



**MALMÖ
UNIVERSITET**



A photograph of a man and a woman sitting on a wooden pier, looking out at the ocean. The man is on the left, wearing a white t-shirt and jeans. The woman is on the right, wearing a light-colored long-sleeved shirt and a dark bag. The pier is made of wooden planks with circular holes. The ocean is in the background, and the sky is clear. The entire image has a blue tint.

Geomekanik - Sättningar

Lars Johansson 2021-02-17

Disposition

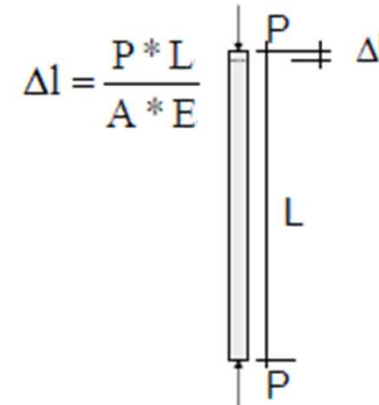
- Modell från hållfastläran
- Spänningar av yttre last
- Elasticitetsteoretiska beräkningsmodeller
- Sättningsberäkningar från ödometerförsök
- Sättnings tidsberoende
- Sättningsberäkningar efter in-situ försök



Enkel modell

För jord används deformationsmodulerna M (ödometermodulen) i kohesionsjord och E (elasticitetsmodulen) i friktionsjord.

- M , E är funktioner av σ' och z
- Initialspänningar σ'_0 kan ej försummas
- $\Delta\sigma'$ (P/A) varierar med djupet
- Sättningarna tidsberoende



Tillskott av ytlast – 2:1-metoden

Handberäkning – enklare lastmodell

Långsträckt fundament

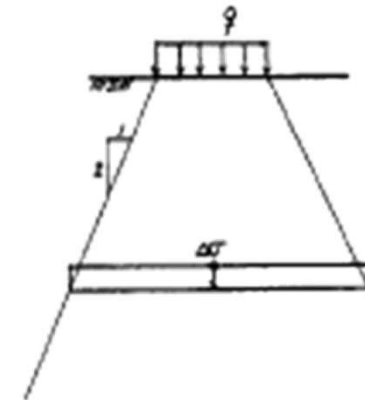
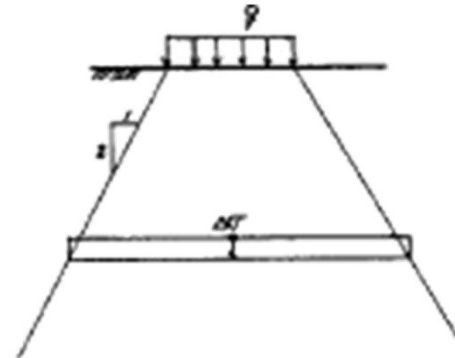
$$\Delta\sigma'_z = \frac{b \cdot q}{b + z}$$

$$(b \cdot q = Q \text{ [kN/m]})$$

Fundament med begränsad utsträckning

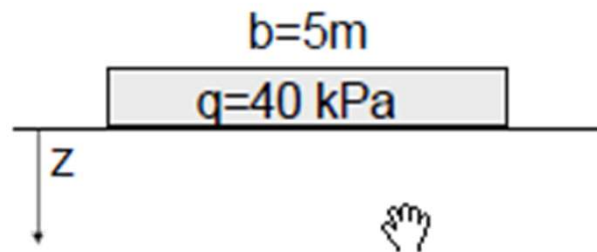
$$\Delta\sigma'_z = \frac{b \cdot l \cdot q}{(b + z) \cdot (l + z)}$$

$$(b \cdot l \cdot q = Q \text{ [kN]})$$



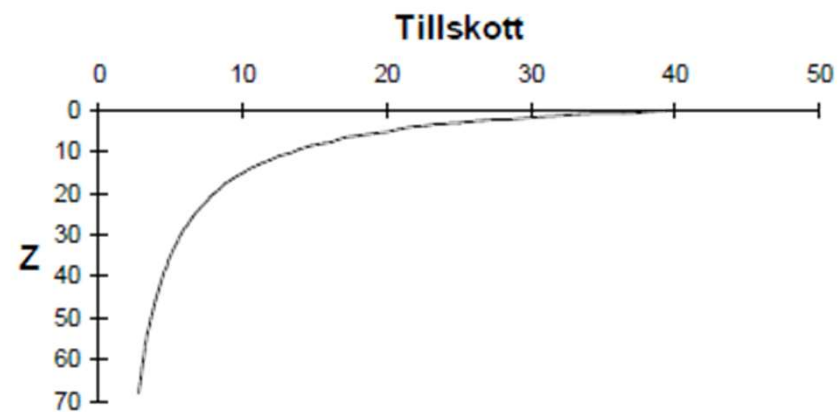
Exempel

Beräkna medeltillskottsspänningen ($\Delta\sigma'$) under den långsträckt lasten på $z = 2, 5$ respektive 8 m djup under markytan.



