



Lösa lerors hållfasthet

- nya vinklingar på gamla kunskaper

Göran Sällfors
Chalmers / GeoForce AB

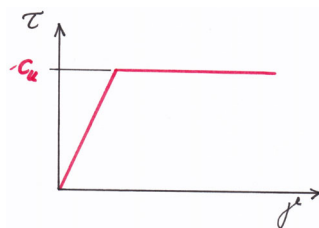
Dagen innan GD 2018-03-14

1



Odränerad skjuvhållfasthet

Enklaste materialmodell – linjäreelastoplastisk



Dagen innan GD 2018-03-14

2



Hur många använder Hansbo's formel ?

$$c_u = 0,45 w_L \cdot \sigma'_c$$

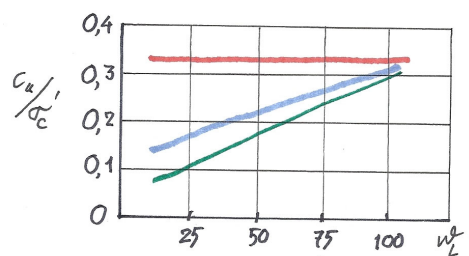
Dagen innan GD 2018-03-14

3




Hur många använder Hansbo's formel ?

$$c_u = 0,45 w_L \cdot \sigma'_c$$




Dagen innan GD 2018-03-14


4





Korrelationer mellan odränerad skjuvhållfasthet och förkonsolideringstryck i lera

Bygg & Teknik 1/18


 Sölve Hov
GeoMind LabMind


 Anders Prätstings
KTH/Tyrens



 Erik Persson
Bjerkning


 Stefan Larsson
KTH


Bygg & teknik 1/18


Dagen innan GD 2018-03-14


5




Korrelationer mellan odränerad skjuvhållfasthet och förkonsolideringstryck i lera

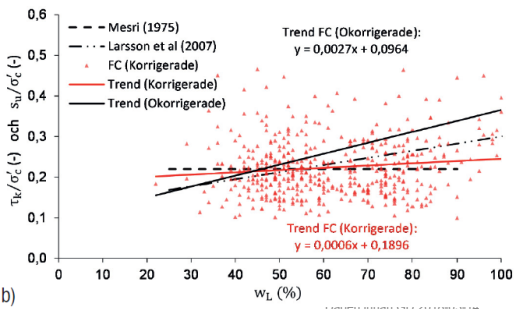

 Sölve Hov
GeoMind LabMind


 Anders Prätstings
KTH/Tyrens


 Erik Persson
Bjerkning


 Stefan Larsson
KTH

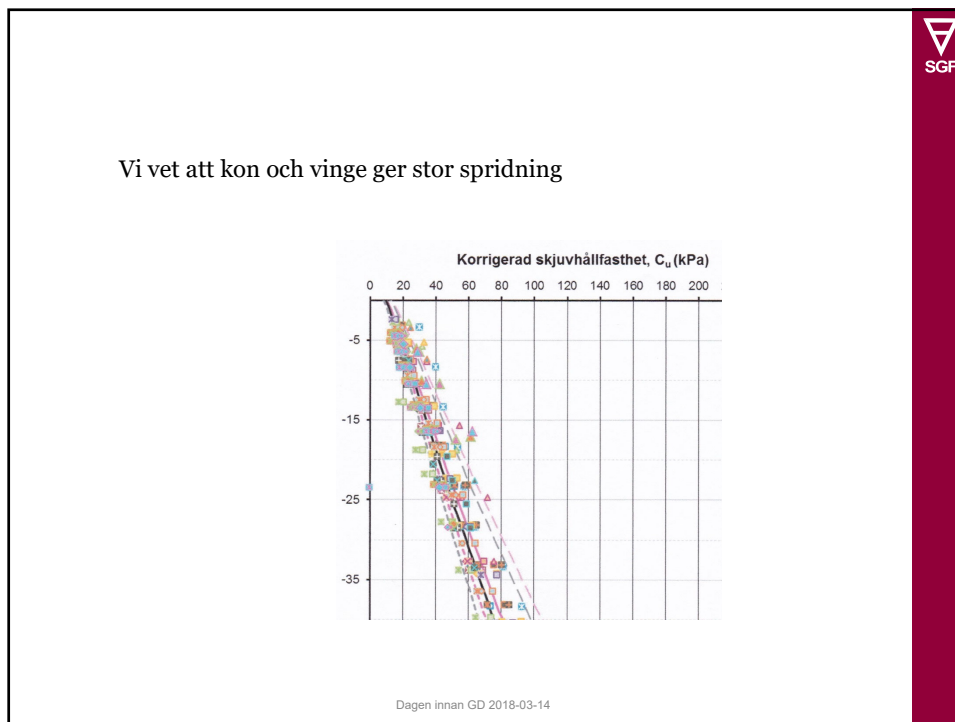
Bygg & teknik 1/18



b)

Dagen innan GD 2018-03-14

6



7


SGF

Vi måste höja nivån!

Finita Element Metoden ?

