivet)të dheut. Projektimi dhe konstruktimi i duhur (i saktë)i këtyre strukturave kërkon njohjen e tërësishme të forcave anësore që veprojnë ndërmjet strukturave mbajtëse dhe masave të dheut që mbahen. Këto forca anësore shkaktohen nga trysnia anësore e dheut. Ky kapitull do ti përkushtohet koncepteve të përgjithshme të trysnisë së dheut.

Muret mbajtëse janë pjesë strukturore që përdoren për mbajtjen e mbushjeve me dhera vertikale apo pothuajse vertikale. Kjo gjë nevojitet zakonisht kur ka ndryshim të klasës (cilësisë).Një mur mbajtës,psh. mund të shfrytëzohet për të mbajtur mbushjen që kërkohet për të zgjeruar një rrugë sikurse tregohet në Figurën 1.1a apo për të mbajtur një mbushje që përdoret për të mbajtur një strukturë sikurse tregohet në Figurën 1.1b. Ekzistojnë disa tipe të mureve mbajtëse,duke përfshirë *muret mbajtëse gravitacionale tradicionale,gjysëmgravitacionale,konsolë(të inkastruara) dhe kontraforte* të cilët janë përgatitur nga betoni i zakonshëm dhe i armuar (Figura 1.2).Muret mbajtëse gjithashtu mund të konstruktohen nga materiale të tjera,siç janë gabionet (arka metalike të mbushura me dhera për themelet e ndërtesave nën ujë),dheu i armuar,çeliku dhe druri.

Megjithatë,të gjithë muret mbajtëse duhet të jenë të projektuara (të llogaritura) që tu rezistojnë forcave të jashtme që ushtrohen (veprojnë),dhe që përfshijnë trysninë anësore të dheut,ngarkesat e mbishtresës sipër murit,trysnia hidrostatike,dhe ngarkesat sizmike. Ekzistojnë tri tipe të mundshme të trysnisë anësore të dheut të cilat mund të ushtrojnë mbi murin mbajtës:**trysnia në qetësi,trysnia aktive,**dhe **trysnia pasive**. *Trysnia e dheut në qetësi shfaqet kur muri mbajtës nuk lejohet që të zhvendoset tutje apo në drejtim të dheut që mbahet .Trysnia aktive e dheut,* shfaqet kur muri mbajtës lejohet të zhvendoset tutje nga dheu që mbahet. Trysnia pasive e dheut,nga ana tjetër, zhvillohet kur muri mbajtës detyrohet të zhvendoset në drejtim të dheut që mbahet. Dherat kokrrizore zakonisht përdoren si materiale mbushëse prapa mureve mbajtëse për shkak të përshkueshmërisë së lartë (materiale që drenojnë lirisht).Duke përdorur mbushjet kokrrizore bashkë me vrimat e kullimit (barbakanët- vrima të vogla në murin mbajtës) parandalohet grumbullimi i trysnisë hidrostatike psh. gjatë reshjeve të shiut. Tipet e tjera të drenimit janë në dispozicion,duke përfshirë tubat e përformuar (shpuar)të cilët zakonisht instalohen në dysheme (në fund)të mbushjes kokrrizore drejtpërdrejtë prapa pjesës së poshtme (fundit) të murit mbajtës për të lehtësuar drenazhimin. Dherat si rëra,zhavorri,rëra pluhurore dhe rëra me zhavorr janë materiale mbushëse si materiale mbushëse për shkak të përshkueshmërisë të dobët të tyre.

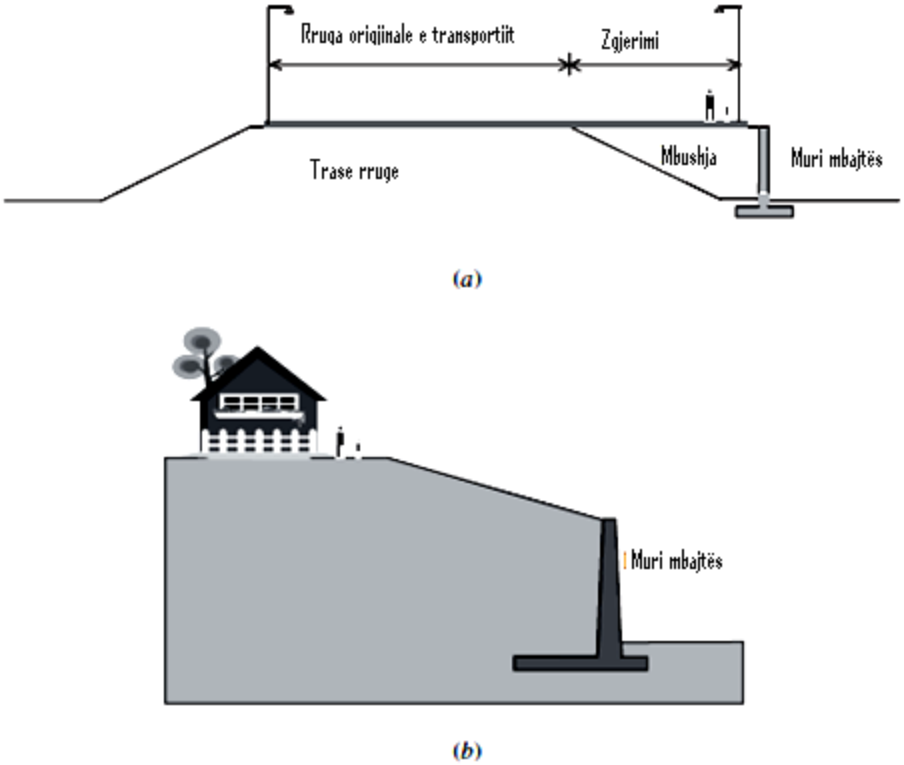


Figura 1.1 Muret Mbajtëse

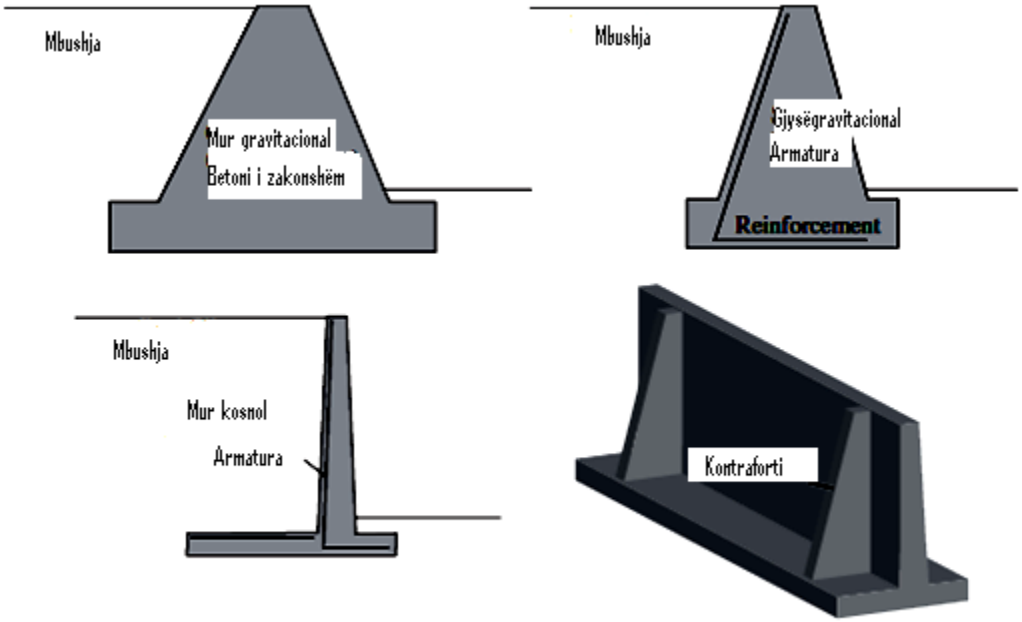


Figura 1.2 Tipet e mureve mbajtëse

Trysnia anësore efektive e dheut mund të llogaritet duke shumëzuar sforcimin vertikal efektiv me një koeficient të përvetësuar të trysnisë anësore të dheut:në gjendje qetësie,në gjendje aktive ose gjendje pasive. Koeficienti i trysnisë anësore të dheut në gjendje qetësie, K_o, mund të vlerësohet duke shfrytëzuar ekuacionin empirik K_o=1-sinΦ'(Jaky,1944),ku Φ' është këndi i fërkimit të brendshëm i dheut të mbushjes. Koeficienti i trysnisë anësore aktive të dheut , K_a,mund të llogaritet duke shfrytëzuar ekuacionin:

$$K_a=\frac{(1-sin\emptyset')}{(1+sin\emptyset')},$$

Kurse koeficienti i trysnisë anësore pasive të dheut,K_p,mund të llogaritet duke përdorur ekuacionin:

$$K_p=\frac{(1+sin\emptyset')}{(1-sin\emptyset')}.$$

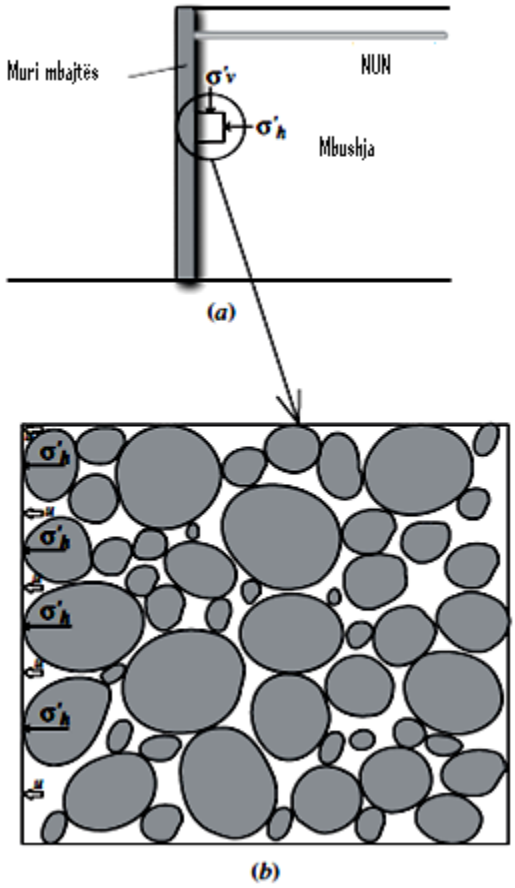


Figura 1.3 Trysnia anësore e dheut mbi një muri mbajtës

Nga këto ekuacione mund të shihet që të dy koeficientet e trysnisë së dheut në gjendje qetësie dhe në gjendje aktive janë më të vegjël se 1,kurse koeficienti i trysnisë së dheut në gjendje pasive

është më i madh se 1. Kjo do të thotë që në dherat sforcimi anësor është i barabartë me sforcimin vertikal për cilëndo gjendje të mundshme:qetësie,aktive dhe pasive

1.2 Objektivat dhe qëllimi i punimit

Për të analizuar dhe zgjidhur problemet gjeoteknike siç janë :*aftësia mbajtëse e themeleve ,qëndrueshmëria e digave dhe trysnia anësore mbi strukturat mbajtëse të ndërtuara prej dherash* ,nevojitet që të njihen parimet e hidraulikës dhe shpërndarja e sforcimeve përgjatë gjithë prerjes tërthore të caktuar dheut .Prandaj objektiv kryesor i këtij punimi diplome do të jetë pikërisht trajtimi i metodave dhe teorive të ndryshme bazuar ne gjendjen e ekuilibrit kufitar të dherave kur në ta veprojnë trysnitë anësore. Me analizë do të fillohet me përkufizimin e llojeve të trysnive anësore të dherave pastaj do të do të analizohen sforcimet në dhera dhe shpërndarja e trysnive anësore në konstruksionet mbajtëse. Pastaj do të vazhdohet me vlerësimin e madhësisë së trysnive anësore të dherave nën kushte të ndryshme gjeomjedisore ,për shqyrtimin e problemeve që lidhen me qëndrueshmërinë e konstruksioneve mbajtëse dhe themeleve të tyre ,kur iu nënshtrohen forcave aktive dhe pasive të dherave .

Koeficienti i trysnisë në gjendje qetësie ,aktive dhe pasive në gjeoteknikë treguesi i gjendjes se sforcuar në një mjedis elastik. Prandaj ,ky do të jetë fokusi kryesor i punimit veçanërisht metodat për përcaktimin e tyre .

1.3 Metodologjia e realizimit të punimit

Në bazë te tematikës që trajton punimi ,metodologjia e përdorur për realizimin e tij bazohet në metodën e hulumtimit që nënkupton shfrytëzimin e literaturës ekzistuese mbi parimet bazë të gjeoteknikës dhe që trajton problemin e veprimtarisë së trysnive anësore te dherave ne struktura mbajtëse. Metodat standarde në gjeoteknikë bazohen në thjeshtësime të domosdoshme të cilat mundësojnë gjetjen e zgjidhjeve të përafërta të problemit të qëndrueshmërisë së masave të dherave . Në këtë rast mund të dallohen dy grupe themelore të metodave :

- Metodat kufitare të bazuara në teorinë e plasticitetit ,dhe
- Metodat inxhinierike të ekuilibrit kufitar .

Në këtë punim do të paraqesim zgjidhjet karakteristike të problemit të ekuilibrit kufitar në shembullin e përcaktimit të intensitetit dhe shpërndarjes të trysnive anësore të dheut me plotësimin e kushtit të qëndrueshmërisë së mureve mbajtës gravitacionar .Metodologjia e zbatuar në realizimin e punimit demonstrohet me anë të shembujve për të dhënat konkrete gjeomjedisore.

1.4 Përmbajtja e punimit të diplomës

Ky punim diplome është konceptuar në pesë kapituj ,ku secili kapitull trajton çështje të veçanta me synim realizimin e qëllimit dhe përmbushjen e objektivave të studimit .

Kapitulli -1 i këtij punimi jep në mënyrë të përmbledhur prezantimin e problemit që do ta trajtoj punimi i diplomës dhe jep parimet e përgjithshme të studimit të trysnive anësore .Në ketë kapitull jepen objektivat kryesor dhe qëllimi i punimit si dhe roli i analizave të trysnive anësore në zgjidhjen e problemeve të ndryshme në gjeoteknikë .

Kapitulli-2 i trajton format e trysnive anësore të dherave , veprimtarin mekanike të tyre , dhe jep përkufizimin e llojeve të trysnive anësore dhe të koeficienteve të trysnive në gjendje qetësie, aktive dhe pasive. Po ashtu këtu ilustrohet me shembuj koncepti i trysnisë anësore të dheut.

Kapitulli -3 merret me trajtimin e teorive klasike të përcaktimit të intensitetit dhe shpërndarjes së trysnive anësore përreth mureve mbajtëse dhe është përshkruar metodika e realizimit të teorive të Rankine-it dhe Coulomb-it për përcaktimin e koeficientit të trysnisë aktive dhe pasive të dheut . Po ashtu këtu jepet koncepti i llogaritjes së mureve mbajtës dhe i faktorit të sigurisë në lidhje me rrëshqitjen dhe përmbysjen e mureve mbajtëse.

Kapitulli -4 mbulon konkretizimin e teorisë së Rankine dhe Coulomb nëpërmjet shembujve për kushte konkrete gjeomjedisore.

Kapitulli -5 e përmbyllë punimin duke përmbledhur te gjeturat e studimit dhe jep rekomandimet për trajtim te mëtejshëm.

KAPITULLI II

VËSHTRIM I PËRGJITHSHËM MBI TRYSNITË ANËSORE TË DHEUT

2.1 Trysnitë në gjendje qetësie , aktive dhe pasive

E mendojmë një masiv të dheut të treguar në Figurën 2.1 (a). Masa kufizohet me një mur me fërkim(fërkimor) me lartësi AB .Elementi i dheut i vendosur në thellësinë z i nënshtrohet trysnisë efektive vertikale $\boldsymbol{\sigma'_o}$,dhe trysnisë horizontale efektive $\boldsymbol{\sigma'_h}$ .Nuk ekzistojnë sforcimet prerëse në planet vertikal dhe horizontal të elementit të dheut.Le të përcaktojmë raportin e $\boldsymbol{\sigma'_h}$ ndaj $\boldsymbol{\sigma'_o}$ si madhësi papërmasore K , ose

$$K=\frac{\sigma'_h}{\sigma'_o} \qquad (2.1)$$

Tashti,tri raste të mundshme mund të rezultojnë (lindin) në lidhje me murin mbajtës dhe ato përshkruhen:

Rasti 1. Në qoftë se muri AB është statik-dmth në qoftë se ai nuk mund të zhvendoset ose në të djathtë ose në të majtë të pozicionit fillestar të tij-masa(masivi)i dheut do të jetë në *gjendje të ekuilibrit statik*. Në këtë rast, $\boldsymbol{\sigma'_h}$ quhet **trysnia anësore në gjendje qetësie**, apo:

$$K= K_o= \frac{\sigma'_h}{\sigma'_o} \qquad (2.2)$$

ku K_o=koeficienti i shtytjes së dheut në gjendje qetësie.

Rasti 2. Në qoftë se muri fërkimor rrotullohet rreth fundit të tij deri në pozicionin A'B (Figura 2.1b), atëherë masa trekëndor i dheut ABC' do të mbërrijë gjendjen e ekuilibrit plastik dhe do të shkatërrohet duke rrëshqitur nëpër planin BC'.Gjatë kësaj kohe, sforcimi horizontal efektiv ,$\boldsymbol{\sigma'_h}$ =$\boldsymbol{\sigma_o}$, do të quhet **trysni aktive**.Tani:

$$K= K_a = \frac{\sigma'_h}{\sigma'_o} = \frac{\sigma'_a}{\sigma'_o} \qquad (2.3)$$

ku K_a=koeficienti i trysnisë aktive anësore (të dheut)

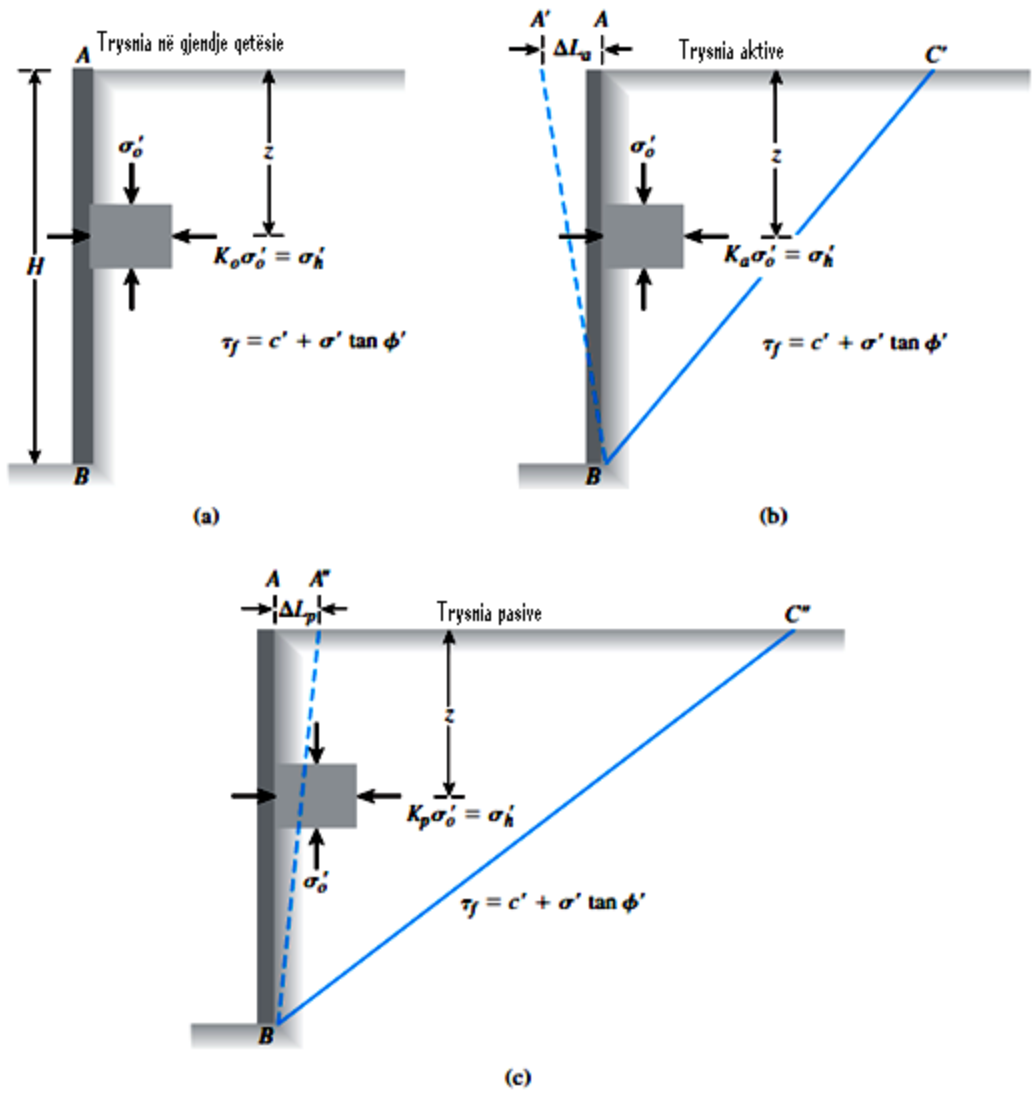


Figura 2.1 Përcaktimi i trysnisë në gjendje qetësie,aktive dhe pasive (*SHENIM 'Muri AB është fërkimor).*

Rasti 3. Në qoftë se muri me fërkim rrotullohet mjaftueshëm rreth fundi(themelit) të tij deri në një pozicion A''B (Figura 2.1c), atëherë masivi trekëndor i dheut ABC'' do të arrij gjendjen e ekuilibrit plastik dhe muri shembet duke rrëshqitur përgjatë planit BC''.Sforcimi horizontal efektiv gjatë kësaj kohe do të jetë $\boldsymbol{\sigma'_E = \sigma'_p}$ e ashtuquajtura trysnia pasive.Në këtë rast:

$$K=K_p=\frac{\sigma'_h}{\sigma'_o} = \frac{\sigma'_p}{\sigma'_o} \qquad (2.4)$$

ku K_p=koeficienti i trysnisë anësore pasive

Figura 2.2 tregon veçorin e ndryshimit të trysnisë anësore të dheut në vartësi të përmbysjes të murit. Vlerat tipike të $\frac{\Delta L_a}{H}$ (ΔL_a = A'A në Figurën 2.1b) dhe $\frac{\Delta L_p}{H}$ (ΔL_p = A"A në Figurën 2.1c) për arritjen e gjendjes aktive dhe pasive në dherat e ndryshme jepen në Tabelën 1.1

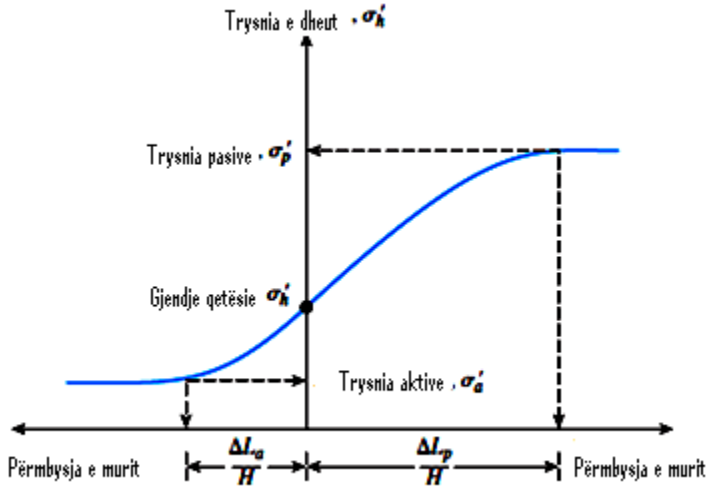


Figura 2.2 Ndryshimi i madhësisë të trysnisë anësore të dheut në varësi të përmbysjes të murit.

