

## HELNING DEKOMPONERT

Alle komponenter til gule kommentarer, endres for ulike variabler  
Alle komponenter til blå kommentarer, er resultater for glidning og velting

$$h_{mur} := 10 \text{ m}$$

Damhøyde

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

Fribord

$$h := h_{mur} - fribord = 9 \text{ m}$$

Høyde vann

$$b_{topp} := 4 \text{ m}$$

Kronebredde

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

Tyngdetetthet vann

$$\alpha := -10^\circ$$

Helningsvinkel

## HORISONTALE LASTER, faste for alle

### Vannlast

$$R_w := (\gamma_w \cdot h) = 90 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Vannlast

$$V_h := \frac{(R_w \cdot h)}{2} = 405 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Punktlast til vannlast

$$h_w := \frac{h}{3} = 3 \text{ m}$$

Plassering:

$$R_{is} := 40 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

**Islast**

Vil få momentarm fra bunn og opp:

$$h_{is} := 0.25 \text{ m}$$

Plassering fra topp

$$h_{ismoment} := h - h_{is} = 8.75 \text{ m}$$

Plassering fra bunn

# Tørrmurt dam med mørtel som tetning

Forhold høyde:bredde  
1.5 : 1

## Vekt stein murdam

$$\gamma_s := 18 \frac{kN}{m^3} \quad \text{Tyngetetthet til murdam}$$

## BREDDER på murdam

$$b_1 := h_{mur} = 10 \text{ m}$$

$$b_2 := b_{topp} = 4 \text{ m}$$

$$b_3 := \frac{h_{mur}}{1.5} = 6.667 \text{ m}$$

høyde trekant til ekstra glideplan

skrå breddelengde til murdammen

$$b_{tot} := b_1 + b_2 + b_3 = 20.667 \text{ m}$$

## DEKOMPONERING

trekant som skal fjernes fra egenvekt:

$$\alpha = -10^\circ \quad \text{Helningsvinkel på bakken}$$

$$\Delta h := b_{tot} \cdot \sin(\alpha) \cdot -1 = 3.589 \text{ m} \quad \text{Høyde trekant til ekstra glideplan}$$

$$L_s := b_{tot} \cdot \cos(\alpha) = 20.353 \text{ m} \quad \text{Skrå breddelengde til murdammen}$$

$$\Delta G := \frac{1}{2} \cdot L_s \cdot \Delta h \cdot \gamma_s = 657.363 \frac{kN}{m} \quad \text{Differansen i egenvekt grunnet helningsvinkel}$$

$$arm := \frac{b_{tot}}{3} = 6.889 \text{ m} \quad \text{Arm til differansen i egenvekt}$$

## VERTIKALE LASTER

Egenvekt murdam

plassering fra pkt. A

$$G_1 := \frac{b_1}{2} \cdot h_{mur} \cdot \gamma_s \cdot 1 = 900 \frac{kN}{m}$$

Trekant

$$p_{G1} := \frac{2 \cdot b_1}{3} = 6.667 \text{ m}$$

$$G_2 := b_2 \cdot h_{mur} \cdot \gamma_s \cdot 1 = 720 \frac{kN}{m}$$

Rektangel

$$p_{G2} := b_1 + \frac{b_2}{2} = 12 \text{ m}$$

$$G_3 := \frac{b_3}{2} \cdot h_{mur} \cdot \gamma_s \cdot 1 = 600 \frac{kN}{m}$$

Trekant

$$p_{G3} := \frac{b_3}{3} + b_2 + b_1 = 16.222 \text{ m}$$

$$G_{tot} := G_1 + G_2 + G_3 = (2.22 \cdot 10^3) \frac{kN}{m}$$

**Total**

**vekt for hele egenvekten: TRYKKSONE**

$$G := G_{tot} + \Delta G = (2.877 \cdot 10^3) \frac{kN}{m}$$

Fjerning/ tillegg av egenvekt

### Vertikal vannlast

kommer da murdammen står skrått ut i vannet

Forholdstall vegg oppstrømsside

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

Vertikal vannlast

plassering

$$V_v := V_h \cdot n = 270 \frac{kN}{m}$$

$$b_v := b_{tot} - \frac{n \cdot h}{3} = 18.667 \text{ m}$$

## OPDRIFT VANN/PORETRYKK

### FAKTORER FOR BEREGNING

$$k := \frac{1}{3} \quad h = 9 \text{ m} \quad \gamma_w = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad b_{\text{tot}} = 20.667 \text{ m} \quad L_s = 20.353 \text{ m}$$