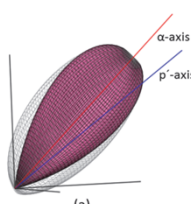
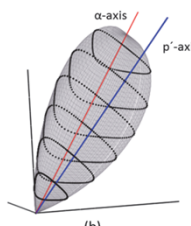
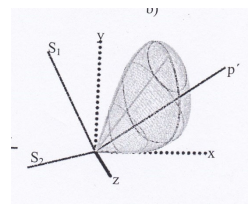
Dagen innan GD 2018-03-14

8




Vi måste höja nivån!

Finita Element Metoden ?

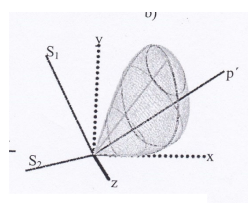




Dagen innan GD 2018-03-14

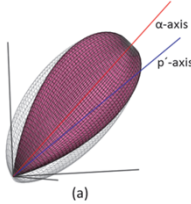
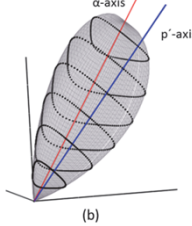
9



Complicated mathematics



$$F = \frac{1}{2}(\mathbf{s})^T (\mathbf{s}) - p'^2 \cdot \left(1 - \left(\frac{p'}{p_c} \right)^m \right) \cdot \left(M^2 - \frac{1}{2} \mathbf{a}_d^T \mathbf{a}_d \right)$$

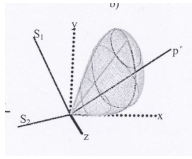



$$p_{eq} = \frac{p'}{\left[\frac{1 - \frac{1}{2} \{ \boldsymbol{\sigma}_d - p' \cdot \mathbf{a}_d \}^T \{ \boldsymbol{\sigma}_d - p' \cdot \mathbf{a}_d \}}{p'^2 \cdot \left(M^2 - \frac{1}{2} \mathbf{a}_d^T \mathbf{a}_d \right)} \right]^{\frac{1}{m}}}$$

$$p_Q^{eq} = p' + \frac{3}{2} \cdot \frac{\{ \boldsymbol{\sigma}_d - p' \cdot \mathbf{a}_d \}^T \{ \boldsymbol{\sigma}_d - p' \cdot \mathbf{a}_d \}}{p' \left(M^2 - \frac{3}{2} \mathbf{a}_d^T \mathbf{a}_d \right)}$$

Dagen innan GD 2018-03-14

10



Behövs ett mellanting

Dagen innan GD 2018-03-14

11



Idag:

- 1. Teoretiskt stöd för empiri***
- 2. 30 "case records" bekräftar teori***
- 3. Så här skall ni göra!***