Sikurse duket nga Figura 2.2 presioni i dheut në gjendje qetësie është më i madh se presioni aktiv,por më i vogël se presioni pasiv:

$P_a<P_o<P_p$

2.2 Trysnia anësore e dheut në gjendje qetësie

Koncepti bazë i trysnisë së dheut në gjendje qetësie është diskutuar në pikën paraprake. Me qëllim të përcaktimit të koeficientit të trysnisë së dheut K_o në gjendje qetësie,i referohemi Figurës 2.3 e cila tregon një mur AB që mban një dhe të thatë me peshë vëllimore γ .Muri është statik. Në thellësinë z:

Sforcimi vertikal efektiv=$\boldsymbol{\sigma'_o}$= $\gamma\cdot z$

Sforcimi horizontal efektiv =$\boldsymbol{\sigma'_h}$ =$K_o\cdot \gamma\cdot z$

Në këtë mënyrë:

$K_o=\frac{\sigma'_h}{\sigma'_o}$ =koeficienti i trysnisë së dheut në qetësi.

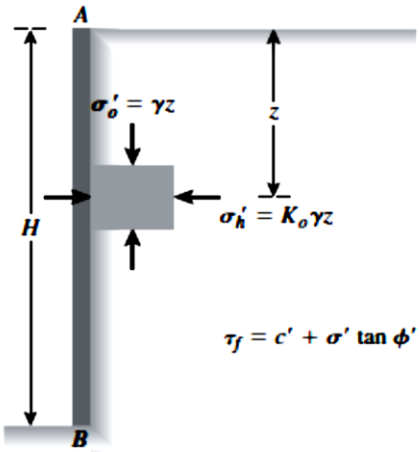


Figura 2.2 Trysnia e dheut në gjendje qetësie.

Për dherat kokrrizë mëdha,koeficienti i trysnisë së dheut në gjendje qetësie mund të vlerësohet duke shfrytëzuar lidhjen empirike (Jaky, 1944).

$$K_o=1-\sin\Phi' \qquad (2.5)$$

ku Φ' =këndi i fërkimit të brendshëm në kushte padrenim

Me rastin e projektimit të një muri i cili mund të i nënshtrohet trysnisë anësore të dheut në gjendje qetësie,duhet pasur kujdes në vlerësimin e vlerës të K_o. Sherif,Fang dhe Sherif(1984) , në bazë të provave laboratorike të tyre, kanë treguar që ekuacioni i Jaky-it për K_o [Ekuacioni 2.5)] jep rezultate të mira kur mbushja është rërë e shkrifët. Por, për një mbushje me rërë të ngjeshur,të dendur, Ekuacioni (2.5) mund të nënvlerësoj ndjeshëm trysninë anësore të dheut në gjendje qetësie. Ky nënvlerësim rezulton për shkak të procesit të ngjeshjes të mbushjes. Për këtë arsye,ata kanë rekomanduar formulën (lidhjen)llogaritëse:

$$K_o=(1-\sin\Phi')+\left[\frac{\gamma_d}{\gamma_{d(min)}}-\mathbf{1}\right]5{,}5 \qquad (2.6)$$

ku

$\boldsymbol{\gamma_d} = pesha\ vëllimore\ e\ thatë\ \ e\ rërës\ të\ ngjeshjes\ ekzistuese\ \ pas\ murit$

$\boldsymbol{\gamma_{d(min)}}$= *pesha vëllimore e thatë e rërës në gjendje të shkrifëruar.*

Rritja e K_o që vërehet nga Ekuacioni (2.6) krahasuar me Ekuacionin (2.5) është për shkak të mbikonsolidimit. Për këtë arsye,Mayne dhe Kulhawy (1982),pas vlerësimit të 171 llojeve të dherave, kanë rekomanduar një modifikim të Ekuacionit (2.5),ose:

$$K_o=(1-\sin \Phi')\cdot(OCR)^{\sin\Phi'} \qquad (2.7)$$

ku

OCR=koeficienti i mbikonsolidimit=$\frac{\textit{trysnia e parakonsolidimit},\sigma_c'}{\textit{trysnia efektive e pranishme e brisht},\sigma_o'}$

Ekuacioni (2.7) është i vlefshëm për dherat të klasifikuara (grupuara) nga argjila deri të zhavorri. Për dherat kokërrimët,të konsoliduara normalisht,Massarch (1979) ka propozuar ekuacionin që pason për K_o :

$$K_o=0{,}44+0{,}42\left[\frac{PI(\%)}{100}\right] \qquad (2.8)$$

Për argjilat e mbikonsoliduara,koeficienti i trysnisë së dheut në gjendje qetësie mund të përcaktohet si:

$$K_{o(\text{mbikonsoliduara})}=K_{o(\text{konsoliduara normalisht})}\sqrt{OCR} \qquad (2.9)$$

Figura 2.4 tregon shpërndarjen e trysnisë anësore të dheut në gjendjen qetësie mbi një mur me lartësi H që mban dheun e thatë i cili ka peshën vëllimore γ. Forca e përgjithshme për njësi të gjatësisë të murit ,P_o ,është e barabartë me sipërfaqen e diagramit të trysnisë,kështu:

$$P_o=\frac{1}{2}\cdot K_a\cdot\gamma\cdot H^2 \qquad (2.10)$$

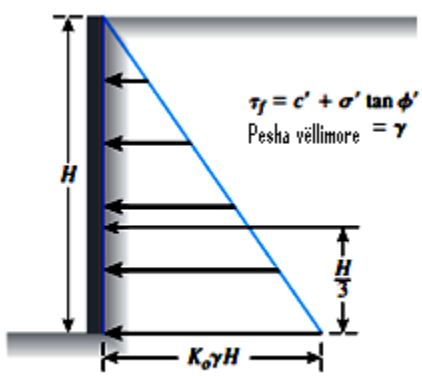


Figura 2.4 Shpërndarja e trysnisë anësore e dheut në gjendje qetësie mbi një mur.

Trysnia e dheut në gjendje Qetësie (sipas Sam Helwany)**.**E mendojmë një element të dheut në kontakt me një muri mbajtës i cili pengohen kufizimin nga zhvendosja anësore (Figura 2.4a).Trysnia anësore e dheut në gjendje qetësie llogaritet duke shumëzuar sforcimin vertikal efektiv me koeficientin e trysnisë anësore të dheut në gjendje qetësie, K_o. Ky koeficient ne mënyrë eksperimentale mund të përcaktohet për dheun e caktuar me anë të pengimit të dheut nga zhvendosja anësore dhe duke ia nënshtruar atë një sforcimi vertikal efektiv $\boldsymbol{\sigma'_v}$ .Kjo mund të bëhet duke shfrytëzuar një enë (kontejner) të shtangët të mbushur me dhe. Sforcimi horizontal efektiv rezultues $\boldsymbol{\sigma'_h}$,që ushtron mbi anët (Faqet anësore)të kontejnerit të shtangët (ngurtë)mund të matet nëpërmjet një peshe (ngarkese)apo me anë të dhomës së trysnisë. Për këtë arsye,koeficienti i trysnisë anësore të dheut në gjendje qetësie mund të llogaritet si:

$$K_o = \frac{\sigma'_h}{\sigma'_v} \qquad (2.11)$$

Gjendja e sforcuar në elementin e dheut paraqitet me anë të rrethit të Mohr-it siç tregohet në Figurën 2.5b. Vemi re që sforcimi kryesor më i madh është sforcimi vertikal efektiv,kurse sforcimi kryesor më i vogël se 1. Në mungesë të rezultateve eksperimentale,mund të përdoret ekuacioni empirik i Jaky (1944) për të vlerësuar K_o.

$$K_o=1-\sin \Phi' \qquad (2.12)$$

ku Φ' është këndi i fërkimit të brendshëm të dheut.

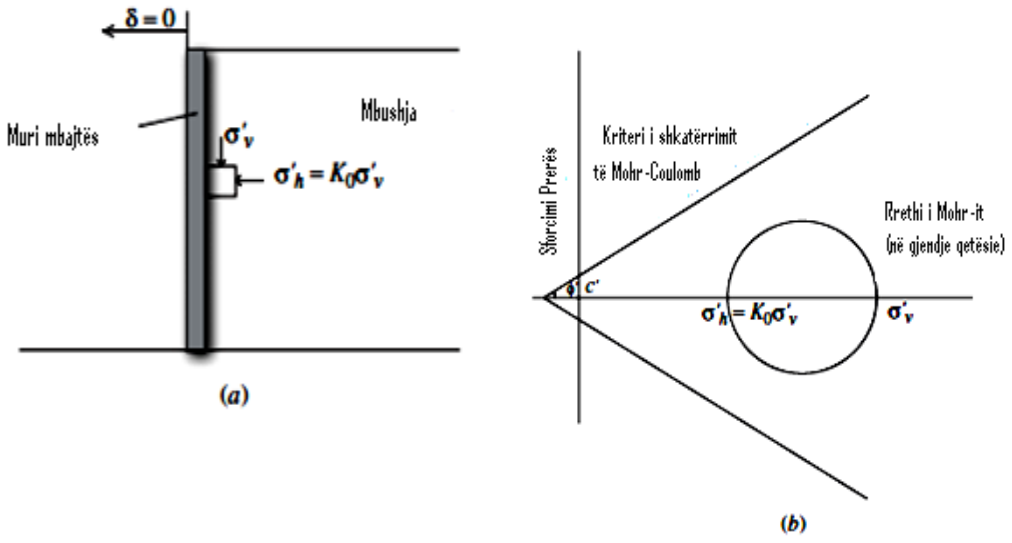


Figura 2.5 Trysnia anësore e dheut në gjendje qetësie.

Le të shqyrtojmë murin mbajtës që mban një mbushje të thatë me lartësi H sikurse tregohet në Figurën 2.6(a).Muri është i kufizuar nga çfarëdo zhvendosje anësore nuk lejohet të zhvendoset jashtë (tutje)ose në drejtim të mbushjes. Prandaj,trysnia anësore e dheut që ushtrohet nga mbushja kundrejt murit mbajtës mund të konsiderohet si trysnia anësore e dheut në ngjeshje qetësie e që mund të llogaritet duke shfrytëzuar formulën (3.1).Vemi në dukje që sforcimet efektive në këtë rast janë të njëjta si sforcimet totale për shkak të mungesës së ujit (niveli i ujërave nëntokësore është i thellë).Trysnia ndjehet nga muri është vetëm trysnia anësore efektive e dheut.

Sipas Ek. (3.1) mund të shkruhet $\boldsymbol{\sigma'_h}$ =$K_o \cdot \boldsymbol{\sigma'_v}$ .Por $\boldsymbol{\sigma'_v} = \gamma \cdot z$, ku γ është pesha vëllimore e dheut të mbushjes dhe është thellësia e matur nga sipërfaqja e sipërme e mbushjes. Duke kombinuar dy ekuacionet,gjejmë$\boldsymbol{\sigma'_h}$= $K_o \cdot \gamma \cdot z$. Ky ekuacion tregon që trysnia anësore efektive e dheut rritet linearisht me rritjen e thellësisë siç tregohet në Figurën 2.6b. Në sipërfaqen e sipërme,$\boldsymbol{\sigma'_h}$=0 sepse z=0.Në themel të murit mbajtës,$\boldsymbol{\sigma'_h}$= $K_o \cdot \gamma \cdot z$ sepse z=H. Shpërndarja e trysnisë anësore e dheut në gjendje qetësie pra është trekëndore,sikur tregohet në Figurën 2.5 b. Forca anësore në gjendje qetësie (P_o) që ushtron mbi mur është sipërfaqja e trekëndëshit të trysnisë anësore të dheut. $P_o=\frac{1}{2} \cdot \boldsymbol{K_a} \cdot \boldsymbol{\gamma} \cdot \boldsymbol{H^2}$. Pika e zbatimit (veprimit) të P_o është e vendosur në distancën $\frac{H}{3}$ nga baza (themeli) e murit mbajtës për shkak të shpërndarjes së trysnisë në formë trekëndore.

Kur uji është i pranishëm brenda mbushjes, gjë që mund të ndodhë gjatë një reshje shiu me tubacione të bllokuara (të mbyllura), ndikimi i trysnisë së ujit në pore duhet të merret parasysh.

Figura 2.6c tregon një muri mbajtës që mban mbushjen me nivelin e ujit nëntokësor që është koincident (përkon) me sipërfaqen e sipërme të mbushjes. Në këtë rast trysnia anësore që ushtron mbi mur përbëhet nga dy pjesë:***trysnia anësore efektive e dheut(në gjendje qetësie)*** **dhe** ***trysnia e ujit në pore***. Kjo është ilustruar në Figurën 2.6d, në të cilën trysnia anësore efektive e dheut dhe trysnia e ujit në pore janë paraqitur grafikisht veçmas (ndaras).Trysnia anësore efektive e dheut është $\boldsymbol{\sigma'_h}$=$K_o(\gamma_{sat}-\gamma_w) \cdot z$ .Ky ekuacion tregon që trysnia anësore efektive e dheut rritet në mënyrë lineare në varësi të thellësisë. Në sipërfaqen e sipërme $\boldsymbol{\sigma'_h}$=0 meqë z=0.Në themel të murit mbajtës ,$\boldsymbol{\sigma'_h}$=$K_o(\gamma_{sat}-\gamma_w) \cdot H$ meqenëse z=H .Trysnia e ujit në pore (u) ndryshon linearisht nga u=0 për z=0 deri në $u=\gamma_w \cdot H$ për z=H. Forca anësore në gjendje qetësie (P_o) që ushtron mbi muri është shuma e sipërfaqes të trekëndëshit të trysnisë anësore efektive të dheut dhe sipërfaqes të trekëndëshit të trysnisë së ujit në pore:

$$P_o=\frac{1}{2} \cdot \boldsymbol{K_a}(\gamma_{sat}- \gamma_w) \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot H^2$$

Pika e zbatimit të P_o gjendet në distancën $\frac{H}{3}$nga baza e murit mbajtës në saje të shpërndarjes anësore efektive të dheut edhe të trysnisë së ujit në pore.

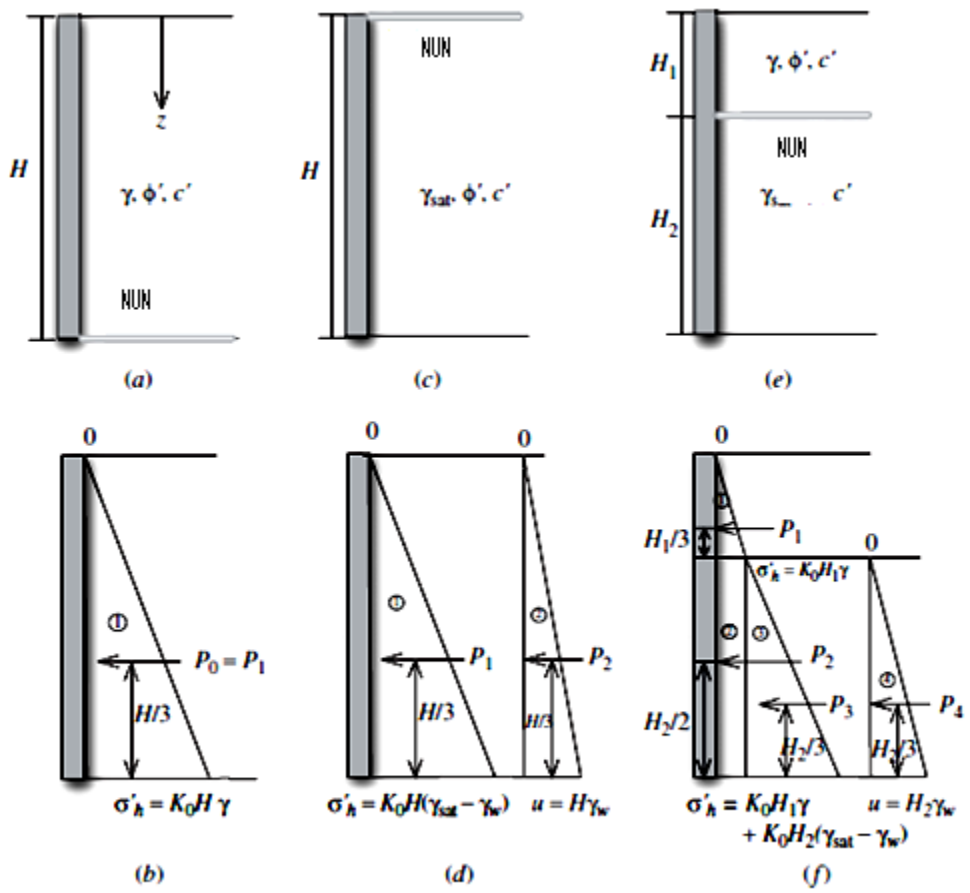


Figura 2.6 Trysnia anësore e dheut në gjendje qetësie për një mbushje pa mbingarkesë: (a,b)niveli i ujit nëntokësor i ulët; (c,d) niveli i ujit nëntokësor i lartë; (e,f) niveli i ujit nëntokësor i ndërmjetëm.

Figura 2.6(e) paraqet murin mbajtës i cili mban një mbushje me nivel të ujit nëntokësor që është në distancën H_1 poshtë sipërfaqes së sipërme të mbushjes .Në këtë rast mund të pranohet që dheu nën nivelin e ujërave nëntokësore është plotësisht i ngopur me ujë. Shpërndarja e trysnisë anësore efektive të dheut dhe trysnia e ujit në pore janë paraqitur në Figurën 2.5(f).

