

## DFV beregning for glidestabilitet og veltestabilitet

Alle komponenter til gule kommentarer, endres for ulike variabler

Alle komponenter til blå kommentarer, er resultater for glidning og velting

$$\gamma_w := 10 \frac{kN}{m^3}$$

Tyngdetetthet

$$h_{mur} := 8 \text{ m}$$

damhøyde

$$fribord := 1 \text{ m}$$

fribord

HRV tilstand

$$HRV := h_{mur} - fribord = 7 \text{ m}$$

DFV tilstand

$$DFV := HRV + 0.5 \text{ m} = 7.5 \text{ m}$$

$$b_{topp} := 1 \text{ m}$$

kronebredde

**HORISONTALE LASTER**, faste for alle

### Vannlast

$$E_w := (\gamma_w \cdot DFV) = 75 \frac{kN}{m^2}$$

Trekantlast

$$V_h := \frac{(E_w \cdot DFV)}{2} = 281.25 \frac{kN}{m}$$

Punktlast

$$h_w := \frac{DFV}{3} = 2.5 \text{ m}$$

Plassering

### VINKLER

$$\varphi := 33^\circ$$

$$\alpha := -20^\circ$$

$$c := 0$$

$$cA := 0$$

helningsvinkel

## Tørrmurt dam med mørtel som tetning i front

Forhold høyde:bredder

1.5 : 1

### Vekt stein murdam

$$\gamma_s := 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Tyngdetetthet egenlast stein

*BREDDER på murdam*

$$b_1 := h_{mur} = 8 \text{ m}$$

$$b_2 := b_{topp} = 1 \text{ m}$$

$$b_3 := \frac{h_{mur}}{1.5} = 5.333 \text{ m}$$

$$b_{tot} := b_1 + b_2 + b_3 = 14.333 \text{ m} \quad \text{Totalbredde}$$

### VERTIKALE LASTER

*Egenvekt murdam*

*plassering fra pkt. A*

$$G_1 := \frac{b_1}{2} \cdot h_{mur} \cdot \gamma_s \cdot 1 = 576 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Trekant

$$p_{G1} := \frac{2 \cdot b_1}{3} = 5.333 \text{ m}$$

$$G_2 := b_2 \cdot h_{mur} \cdot \gamma_s \cdot 1 = 144 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Rektangel

$$p_{G2} := b_1 + \frac{b_2}{2} = 8.5 \text{ m}$$

$$G_3 := \frac{b_3}{2} \cdot h_{mur} \cdot \gamma_s \cdot 1 = 384 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Trekant

$$p_{G3} := \frac{b_3}{3} + b_2 + b_1 = 10.778 \text{ m}$$

$$G := G_1 + G_2 + G_3 = (1.104 \cdot 10^3) \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

**Total**

**vekt for hele egenvekten: TRYKKSONE**

Forholdstall vegg oppstrømsside

$$n := \frac{1}{1.5} = 0.667$$

Vertikal vannlast

$$V_v := V_h \cdot n = 187.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

plassering

$$b_v := b_{tot} - \frac{n \cdot DFV}{3} = 12.667 \text{ m}$$

## OPPDRIFT VANN/PORETRYKK

FAKTORER FOR BEREGNING

$$k := \frac{1}{3} \quad DFV = 7.5 \text{ m}$$

$$\gamma_w = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$b_{tot} = 14.333 \text{ m}$$

BEREGNING AV PORETRYKK

Fullt poretrykk

$$h_{op} := DFV \cdot \gamma_w = 75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Fullt poretrykk

$$p_{dren} := k \cdot DFV \cdot \gamma_w = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Redusert poretrykk, knekk

Plassering redusert poretrykk

$$b_{pdren} := \frac{1}{4} \cdot DFV = 1.875 \text{ m}$$

$$b_{resterende} := b_{tot} - b_{pdren} = 12.458 \text{ m}$$

Resterende bredde

$$diff := h_{op} - p_{dren} = 50 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Differanse mellom for å finne resterende poretrykk