Dagen innan GD 2018-03-14

12

1. Teoretiskt stöd för empiri


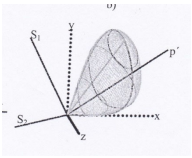
2. 30 "case records" bekräftar teori

3. Så här skall ni göra!



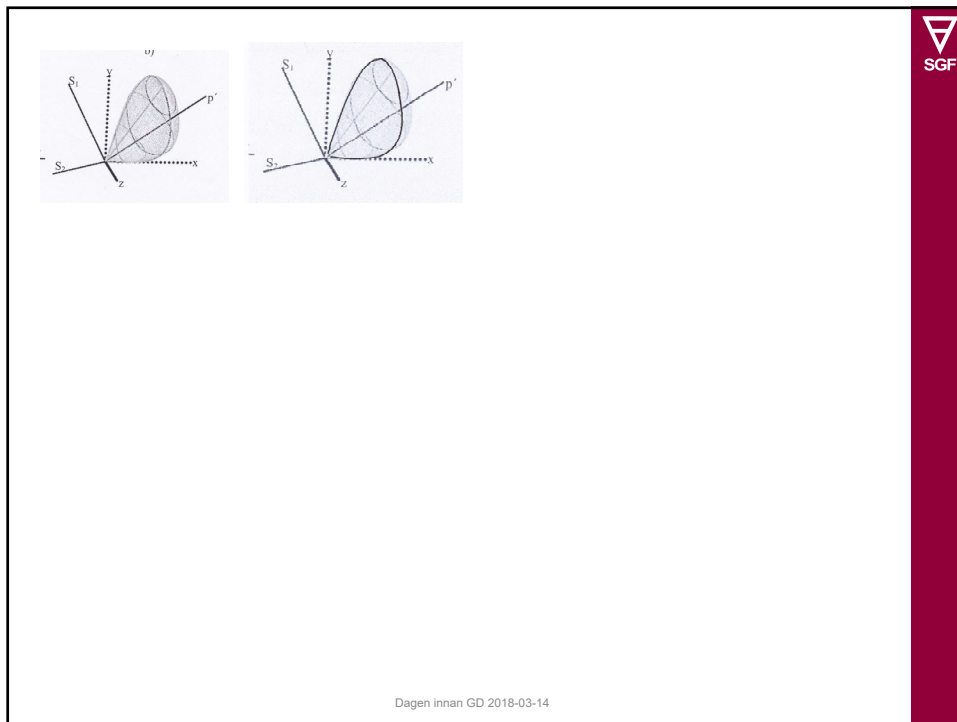
Dagen innan GD 2018-03-14

13

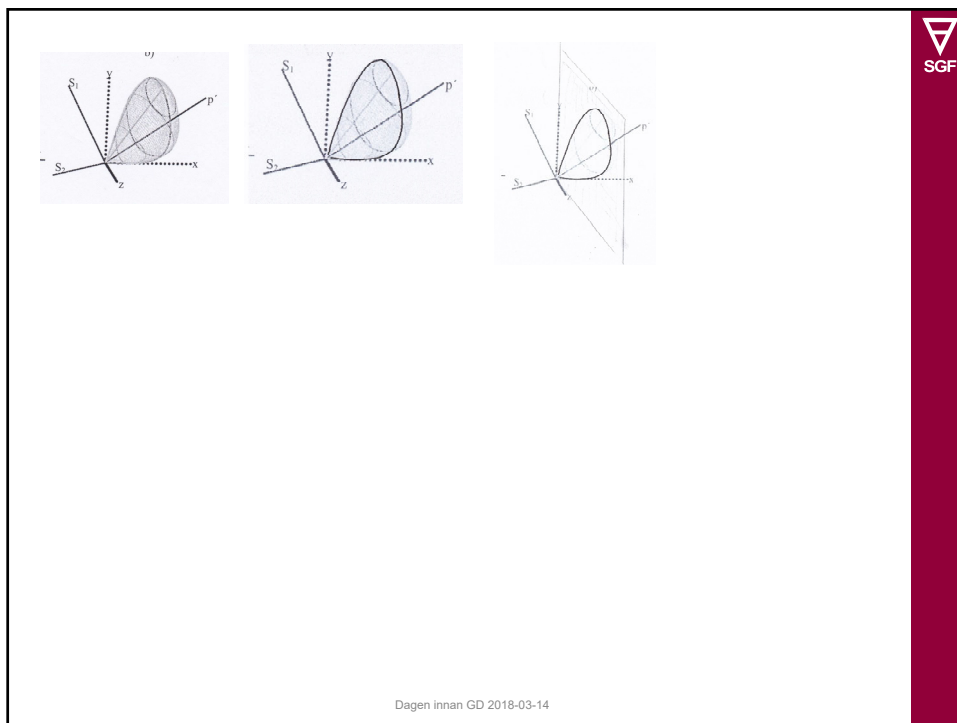


Dagen innan GD 2018-03-14