Lastfördelning med djupet

Tillskottsspänning med djupet för last



Sättningsberäkningar

Friktionsjord – konstant deformationsmodul

$$\delta = \sum h \frac{\Delta \sigma}{M}$$

(vanligtvis används E i friktionsjord)

h = beräkningsskiktets tjocklek (mäktighet)

Sättningsberäkningar

Kohesionsjord

- deformationsegenskaperna beroende på jordens spänningshistoria
- ödometerkurvan väldefinierad "knyck", σ'_c

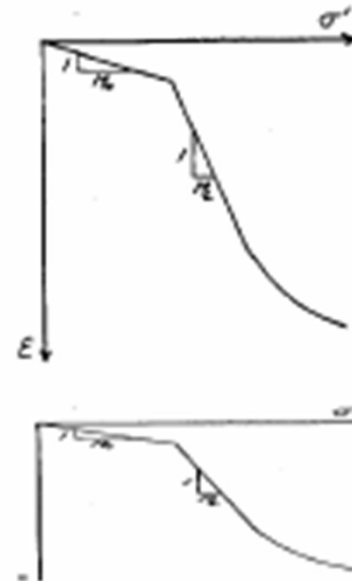
- Konsolidering

- $\sigma'_c = \sigma'_0$, normalkonsoliderad
- $\sigma'_c > \sigma'_0$, svagt överkonsoliderad, 10 à 50 kPa
- $\sigma'_c \gg \sigma'_0$, överkonsoliderad

Ödometerkurva

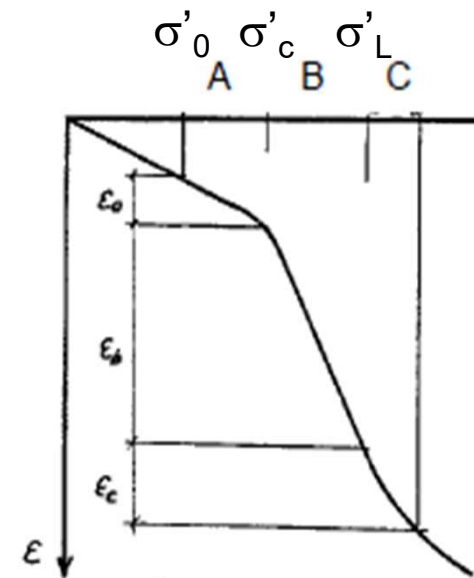
Parametrar som utvärderas

- σ'_c – förkonsolideringstryck
- σ'_L – gränsspänning
- M_0 – ödometermodul för spänningar under förkonsolideringstrycket
- M_L – ödometermodul för spänningar mellan förkonsolideringstrycket och gränsspänningen
- M' – ödometermodulens ökning med ökande spänningsnivå över gränsspänningen



Ödometerkurva

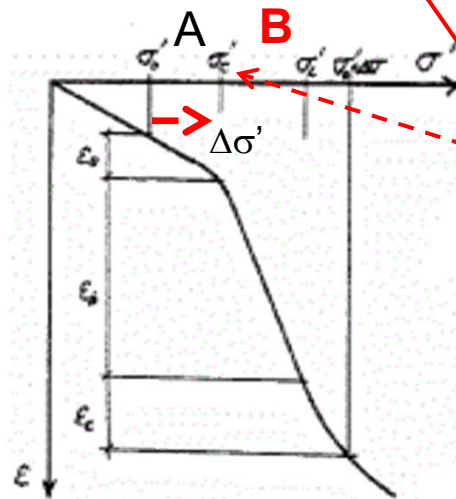
- **Sättningsberäkningar delas in i tre delfall beroende på spänningsnivå:**
 - A: för spänningar under förkonsolideringstrycket
 - B: för spänningar mellan förkonsolideringstrycket och gränsspänningen
 - C: för spänningar över gränsspänningen
- **Den totala sättningen är summan av sättningarna beräknade för varje delfall**



$$\mathbf{A: \sigma'_0 + \Delta\sigma' \leq \sigma'_c}$$

$$\delta = \sum h \cdot \varepsilon_A = \sum h \frac{\sigma' - \sigma'_0}{M_0} = \sum h \frac{\overbrace{\sigma'_0 + \Delta\sigma' - \sigma'_0}^{\sigma'}}{M_0} = \sum h \frac{\Delta\sigma'}{M_0}$$

h är mäktigheten (tjockleken) av respektive beräkningsskikt.