Për z=0:

σ'_h=0 dhe u=0

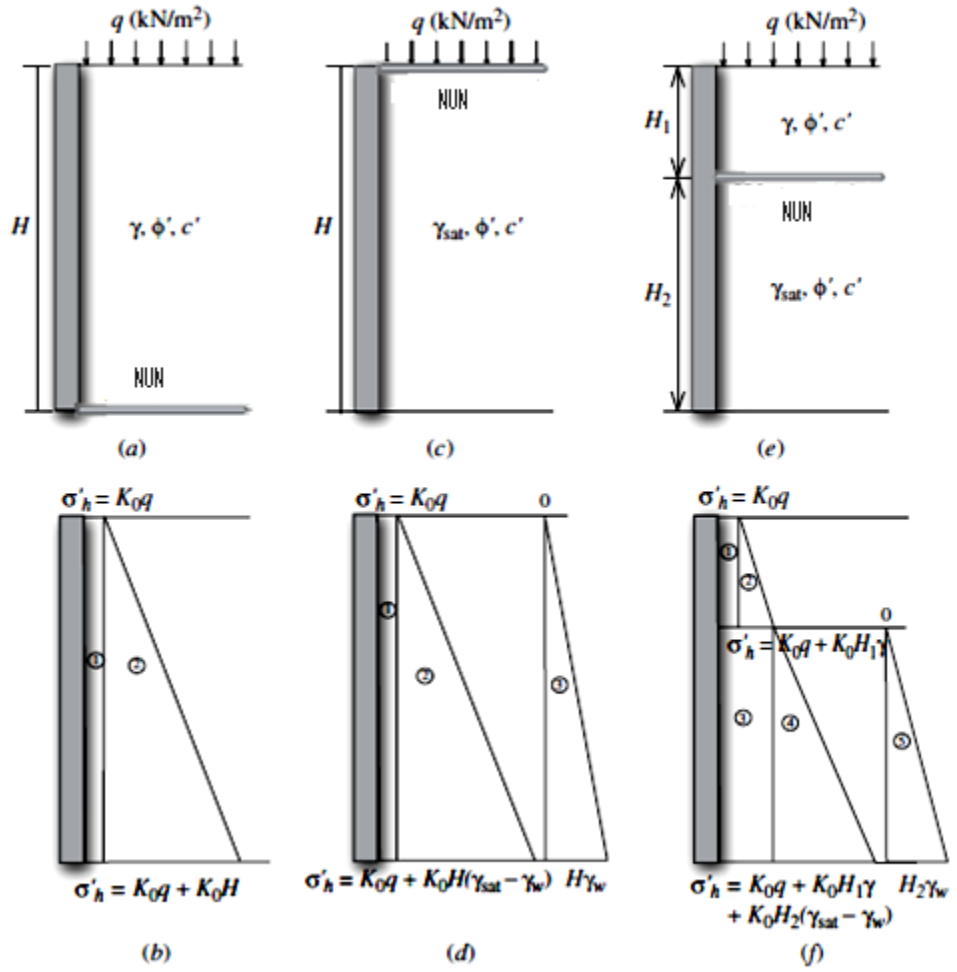
Për z=H_1

$\boldsymbol{\sigma'_h} = K_o \cdot \gamma \cdot H_1$ dhe u=0

Për $z=H_1+H_2=H$

$\boldsymbol{\sigma'_h} = K_o \cdot \gamma \cdot H_1 + (\gamma_{sat}-\gamma_w) \cdot H_2$ dhe $u = \gamma_w \cdot H_2$

Për të llogaritur forcën anësore,mund të thjeshtojmë shpërndarjen e trysnisë duke përdorur formën trekëndore dhe drejtkëndore siç tregohet në Figurën 2.6(f).Sipërfaqja e secilës formë mund të llogaritet ndaras që na japin forcën anësore që duhet aplikuar në qendrën e rëndesës të formës përkatëse .Shuma e këtyre forcave anësore është forca totale anësore që ushtron mbi mur. Pika e zbatimit të forcës së përgjithshme anësore mund të llogaritet duke marrë shumën e momenteve të gjitha forcave rreth thembrës (bazës)të murit mbajtës dhe duke e bazuar atë me momentin e forcës anësore të përgjithshme (rezultantes)rrotull thembrës. Kjo gjë do të ilustrohet me shembullin 3.1



.

Figura 2.7 Trysnia anësore e dheut në gjendje qetësie për mbushjen e mbingarkesës: (a,b) NUN i ulët; (c,d) NUN i lartë; (e,f) NUN i ndërmjetëm.

Trysnia uniforme(mbishtresa sipër murit mbajtës apo mbingarkesa)nganjëherë zbatohet në sipërfaqen e sipërme të mbushjes. Psh. është e zakonshme që të zbatohet trysnia uniforme prej 15 deri në 20 kPa për të simuluar ndikimin e ngarkesave në lëvizje(dinamike) mbi murin mbajtës. Trysnia uniforme q e zbatuar (që vepron) në sipërfaqen e sipërme shkakton rritje të trysnisë anësore të dheut në gjendje qetësie të barabartë me $K_o q$. Figura 2.7 tregon si shpjegohen ndikimet e mbingarkesës për një muri mbajtës me mbushje të thatë,mbushje të përmbytur,dhe mbushje pjesërisht të përmbytur

Shembulli 2.1. *Sikurse tregohet në Figurën 2.8(a),muri mbajtës me lartësi 4,5(4,5m i lartë)ka një mbushje ranore me karakteristikat* ***c'=0; Φ'=37⁰; γ=17*** $\frac{kN}{m^3}$ ***, dhe*** γ_{sat}***=19*** $\frac{kN}{m^3}$*.Niveli i ujërave nëntokësor është 1,5m në sipërfaqen e mbushjes. Të llogaritet forca anësore në gjendje qetësie e cila ushtron mbi profilin me gjatësi 1m të murit mbajtës .Të pranohet (mbi prerjen tërthore të gjatë 1m) të pranohet që rëra nën nivelin e ujërave nëntokësore është plotësisht e ngopur me ujë.*

Zgjidhja: Figura 2.8(b) tregon shpërndarjen e trysnisë anësore efektive të dheut dhe shpërndarja e trysnisë se ujit në pore pas murit mbajtës. Koeficienti i trysnisë anësore të dheut në gjendje qetësie llogaritet duke shfrytëzuar ekuacionin e Jaky-it,

$$K_0=1-\sin\Phi'=1-\sin 37^0=0,4 .$$

Në këtë mënyrë:

Për z=0:

$$\boldsymbol{\sigma'_h}=0 \text{ dhe } u=0$$

Për z=1,5m:

$$\boldsymbol{\sigma'_h}= K_o\cdot \gamma\cdot H_1=(0,4)\cdot(17)\cdot(1,5)=10,2\frac{kN}{m^2} \text{ dhe } u=0$$

Për z=4,5

$$\boldsymbol{\sigma'_h}= K_o\cdot \gamma\cdot H_1 +(\gamma_{sat}-\gamma_w)\cdot H_2 =(0,4)\cdot(17)\cdot(1,5)+0,4\cdot(19-9,81)\cdot(3)=21,2\frac{kN}{m^2} \text{ dhe}$$

$$u= \gamma_w\cdot H_2=(9,81)\cdot(3)=29,4\frac{kN}{m^2}$$

Diagrami i trysnisë anësore të dheut në gjendje qetësie ndahet në dy trekëndësha dhe një drejtkëndësh, sikurse tregohet në Figurën 2.8(b).Shpërndarja e trysnisë të ujit në pore është trekëndor nga karakteri (nuk nevojitet thjeshtësim i mëtejshëm).Forcat anësore P_1, P_2 ,P_3 dhe P_4 janë të barabarta me sipërfaqet përkatëse të tyre si sipërfaqet 1,2,3 dhe 4 në figurë:

$P_1=\left(\frac{1}{2}\right)\cdot\left(\mathbf{10,2}\,\frac{kN}{m^2}\right)\cdot(1{,}5m)\cdot(1m)=7{,}65kN.$

$P_2=\left(\mathbf{10,2}\,\frac{kN}{m^2}\right)\cdot(3m)\cdot(1m)=30{,}6kN.$

$P_3=\left(\frac{1}{2}\right)\cdot\left(\mathbf{11}\,\frac{kN}{m^2}\right)\cdot(3m)\cdot(1m)=16{,}5kN$

$P_4=\left(\frac{1}{2}\right)\cdot\left(\mathbf{29,4}\,\frac{kN}{m^2}\right)\cdot(3m)\cdot(1m)=44{,}1kN$

Forca anësore në gjendje qetësie është

$P_0+P_1+P_2+P_3+P_4=7.65+30{,}6+16{,}5+44{,}1=98{,}85kN$

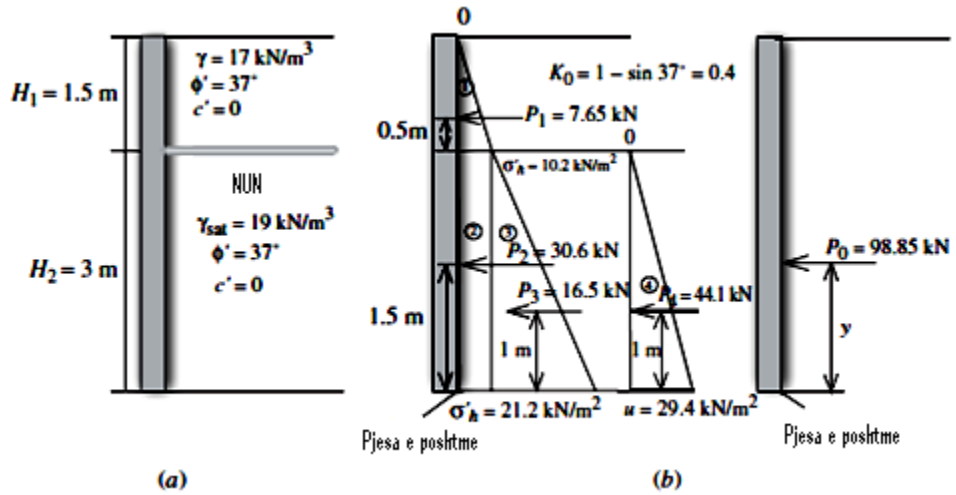


Figura 2.8 Muri mbajtës 4,5m i lartë me mbushje prej ranori.

Vendndodhja (y) e pikës së zbatimit të rezultantes P_0, e matur nga thundra(baza) e murit mbajtës, mund të llogaritet duke marrë momentin e P_0 rrotull thundrës dhe duke barazuar atë me shumën e momenteve të P_1, P_2 ,P_3 dhe P_4 rreth të njëjtës pikë:

$(98{,}85)y=(7{,}65)\cdot(3+0{,}5)+(30{,}6)\cdot(1{,}5)+(16{,}5)\cdot(1)+(44{,}1)\cdot(1)\Rightarrow y=1{,}35m.$

2.3 Trysnia e dheut në gjendje qetësie për dheun pjesërisht të ngopur me ujë

Figura 2.9(a) tregon një mu me lartësi H. Niveli i ujërave nëntokësore gjendet në thellësinë H_1 nën sipërfaqen e terenit,dhe nuk ekziston kompensimi i ujit në anën tjetër të murit. Për $z \leq H_1$,trysnia anësore e dheut në gjendje të qetë që mund të jepet si $\boldsymbol{\sigma'_h} = K_o \cdot \gamma \cdot z$.Ndryshimi i $\boldsymbol{\sigma'_h}$ në varësi të thellësisë është treguar me anë të trekëndëshit ABC në Figurën 2.9(a).Por,për $z \geq H_1$ (dmth. nën nivelin e ujërave nëntokësore),trysnia mbi mur gjendet (nxjerrët)nga komponentët e sforcimit efektiv dhe trysnisë së ujit në pore nëpërmjet ekuacionit:

Trysnia vertikale efektive=$\boldsymbol{\sigma'_0} = \gamma \cdot H \cdot H_1 + \gamma' \cdot (z - H_1)$ (2.13)

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

Kështu,trysnia anësore efektive në gjendje qetësie është:

$$\boldsymbol{\sigma'_h} = K_0 \cdot \boldsymbol{\sigma'_0} - K_0[\gamma \cdot H_1 + \gamma' \cdot (z - H_1)] \quad (2.14)$$

Ndryshimi i $\boldsymbol{\sigma'_h}$ në varësi të thellësisë është paraqitur me trapezin CEGB në Figurën 2.9(a).Përsëri,trysnia anësore nga uji në pore është:

$$u = \gamma_w \cdot (z - H_1) \quad (2.15)$$

Ndryshimi i u në varësi të thellësisë është treguar në Figurën 2.9(b).

Prej këtu,trysnia anësore totale nga dheu dhe uji në çfarëdo thellësie e $z > H_1$ është e barabartë me:

$$\sigma_h = \boldsymbol{\sigma'_h} + u = K_0[\gamma \cdot H_1 + \gamma' \cdot (z - H_1)] + \gamma_w \cdot (z - H_1) \quad (2.16)$$

Forca për njësi të gjatësisë të murit mund të nxirret nga shuma e sipërfaqeve të diagrameve të trysnisë në Figurën 2.9(a) dhe 2.9(b) dhe është e barabartë me [Figura 2.9(c)].

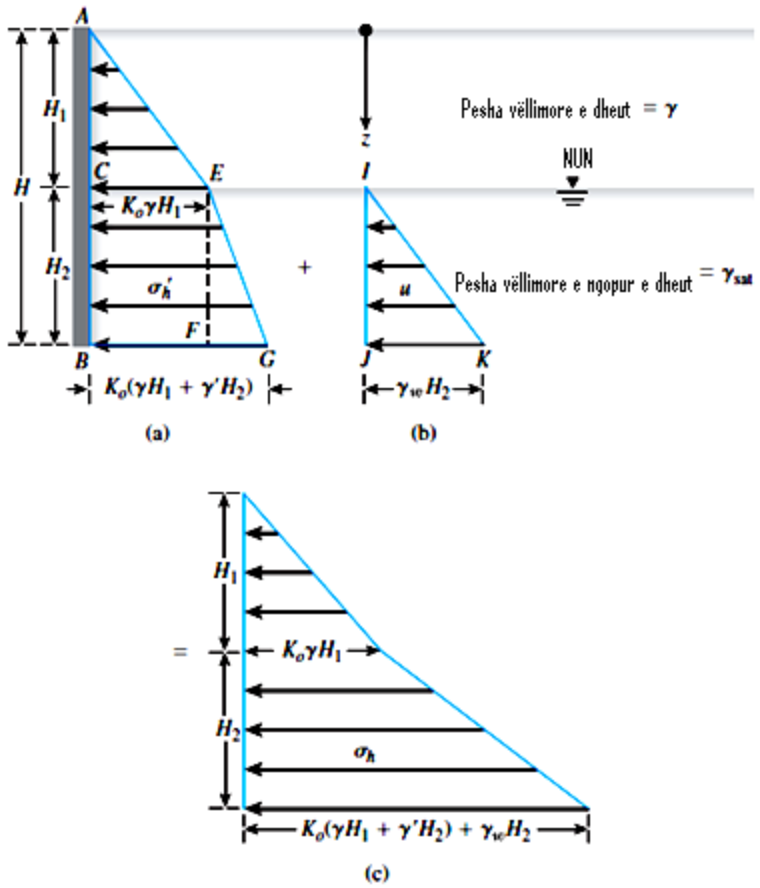


Figura 2.9 Shpërndarja e trysnisë së dheut në gjendje qetësie për dheun pjesërisht të përmbytur.

$$P_0=\frac{1}{2}\cdot K_0\cdot\gamma\cdot \boldsymbol{H_1^2}+ K_0\cdot\gamma\cdot H_1\cdot H_2+\frac{1}{2}\cdot(K_0\cdot\gamma'+ \gamma_w)\boldsymbol{H_1^2} \qquad (2.17)$$

sipërfaqja ACE Sipërfaqja CEFB Sipërfaqet EFG dhe IJK

Shembulli 2.2. *Figura 2.10(a) tregon një mur mbajtës të lartë 15ft. Muri është i kufizuar nga përkulja. Të llogaritet forca anësore P_0 për njësi të murit. Gjithashtu,të përcaktohet vendndodhja e forcës rezultante. Të pranohet që për rërën OCR=2.*

Zgjidhja:

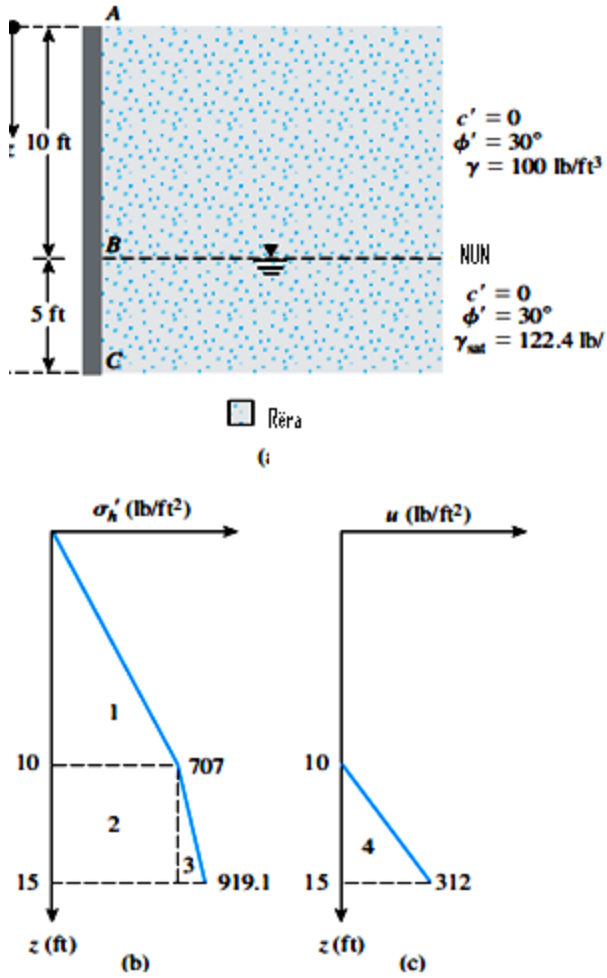


Figura 2.10

$K_0=(1-\sin\Phi')\cdot(OCR)^{\sin\Phi'}=(1-\sin 30)(2)^{\sin 30}=0{,}707$

Për z=0; $\boldsymbol{\sigma'_0}=0$; $\boldsymbol{\sigma'_h}=0$; u=0

Për z=10ft: $\boldsymbol{\sigma'_0}=(10)\cdot(100)=1000\frac{\ell b}{ft^2}$;

$\boldsymbol{\sigma'_h}=K_0\cdot\boldsymbol{\sigma'_0}=(0{,}707)\cdot(1000)=707\frac{\ell b}{ft^2}$ 0;

u=0

Për z=15ft: $\boldsymbol{\sigma'_0}=(10)\cdot(100)+(5)\cdot(122{,}4-62{,}4)=1300\frac{\ell b}{ft^2}$;

$\boldsymbol{\sigma'_h}=K_0\cdot\boldsymbol{\sigma'_0}=(0{,}707)\cdot(1300)=919{,}1\frac{\ell b}{ft^2}$;

$u=(5)\cdot(\gamma_w)=(5)\cdot(62,4)=312\frac{\ell b}{ft^2}$

Ndryshimi i σ'_h dhe **u** në varësi të thellësisë janë treguar në Figurat 2.10(b) dhe 2.10(c).

Forca anësore P_0=sipër.1+sip.2+sip.3+sip.4

apo:

$P_0=\left(\frac{1}{2}\right)\cdot(1)\cdot(707)+(5)\cdot(707)+\left(\frac{1}{2}\right)\cdot(5)\cdot(212,1)+\left(\frac{1}{2}\right)\cdot(5)\cdot(312)=3535+3535+530,3+780=8380,3\frac{\ell b}{ft^2}$

Vendndodhja e rezultantes,e matur nga themeli (fundi)i murit është:

$$\bar{z}=\frac{\Sigma_{momenti\ i\ diagramit\ t\ddot{e}\ trysnis\ddot{e}\ \ rrotull}C}{P_0}$$

Apo:

$\bar{z}=\frac{(3535)\cdot\left(5+\frac{10}{3}\right)+(3535)\cdot\left(\frac{5}{2}\right)+(530,3)\cdot\left(\frac{5}{3}\right)+(780)\cdot\left(\frac{5}{3}\right)}{8380,3}=4,83ft$

2.4 Trysnia aktive e dheut

Kur presioni horizontal i dheut,që është proporcional me presionin vertikal,arrin të zhvendos sado pak faqen AB të murit mbajtës (ta rrotulloj ose ta zhvendos paralel me veten).Në këtë rast një pjesë e masivit të dheut ,që quhet prizmi i përmbysjes, shkëputet nga pjesa tjetër dhe fillon të rrëshqas në një plan rrëshqitjeje duke ushtruar kështu një presion mbi murin mbajtës,që quhet presion(trysni)aktive. Prizmi i përmbysjes rrëshqet nga lart-poshtë dhe toka në këtë rast është në gjendje aktive sepse ajo vepron dhe zhvendos murin mbajtës. Pra,Toka është në gjendje aktive,atëherë kur faqja e pasme e murit (faqja AB) zhvendoset nga e djathta në të majtë me $\Delta\ell$.Madhësia e zhvendosjes varet nga lloji i dheut që është prapa murit mbajtës].