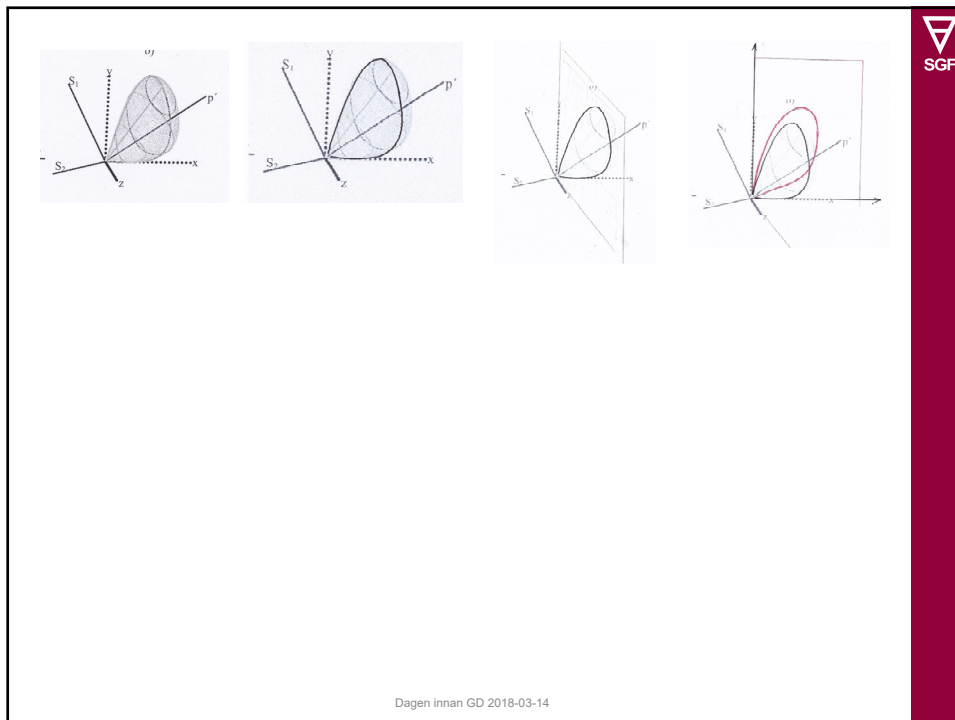
14



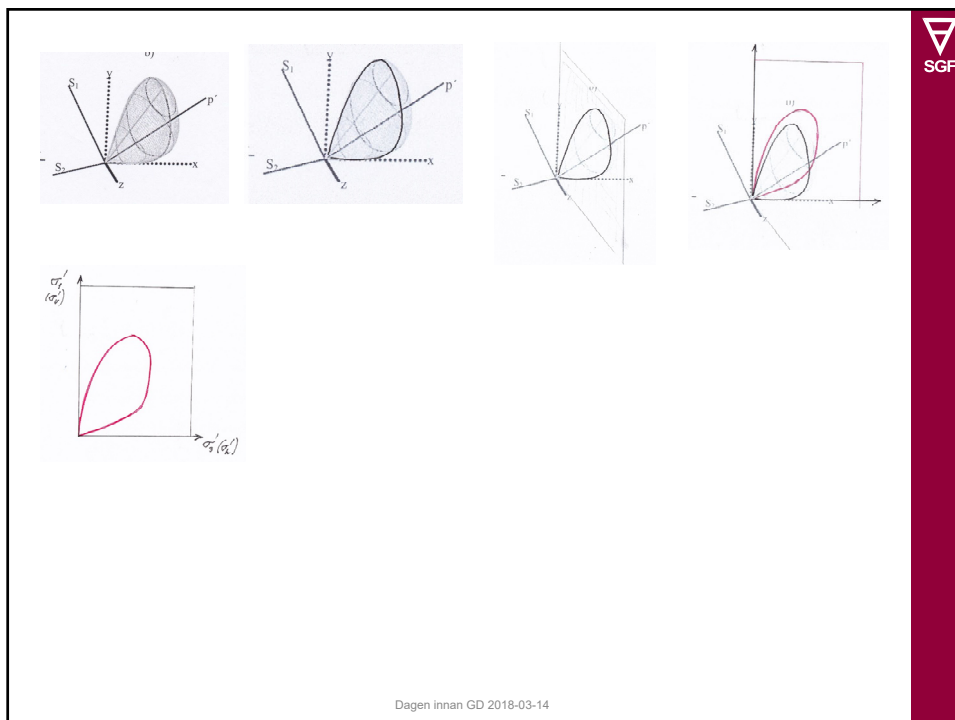
15



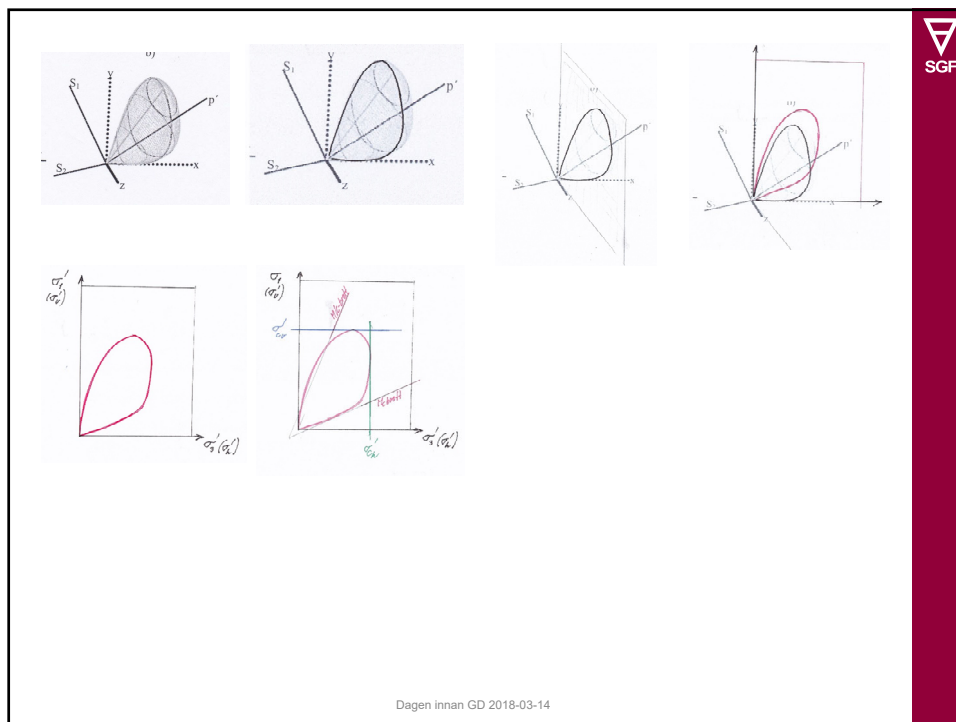
16