### BEREGNING AV PORETRYKK

$$h_{\text{op}} := h \cdot \gamma_w = 90 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Fullt poretrykk}$$

$$p_{\text{dren}} := k \cdot h \cdot \gamma_w = 30 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Redusert poretrykk, knekk}$$

$$b_{\text{pdren}} := \frac{1}{4} \cdot h = 2.25 \text{ m} \quad \text{Plassering redusert poretrykk}$$

$$b_{\text{resterende}} := b_{\text{tot}} - b_{\text{pdren}} = 18.417 \text{ m} \quad \text{Resterende bredde}$$

$$\text{diff} := h_{\text{op}} - p_{\text{dren}} = 60 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Differanse mellom for å finne resterende poretrykk}$$

Punktlaster poretrykk, per meter

plassering fra pkt. A

form

$$w_1 := p_{\text{dren}} \cdot b_{\text{pdren}} = 67.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad p_1 := \frac{b_{\text{pdren}}}{2} + b_{\text{resterende}} = 19.542 \text{ m} \quad \text{Firkant}$$

$$w_2 := \frac{(\text{diff} \cdot b_{\text{pdren}})}{2} = 67.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad p_2 := \frac{2 \cdot b_{\text{pdren}}}{3} + b_{\text{resterende}} = 19.917 \text{ m} \quad \text{Trekant}$$

$$w_3 := \frac{(p_{\text{dren}} \cdot b_{\text{resterende}})}{2} = 276.25 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad p_3 := \frac{2 \cdot b_{\text{resterende}}}{3} = 12.278 \text{ m} \quad \text{Trekant}$$

$$w_{\text{tot}} := w_1 + w_2 + w_3 = 411.25 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

**Grunnet helningsvinkel vil det være en horisontal last som oppstår.**

$$m := \frac{\Delta h}{b_{tot}} = 0.174$$

$$w_h := w_{tot} \cdot m = 71.413 \frac{kN}{m} \quad \text{poretrykk horisontalt}$$

$$p_{pos} := \frac{2(\Delta h)}{3} = 2.392 \text{ m} \quad \text{Positiv helningsvinkel: Dette blir arm}$$

$$p_{neg} := \frac{(\Delta h)}{3} = 1.196 \text{ m} \quad \text{Negativ helningsvinkel: Dette blir arm}$$

### **VERTIKALE LIKEVEKT**

$$V_{fuk} := -G - V_v + w_1 + w_2 + w_3 = -2.736 \cdot 10^3 \frac{kN}{m}$$

$$V_{fuk} := -V_{fuk} = (2.736 \cdot 10^3) \frac{kN}{m}$$

### **HORISONTAL LIKEVEKT**

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

$$H_{fuk} := V_h + R_{is} + w_h = 516.413 \frac{kN}{m}$$

### **SJEKKER FOR GLIDNING**

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

$$\alpha = -10^\circ$$

$$c := 0$$

$$cA := 0$$

Friksjonsvinkel  
Glideplanets helning  
Kohesjon

Areal = 0

$$F := V_{fuk} \cdot \tan(\varphi + \alpha) = (1.161 \cdot 10^3) \frac{kN}{m}$$

$$S := \frac{F}{H_{fuk}} = 2.249$$

Resultat

$$S > 1.5 = 1$$

Glidningstabilitet OK hvis = 1

## MOMENTLIKEVEKT - beregning for velting

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

### Negativ helningsvinkel

$$x := \frac{(G_1 \cdot p_{G1} + G_2 \cdot p_{G2} + G_3 \cdot p_{G3} + V_v \cdot b_v + \Delta G \cdot arm) - (w_1 \cdot p_1 + w_2 \cdot p_2 + w_3 \cdot p_3) - (R_{is} \cdot h_{ismoment} + V_h \cdot h_w + \dots)}{V_{fuk}}$$