Trysnia aktive e dheut është trysnia e destabilizimit që shfaqet kur muri mbajtës lejohet të zhvendoset tutje (në drejtim jashtë)nga dheu që mbahet. Gjendja e trysnisë aktive e dheut do të zhvillohet vetëm në qoftë se muri tutje(nga e djathta në të majtë)me një distancë të mjaftueshme nga mbushja. Zhvendosja(lëvizja)anësore drejtuar jashtë(tutje)që kërkohet për të mobilizuar gjendjen e trysnisë aktive normale (të plotë) është përafërsisht 0,001H për rërën e shkrifët dhe

0,04H për argjilën e butë,ku H është lartësia e murit. Shpërndarja e trysnisë aktive të dheut mund të llogaritet duke shfrytëzuar *teorinë e Rankine-it ose teorinë e Coulomb-it.*

2.5 Trysnia pasive e dheut

Trysnia pasive e dheut shfaqet kur muri mbajtës detyrohet që të zhvendoset drejt dheut që mbahet. Gjendja e trysnisë pasive të dheut do të zhvillohet në qoftë se muri zhvendoset me një distancë të mjaftueshme drejt mbushjes .Zhvendosja anësore nga brenda që kërkohet për të mobilizua gjendjen e plotë të trysnisë pasive është përafërsisht 0,01H për rërën e shkrifët dhe 0,05H për argjilën e butë,ku H është lartësia e murit. Shpërndarja e trysnisë pasive të dheut mund të llogaritet duke shfrytëzuar teorinë e Rankine-it apo teorinë e Coulomb-it.

Zhvendosja e murit vertikal drejt mbushjes,me një largësi $\Delta\ell$, mund të shkaktojë një tejngjeshje të dheut të atillë që në tokë të lindin sforcime prerëse shumë më të mëdha se sa rezistenca e vetë dheut. Në këtë rast, një pjesë e masivit të dheut,që quhet prizmi i mbështetjes,shkëputet pjesa tjetër,që qëndron në ekuilibër dhe fillon e rrëshqet në një plan rrëshqitjeje. Duke rrëshqitur nga poshtë-lartë,pra drejt sipërfaqes së tokës,prizmi i mbështetjes tregon një rezistencë në faqe AB të murit që quhet trysni pasive.

KAPITULLI III

TEORITË PËR PËRCAKTIMIN E TRYSNIVE AKTIVE DHE PASIVE TË DHEUT

3.1 Teoria e Rankin-it për trysninë pasive

Trysnia e Rankinit supozon që nuk ekziston aderencë apo fërkim ndërmjet murit dhe mbushjes të dheut,muri mbajtës është vertikal, kurse dheu mbushës ka sipërfaqe horizontale.Teoria e trysnisë pasive të dheut e Rankin-it supozon që çdo element dheu brenda pykës që rrëshqet (Figura 3.0 (a)) është në prag të shkatërrimit,siç pasqyrohet (si paraqitet me rrethin e Mohr-it) nga rrethi i Mohr-it i treguar në Figurën 3.0(b).Ky rreth i Mohr-it përfaqëson gjendjet e sforcuara(gjendjet e sforcimit në një element të dheut i cili gjendet në thellësinë z nën sipërfaqen e sipërme të mbushjes. Për referencë, rrethi i Mohr-it për gjendjen e qetësisë është treguar gjithashtu në figurë. Gjendja e sforcuar në qetësi ndodhë (haset)kur muri është stacionar. Kur muri fillon të zhvendoset drejt mbushjes,sforcimi anësor , $\boldsymbol{\sigma'_h}$, rritet sforcimi vertikal , $\boldsymbol{\sigma'_v}$,mbetet tërësisht konstant. Gjendja limite ndodhë kur kriteri i shkatërrimit të Mohr-Coulomb bëhet tangjent me rrethin e Mohr-it;në këtë gjendje sforcimi anësor arrin vlerën maksimale të mundshme të tij,që quhet sforcim anësor pasiv $\boldsymbol{\sigma'_p}$.Rrethi i Mohrit parashikon dy grupe të planeve të shkatërrimit me kënd rënie ndaj horizontales θ=±$\left(\mathbf{45^0} + \frac{\emptyset'}{\mathbf{2}}\right)$, sikurse tregohet në Figurën 3.0 (a) dhe (b).

Sipas gjendjes limite të shkatërrimit që prezantohet nga rrethi i Mohr-it të treguar në Figurën 3.0(b),mund të provohet që:

$$\boldsymbol{\sigma'_p} = \boldsymbol{\sigma'_v} \tan^2\left(\mathbf{45^0} + \frac{\emptyset'}{\mathbf{2}}\right) + 2c \tan\left(\mathbf{45^0} + \frac{\emptyset'}{\mathbf{2}}\right) \qquad (3.1)$$

apo:

$$\boldsymbol{\sigma'_p} = K_p \cdot \boldsymbol{\sigma'_v} + 2c' \sqrt{\boldsymbol{K_p}} \qquad (3.2)$$

Ku:

K_p- *është koeficienti i trysnisë pasive të dheut*,që jepet formula:

$$K_p = \tan^2\left(\mathbf{45^0} + \frac{\emptyset'}{\mathbf{2}}\right) \qquad (3.3)$$

Për rastin e mbushjes së lagësht të dheut(mbushjes me dhe të njomë)me nivel të ujit nëntokësor të thellë (në thellësi (Figura 3.1(a)),sforcimi vertikal efektiv mund të llogaritet si $\boldsymbol{\sigma'_v}=\gamma \cdot z$, ku γ ,është pesha vëllimore e lagësht e dheut mbushës .Duke zëvendësuar këtë ekuacion në (3.2)merret:

$$\sigma'_p = K_p \cdot \gamma \cdot z + 2c'\sqrt{K_p} \qquad (3.4)$$

Figura 3.1(b) tregon shpërndarjen e trysnisë pasive të dheut që ushtron mbi murin mbajtës. Trysnia ndahet në dy pjesë: $K_p \cdot \gamma \cdot z$ dhe $2c'\sqrt{K_p}$ [në përputhje me Ekuacionin (3.10)]. Trysnia totale e dheut është shuma e këtyre të dyve.

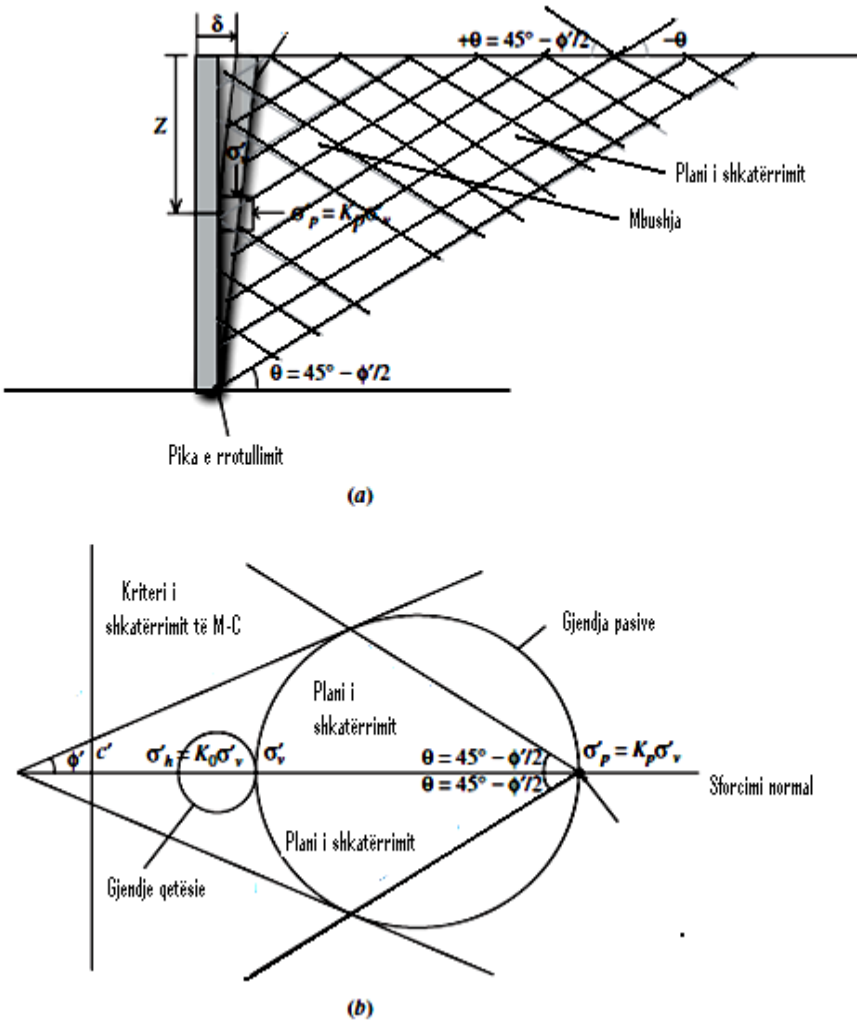


Figura 3.0 Trysnia anësore pasive e dheut e Rankinit.

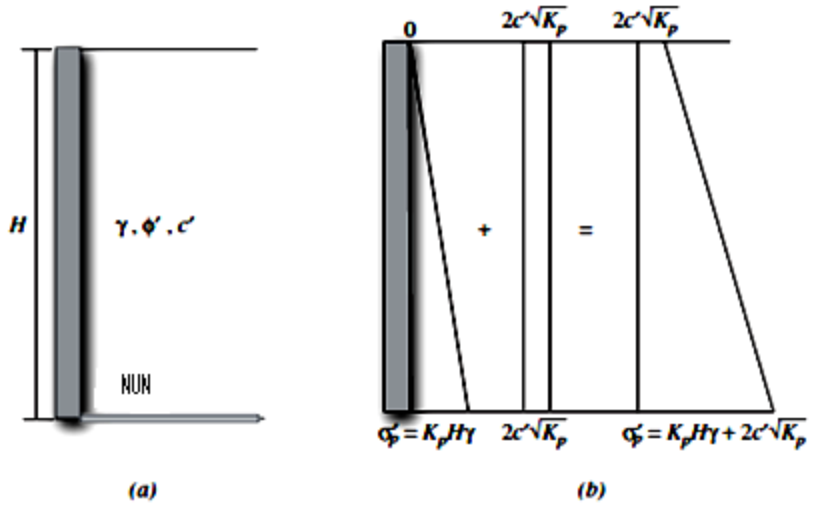


Figura 3.1 Trysnia anësore pasive e dheut e Rankinit për një mbushje kohezive pa mbingarkesë.

Figura 3.2 (a) tregon një mur mbajtës që mbështet një mbushje me nivel të ujit nëntokësor që gjendet në distancën H_1 në sipërfaqen e sipërme të mbushjes. Një trysni e njëtrajtshme q zbatohet në sipërfaqen e sipërme të mbushjes. Muri detyrohet të zhvendoset drejt dheut,kështu duke mobilizuar trysnin pasive të dheut Supozojmë që dheu nën nivelin e ujërave nëntokësore është i ngopur plotësisht me uji. Shpërndarja e trysnisë anësore efektive e dheut dhe trysnia e ujit në pore janë treguar në Figurën 3.2(b).

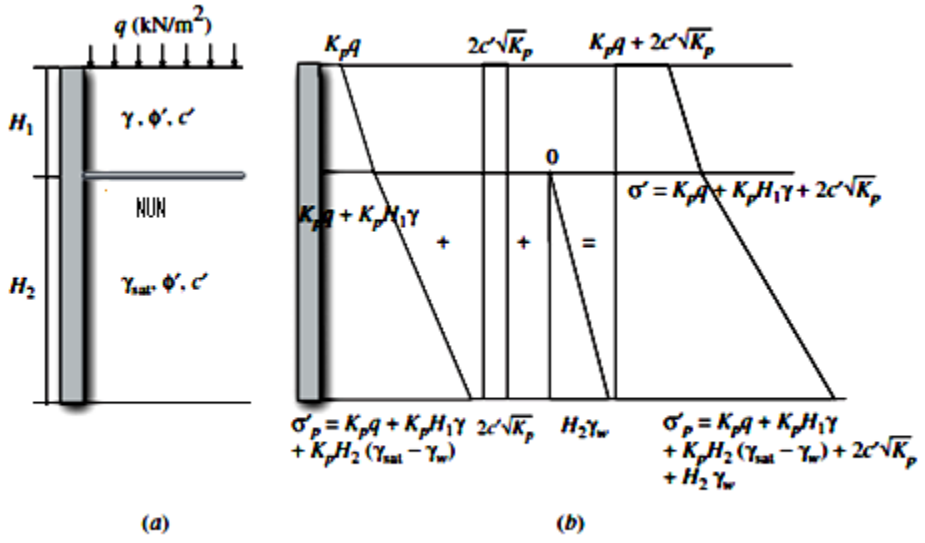


Figura 3.2 Trysnia anësore pasive e dheut e Rankinit për mbushjen kohezive me mbingarkesë.

Në z=0

$$\boldsymbol{\sigma'_p}=K_p\cdot q+2c'\sqrt{\boldsymbol{K_p}} \quad \text{dhe } u=0$$

Në $z=H_1$

$$\boldsymbol{\sigma'_p}=K_p\cdot q+K_p\cdot\gamma\cdot H_1+2c'\sqrt{\boldsymbol{K_p}} \quad \text{dhe } u=0$$

Në $z=H_1+H_2=H$

$$\boldsymbol{\sigma'_p}=K_p\cdot q+K_p\cdot\gamma\cdot H_1+K_p(\gamma_{sat}-\gamma_w)\cdot H_2+2c'\sqrt{\boldsymbol{K_p}} \quad \text{dhe } u=\gamma_w\cdot H_2$$

Për të llogaritur forcën anësore mundemi me e thjeshtësua shpërndarjen e trysnisë duke shfrytëzuar forma trekëndore dhe drejtkëndore sikurse është bërë në Shembullin 2.1 Sipërfaqja e çdo forme mund të llogaritet veçmas për të na nxjerrë forcën anësore që duhet zbatuar në qendrën e rëndesës të formës përkatëse. Shuma e këtyre forcave anësore është forca anësore totale që ushtron mbi mur. Pika e zbatimit të forcës anësore totale mund të llogaritet duke marrë shuma momenteve të gjitha forcave rrotull thembrës(themeli) të murit mbajtës dhe duke barazuar atë me momentin e forcës anësore totale rrotull thembrës.

3.2 Teoria e Coulomb-it për trysni pasive

Teoria e Coulomb-it për trysnin pasive të dheut supozon që pyka e dheut (prizmi i mbështetjes) me një plan të shkatërrimit që formon këndin kritik me horizontalen është në gjendje të shkatërrimit fillestar sikurse tregohet në Figurën 3.3. Pyka kritike është gati që të rrëshqas mbi planin e shkatërrimit,duke krijuar (gjeneruar)një trysni pasive të dheut pas murit mbajtës. Pyka mund të trajtohet si një grimcë e cila u nënshtrohet tre forcave komplanare, W,P dhe R, ku W është pesha vertikale e pykës,e cila mund të përcaktohet me lehtësi duke shumëzuar sipërfaqen e pykës me peshën vëllimore të mbushjes; P është rezultantja e veprimit të murit kundrejt dheut; dhe R është veprimi i dheut kundrejt pykës të rrëshqitjes (prizmit të mbështetjes). Forca P formon këndin δ me normalen në faqen e prapme të murit(faqja në kontakt me mbushjen). Këndi δ është këndi i fërkimit i ndërfaqës mur-tokë, i cili mund të përcaktohet nga provat laboratorike apo mund të përvetësohet si funksion i Φ' ;zakonisht,mund të pranohet që $\delta \approx \frac{2}{3}$ Φ'.Forca R formon këndin Φ' me planin e shkatërrimit. Këndi i fërkimit të brendshëm Φ' supozohet që mobilizohet në ndërfaqen ndërmjet prizmit të rrëshqitjes dhe dheut të nënvendosur(nënshtrirë).

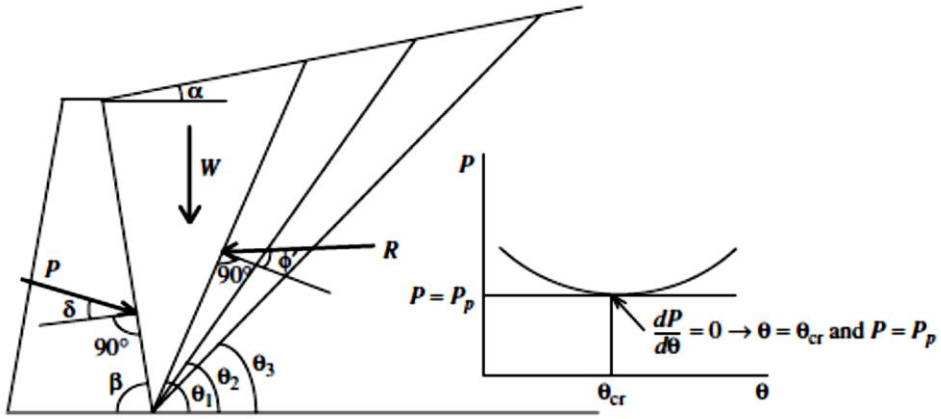


Figura 3.3 Trysnia anësore pasive e dheut e Coulomb.

Mund të vihet re që teoria e Coulomb shpjegon tre faktorë të cilët janë marrë parasysh në teorinë origjinale të Rankinit:fërkimin e ndërfaqës **muri-tokë** që është shënuar me këndin e fërkimit në Figurën 3.3 ; pjerrësinë e tokës se mbushjes sipas këndit α ,dhe pjerrësia (pozicioni) e faqes së pasme të murit mbajtës me këndin β. Sikurse tregohet në Figurën 3.3 teoria e Coulombit studion një prizëm provë me planin e shkatërrimit që formon këndin me horizontalen. Në çastin e shkatërrimit,mund të shkruhen dy ekuacione të ekuilibrit(sipas akseve x dhe y) duke supozuar gjendje të ,, zhvendosjes së pashmangshme. Këto dy ekuacione lidhin tre te panjohura ,P,R dhe θ ; pra ekziston nevoja për tre ekuacione që i përmbajnë njërën (ose të gjitha)nga këto variabla. Vemi re që P,W dhe R janë funksione të këndit 0 .teoria e Coulomb-it kërkon këndin $\theta = \theta_{cr}$ i cili jep trysninë minimale të dheut $P=P_p$. Në këtë mënyrë :

$$\frac{dP}{d\theta}=0$$

Zgjidhja e ekuacionit të fundit do të jep këndin θ_{cr} ,dhe për rrjedhojë,trysnia korresponduese minimale e dheut P_p mund të llogaritet:

Koeficienti i trysnisë pasive të Coulombit për rastin e përgjithshëm të treguar në Figurën 3.3 varet nga këndi i rënies i faqes së pasme të murit,fërkimi tokë-mur, dhe këndi i pjerrësisë se mbushjes:

$$K_a=\frac{sin^2\cdot(\beta-\emptyset')}{sin^2\beta\sin(\beta+\delta)\left[1-\sqrt{\frac{\sin(\emptyset'+\delta)\cdot\sin(\emptyset'+\alpha)}{\sin(\beta+\delta)\cdot\sin(\alpha+\beta)}}\right]} \qquad (3.6)$$

3.3 Teoria e Rankinit për trysni aktive

Teoria e Rankinit për trysninë aktive të dheut (Rankine,1857)supozon që dheu prapa një muri mbajtës është në gjendje të shkatërrimit fillestar. Çdo element brenda pykës që rrëshqet(prizmit të përmbysjes, i treguar në Figurën 3.4(a),është në prag të shkatërrimit siç është pasqyruar (përshkruar)me anë të rrethit të Mohr-it,i cili është tangjent me kriterin e shkatërrimit të Mohr-Coulomb siç nxjerrët në dukje në Figurën 3.4 (b).Ky rreth i Mohr-it përfaqëson gjendjet e sforcuara në një element dheu që gjendet në thellësinë nën sipërfaqen e sipërme të mbushjes. Për referim(lidhje) rrethi i Mohr-it për gjendjen e qetësisë gjithashtu është treguar në këtë figurë. Gjendja e sforcuar në qetësi shfaqet kur muri është i palëvizshëm(stacionar).Gjendja limite (cakësore)ndodh kur kriteri i shkatërrimit të Mohr-Coulomb bëhet tangjent me rrethin e Mohr-it,në të cilën gjendja e sforcimit anësor e arrin vlerën minimale të mundshme të tij ,që quhet sforcim anësor aktiv $\boldsymbol{\sigma'_a}$.