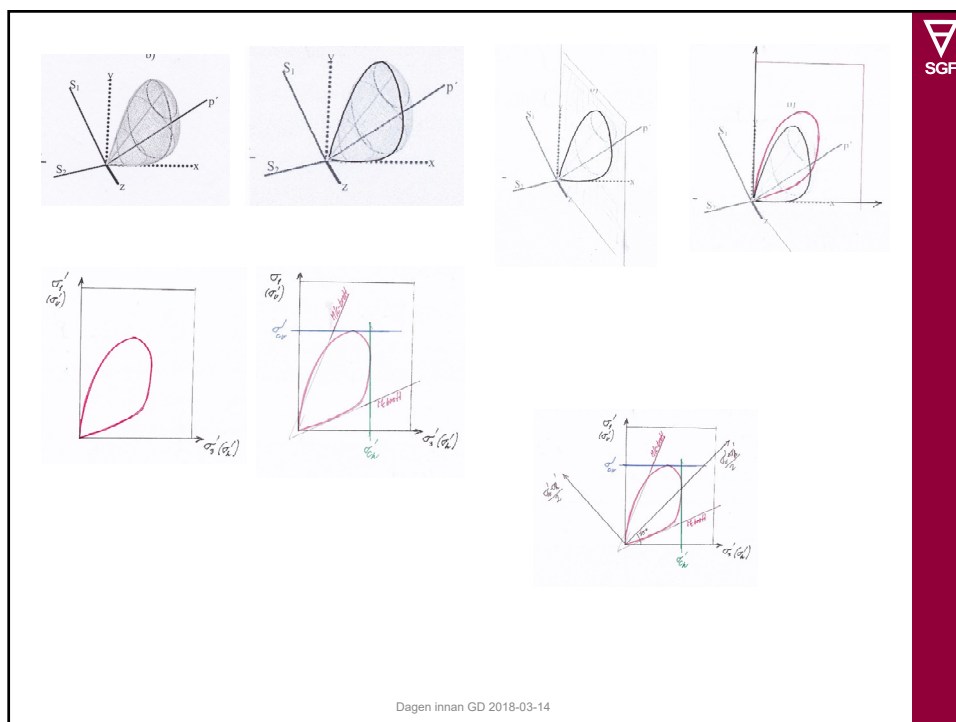
17



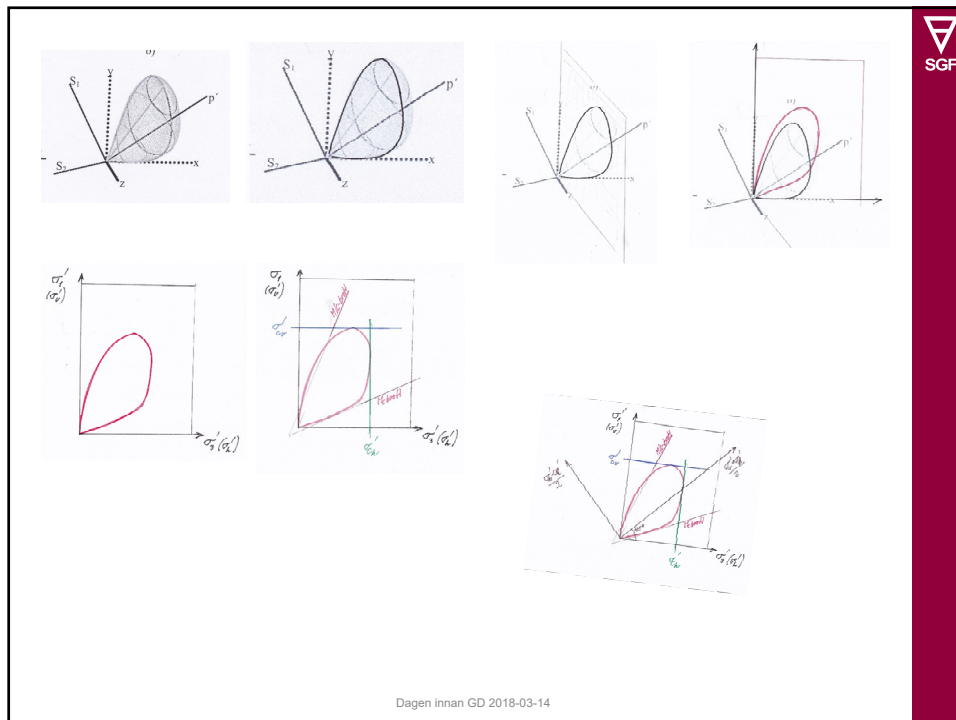
18



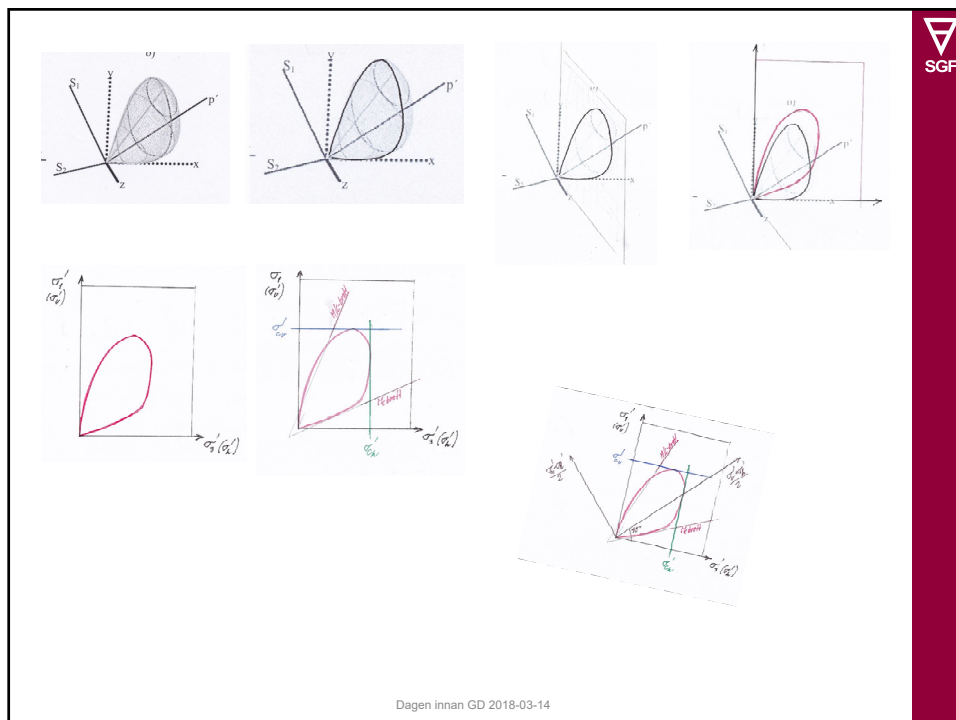
19



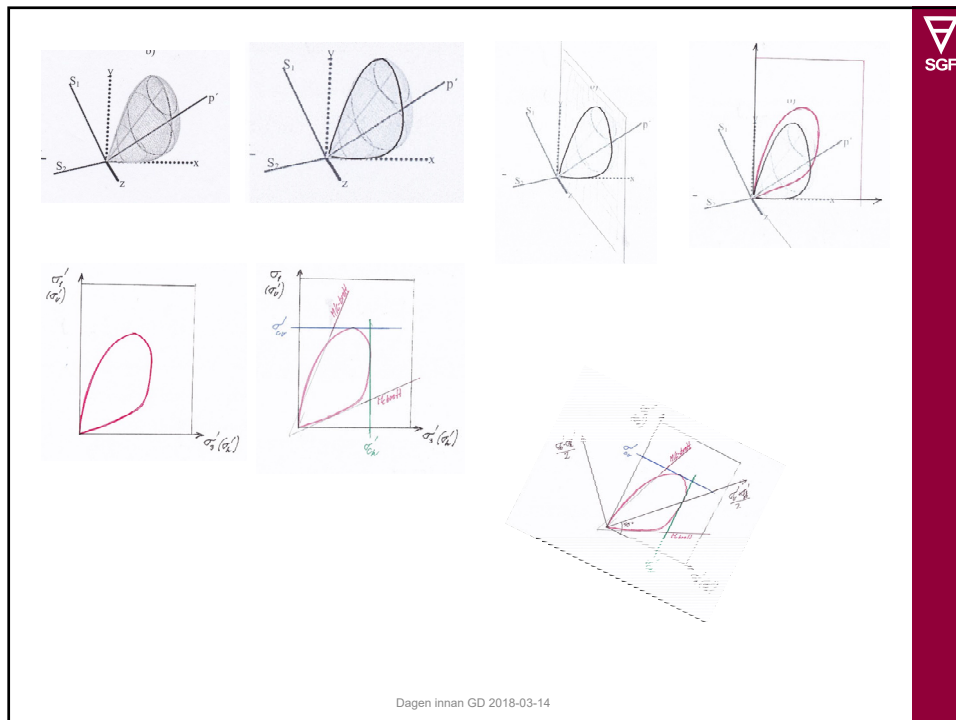