$$x = 9.589 \text{ m}$$

Resultat

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

hvis =1, så er det ok utnyttelse

$$\frac{b_{tot}}{3} = 6.889 \text{ m}$$

Krav

### Positiv helningsvinkel

$$x := \frac{(G_1 \cdot p_{G1} + G_2 \cdot p_{G2} + G_3 \cdot p_{G3} + V_v \cdot b_v + \Delta G \cdot arm) - (w_1 \cdot p_1 + w_2 \cdot p_2 + w_3 \cdot p_3) - (R_{is} \cdot h_{ismoment} + V_h \cdot h_w + \dots)}{V_{fuk}}$$

$$x = 9.558 \text{ m}$$

Resultat

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

hvis =1, så er det ok utnyttelse

$$\frac{b_{tot}}{3} = 6.889 \text{ m}$$

Krav

# BETONGPLATE

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

## G4 dimensjoner

$$h_{G4} := h_{\text{mur}} = 10 \text{ m} \quad \text{høyde}$$

$$b_4 := b_{\text{topp}} = 4 \text{ m} \quad \text{bredde}$$

$$h_{\text{topp}} := 2 \text{ m}$$

## G5 dimensjoner

$$h_{G5} := h_{G4} - h_{\text{topp}} = 8 \text{ m} \quad \text{høyde}$$

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

$$b_5 := \frac{h_{G5}}{\text{forhold}} = 4.6 \text{ m} \quad \text{bredde}$$

$$b_{\text{tot}} := b_4 + b_5 = 8.6 \text{ m} \quad \text{total bredde}$$

## DEKOMPONERING

trekant som skal fjernes fra egenvekt:

$$\alpha = -10^\circ$$

$$\Delta h := b_{\text{tot}} \cdot \sin(\alpha) \cdot -1 = 1.493 \text{ m} \quad \text{høyde trekant til ekstra glideplan}$$

skrå breddelengde til murdammen

$$L_s := b_{\text{tot}} \cdot \cos(\alpha) = 8.469 \text{ m}$$

$$\Delta G := \frac{1}{2} \cdot L_s \cdot \Delta h \cdot \gamma_s = 132.805 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{arm} := \frac{b_{\text{tot}}}{3} = 2.867 \text{ m}$$

## VERTIKALE LASTER

Egenvekt murdam

plassering fra pkt. A

$$G_4 := b_4 \cdot h_{mur} \cdot \gamma_s \cdot 1 = 840 \frac{kN}{m}$$

Rektangel

$$p_{G4} := b_5 + \frac{b_4}{2} = 6.6 \text{ m}$$

$$G_5 := \frac{b_5}{2} \cdot h_{G5} \cdot \gamma_s \cdot 1 = 386.407 \frac{kN}{m}$$

Trekant

$$p_{G5} := \frac{2 \cdot b_5}{3} = 3.067 \text{ m}$$

$$G_{tot} := G_4 + G_5 = (1.226 \cdot 10^3) \frac{kN}{m}$$

**Total**

**vekt for hele egenvekten: TRYKKSONE**

$$G := G_{tot} + \Delta G = (1.359 \cdot 10^3) \frac{kN}{m}$$

## OPPDRIFT VANN/PORETRYKK

FAKTORER FOR BEREGNING

$$k := \frac{1}{3} \quad h = 9 \text{ m} \quad \gamma_w = 10 \frac{kN}{m^3} \quad b_{tot} = 8.6 \text{ m} \quad L_s = 8.469 \text{ m}$$