Punktlaster poretrykk, per meter

plassering fra pkt. A

form

$$w_1 := p_{dren} \cdot b_{pdren} = 46.875 \frac{kN}{m}$$

$$p_1 := \frac{b_{pdren}}{2} + b_{resterende} = 13.396 \text{ m} \quad \text{Firkant}$$

$$w_2 := \frac{(diff \cdot b_{pdren})}{2} = 46.875 \frac{kN}{m}$$

$$p_2 := \frac{2 \cdot b_{pdren}}{3} + b_{resterende} = 13.708 \text{ m} \quad \text{Trekant}$$

$$w_3 := \frac{(p_{dren} \cdot b_{resterende})}{2} = 155.729 \frac{kN}{m}$$

$$p_3 := \frac{2 \cdot b_{resterende}}{3} = 8.306 \text{ m} \quad \text{Trekant}$$

$$w_{tot} := w_1 + w_2 + w_3 = 249.479 \frac{kN}{m}$$

### VERTIKALE LIKEVEKT

$$V_{fuk} := -G_1 - G_2 - G_3 - V_v + w_1 + w_2 + w_3 = -1.042 \cdot 10^3 \frac{kN}{m}$$

$$V_{fuk} := -V_{fuk} = (1.042 \cdot 10^3) \frac{kN}{m}$$

### HORISONTAL LIKEVEKT

$$\Sigma F_x := 0 \quad \text{Positiv retning ->}$$

$$H_{fuk} := V_h = 281.25 \frac{kN}{m}$$

### Sjekker for glidning

$$F = \frac{cA}{\cos \alpha (1 - tg \varphi \cdot tg \alpha)} + (N - U) tg(\varphi + \alpha)$$

$$F := V_{fuk} \cdot \tan(\varphi + \alpha) = 240.569 \frac{kN}{m}$$

$$S := \frac{F}{H_{fuk}} = 0.855$$

Resultat

$$S > 1.5 = 0$$

hvis =1, OK glidestabilitet



## MOMENTLIKEVEKT - beregning for velting

momentlikevekt om punktet A, nedstrømsstå, for å finne avstanden(x) til resultanten, R

Med avstand til punkt A

$$x := \frac{(G_1 \cdot p_{G1} + G_2 \cdot p_{G2} + G_3 \cdot p_{G3} + V_v \cdot b_v) - (w_1 \cdot p_1 + w_2 \cdot p_2 + w_3 \cdot p_3) - (V_h \cdot h_w)}{V_{fuk}} = 7.238 \text{ m}$$

x = avstanden til resultanten

$$x = 7.238 \text{ m}$$

Resultat

$$x \geq \frac{b_{tot}}{3} = 1$$

hvis =1, veltestabilitet OK

$$\frac{b_{tot}}{3} = 4.778 \text{ m}$$

Krav

hvis =1, så er det ok utnyttelse -> godkjent for veltestabilitet

## Murdam med betongplate

Vann- og islast er lik som i tidligere oppgave  
da de skal ha samme størrelse

$$\gamma_s := 21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{Tyngetetthet stein murdam}$$

$$\text{forhold} := 1.7391$$

### G4 dimensjoner

$$h_{G4} := h_{mur} = 8 \text{ m} \quad \text{høyde}$$

$$b_4 := b_{topp} = 1 \text{ m} \quad \text{bredde}$$

$$H_{GV} := 2 \text{ m} \quad \text{høyde på toppdel av betongplate,} \\ \text{konstant 2 meter}$$

### G5 dimensjoner

$$h_{G5} := h_{G4} - H_{GV} = 6 \text{ m} \quad \text{høyde}$$

$$b_5 := \frac{h_{G5}}{\text{forhold}} = 3.45 \text{ m} \quad \text{bredde}$$

$$b_{tot} := b_4 + b_5 = 4.45 \text{ m}$$

### HORISONTALE LASTER

$$V_h = 281.25 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{Resultant vann, regnet tidligere i oppgaven}$$

$$h_w = 2.5 \text{ m} \quad \text{Plassering } R_w$$

## VERTIKALE LASTER

Egenvekt	Plassering fra pkt.A	form
$G_4 := b_4 \cdot h_{mur} \cdot \gamma_s \cdot 1 = 168 \frac{kN}{m}$	$p_{G4} := \frac{b_4}{2} + b_5 = 3.95 \text{ m}$	Rektangel
$G_5 := (b_5 \cdot h_{G5} \cdot \gamma_s) \frac{1}{2} \cdot 1 = 217.354 \frac{kN}{m}$	$p_{G5} := \frac{2 \cdot b_5}{3} = 2.3 \text{ m}$	Trekant
$G_{tot} := G_4 + G_5 = 385.354 \frac{kN}{m}$		Sum egenvekt

## PORETRYKK

$h_{op} = 75 \frac{1}{m} \cdot \frac{kN}{m}$	Fullt poretrykk
$b_{pdren} = 1.875 \text{ m}$	Redusert poretrykk, knekk
$p_{dren} = 25 \frac{1}{m^2} \cdot kN$	Plassering redusert poretrykk
$b_{resterende2} := b_{tot} - b_{pdren} = 2.575 \text{ m}$	Resterende bredde
$diff = (5 \cdot 10^4) \text{ Pa}$	Differanse mellom for å finne resterende poretrykk