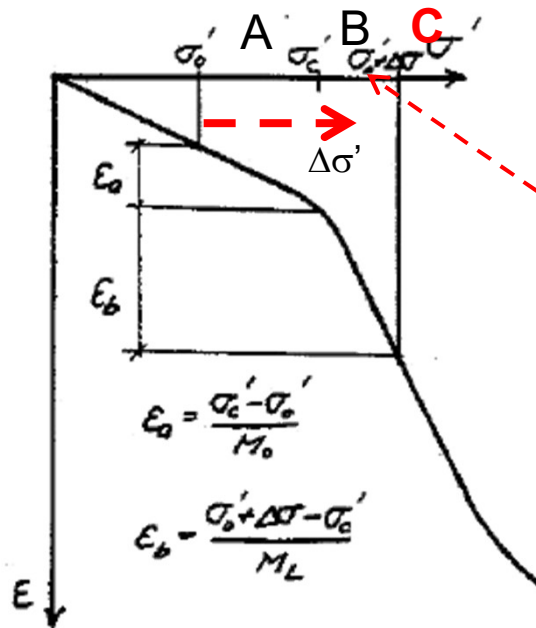


Värdet på σ' kan HÖGST vara lika med förkonsolideringstrycket (σ'_c)

σ'_0 = initialspänningar
 $\Delta\sigma'$ = tillskottsspänningar p g a last
 σ' = totalspänningar ($\sigma'_0 + \Delta\sigma'$)

$$B: \sigma'_c < \sigma'_0 + \Delta\sigma' \leq \sigma'_L \quad \sigma'$$

$$\delta = \Sigma h \cdot (\varepsilon_A + \varepsilon_B) = \Sigma h \left(\frac{\sigma'_c - \sigma'_0}{M_o} + \frac{\sigma'_c - \sigma'_c}{M_L} \right) = \Sigma h \left(\frac{\sigma'_c - \sigma'_0}{M_o} + \frac{\overbrace{\sigma'_0 + \Delta\sigma' - \sigma'_c}}{M_L} \right)$$



Linjär addering av töjningarna från spänningsintervall A och B

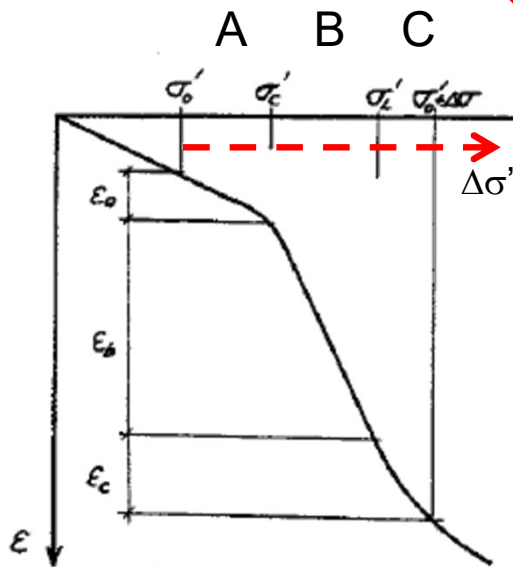
Värdet på σ' kan HÖGST vara lika med gränsspänningen (σ'_L)

σ'_0 = initialspänningar
 $\Delta\sigma'$ = tillskottsspänningar p g a last
 σ' = totalspänningar ($\sigma'_0 + \Delta\sigma'$)

$$C: \sigma'_0 + \Delta\sigma' > \sigma'_L$$

$$\delta = \Sigma h \cdot (\varepsilon_A + \varepsilon_B + \varepsilon_c) =$$

$$= \Sigma h \left(\frac{\sigma'_c - \sigma'_0}{M_o} + \frac{\sigma'_L - \sigma'_c}{M_L} + \frac{1}{M'} \ln \left[1 + \overbrace{(\sigma'_0 + \Delta\sigma' - \sigma'_L)}^{\sigma'} \frac{M'}{M_L} \right] \right)$$