Rrethi i Mohrit i treguar në Figurën 3.4(b) parashikon dy grupe të planeve të shkatërrimit me rënie (këndrënie) θ=$\pm\left(\mathbf{45^0} + \frac{\emptyset'}{2}\right)$ .Këto dy familje të planeve të shkatërrimit gjithashtu janë treguar në Figurën 3.4 (a) dhe (c).Me analizë të thjeshtë,teoria e Rankin-it supozon që nuk ekziston adherencë (ngjitje)apo fërkim ndërmjet murit dhe dheut të mbushjes,muri mbajtës është vertikal,kurse dheu mbushës ka sipërfaqe horizontale. Sipas gjendjes së shkatërrimit limit(cakësor)që përfaqësohet me rrethin e Moh-rit të treguar në Figurën 3.5,mund të shkruhet:

$$\sin\Phi' = \frac{OB}{OA} = \frac{\frac{(\sigma'_v - \sigma'_a)}{2}}{c \cdot cot\emptyset' + \frac{(\sigma'_v - \sigma'_a)}{2}} \qquad (3.7)$$

Pas disa manipulimesh me barazimin (3.6),mund të provohet që:

$$\boldsymbol{\sigma'_a} = \boldsymbol{\sigma'_v} \cdot \tan^2\left(\mathbf{45^0} + \frac{\emptyset'}{2}\right) - 2c'\tan\left(\mathbf{45^0} + \frac{\emptyset'}{2}\right) \qquad (3.8)$$

Apo:

$$\boldsymbol{\sigma'_a} = K_a \cdot \boldsymbol{\sigma'_v} - 2c'\sqrt{K_a} \qquad (3.9)$$

ku K_a -është koeficienti i trysnisë aktive të dheut, i dhënë nga shprehja:

$$K_a = \tan^2\left(\mathbf{45^0} + \frac{\emptyset'}{2}\right) \qquad (3.10)$$

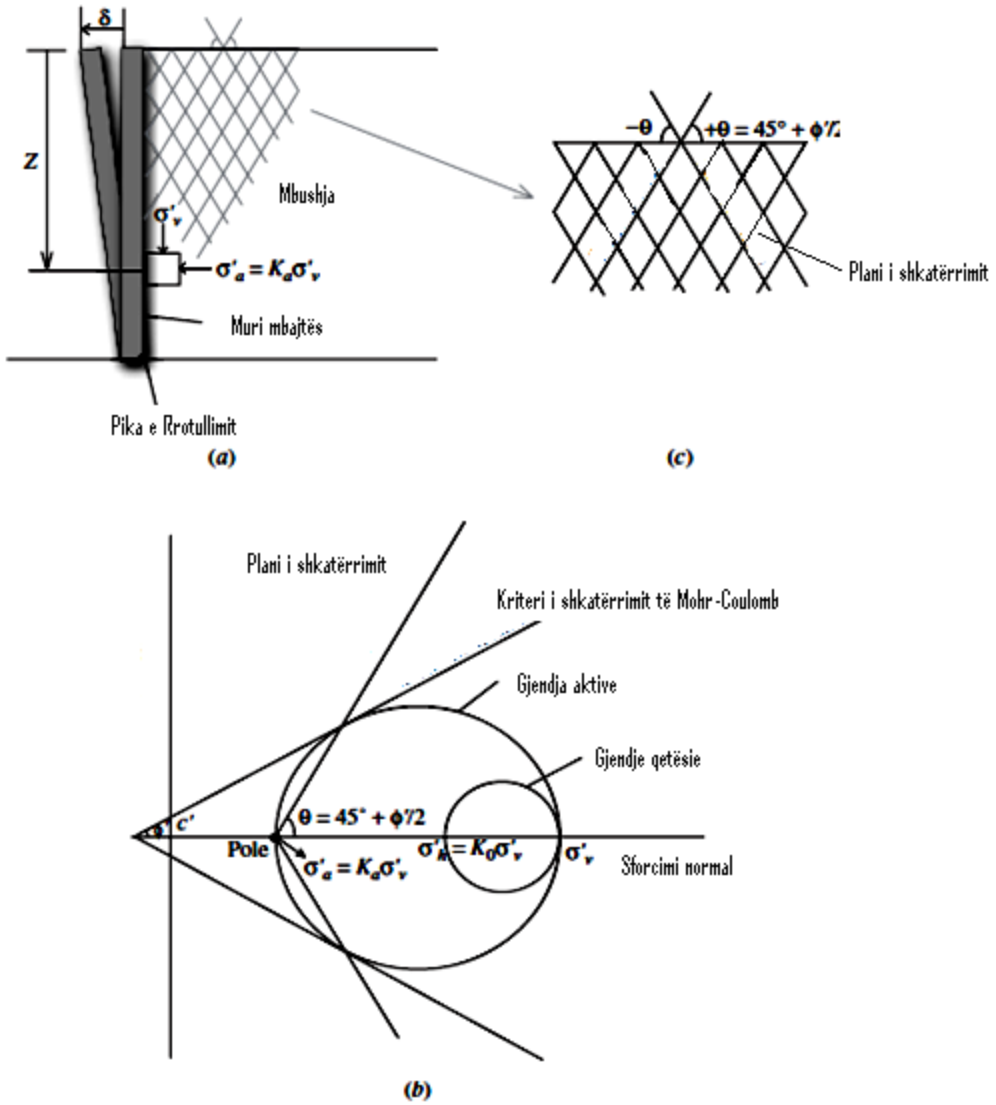


Figura 3.4 Trysnia anësore aktive e dheut e Rankin.

Për rastin e mbushjes me dhe të lagësht (të njomë)me nivelin e ujërave nëntokësore (Figura 3.6(a)),sforcimi vertikal efektiv mund të llogaritet si $\sigma'_v = \gamma \cdot z$, dhe γ është pesha vëllimore e njomë e dheut të mbushjes.Duke zëvendësuar këtë ekuacion në Ekuacionin (3.9)jep(merret):

$$\sigma'_a = K_a \cdot \gamma \cdot z - 2c'\sqrt{K_a} \qquad (3.11)$$

Figura 3.6 (b) tregon shpërndarjen e trysnisë aktive të dheut që ushtron mbi murin mbajtës. Trysnia ndahet në dy pjesë:pjesa pozitive , $K_a \cdot \gamma \cdot z$ dhe pjesa negative, $-2c'\sqrt{K_a}$ [në pajtim me

ekuacionin (3.11)].Trysnia totale (e përgjithshme)e dheut është shuma e të dyve. Duhet vënë re që ekziston një zonë e tendosur (e sforcuar) në mbushje të dheut pran pjesës së sipërme(koka)të murit mbajtës,sikurse tregohet nga shpërndarja e trysnisë aktive të dheut të treguar në Figurën 3.6 (b).Kjo shkakton një çarje në tërheqje që zakonisht vërehet në pjesën e sipërme të mbushjes kohezive drejtpërdrejt prapa murit mbajtës. Thellësia e çarjes tërheqëse Z_c, mund të llogaritet duke vendosur $\boldsymbol{\sigma'_a}$ barazi me zero në Ekuacioni(3.11)

$$Z_c=\frac{2c'}{\gamma\sqrt{K_a}} \qquad (3.12)$$

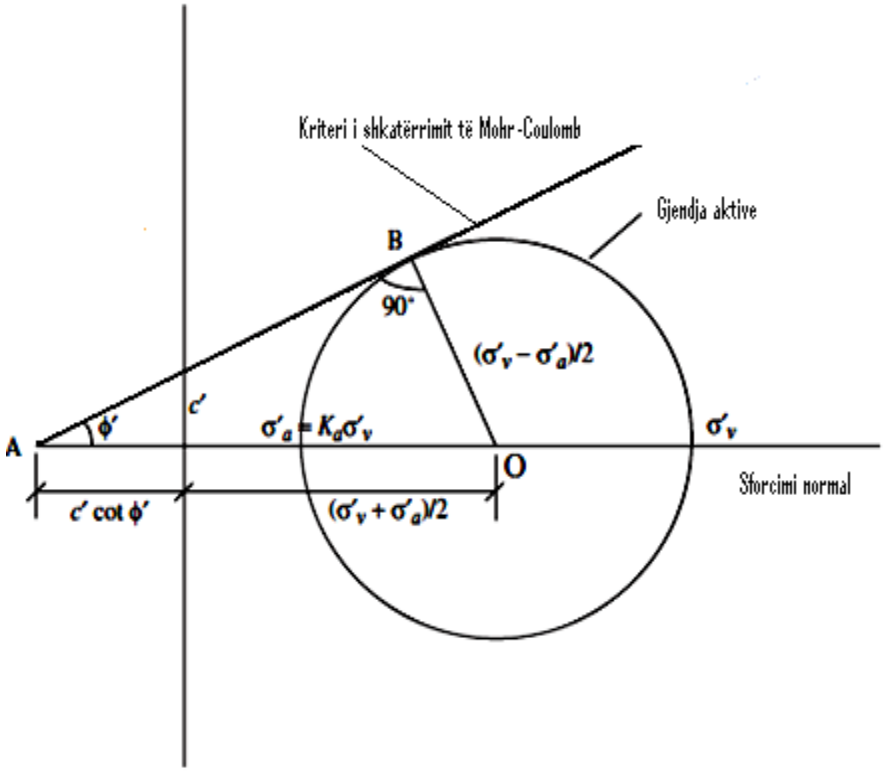


Figura 3.5.

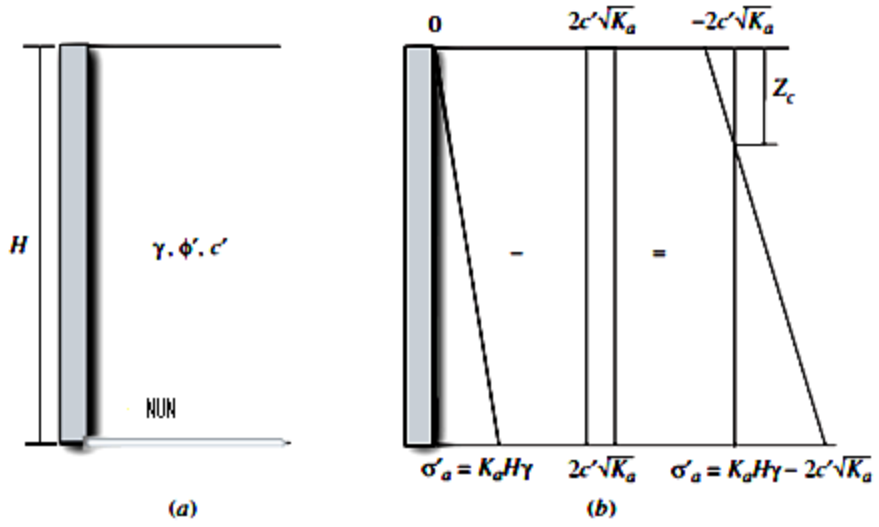


Figura 3.6 Trysnia anësore aktive e dheut e Rankinit për mbushje kohezive pa mbingarkesë.

Figura 3.7(a) tregon një muri mbajtës që mban një mbushje me nivel të ujërave nëntokësor e gjendet në distancën H_1 nën sipërfaqen e sipërme të mbushjes. Trysnia uniforme e q zbatohet në sipërfaqen e sipërme të mbushjes. Muri lejohet të zhvendoset tutje nga dheu,kështu duke mobilizuar trysninë aktive të dheut. Le të pranojmë që dheu nën nivelin e ujërave nëntokësor është ngopur plotësisht. Shpërndarja e trysnisë anësore efektive e dheut dhe trysnia e ujit në pore janë treguar në Figurën 3.7(b).

Për z=0:

$$\sigma'_a = K_a \cdot q - 2c'\sqrt{K_a} \qquad \text{dhe } u=0$$

Për $z=H_1$:

$$\sigma'_a = K_a \cdot q + K_a \cdot H_1 \cdot \gamma - 2c'\sqrt{K_a} \qquad \text{dhe } u=0$$

Për $z=H_1+H_2=H$:

$$\sigma'_H = K_a \cdot q + K_a \cdot \gamma \cdot H_1 + K_a(\gamma_{sat} - \gamma_w) \cdot H_2 - 2c'\sqrt{K_a} \qquad \text{dhe } u = \gamma_w \cdot H_2$$

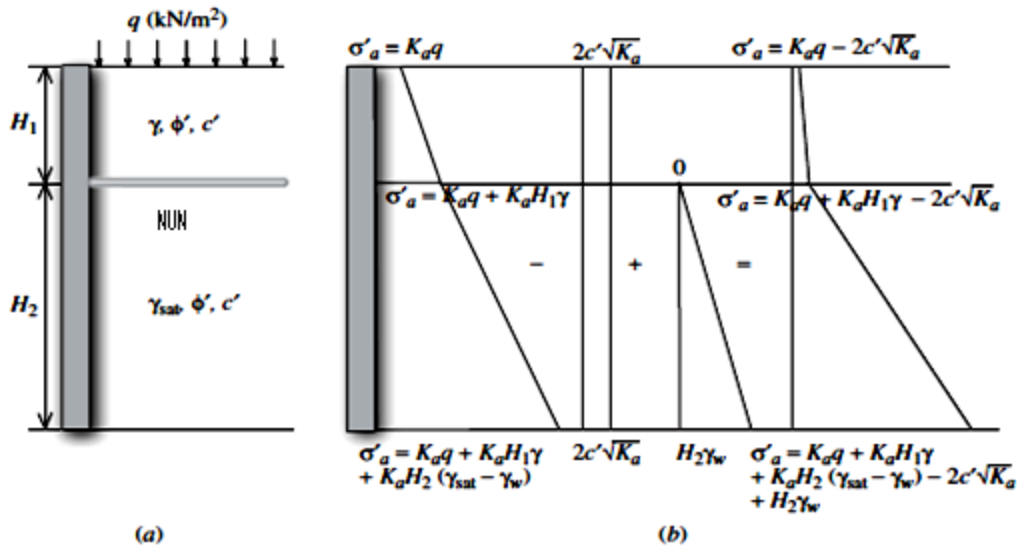


Figura 3.7 Trysnia anësore aktive e dheut e Rankinit për një mbushje kohezive me mbingarkesë.

Për të llogaritur forcën anësore,mund të thjeshtojmë shpërndarjen e trysnisë duke shfrytëzuar format trekëndore dhe drejtkëndore siç është bërë në Shembullin 2.1. Sipërfaqja e çdo forme mund të llogaritet në mënyrë të ndarë(veçmas) që të na jap forcën anësore që duhet të ushtron(vepron) në qendrën e rëndesës të formës përkatëse. Shuma e këtyre forcave anësore është forca anësore totale që ushtron mbi mur. Pika e zbatimit të forcës anësore totale mund të llogaritet duke marrë shumën e momenteve të gjitha forcave rreth thundrës (bazës,themelit)të murit mbajtës dhe duke barazuar atë me momentin e forcës anësore totale (rezultante)rreth thundrës(themelit).

3.4 Teoria e Coulomb-it për trysni aktive

Teoria e Coulomb-it për trysninë aktive të dheut (Coulomb,1776) supozon që pyka e dheut(prizmi i përmbysjes)me planin e shkatërrimit që formon këndin kritik θ_{cr} me horizontalen është në gjendjen e shkatërrimit fillestar,sikurse tregohet në Figurën 3.8. Pyka e paprekur është afër për të rrëshqitur teposhtë planit të shkatërrimit,kështu duke gjeneruar trysninë aktive të dheut pas murit mbajtës(përkundrejt murit mbajtës).Sipas statistikës,pyka mund të trajtohet si një grimcë që i nënshtrohet tre forcave komplanare ,W, P, dhe R,ku W është *pesha vertikale e pykës*,e cila lehtësisht mund të përcaktohet duke shumëzuar sipërfaqen e pykës me peshën vëllimore të dheut të mbushjes,P është *rezultantja e kundërveprimit të murit ndaj dheut*, dhe R është *veprimi i dheut kundrejt pykës që rrëshqet.* Forca P formon një kënd δ me normalen në faqen e prapme të murit(faqen e kontaktit me mbushjen).Këndi δ është këndi i fërkimit të

ndërfaqës mur-dhe (sipërfaqe ndarëse mur-dhe (tokë-mur),i cili mund të përcaktohet nga provat laboratorike apo mund të përvetësohet si fërkim ne f-on të Φ' gradë;zakonisht,mund të pranohet që $\delta \approx \frac{2}{3}\Phi'$.

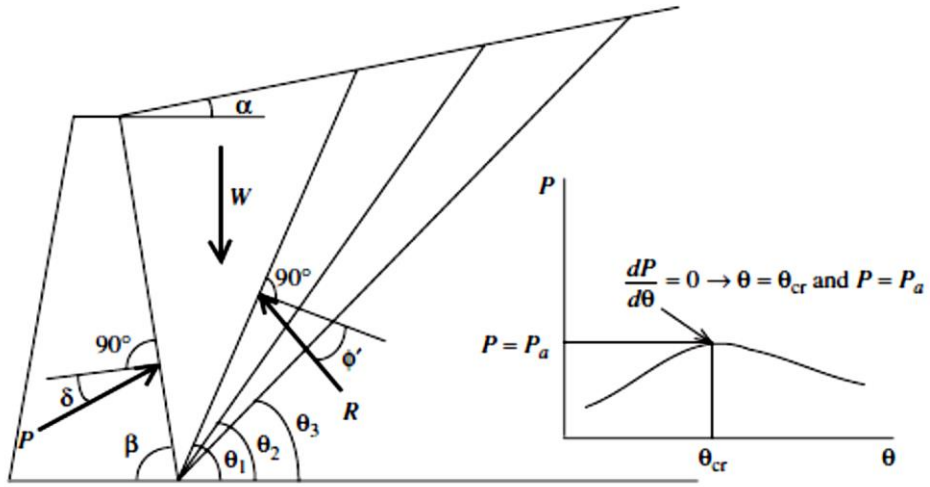


Figura 3.8 Trysnia anësore aktive e Coulomb-it.

Forca R formon këndin Φ' me normalen mbi planin e shkatërrimit. Këndi i fërkimit të brendshëm Φ' pranohet që të jetë i mobilizuar në ndërfaqen (sipërfaqen ndërvepruese)ndërmjet pykës të rrëshqitjes dhe dheut mbështetës nën (dheu që ndodhet nën të).

Mund të vihet re që në teorinë e Coulomb-it dheu mbushës supozohet që do të jetë shkatërruar vetëm gjatë planit të shkatërrimit,kurse në teorinë e Rankin-it çdo element brenda dheut mbushës është në prag(buzë)të shkatërrimit,sikurse është diskutuar më parë. Gjithashtu,teoria e Coulomb-it sqaron tre faktorë të cilët nuk janë marrë parasysh në teorinë origjinale të Rankin-it:fërkimi i ndërfaqës mur-tokë që tregohet me anë të këndit të fërkimit δ në Figurën 3.8 ,rrëshqitja e dheut të mbushjes me një kënd α ,dhe pjerrësia e faqes së prapme(faqja e pasme e pjerrët) e murit mbajtës me një kënd β .

Sikurse tregohet në Figurën 3.8 teoria e Coulomb-it merr parasysh një pykë provë(shqyrton një prizëm provë)me një plan të shkatërrimit që formon një kënd θ me horizontalen. Në çastin e shkatërrimit,dy ekuacione të ekuilibrit.

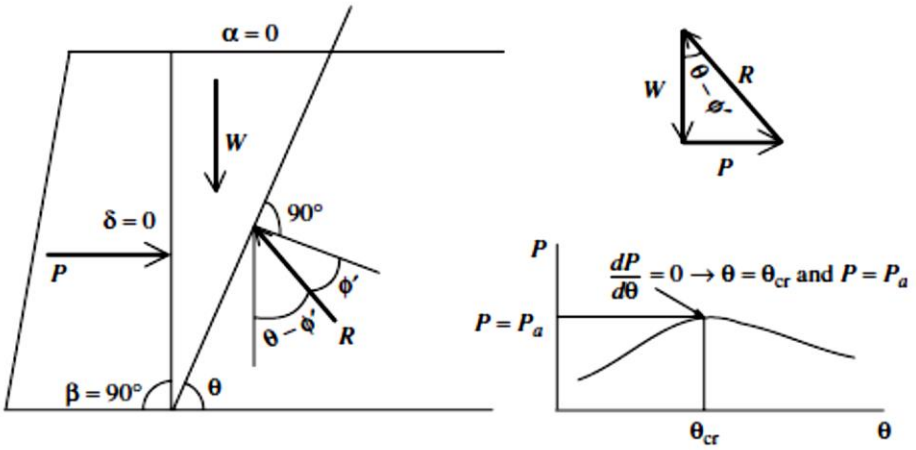


Figura 3.9 Trysnia anësore e dheut e Coulomb-it për një mur vertikal fërkimor dhe një mbushje horizontale.

Në çastin e shkatërrimit,mund të shkruhen dy ekuacione të ekuilibrit(sipas aksit x dhe y)duke supozuar (pranuar)një gjendje të „zhvendosjes së afërt" ,dmth. Pyka(prizma)është pranë (gati) për rrëshqitur teposhtë planit të shkatërrimit. Këto dy ekuacione përfshijnë tre të panjohura:P,R dhe θ : ndaj na nevojitet tre ekuacione që implikojnë (ndërlidhin)disa (ose të gjithë) nga tre variablat për të zgjidhur ata sipas tre të panjohurave. Vemi në dukje që P,W dhe R do të ndryshojnë në qoftë se përdoret këndi i ndryshëm θ .Teoria e Coulomb-it kërkon këndin $\theta = \theta_{cr}$, i cili jep trysninën maksimale të dheut $P=P_a$ .Kështu:

$$\frac{dP}{d\theta} = 0 \qquad (3.13)$$

Zgjidhja e Ekuacionit (3.13)do të jep këndin θ_{cr} , dhe më pas,mund të llogaritet trysnia korresponduese maksimale e dheut P_a .