20



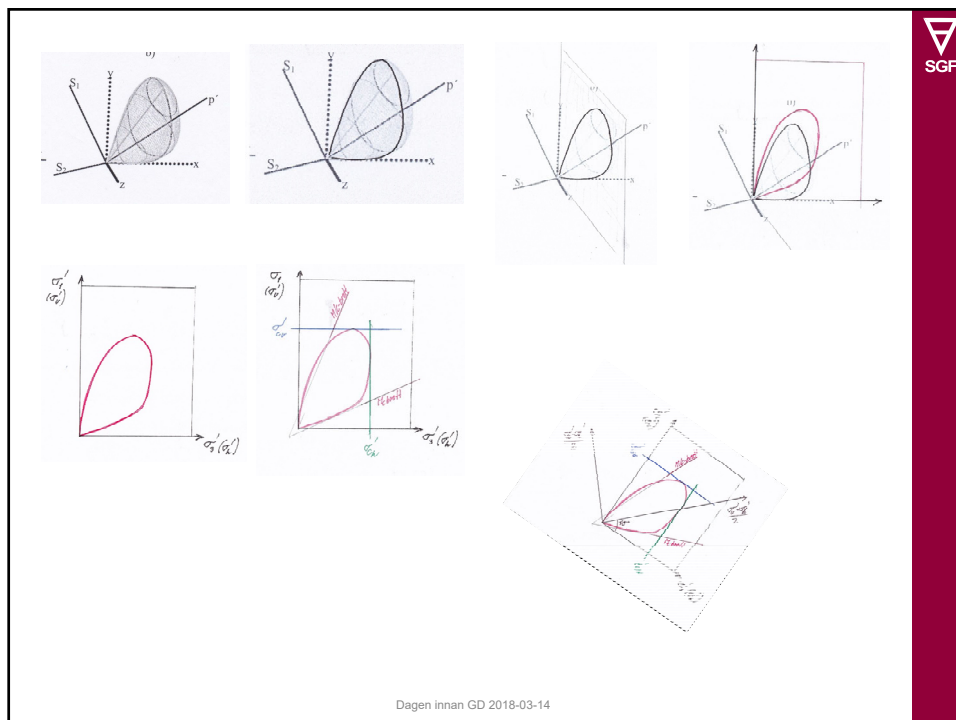
21



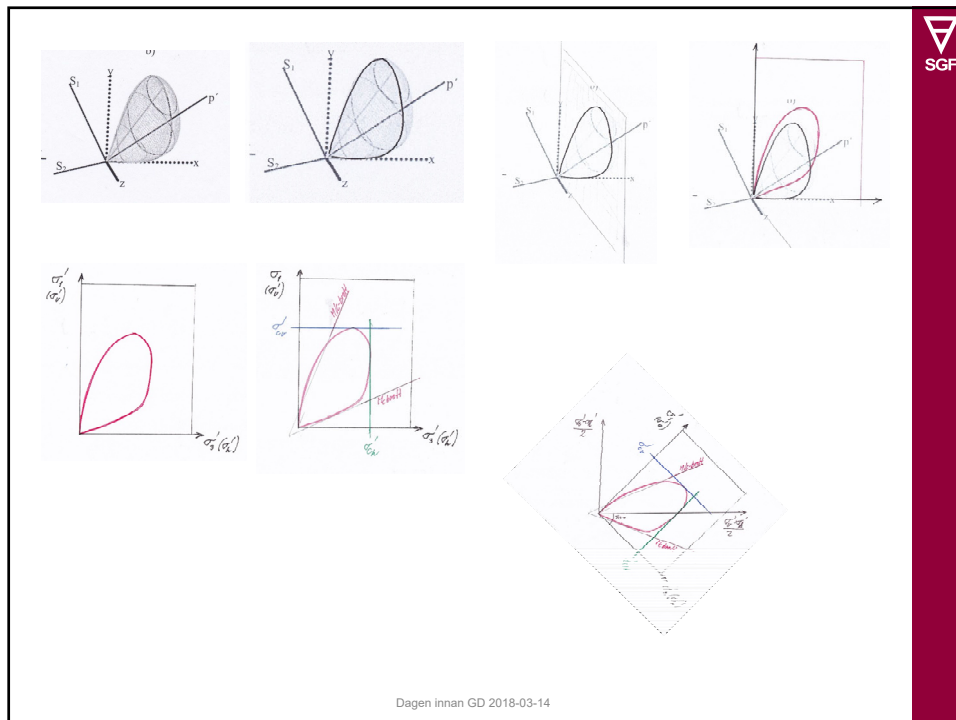
22



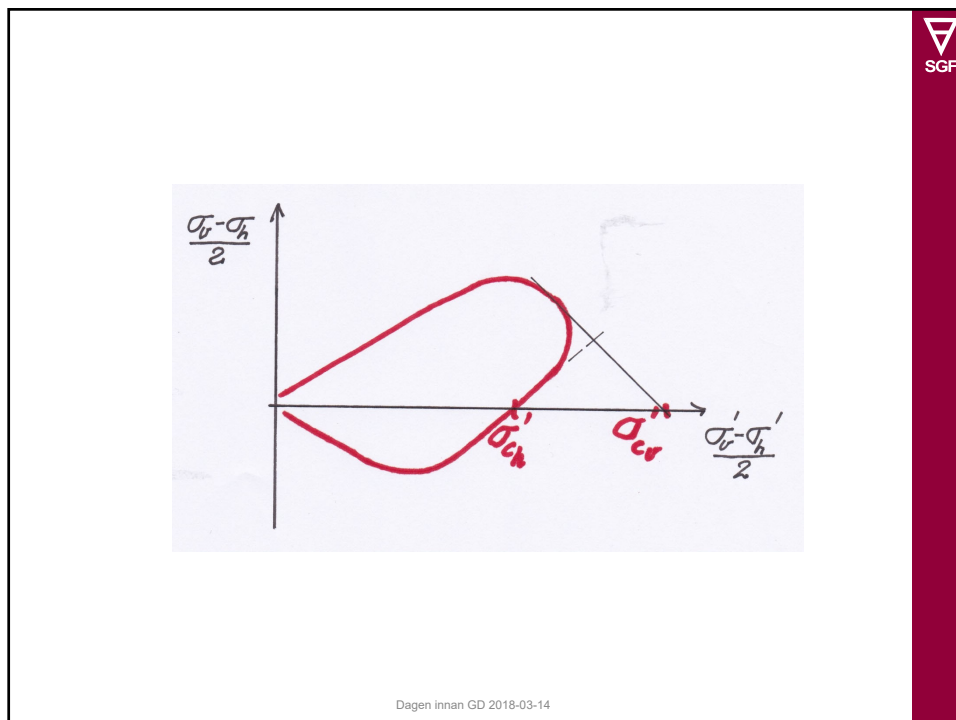