Punktlaster poretrykk, per meter	plassering	form
$w_1 := p_{dren} \cdot b_{pdren} = 46.875 \frac{kN}{m}$	$p_{w1} := b_{tot} - \frac{b_{pdren}}{2} = 3.513 \text{ m}$	Firkant
$w_2 := \frac{(diff \cdot b_{pdren})}{2} = 46.875 \frac{kN}{m}$	$p_{w2} := b_{tot} - \frac{b_{pdren}}{3} = 3.825 \text{ m}$	trekant
$w_4 := \frac{(p_{dren} \cdot b_{resterende2})}{2} = 32.188 \frac{kN}{m}$	$p_{w4} := \frac{2 \cdot b_{resterende2}}{3} = 1.717 \text{ m}$	trekant
$w_{tot} := w_1 + w_2 + w_4 = 125.938 \frac{kN}{m}$		

## VERTIKALE LIKEVEKT

$$V_{fuk} := G_5 + G_4 - w_1 - w_2 - w_4 = 259.416 \frac{kN}{m}$$

## HORISONTAL LIKEVEKT

$$\Sigma F_x := 0 \quad \text{Positiv retning ->}$$

$$H_{fuk} := V_h = 281.25 \frac{kN}{m}$$

## REGELVERK VARIANT FOR GLIDNING

$$F := V_{fuk} \cdot \tan(\varphi + \alpha) = 59.891 \frac{kN}{m}$$

$$S := \frac{F}{H_{fuk}} = 0.213$$

Resultat

$$S > 1.5 = 0$$

Glidningstabilitet OK hvis = 1

## MOMENTLIKEVEKT - BEREGNING FOR VELTING

momentlikevekt om punktet A, nedstrømsstå, for å finne avstanden(x) til resultanten, R

$$x := \frac{(G_4 \cdot p_{G4} + G_5 \cdot p_{G5}) - (w_1 \cdot p_{w1} + w_2 \cdot p_{w2} + w_4 \cdot p_{w4}) - (V_h \cdot h_w)}{V_{fuk}} = 0.236 \text{ m}$$

$$x = 0.236 \text{ m}$$

Resultat

$$x \geq \frac{b_{tot}}{3} = 0$$

hvis = 1, veltestabilitet OK

$$\frac{b_{tot}}{3} = 1.483 \text{ m}$$

Krav

## Murdam med torvtetting

Grunnet konstruksjonens oppbygning vil ikke nedstrømsmuren oppta iskrefter.

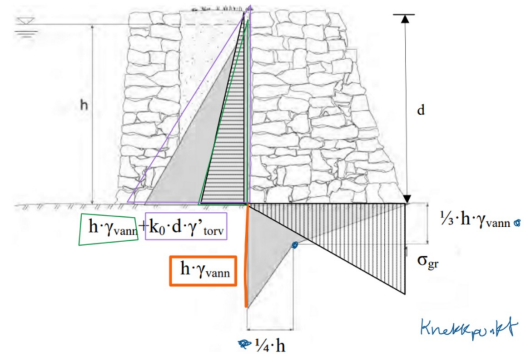
$$\gamma_s := 21 \frac{kN}{m^3}$$

$$\gamma_w = 10 \frac{kN}{m^3} \quad \text{vanntrykk}$$

$$\gamma_{torv} := 20 \frac{kN}{m^3} \quad \text{jordtrykk}$$

$$\gamma'_{torv} := \gamma_{torv} - \gamma_w = 10 \frac{kN}{m^3}$$

Der tetningen er beskyttet med en oppstrøms mur, må denne beregningsmessig være stabil ved nedtapping av magasinet. Ved kontrollen regnes tetningsmassen å være vannmettet til nivå med HRV. Sidetrykkskoeffisient  $k_0 = 0.5$  skal anvendes. Poretrykket i oppstrøms mur skal følge vannstandsenkningen i magasinet (muren regnes fullt drenerende). Oppstrøms mur, regnes å være stabil når resultatant av alle krefter faller innenfor murens oppstrøms tå, og når sikkerheten mot glidning,  $S_g$  er høyere enn 1,1.



Figur 2.2 Poretrykk under tørrmurte dammer på fjell med torvtetting eller annen løsmassetting. Mot nedstrøms mur vil det i tillegg til vanntrykk også virke et jordtrykk fra tetningen.