Të shqyrtojmë rastin e thjeshtë të treguar në Figurën 3.9 në të cilën muri mbajtës e ka faqen e pasme vertikale ($\beta=90^0$) me sipërfaqen me fërkim ($\delta=0$) dhe tokë mbushëse horizontale(me sipërfaqe horizontale të terrenit) dhe sipërfaqe horizontale të tokës të mbushjes ($\alpha=0$).vemi në dukje që këto janë supozime që përdoren në teorinë e Rankin-it,dhe zgjidhja e mëposhtme (që pason)e Coulomb-it mund të krahasohet drejtpërdrejtë me zgjidhjen e Rankin-it të përshkruar në paragrafin paraprak .Lartësia e murit është H dhe këndi i fërkimit të brendshëm i dheut të mbushjes kokrrizore është Φ' (c'=0). Shqyrtojmë një pykë me një kënd θ sikurse tregohet në Figurën 3.9 Trekëndëshi i mbyllur i forcave i treguar në të njëjtën figurë tregon ekuilibrin e pykës e cila është në bazë të shkatërrimit (rrëshqitjes).Pesha e pykës se dheut është funksion i këndit θ si në vazhdim:

$$W=\frac{\gamma \cdot H^2}{2 \cdot \tan\theta} \qquad (3.14)$$

Për ekuilibrin horizontal dhe vertikal,respektivisht,duhet kënaqur ekuacionet që pasojnë:

$$P=R\cdot\sin(\theta-\theta') \tag{3.15}$$

$$W=R\cdot\cos(\theta-\theta') \tag{3.16}$$

Zëvendësojmë (3.14) në (3.16) dhe kemi:

$$\frac{\gamma\cdot H^2}{2\cdot tan\theta} = R\cdot\cos(\theta-\theta') \tag{3.17}$$

Duke pjesëtuar (3.13) me (3.14),gjejmë :

$$P=\frac{\gamma\cdot H^2}{2\cdot tan\theta}\cdot\tan(\theta-\theta') \tag{3.18}$$

Duke kombinuar (3.13) dhe (3.14) merret:

$$\frac{dP}{d\theta}=0\Rightarrow \theta=\theta_{cr}=\mathbf{45^0}+\frac{\emptyset'}{2} \tag{3.19}$$

Zëvendësimi i (3.19) në (3.18) jep:

$$P_a=\frac{\gamma\cdot H^2}{2}\tan^2\mathbf{45^0}+\frac{\emptyset'}{2} \quad (3.20)$$

Por për mbushjen kokrrizore,forca aktive P_a jepet nga formula:

$$P_a=K_a\cdot\frac{\gamma\cdot H^2}{2} \qquad (3.21)$$

Zëvendësimi i (3.21) në (3.20),gjejmë:

$$K_a=\tan^2\left(\mathbf{45^0}+\frac{\emptyset'}{2}\right) \tag{3.22}$$

Ekuacioni (3.22) është identik me ekuacionin (3.20) i cili është nxjerrë sipas teorisë së Rankinit. Koeficienti i trysnisë aktive të dheut i Coulomb-it për rastin e përgjithshëm të treguar në Figurën 3.8 është shprehje më e komplikuar e cila varet nga këndi i faqes se pasme të murit,fërkimi tokë-muri,dhe këndi i pjerrësisë të mbushjes:

$$K_a=\frac{sin^2\cdot(\beta+\emptyset')}{sin^2\beta\sin(\beta-\delta)\left[1+\sqrt{\frac{\sin(\emptyset'+\delta)\cdot\sin(\emptyset'-\alpha)}{\sin(\beta-\delta)\cdot\sin(\alpha+\beta)}}\right]} \tag{3.23}$$

3.5 Llogaritja e Mureve Mbajtës

Projektuesi i murit mbajtës domosdo duhet të identifikojë paraprakisht vetitë fundamentale të dheut(materialit)mbushës dhe të dheut (tokës)nën bazën e murit mbajtës (tokën e themelit (bazamentin)). Këto veti të dheut përfshijnë ***peshën vëllimore*** dhe ***parametrat e qëndresës nëprerje c' dhe* Φ'** .Zakonisht,lartësia H e murit mbajtës është e specifikuar dhe projektuesi mund dozohet muri bazuar në *H* .Figura 3.10 tregon përmasat e afërta për një mur konsolë. Muri mbajtës duhet që të kënaqë tri kritere të qëndrueshmërisë së jashtme:***në rrëshqitje***(Figura 3.11(a)),***në përmbysje***(Figura 3.11(a)), dhe ***në aftësi mbajtëse (ulje e tepërt)***(Figura 3.11(c) dhe (d)).Në qoftë se cilido nga këto kritere nuk plotësohet me një margjinë të sigurisë,muri mbajtës duhet që të dozohet. Kjo është një procedurë iterative e cila kërkon një praktikë. Përveç qëndrueshmërisë së jashtme,duhet të plotësohet edhe qëndrueshmëria e brendshme.

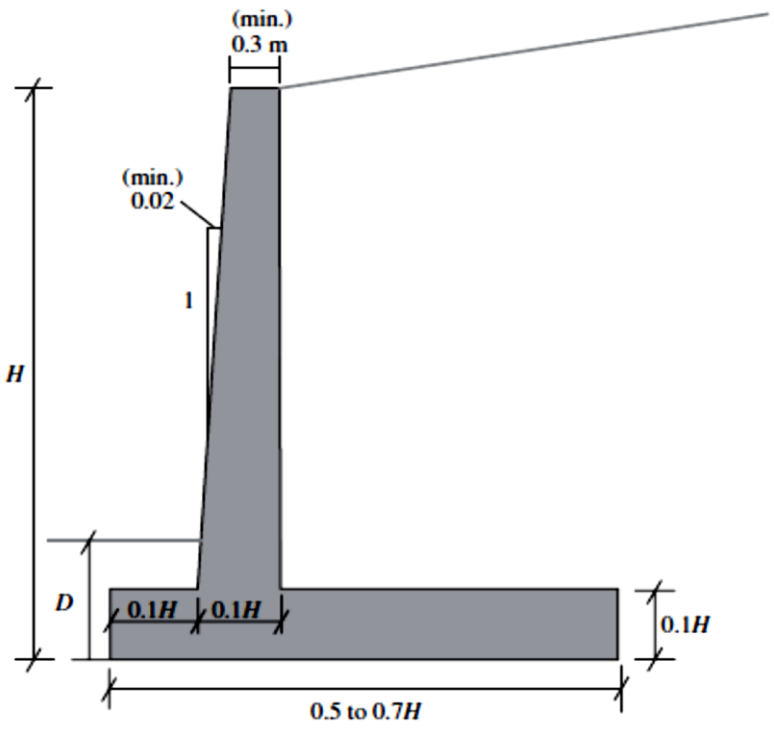


Figura 3.10 Dozimi i një muri mbajtës konsol bazuar në lartësinë e tij H (Adaptuar nga Das,2004).

Në rastin e murit mbajtës konsolë me beton të armuar, psh: përmasat e murit dhe sasia (trashësia)e armaturave nga çeliku duhet të jetë adekuate për të rezistua shkatërrimit strukturor të bazës dhe trupit të murit mbajtës.

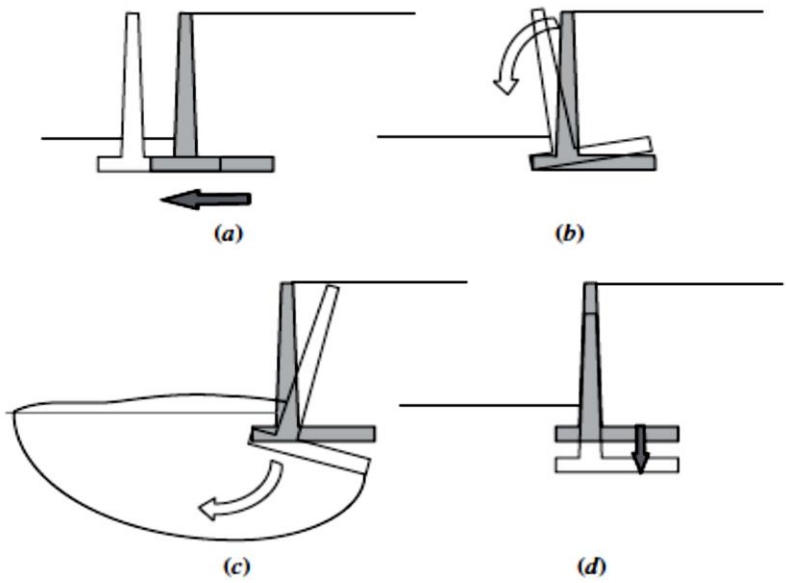


Figura 3.11 Qëndrueshmëria e jashtme e murit mbajtës (a) në rrëshqitje; (b) në përmbysje; (c) në aftësi mbajtëse ;(d) në ulje jashtë mase.

Për muret mbajtëse,zakonisht teoria e Rankinit përdoret për të llogaritur trysninë aktive të dheut. Forca aktive e Rankinit mund të llogaritet duke përdorur Ekuacionin (2.4).Forca aktive zbatohet (vepron) në planin vertikal që kalon nëpër thembrën (themelin) e murit mbajtës sikurse tregohet në Figurën 3.11(a).Forca zbatohet në lartësinë $\frac{H'}{3}$ dhe supozohet që të jetë paralele me shpatin e mbushjes me rënie α. Duhet theksuar që H' është paksa më e madhe se H dhe mund të llogaritet nga gjeometria e murit dhe mbushjes. Gjithashtu,pesha W_s e dheut e futur ndërmjet planit vertikal që kalon nëpër thundrën (bazën)dhe faqen e prapme të murit mbajtës duhet të shikohet (merret parasysh si një forcë stabilizuese kur llogaritim faktorin e sigurisë edhe për qëndrueshmërinë në rrëshqitje edhe në përmbysje.

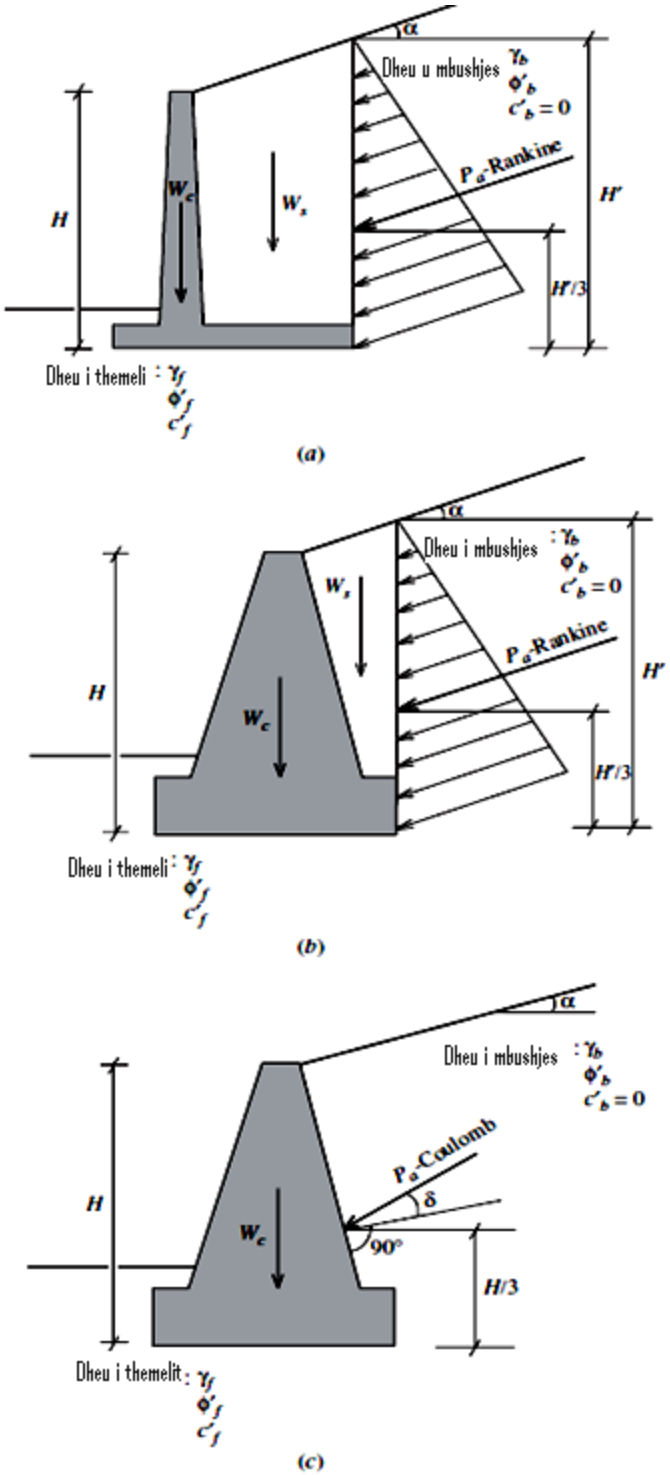


Figura 3.12 Zbatimi i trysnisë anësore të dheut të Rankin dhe Coulomb në një muri mbajtës.

Sikurse është përmendur më parë,teoria e Rankinit supozon që mbushja e dheut ka sipërfaqe horizontale, dhe Ekuacioni (2.6) mund të përdoret për të llogaritur koeficientin e trysnisë aktive të dheut për atë gjendje. Por për mbushjen e dherave kokrrizor me sipërfaqe të inklinuar (të pjerrët), është më mirë të përdoret (në vend të Ekuacionit (2.6))Ekuacioni që pason:

$$K_a=\cos\alpha\cdot\frac{\cos\alpha-\sqrt{\cos^2\alpha-\cos^2\emptyset'}}{\cos\alpha+\sqrt{\cos^2\alpha-\cos^2\emptyset'}} \qquad (3.24)$$

Ku:α është i pjerrësisë të mbushjes kurse Φ' është këndi i fërkimit të mbushjes se dheut(materialit mbushës).

Për muret mbajtëse gravicionar,mund të përdoret ose teoria e Rankinit ose Coulombit për trysninë aktive të dheut. Në qoftë se përdoret teoria e Rankinit,forca aktive e Rankinit zbatohet në dheun që mbahet (vepron në tokën që mbahet) në planin vertikal i cili kalon nëpër thundrën(tabanin)e murit mbajtës sikurse tregohet në Figurën 3.12(b).Forca zbatohet në lartësinë $\frac{H'}{3}$ dhe pranohet që të jetë paralel me sipërfaqen e mbushjes me pjerrësi α .Lartësia e H' mund të llogaritet nga gjeometria e murit dhe mbushjes. Pesha W_s e dheut e futur ndërmjet planit vertikal i cili kalon nëpër thundër dhe faqes së prapme të murit mbajtës duhet që të shikohet si forcë e stabilizimit kundrejt rrëshqitjes dhe përmbysjes.

Në qoftë se forca aktive e Coulombit përdoret në vend të forcës aktive të Rankinit,forca e Coulombit vepron drejtpërdrejt në faqen e prapme të murit mbajtës gravitacionar. Vija e veprimit të forcës aktive formon këndin δ me normalen mbi faqen e prapme të murit mbajtës, dhe pika e zbatimit të forcës aktive të Coulombit gjendet në lartësinë $\frac{H}{3}$,sikurse paraqitet në Figurën 3.12(c).

3.6 Faktorët e Sigurisë

Projektimi i murit mbajtës është procedurë iterative. Një gjeometri fillestare e murit jepet (përcaktohet) për murin (dozimi i murit) dhe forcat rezultuese,siç është pesha e murit dhe forcat aktive dhe pasive llogariten. Këto forca pastaj kontrollohen duke përdorur faktorë (koeficient)të sigurisë dhe gjeometria e murit pastaj rishikohet (ripunohet)derisa të merren (përftohen) faktorët të kënaqshëm (mjaftueshëm) të sigurisë.

3.7 Dozimi i Mureve(*Proportioning Walls*)

Për punë (çështje) të qëndrueshmërisë së jashtme,muret mbajtëse dozohen ashtu që gjerësia e bazës , B ,të jetë e barabartë përafërsisht sa 0,8 dhe 0,7 herë lartësia e murit, H. Përmasat e tjera të murit gjithashtu mund të dozohen,sikurse është ilustruar në Figurën 3.10. Për shembull,një mur konsol i lartë 10m duhet të ketë bazën përafërsisht 5 deri në 7m të gjerë,trashësinë e bazës përafërsisht 1m ,dhe trashësia e trupit ndryshon nga 1m në fund(themel) deri në 0,3m në kokë(kulm).

Muri mbajtës ka tendencë që të zhvendoset (rrëshqet)tutje nga mbushja e dheut për shkak të trysnisë aktive të dheut që ushtrohet nga dheu(toka)sikurse tregohet në Figurën 3.10. Kjo forcë aktive quhet forcë përmbysëse. Muri mbajtës i reziston rrëshqitjes me anë të fërkimit dhe aderencës (ndërkapjes)që mobilizohen ndërmjet bazës të murit dhe tokës se themelit (tavanit të murit mbajtës).Këto forca quhen forca rezistuese(mbajtëse).Vemi në dukje që forca e fërkimit është përpjesëtimore me forcën vertikale totale, e cila përfshinë (implikon) peshën e murit mbajtës (W_0) dhe peshën e dheut (W_s) që është futur midis murit dhe një plani vertikal që kalon nëpër thundër (bazë të murit) (në qoftë se përdoret teoria e Rankinit),Figura 3.13(a) dhe (b).Trysnia pasive e dheut në mbushje përballë me murin është një forcë horizontale rezistuese që vepron në kahe të kundërt me forcën përmbysëse.

Në përgjithësi,faktori i sigurisë përcaktohet si raport i shumës të forcave rezistuese (stabilizuese)në dispozicion ndaj shumës të forcave përmbysëse (destabilizuese).Në lidhje me rrëshqitjen, për të cilën kërkohet një faktor i sigurisë me v lerë 1,5 apo më i madh, faktori i sigurisë jepet nga shprehja:

$$FS_{\text{rrëshqitje}}=\frac{\textbf{Forcat rezistuese (stabilizuese)}}{\textbf{Forcat përmbysëse (destabilizuese)}}=\frac{(\Sigma V)\tan\left(k_1\phi'_f\right)+Bk_2c'_f+P_p}{P_a\cos\alpha} \qquad (3.25)$$

ku ΣV është *forca vertikale totale,* $\tan(k_1\phi'_f)$*-koeficienti i fërkimit ndërmjet bazës të murit dhe të tokës se themelit,* k_1 *dhe* k_2 *faktorët e zvogëlimit (reduktimit)që luhaten nga* $\frac{1}{2}$ *deri në* $\frac{2}{3}$ *,*ϕ'_f*këndi i fërkimit të dheut të themelit,* c'_f*-kohezioni (aderenca) e dheut të themelit,* P_p *–forca e trysnisë pasive horizontale e dheut, dhe* $P_a(\cos\alpha)$ *komponenti horizontal e forcës aktive të Rankinit.*

Për muret gravitacionarë,forca aktive e Coulombit mund të përdoret në vend të asaj të Rankinit. Komponenti horizontal i forcës aktive të Coulombit mund të llogaritet (Figura 3.12(c)) për të zëvendësuar emëruesin në Ekuacionin (3.25).

3.8 Faktori i Sigurisë në lidhje me Përmbysjen

Muri mbajtës tenton që të rrotullohet rrotull fundit për shkak të trysnisë aktive të dheut që ushtrohet nga mbushja e dheut. Momenti rezultues nga forca aktive është i kundërt me momentet që rezultojnë nga forcat vertikale që shkaktohen nga muri,dheu dhe komponenti vertikal i forcës active (Figura 3.13). Në lidhje me përmbysjen,për të cilën kërkohet faktori i sigurisë të jetë 2 deri në 3,faktori i sigurisë përcaktohet si shumë e momenteve rezistues e pjesëtuar me momentin përmbysës i cili shkaktohet nga komponenti horizontal i forcës aktive që jepet nga formula:

$$FS_{\text{përmbysje}}=\frac{\Sigma M_R}{\Sigma M_0} \qquad (3.26)$$

Ku ΣM_R *-është shuma e momenteve rezistues rrotull fundit (pjesës së poshtme) të murit dhe*

ΣM_0*është shuma e momenteve përmbysës rrotull fundit të murit.*

Ushtrimi 7.5 tregon si llogaritet ΣM_R dhe ΣM_0 për murin mbajtës konsol.