## PORETRYKK

$$h_{op} := h \cdot \gamma_w = 90 \frac{kN}{m^2}$$

Fullt poretrykk

$$b_{pdren} = 2.25 \text{ m}$$

knekkpunkt  
plassering

$$p_{dren} = 30 \frac{kN}{m^2}$$

poretrykk  
knekkpunkt

$$b_{resterende2} := b_{tot} - b_{pdren} = 6.35 \text{ m}$$

$$diff = (6 \cdot 10^4) \text{ Pa}$$



<i>Punktlaster poretrykk, per meter</i>	<i>plassing fra pkt. A</i>	<i>form</i>
$w_1 := p_{dren} \cdot b_{pdren} = 67.5 \frac{kN}{m}$	$p_{w1} := b_{tot} - \frac{b_{pdren}}{2} = 7.475 \text{ m}$	Firkant
$w_2 := \frac{(diff \cdot b_{pdren})}{2} = 67.5 \frac{kN}{m}$	$p_{w2} := b_{tot} - \frac{b_{pdren}}{3} = 7.85 \text{ m}$	trekant
$w_4 := \frac{(p_{dren} \cdot b_{resterende2})}{2} = 95.251 \frac{kN}{m}$	$p_{w4} := \frac{2 \cdot b_{resterende2}}{3} = 4.233 \text{ m}$	trekant
$w_{tot} := w_1 + w_2 + w_4 = 230.251 \frac{kN}{m}$		

**Grunnet helningsvinkel vil det være en horisontal last som oppstår.**

$$m := \frac{\Delta h}{b_{tot}} = 0.174$$

$$w_h := w_{tot} \cdot m = 39.983 \frac{kN}{m}$$

poretrykk horisontalt

$$p_{pos} := \frac{2 (\Delta h)}{3} = 0.996 \text{ m}$$

Positiv helningsvinkel: Dette blir arm

$$p_{neg} := \frac{(\Delta h)}{3} = 0.498 \text{ m}$$

Negativ helningsvinkel: Dette blir arm

### VERTIKALE LIKEVEKT

$$V_{fuk} := -G + w_{tot} = -1.129 \cdot 10^3 \frac{kN}{m}$$

$$V_{fuk} := -V_{fuk} = (1.129 \cdot 10^3) \frac{kN}{m}$$

### HORISONTAL LIKEVEKT

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

$$H_{fuk} := R_{is} + w_h + V_h = 484.983 \frac{kN}{m}$$

### SJEKKER FOR GLIDNING

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

$$\alpha = -10^\circ$$

$$c := 0$$

$$cA := 0$$

Friksjonsvinkel  
Glideplanets helning  
Kohesjon

Areal = 0

$$F := V_{fuk} \cdot \tan(\varphi + \alpha) = 479.216 \frac{kN}{m}$$

$$S := \frac{F}{H_{fuk}} = 0.988$$

Resultat

$$S > 1.5 = 0$$

Hvis = 1, OK glidestabilitet

## MOMENTLIKEVEKT - beregning for velting

momentlikevekt om punktet a, for å finne  
avstanden til resultanten

### Negativ helningsvinkel

vertikale laster

horisontale laster

$$x := \frac{(G_4 \cdot p_{G4} + G_5 \cdot p_{G5} + \Delta G \cdot arm) - (w_1 \cdot p_{w1} + w_2 \cdot p_{w2} + w_4 \cdot p_{w4}) - (R_{is} \cdot h_{ismoment}) - (V_h \cdot h_w + w_h \cdot p_{neg})}{V_{fuk}}$$

$$x = 3.62 \text{ m}$$

Resultat

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

hvis = 1, veltestabilitet OK

$$\frac{b_{tot}}{3} = 2.867 \text{ m}$$

Krav

### Positiv helningsvinkel

$$x := \frac{(G_4 \cdot p_{G4} + G_5 \cdot p_{G5} + \Delta G \cdot arm) - (w_1 \cdot p_{w1} + w_2 \cdot p_{w2} + w_4 \cdot p_{w4}) - (R_{is} \cdot h_{ismoment} + V_h \cdot h_w + w_h \cdot p_{pos})}{V_{fuk}} = 3.$$

$$x = 3.603 \text{ m}$$

Resultat

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

hvis = 1, veltestabilitet OK

$$\frac{b_{tot}}{3} = 2.867 \text{ m}$$

Krav