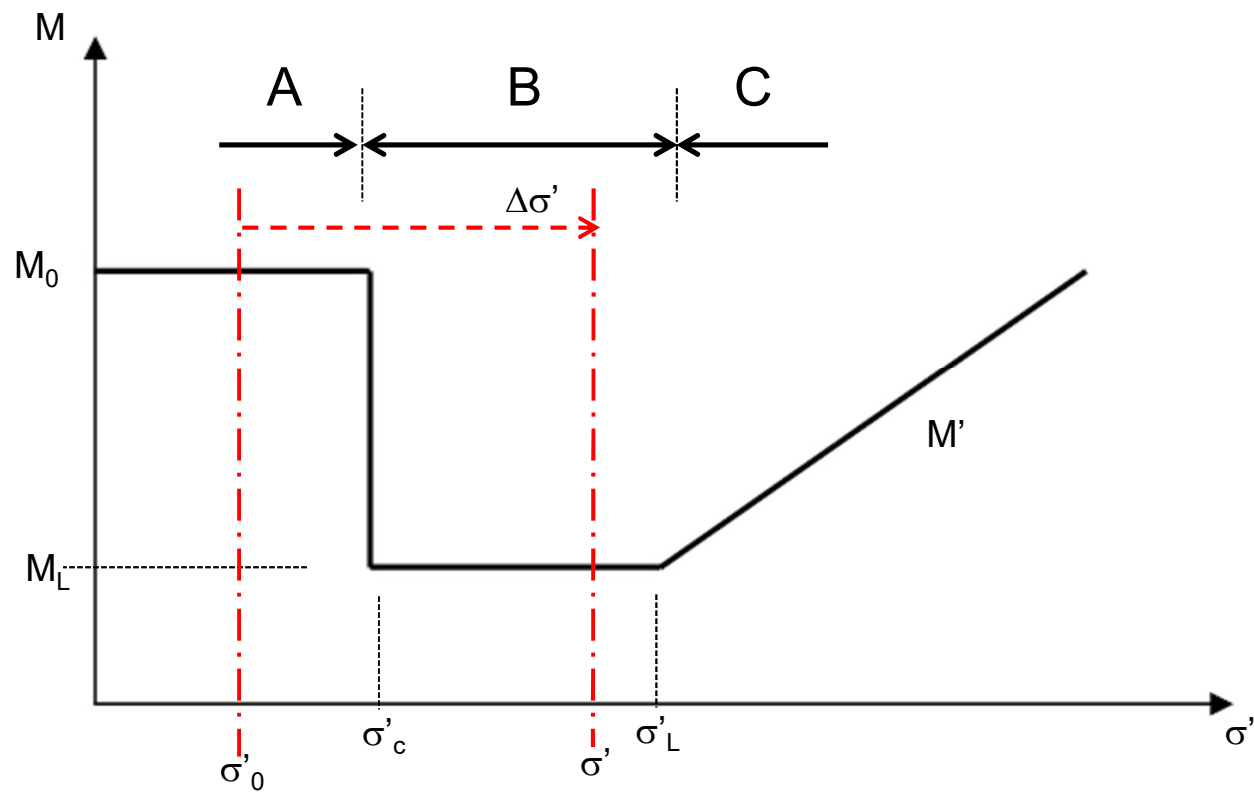


Linjär addering av töjningarna från spänningsintervall A, B och C

Ingen begränsning på värdet på σ'

σ'_0 = initialspänningar
 $\Delta\sigma'$ = tillskottsspänningar p g a last
 σ' = totalspänningar ($\sigma'_0 + \Delta\sigma'$)

Deformationsmodul/Effektivspänning



Beräkningsgång

- Dela in jordprofilen i beräkningsskikt
- **Härifrån görs alla beräkningar I MITTEN av varje beräkningsskikt**
- Beräkna effektiva initialspänningar, σ'_0
- Utvärdera förkonsolideringen, σ'_c
- Beräkna tillskottsspänningar från last, $\Delta\sigma'$
- Beräkna totalspänningen, σ'
- Välj beräkningsmodell för deformationer utifrån storleken på σ' jämfört med σ'_c och σ'_L
- **Beräkna deformationer för varje beräkningsskikt** - först töjningar ε och sedan sättningar δ genom att multiplicera töjningarna med beräkningsskiktets tjocklek [mäktighet]
- **Summera sättningarna för samtliga beräkningsskikt**

Exempel