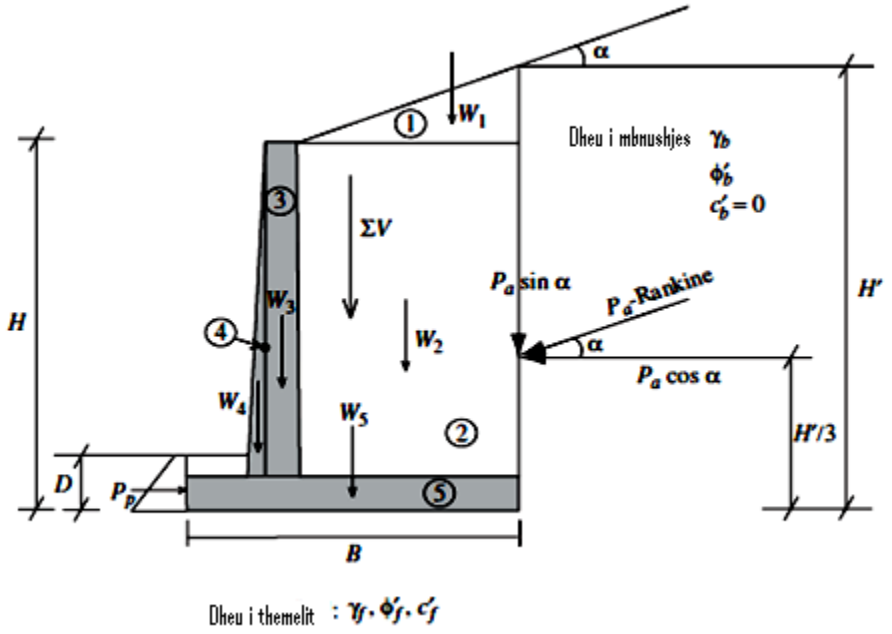


Figura 3.13 Llogaritja e faktorit të sigurisë ndaj rrëshqitjes dhe përmbysjes.

3.9 Faktori i Sigurisë për Aftësinë Mbajtëse

Aftësia mbajtëse e tokës së themelit duhet të jetë adekuate (e mjaftueshme) për të mbajtur bazën e murit mbajtës. Për arsye të trysnisë anësore e të dheut që ushtron mbi trupin e murit mbajtës, ngarkesa rezultuese në bazën e murit është edhe jashtëqendrore (ekscentrike) edhe e inklinuar (me pjerrësi).Aftësia mbajtëse kufitare e tokës së themelit ,q_u, mund të llogaritet duke shfrytëzuar ekuacionin e Meyerhof-it sepse ai sqaron ngarkesat jashtëqendrore dhe të inklinuara:

$$q_u= \boldsymbol{c'_f} \cdot N_c \cdot F_{cs} \cdot F_{cd} \cdot F_c i + q \cdot N_q \cdot F_{qs} \cdot F_{qd} \cdot F_{qi} + \frac{1}{2} \cdot \gamma_f \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot F_{\gamma s} \cdot F_{\gamma d} \cdot F_{\gamma i} \quad . \qquad (3.27)$$

ku:

N_c,N_q dhe N_γ *quhen koeficientet e aftësisë mbajtëse dhe përkatësisht llogariten me formulat:*

$$N_q=\tan^2\left(\mathbf{45^0} + \frac{\emptyset'_f}{2}\right)\cdot e^{\pi\cdot\tan\Phi' f}$$

$$N_c=(N_q-1)\cdot\cot\emptyset'_f$$

$$N_\gamma=2(N_q+1)\cdot\tan\emptyset'_f$$

Gjithashtu,$q=\gamma_f \cdot D$, ku D është lartësia e mbushjes përballë me murin , γ_f është pesha vëllimore e tokës së themelit, dhe B'=B-2e, ku e është jashtëqendërsia e cila përcaktohet më poshtë.

Për një mur mbajtës baza e tavanit të themelit mund të konsiderohet si një themel i vazhduar (në trajtë brezi (*angl.strik foundation)* në të cilin raporti $\left(\frac{B\prime}{L}\right)\approx 0$, prandaj ,*faktorët e formës (shape factors) janë përkatësisht :*

$$F_{cs}=1+\frac{B\prime}{L}\cdot\frac{N_q}{N_c} = 1+0=1$$

$$F_{qs}=1+\frac{B\prime}{L}\tan\emptyset'_f=1+0=1$$

$$F_{\gamma s}=1-0{,}4\frac{B\prime}{L}=1-0=1$$

F_{cd},F_{qd} dhe $F_{\gamma d}$ *janë faktorët e thellësisë* (depth factors)

$$F_{cd}=1+0{,}4\cdot\frac{D}{B}$$

$$F_{qd}=1+2\tan\emptyset'_f\cdot(1-\sin\emptyset'_f)^2\frac{D}{B}$$

$F_{\gamma d}=1$

ku D është lartësia e dheut përballë me murin. Në fund ,F_{ci},F_{qi} dhe $F_{\gamma i}$ janë faktorët e pjerrësimit apo rënies (inclination factors)

$$F_{ci}=F_{qi}=\left(\mathbf{1}-\frac{\boldsymbol{\eta^0}}{\mathbf{90^0}}\right)^{\mathbf{2}}$$

$$F_{\gamma i}=\left(\mathbf{1}-\frac{\boldsymbol{\eta^0}}{\boldsymbol{\emptyset_f'}^{\mathbf{0}}}\right)^{\mathbf{2}}$$

Ku η është pjerrësia (apo këndi i rënies)e rezultantes (Figura 3.14):

$$\eta=\tan^{-1}\left(\frac{\boldsymbol{P_a cos\alpha}}{\boldsymbol{\Sigma V}}\right) \qquad (3.28)$$

Kundërveprimi i dheut të themelit ndaj bazës të murit është jo i njëtrajtshëm,sikurse tregohet në Figurën 3.14. Kjo trysni jo uniforme është më e madhe (q_{max}) nën tabanin e bazës dhe më e vogël (q_{min}) nën thundër të murit:

$$q_{max}=\frac{\mathbf{\Sigma V}}{\mathbf{B}}\left(\mathbf{1}+\frac{\mathbf{6e}}{\mathbf{B}}\right) \qquad (3.29)$$

$$q_{min}=\frac{\mathbf{\Sigma V}}{\mathbf{B}}\left(\mathbf{1}-\frac{\mathbf{6e}}{\mathbf{B}}\right) \qquad (3.30)$$

ku e është jashtëqëndërsia :

$$e=\frac{\mathbf{B}}{\mathbf{2}}-\frac{\mathbf{\Sigma M_R-\Sigma M_0}}{\mathbf{\Sigma V}} \qquad (3.31)$$

$$F_{qd}=1+2\cdot\tan\boldsymbol{\emptyset_f'}\cdot 1-\sin\boldsymbol{\emptyset_f'})^2\cdot\frac{\boldsymbol{D}}{\boldsymbol{B}}$$

$$F_{\gamma d}=1$$

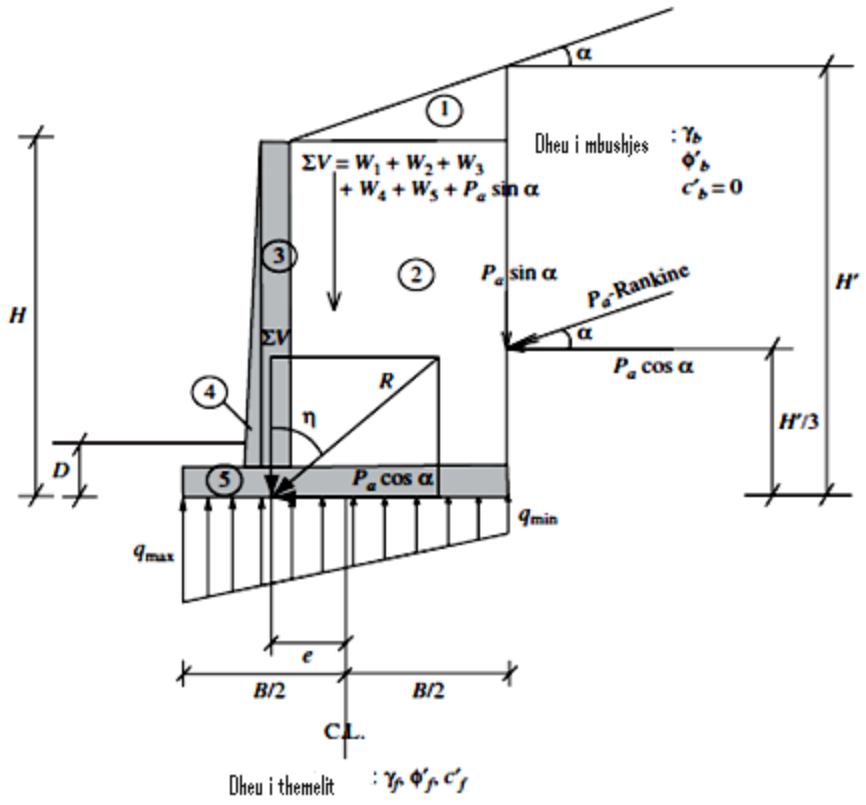


Figura 3.14 Llogaritja e faktorit të sigurisë për aftësinë mbajtëse.

Faktori i sigurisë në lidhje me aftësinë mbajtëse jepet me Ekuacionin (3.32).Faktori i sigurisë për aftësinë mbajtëse me vlerë 3 nevojitet të përmbush kushtin:

$$FS_{\text{aftësisë mbsjtëse}} = \frac{q_u}{q_{max}} \qquad (3.32)$$

Nga Ekuacioni (3.30) vihet në dukje që në qoftë se jashtëqendërsia e është më e vogël se (ose e barabartë) $\frac{B}{6}$, q_{min} mbetet pozitive(ose e barabartë me zero)që tregon që baza është në kontakt të plotë me dheun. Megjithatë,në qoftë se jashtëqendërsia e është më e madhe se $\frac{B}{6}$, q_{min} bëhet negative,që tregon se trysnia nën thundër është negative dhe thundra e bazës është e ndarë nga toka e themelit (*foundation soil*).Në një rast të tillë muri mbajtës medoemos duhet që të ridozohet (*reproporcinal).*

Kur të gjithë faktorët e sigurisë për një mur mbajtës janë të plotësuar (kënaqen), ulja e bazës të murit së bashku me qëndrueshmëri globale e masivit të plotë të dheut në të cilin muri është i mbështetur duhet të vlerësohet. Ulja e vlerësuar (llogaritur) duhet të jetë e lejueshme. Gjithashtu, qëndrueshmëria globale, duke shfrytëzuar llogaritjet e qëndrueshmërisë të shpatit,duhet të jetë adekuate (e mjaftueshme).

KAPITULLI IV

RASTE STUDIMORE

Objekti i këtij kapitulli është konkretizimi i koncepteve dhe teknikave llogaritëse të teorive Rankin dhe Coulomb të trajtuara në Kapitullin 2 dhe 3 në mënyrë të përgjithësuar .Për të arritur ketë objektiv do të shpjegojmë llogaritjen e mureve mbajtës ,dozimin e mureve mbajtës ,llogaritjen e faktorit të sigurisë në lidhje me përmbysjen,rrëshqitjen dhe aftësinë mbajtëse. Me fjalë të tjera ,do të konfirmojmë vlefshmërinë e këtyre teorive mbi konstruksionin mbajtës dhe në dimensionimin e tij për kushte konkrete të veprimit te trysnisë se dheut. që ndeshen në praktiken gjeoteknike të konstruksioneve mbajtëse . Nëpërmjet shembujve do të shpjegohen konceptet e përdorura në trajtim të punimit siç janë : forca aktive e Rankin-it,forca aktive e Coulob-it,koeficienti i trysnisë aktive dhe pasive të dheut i Rankin dhe Coulomb etj.

Shembulli 4.1 *Kontrolloni qëndrueshmërinë e murit mbajtës në përmbysje kundrejt pikës K_1, qëndrueshmërinë në rrëshqitje dhe qëndrueshmërinë në tavanin e tij sipas këtyre të dhënave ;këndi i pjerrësisë natyrore $\varphi=30^0$,pesha vëllimore e dheut $\gamma=18\frac{kN}{m^3}$,pesha vëllimore e murit $\gamma_m=22\frac{kN}{m^2}$, koeficienti i fërkimit në tavanin e themelit $f_f=0,7$, sforcimi i lejueshëm i tokës $\sigma_t=0,20$ Mpa,koeficientin e fërkimit të murit me dheun e pranojmë $\varphi_o=0$ .Përmasat e murit janë dhënë në metra në Figurën 4.1*

Zgjidhje. Shtytjen e dheut e njehsojmë ne mënyrë analitike,pasi sipërfaqja e dheut është horizontale. Sipërfaqja e prapme e murit është vertikale,kurse këndi i fërkimit φ_o të dheut me murin është zero:

$$E=\frac{1}{2}\cdot\gamma_t\cdot H^2\cdot tg^2\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)=\frac{1}{2}\cdot 18\cdot 4^2\cdot tg^2\left(45^0-\frac{30}{2}\right)$$

$$E=\frac{1}{2}\cdot 18\cdot 4^2\cdot tg^2 30^2=\frac{1}{2}\cdot 18\cdot 4^2\cdot\frac{1}{3}=48kN$$

Lartësia e vijës së veprimit të shtypjes së dheut E ndaj pikës K_1 është:

$$e=\frac{1}{3}\cdot H=1,33m$$

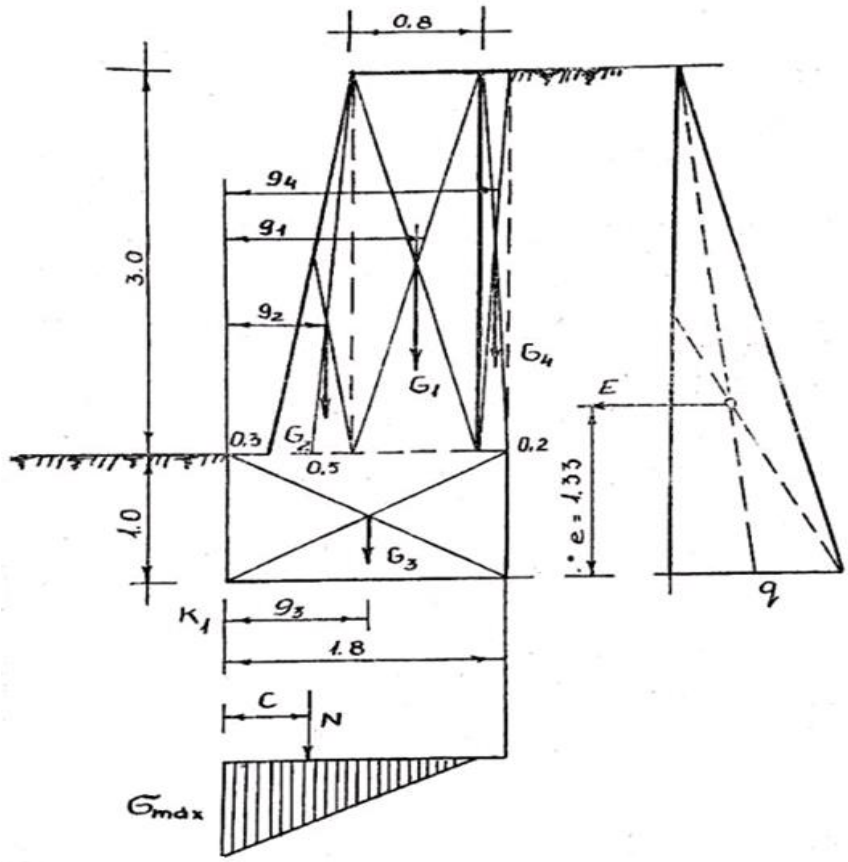


Figura 4.1

Ndajmë profilin e murit në sipërfaqe të thjeshta gjeometrike dhe gjejmë peshat përkatëse duke përfshirë këtu dhe peshën e dheut të mbushur që vepron mbi themelin e murit(G_u)

G_1=0,8·3·22=52,8kN

G_2=$\frac{1}{2}$·0,5·3·22=16,5kN

G_3=1·1,8·22=39,6kN

G_4=0,2·3·18=10,8kN

Largësitë e këtyre peshave,kundrejt pikës K_1,janë g_1=0,3+0,5+$\frac{0,8}{2}$=1,2m.

g_2= 0,3 + $\frac{2}{3}$ ·0,5=0,63m

g_3= $\frac{1}{2}$ ·1,8=0,9m

$g_4 = 1,8 - \frac{0,2}{2} = 1,7m$

a) Kontrolli i qëndrueshmërisë ne përmbysje

Njehsojmë shumën e momenteve mbajtëse kundrejt piks K_1:

$\Sigma M_{mb}=G_1 \cdot g_1 + G_2 \cdot g_2 + G_3 \cdot g_3 + G_4 \cdot g_4 = 52,8 \cdot 1,2+16,5 \cdot 0,63+39,6 \cdot 0,9+10,8 \cdot 1,7$
$=63,3+10,4+35,6+18,4=127,7kN.$

Njehsojmë momentin e përmbysjes kundrejt piks K_1:

$\Sigma M_{pmb}=E \cdot e=48 \cdot 1,33=63,8kN$

Koeficienti i qëndrueshmërisë ne përmbysje do te jetë:

$FS_{perm.}=\frac{\Sigma M_{mb}}{\Sigma M_{pmb}} = \frac{127,7}{63,8} = 2 > 1,5$

b) Kontrolli i qëndrueshmërisë ne rrëshqitje

Njehsojmë shumën e forcave mbajtëse qe veprojnë ne tabanin e murit:

$\Sigma F_{mp}=(G_1+G_2+G_3+G_4) \cdot f_t=(52,8+16,5+39,6+10,8) \cdot 0,7=83,8$ kN.

Forca q shkakton rrëshqitjen,është e barabar me shtypjen e dheut:

$\Sigma F_{rr}=E=48kN.$

Koeficienti i qëndrueshmërisë ne rrëshqitje do t jetë:]

$FS_{rr} = \frac{\Sigma F_{mb}}{\Sigma F_{rr}} = \frac{83,8}{48} = 1,75 > 1,5$

c) Kontrolli i qëndrueshmërisë ne tabanin e murit mbajtës

Njehsojmë largesën e rezultantes nga pika K_1 e tabanit:

$c = \frac{M}{N} = \frac{\Sigma M_{mb} - \Sigma M_{pmb}}{\Sigma G}$

$c = \frac{127,7-63,8}{52,8+16,5+39,6+10,8} = \frac{63,9}{119,7} = 0,53m$

Jashtëqendërsia e rezultantes kundrejt mesit të tavanit do të jetë:

$e = \frac{h}{2} - c = \frac{1,8}{2} - 0,53=0,37m$

ku $e=0,37$ m $> \frac{h}{6} = \frac{1,8}{6} = 0,3m$

Meqë forca rezultante vepron jashtë një te tretës se mesit te tavanit,sforcimet maksimale i caktojmë me formulën:

$$\boldsymbol{\sigma}_{max}=\frac{2N}{3bc}=\frac{2\cdot 119,700}{3\cdot 1\cdot 0,53}=150566P_a=0,15\ MP_a<0,2MP_a$$

Pra $\boldsymbol{\sigma}_{max}<0,20MP_a$(sforcimi i lejuar i tokës)

Shpërndarja e sforcimeve në tavanin e themelit është treguar n Figurën 4.1.