Hentet fra damsikkerhet II

Sidekoeffisient

$$n := \frac{1}{5}$$

$$d := h_{mur} = 8 \text{ m}$$

$$k_0 := 0.5$$

### VERTIKALE LASTER

Egenvekt  $G$  av dam

$$b_6 := b_{topp} = 1 \text{ m}$$

$$b_7 := \frac{h_{mur}}{5} = 1.6 \text{ m}$$

$$b_{tot} := b_6 + b_7 = 2.6 \text{ m} \quad \text{Total bredde}$$

Kraft

$$G_6 := b_6 \cdot h_{mur} \cdot \gamma_s \cdot 1 = 168 \frac{kN}{m}$$

$$G_7 := (b_7 \cdot h_{mur} \cdot \gamma_s) \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 = 134.4 \frac{kN}{m}$$

$$G_{tot} := G_6 + G_7 = 302.4 \frac{kN}{m}$$

Plassering fra pkt.

$$p_{G6} := \frac{b_6}{2} + b_7 = 2.1 \text{ m}$$

$$p_{G7} := \frac{2 \cdot b_7}{3} = 1.067 \text{ m}$$

### Oppdrift vann

$$h_{op} = 75 \frac{kN}{m^2} \quad \text{Fullt poretrykk}$$

$$p_{dren} = 25 \frac{kN}{m^2}$$

$$b_{pdren} = 1.875 \text{ m} \quad \text{knekkpunkt plassering}$$

$$b_{resterende3} := b_{tot} - b_{pdren} = 0.725 \text{ m}$$

$$diff := h_{op} - p_{dren} = 50 \frac{kN}{m^2}$$

### Kraft

### plassering fra pkt A

$$w_1 = 46.875 \frac{kN}{m}$$

$$p_{w1} := \frac{b_{pdren}}{2} + b_{resterende3} = 1.663 \text{ m}$$

$$w_2 = 46.875 \frac{kN}{m}$$

$$p_{w2} := \frac{2 \cdot b_{pdren}}{3} + b_{resterende3} = 1.975 \text{ m}$$

$$w_5 := \frac{p_{dren} \cdot b_{resterende3}}{2} = 9.063 \frac{kN}{m}$$

$$p_5 := \frac{2 \cdot b_{resterende3}}{3} = 0.483 \text{ m}$$

$$w_{tot} := w_1 + w_2 + w_5 = 102.813 \frac{kN}{m}$$

total vannlast

### Horisontale laster

### Plassering

$$E_{torv} := k_0 \cdot \gamma'_{torv} \cdot d = 40 \frac{kN}{m^2}$$

$$d = 8 \text{ m}$$

$$R_{torv} := \frac{(E_{torv} \cdot d)}{2} = 160 \frac{kN}{m}$$

$$h_t := \frac{d}{3} = 2.667 \text{ m}$$

$$V_h = 281.25 \frac{kN}{m}$$

$$h_w = 2.5 \text{ m}$$

## HORISONTAL LIKEVEKT

$$\Sigma F_x := 0 \quad \text{Positiv retning } \rightarrow$$

$$H_{fuk} := V_h + R_{torv} = 441.25 \frac{kN}{m}$$

## VERTIKAL LIKEVEKT

$$V_{fuk} := G_6 + G_7 - w_1 - w_2 - w_5 = 199.588 \frac{kN}{m}$$

### *Sjekker for glidning*

$$F := V_{fuk} \cdot \tan(\varphi + \alpha) = (4.608 \cdot 10^4) \frac{kg}{s^2}$$

$$S := \frac{F}{H_{fuk}} = 0.104$$

Resultat

$$S > 1.5 = 0$$

Glidningstabilitet OK hvis = 1

## MOMENTLIKEVEKT - beregning for velting

momentlikevekt om punktet A, nedstrømsstå, for å finne avstanden(x) til resultanten, R

Med avstand til punkt A

$$x := \frac{(G_6 \cdot p_{G6} + G_7 \cdot p_{G7}) - (w_1 \cdot p_{w1} + w_2 \cdot p_{w2} + w_5 \cdot p_{w5} + V_h \cdot h_w + R_{torv} \cdot h_t)}{V_{fuk}} = -4.051 \text{ m}$$

$$x = -4.051 \text{ m}$$

Resultat

$$x \geq \frac{b_{tot}}{3} = 0$$

hvis =1, veltestabilitet OK

$$\frac{b_{tot}}{3} = 0.867 \text{ m}$$

Krav