Shembulli 4.2 *Kontrolloni në qëndrueshmërinë e murit mbrojtës në përmbysje kundrejt pikës K_1,qëndrueshmëria në rrëshqitje,si dhe qëndrueshmëria në tabanin e tij, sipas këtyre të dhënave:-këndi i pjerrësisë natyrore $\varphi=36^0$,pesha vëllimore e dheut $\gamma_t=16\frac{kN}{m^3}$,pesha vëllimore e murit $\gamma_m=22\frac{kN}{m^3}$,ngarkesa q vepron mbi siprfaqën e tokës $Q=22\frac{kN}{m^2}$, koeficienti i fërkimit në tabanin e themelit $f_t=0,6$, sforcimi i lejueshëm i tokës $\sigma_{lej}=[\sigma]=0,20mP_a$,koeficienti $\varphi_0=0$. Përmasat e murit janë dhënë ne Figurën 4.2(a).*

Zgjidhje: Ngarkesën e përkohshme e zëvendësojmë me një shtresë dheu të njëvlershme:

$$h_o=\frac{Q}{\gamma_t}=\frac{10}{16}=0,62m$$

Njehsojmë koordinatat e diagramit të shtytjes së dheut:

$$q_1=\gamma_t\cdot(H+H_0)tg^2\cdot\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)=16(3,4+0,62)tg^2\left(45^0-\frac{36^0}{2}\right)$$

$$q_1=16\cdot 4,02\cdot tg^2 27^0=16\cdot 4,02\cdot 0,26=16,72\ \frac{kN}{m^2}$$

Ndërtojmë diagramin e shtytjes së dheut (Figura 4.2 (b)) dhe e ndajmë atë në dy pjesë.
Njehsojmë shtytjen e dheut për secilën pjesë:

$$E_1=2,58\cdot 3,4=8,77kN$$

$$E_2=(16,72-2,58)\cdot\frac{3+4}{2}\approx 24,0kN$$

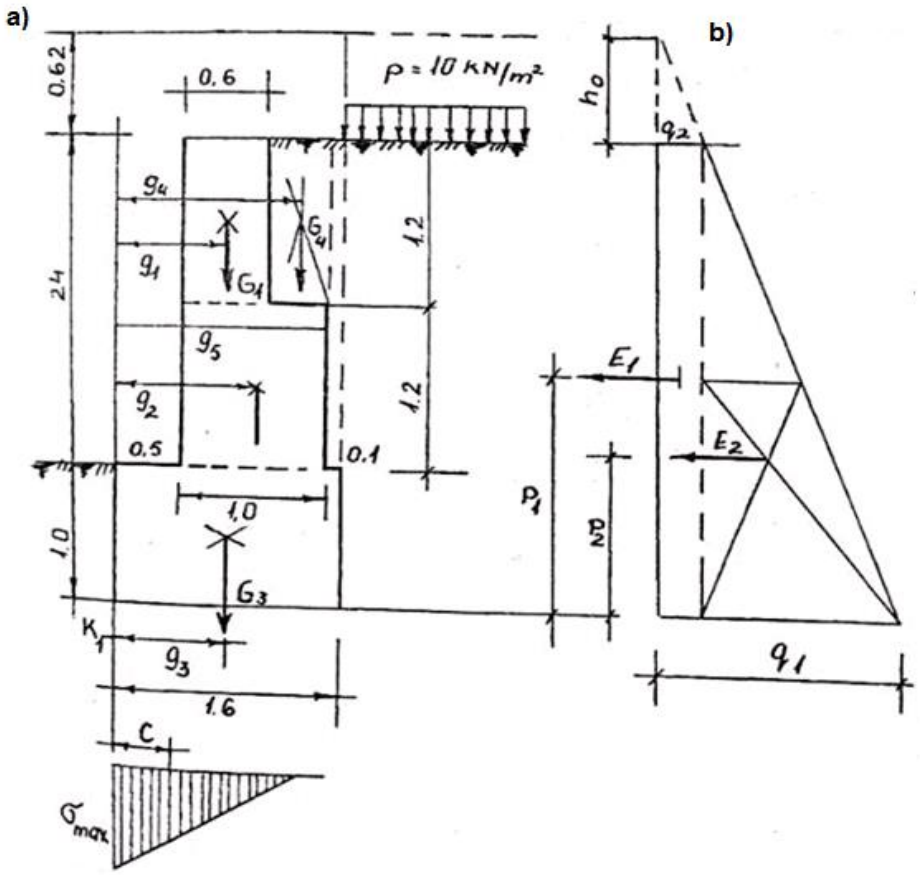


Figura 4.2

Largësitë e vijave të veprimit të këtyre forcave kundrejt pikës K_1 do të jenë:

$e_1=\frac{3,4}{2}=1,7m$ dhe $e_2=\frac{3,4}{3}=1,13m$

Gjejmë peshat e murit dhe të dheut që veprojnë mbi të :

$G_1=0,6\cdot 1,2\cdot 22=15,7$ kN

$G_2=1,0\cdot 1,2\cdot 22=26,4$ kN

$G_3=1,6\cdot 1\cdot 22=35,2$ kN

$G_4=0,4\cdot 1,2\cdot 16=7,7$ kN

$N=\Sigma G=85,1$ kN

Largësitë e vijave të drejtimit të këtyre forcave kundrejt pikës K_1 janë:

$q_1=0,5+\frac{0,6}{2}=0,8$ m

$q_2=0,5+\frac{1,0}{2}=1,0$ m

$q_3=\frac{1,6}{2}=0,8$m

$q_4=0,5+0,6+\frac{0,4}{2}=1,4$ m

a) Kontrolli i qëndrueshmërisë në përmbysje

Njehsojmë shumën e momenteve mbajtëse kundrejt pikës K_1:

$\Sigma M_{mb}= G_1 \cdot g_1 + G_2 \cdot g_2 + G_3 \cdot g_3 + G_4 \cdot g_4 = 15,8 \cdot 0,8 + 26,4 \cdot 1 + 35,2 \cdot 0,8 + 7,7 \cdot 1,3$
$=12,6+26,4+28,2+10=77,2$ kN·m

Njehsojmë shumën e momenteve përmbysëse kundrejt pikës K_1:

$\Sigma M_{pmb}=E_1 \cdot e_1 + E_2 \cdot e_2=8,77 \cdot 1,7+24,0 \cdot 1,13=14,91+27,12=42,03$kN·m

Koeficienti i qëndrueshmërisë në përmbysje do të jetë:

$FS_{perm}=\frac{\Sigma M_{mb}}{\Sigma M_{pmb}}=\frac{77,2}{42,0}=1,84>1,5$

b) Kontrolli i qëndrueshmërisë në rrëshqitje:

Njehsojmë shumën e forcave mbajtëse që veprojnë në tabanin e murit:

$\Sigma F_{mp}=(G_1+G_2+G_3+G_4) \cdot f=(15,8+26,4+35,2+7,7) \cdot 0,6=85,1 \cdot 0,6=51,06$ kN.

Shuma e forcave që shkaktojnë rrëshqitjen,do të jetë:

$\Sigma F_{rr}=E_1+E_2=8,77+24,0=32,77$ kN.

Koeficienti i qëndrueshmërisë në rrëshqitje do të jetë:

$FS_{rr}=\frac{\Sigma F_{mb}}{\Sigma F_{rr}}=\frac{51,6}{32,77}=1,56>1,5$

c) Kontrolli i qëndrueshmërisë në tabanin e murit mbajtës:

$c=\frac{M}{N}=\frac{\Sigma M_{mb}-\Sigma M_{pmb}}{\Sigma G}=\frac{72,2-42,03}{85,1}=0,41$m

Jashtëqëndërsia e rezultantes kundrejt mesit të tabanit do të jetë:

$e=\frac{h}{2}-c=\frac{1,6}{2}-0,41=0,39$m

ku e=0,39m$\Rightarrow \frac{h}{6} = \frac{1,6}{6}$ = 0,26m.

Meqë forca e rezultantes vepron poshtë të tretës së mesit të tavanit,sforcimet maksimale i caktojmë me formulën:

$$\sigma_{max}=\frac{2N}{3bc} = \frac{2,85\cdot 100}{3,1\cdot 0,41} = 0,138\cdot 10^6\ P_a=0,138\ MP_a<[\sigma]=0,20MP_a$$

Shpërndarja e sforcimeve në tabanin e themelit është treguar në Figurën 4.2.

Shembulli 4.3 *.T llogariten faktorët e sigurisë në lidhje me rrëshqitjen,përmbysjen dhe aftësinë mbajtëse për murin me konsolë 5m të lartë të treguar në Figurën 4.3. Të përdoret metoda e Rankine-it për analizë. Toka e themelit është një dhe kokrrizor me veçorit* $\gamma_f=17\frac{kN}{m^3}$ *dhe* $\emptyset'_f=37^0$. *Dheu (toka) mbushës gjithashtu është dhe kokrrizor me veti* $\gamma_b=17\frac{kN}{m^3}$ *dhe* $\emptyset'_f=30^0$. *Betoni ka peshën vëllimore* $\gamma_c=24\ \frac{kN}{m^3}$.*Niveli i ujërave nëntokësore është dukshëm nën themel.*

Zgjidhje : Fillojmë me dozimin e murit mbajtës. Bazuar në lartësinë e murit H=5m, zgjidhet gjerësia e bazës B=0,5x H=2,5m. Përmasat tjera të murit janë zgjedhur sikurse tregohet në Figurën 4.3.

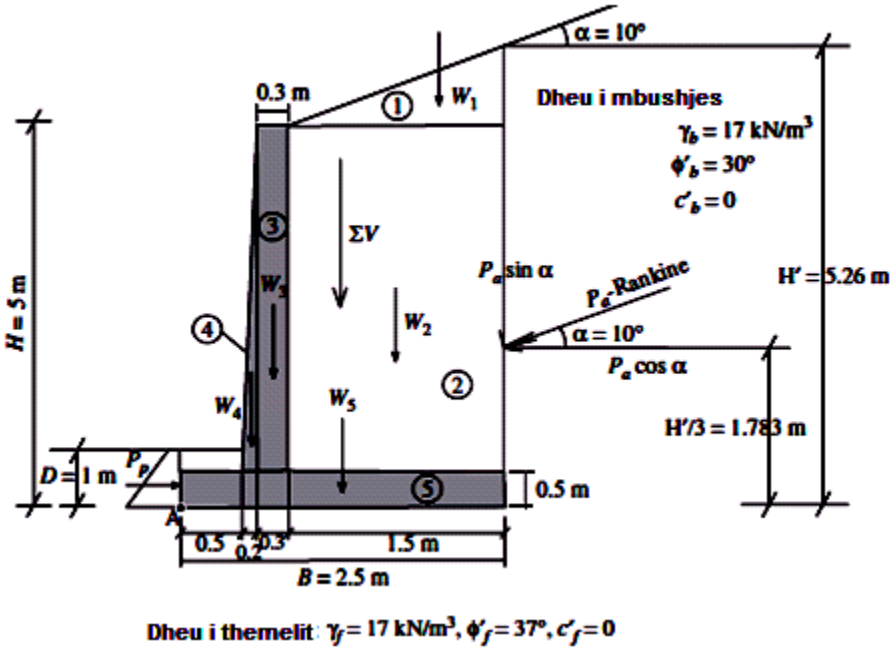


Figura 4.3 . Muri me konsolë me lartësi 5m me mbushje me dhera kokrrizor

Forca e Rankinit,P_a,vepron sipas nj plani vertikal i cili kalon nëpër tundër të murit. Forca aktive vepron në një distancë $\frac{H}{3}$ nga baza dhe ajo ka komponentet vertikale dhe një horizontale sikurse paraqitet në Figurën 4. 3 vemi re q H'=5+1,5tg10^0=5+0,26=5,26m

$$K_a=\cos 10^0\cdot\frac{\cos 10^0-\sqrt{\cos^2 10^0-\cos^2 30^0}}{\cos 10^0+\sqrt{\cos^2 10^0-\cos^2 30^0}}=0,35$$

$$K_p=tg^2\cdot\left(45-\frac{\emptyset_f'}{2}\right)=tg^2\cdot\left(45^0-\frac{37^0}{2}\right)=4,0$$

$$P_a=\frac{1}{2}\cdot K_a\cdot\gamma_b\cdot H^2=\left(\frac{1}{2}\right)\cdot(0,35)\cdot(17)\cdot(5,26)^2=82,3\frac{kN}{m}$$

$$P_p=\frac{1}{2}\cdot K_p\cdot\gamma_f\cdot D^2=\left(\frac{1}{2}\right)\cdot(0,4)\cdot(17)\cdot(1)^2=34\frac{kN}{m}$$

Le të ndajmë dheun dhe murin në sipërfaqe të thjeshta gjeometrike trekëndore dhe drejtkëndore (sipërfaqet 1 deri 5)sikurse tregohet n Figurën 4.3. Pastaj,mund të llogaritet pesha e secilës sipërfaqe për njësi të gjatësisë,duke pranuar që muri është i gjatë 1m. Kjo gjë bëhet duke shumëzuar secilën sipërfaqe me peshën vëllimore të saj. Llogaritjet janë dhënë në kolonën e dytë të Tabelës 4.1. Kolona e tretë jep krahun e momentit të çdo vektori të peshës. Krahu i momentit është distanca perpendikulare ndërmjet vijës së veprimit të vektorit t peshës (ose forcës) dhe fundit të murit (pika A në Figurën 4. 3).Shtylla e katërt jep momentet rezistuese të pesë vektorëve të peshës. Gjithashtu ajo përfshinë momentin që gjenerohet nga komponentë e forcës aktive të Rankinit. Peshat e sipërfaqeve 1 deri 5 mblidhen me komponentët vertikale të forcës aktive të Rankinit në fund të shtyllës së dytë për të dhënë ΣV. Gjithashtu,momentet rezistuese të nxjerrura (përftuara) nga sipërfaqet 1 deri 5 mblidhen me momentin e nxjerrë nga komponenti i forcës aktive të Rankinit në fund të kolonës së katërt që na jep ΣM_R.

Rrëshqitja:

$$FS_{rrëshqitje}=\frac{(\Sigma V)\cdot tg\left(k_1\cdot\emptyset_f'\right)+Bk_2\cdot c_f'+P_p}{P_a\cdot\cos\alpha}=\frac{205,6tg\left(\frac{2}{3}\cdot 37^0\right)+0+34}{82,3\cdot coa10^0}=1,58>1,5 \quad \text{I mjaftueshëm!}$$

Përmbysja:Sipas Figurës 4.3 momenti përmbysës mund të llogaritet si:

$$\Sigma M_o+P_a\cdot\cos\alpha\cdot\frac{H'}{3}=82,3\cos 10^0\left(\frac{5,26}{3}\right)=142,1\frac{kN}{m}$$

$$FS_{përm}=\frac{\Sigma M_R}{\Sigma M_o}=\frac{315}{142,1}=2,2>2, \text{ I mjaftueshëm!}$$

Tabela 4.1 Llogaritjet për shembullin 4.3

Sipërfaqja në Figurën 4.3	W=γ· sipërfaqja$\left(\frac{kN}{m}\right)$	Krahu i Momentit (m)	Momenti rezistencës $M_R\left(\frac{kN\cdot m}{m}\right)$
1	$\left(\frac{1}{2}\right)\cdot(1,5)\cdot(0,26)\cdot(17)=3,32$	$1+\left(\frac{2}{3}\right)\cdot(1,5)=2$	6,64
2	$(1,5)\cdot(4,5)\cdot(17)=114,75$	$1+\left(\frac{1}{2}\right)\cdot(1,5)=1,75$	200,8
3	$(0,3)\cdot(4,5)\cdot(24)=32,4$	$0,5+0,2+\left(\frac{1}{2}\right)\cdot(0,3)=0,85$	27,5
4	$\left(\frac{1}{2}\right)\cdot(0,2)\cdot(4,5)\cdot(24)=10,8$	$0,5+\left(\frac{2}{3}\right)\cdot(0,2)=0,683$	6,8
5	$(2,5)\cdot(0,5)\cdot(24)=30$	$\left(\frac{1}{2}\right)\cdot(2,5)=1,25$	37,5
Forca aktive	$P_a\cdot\sin10^0=14,3$	2.5	35,8
	$\Sigma V=205,6$		$\Sigma M_R=315$

Aftësia mbajtëse. Fillimisht le të llogaritim faktorët e aftësisë mbajtëse:

$$N_q=tg^2\left(\mathbf{45}-\frac{\emptyset'_f}{2}\right)\cdot e^{\pi\cdot tg\cdot\Phi'f}=tg\left(\mathbf{45^0}-\frac{\mathbf{37^0}}{2}\right)\cdot e^{\pi\cdot tg\cdot 37^\circ}=42,9$$

$$N_c=(N_q-1)\cdot\cot\emptyset'_f=(42,9-1)\cot37^0=55,6$$

$$N_\gamma=2=(N_q+1)\cdot tg\emptyset'_f=(2)\cdot(42,9+1)\cdot tg37^0=66,2$$

Duhet theksuar që të gjithë faktorët e formës janë të barabartë me 1 për një themel të vazhduar (në formë brezi).Tani mundemi të llogaritim faktorët e thellësisë:

$$F_{cd}=1+0,4\frac{D}{B}=1+0,4\left(\frac{1}{2,5}\right)=1,16$$

$$F_{qd}=1+2tg\emptyset'_f\cdot(1-\sin\emptyset'_f)\cdot\frac{D}{B}=1+2tg37^0(1-\sin37^0)\cdot\left(\frac{1}{2,5}\right)=1,096$$

KAPITULLI 5

PËRFUNDIMET DHE REKOMANDIMET

Ky punim diplome mbulon çështjet e përgjithshme të trysnisë anësore të dherave që gjenden prapa mureve mbajtëse dhe shpërndarjen e trysnisë kundruall murit mbajtës. Ngarkesa kryesore që vepron në murin mbajtës është presioni horizontal i dheut (që mund të jetë formacion natyror ose mbushje)dhe në raste të caktuara edhe presioni hidrostatik i rrymimit të ujit .Dheu prapa murit mbajtës ,siq është theksuar në punim ,mund të gjendet në tri gjendje karakteristike:gjendje qetësie ,gjendje aktive dhe gjendje pasive .Kjo gjë varet nga bashkëveprimi i dheut me murin mbajtës .

Gjendje kufitare është ajo që shënon humbjen e qëndrueshmërisë së dherave të bazamentit .Kjo gjendje arrihet kur gjendja e sforcuar në elementin e dheut që qëndron prapa murit mbajtës e arrin *gjendjen e ekuilibrit plastik* .Shprehja *ekuilibër plastik për dherat* i referohet gjendjes ku çdo pikë në një masiv dherash është buzë shkatërrimit .Për analizën e mureve mbajtëse gravitacionare dhe konstruksionet mbajtëse komplekse duhet shqyrtuar gjendjet kufitare që pasojnë:

- *Shkatërrimi nga arritja e aftësisë mbajtëse të tokës nën tabanin e themelit;*
- *Shkatërrimi nga rrëshqitja e bazës mbështetëse të murit ;* dhe
- *Shkatërrimi nga përmbysja e murit* .

Gjendja kufitare e aftësisë mbajtëse ,për elemente të konstruksionit mbajtës dhe trysnitë e projektuara të dheut ,duhet të kontrollohen me vlera të projektuara ,kurse gjendjen kufitare të përdorueshmërisë me vlerat karakteristike të të gjithë parametrave te dheut. Zakonisht muret mbajtëse dimensionohen nga kushti që ai të mos rrëshqasë ,kurse përmasat e tij kontrollohen nga kushti që ai të mos përmbyset. Në çdo rast konkret ngarkesa e murit mbajtës duhet të jetë më e vogël së sa ngarkesa kufitare për të cilën lindin deformime të mëdha nga shtrembërimi i tokës dhe ulje të mëdha të pa kontrolluara ,duke përdorur ndonjë faktor të sigurisë. Përcaktimi qëndrueshmërisë të murit mbajtës ndaj rrëshqitjes apo përmbysjes është detyrë praktike e cila bënë pjesë në fushën e gjerë të çështjeve të qëndrueshmërisë së masave të dherave .Prandaj ,mund të përfundojmë së që një muri mbajtës të jetë i qëndrueshëm duhet kontrolluar plotësimi i kushteve :

- *Trysnia maksimale në baze të murit duhet të jetë më e vogël se aftësia mbajtëse e lejuar e dheut të themelit ;*
- *Nuk duhet të shfaqet kurrfarë tërheqjeje kudo qoftë në murin mbajtës ;*
- *Faktori i sigurisë kundrejt rrëshqitjes duhet të jetë adekuat;dhe*
- *Faktori i sigurisë kundrejt përmbysjes duhet të jetë.*

Sot ekzistojnë një sere programesh kompjuterike të cilët i llogarisin sforcimet dhe trysnitë aktive ,duke marr parasysh kushtet komplekse gjeometrike ,shtresëzimin e dherave dhe trysninë e rrymimit të ujit

REFERENCAT

[1]. A.AYSEN.,,Soil Mechanics :Basic Concepts and Engineering Applications " ;2002 .A.A .Bakema Publishers, Lisse /Abingdon /Exton/ Tokyo;

[2]. BRAJA M.DAS :,,Principles of Geotechnical Engineering '';2010 ,Cengage Learning,USA;

[3] .BRAJA M.DAS :,,Advanced Soil Mechanics'';2007,Taulor &Francis, New York ,USA;

[4] SAM HELWANY :,,Applied Soil Mechanics with ABAQUS Aplications '',2007,Jon Wiley&Sons New Yersey;

[5] RUBIN CHOWDHURY ,FILIP FLETNJE ,GAUTAM BHATTACHARYA : ,,Geotechnical Slope Analysis '' ,2010 London &Francis Group ,London UK;

[6]. C.VENKATRAMAIH: ,,Geotechnical Engineering '',2009 ,NEW INTERNATIONAL PUBLISHERS ,New Delhi;

[6] . JON ATKINSON :,,The Mechanics of Soil and Fondations'',2007,Taylor &Francis Group,London and New Yourk;

[7] .V.N.S.MURTHY :,,Geotechnical Enginering", 2006 Marcel Dekker ,Inc.,New York

[8]. D .L.SHAH ,A.V. SHROFF :,,Soil Mechanics and Geotechnical Engineering ''A.A.Baclema, India

[9].RUSHIT HALITI , "Bazat e Gjeoteknikes '',Libër i përgatitur për shtyp",2014, Fakulteti i Gjeoshkencave, Universiteti Publik,,Isa Boletini" , Mitrovicë.

[10] LEE W. ABRAMSON et al.:,,Slope Stability and Stabilization Methods '' John Wiley&sons,Inc, New York ,2002;

[11]. J.MICHAEL DUNCAN AND STEPHEN G. WRIGHT :,,SOIL STRENTH AND SLOPE STABILITY '',Wiley,John Wiley &Sons ,INC, 2005;

[12] WILLI FREEDEN ,M.ZUHAIR NASHEP ,THOMAS SANOR :,,Hamdbook of Geomathematics ''Sprinnger-Verland Berlin Heidelberg ,2010 ;

[13] Rushit Haliti :,,Gjeomekanika në shfrytëzimin sipërfaqësor '' Libër elektronik ,UMIB – Fakulteti i Gjeoshkencave Mitrovicë ,2015