23



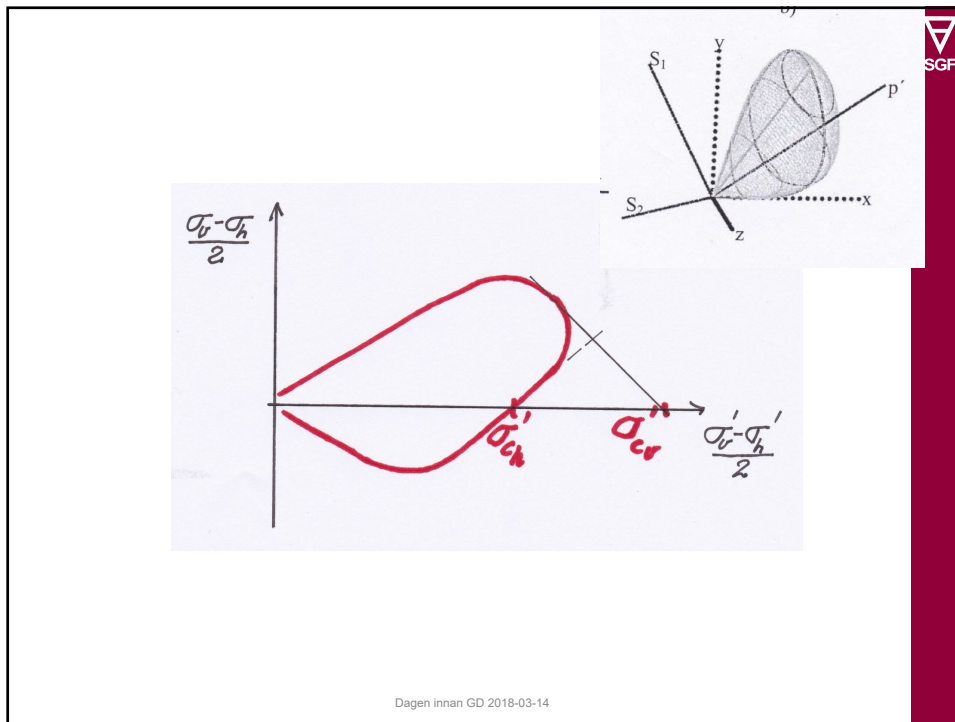
24



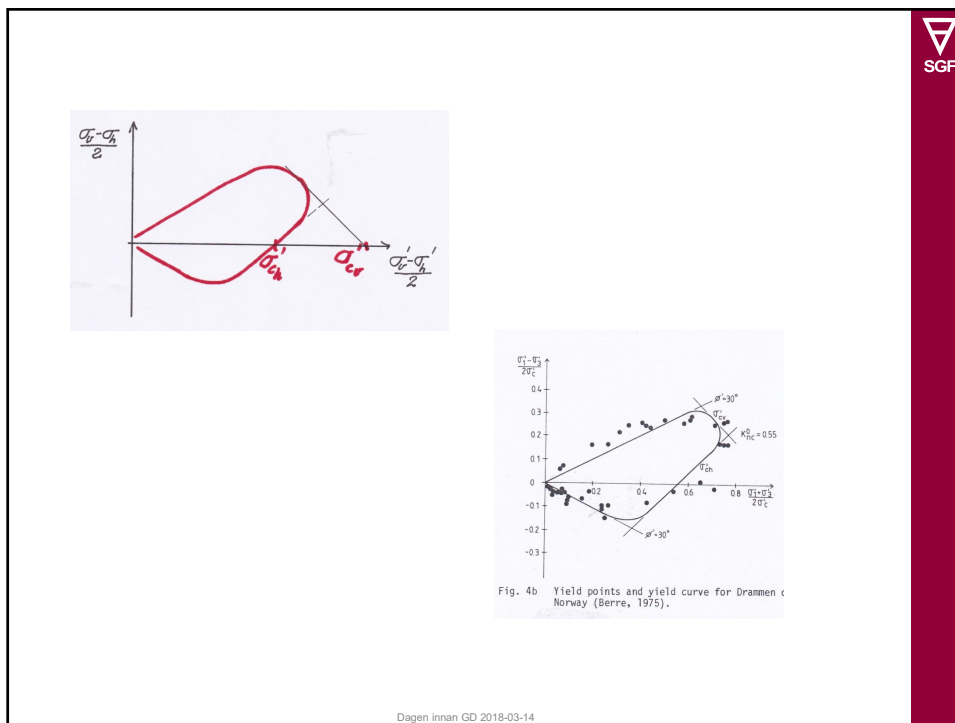
25



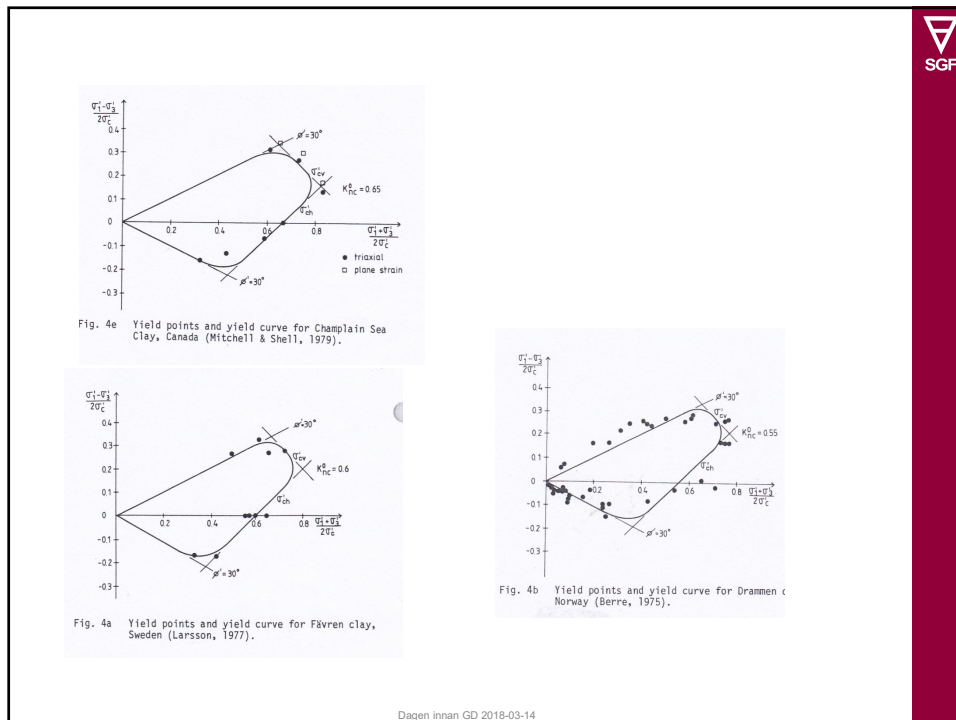
26



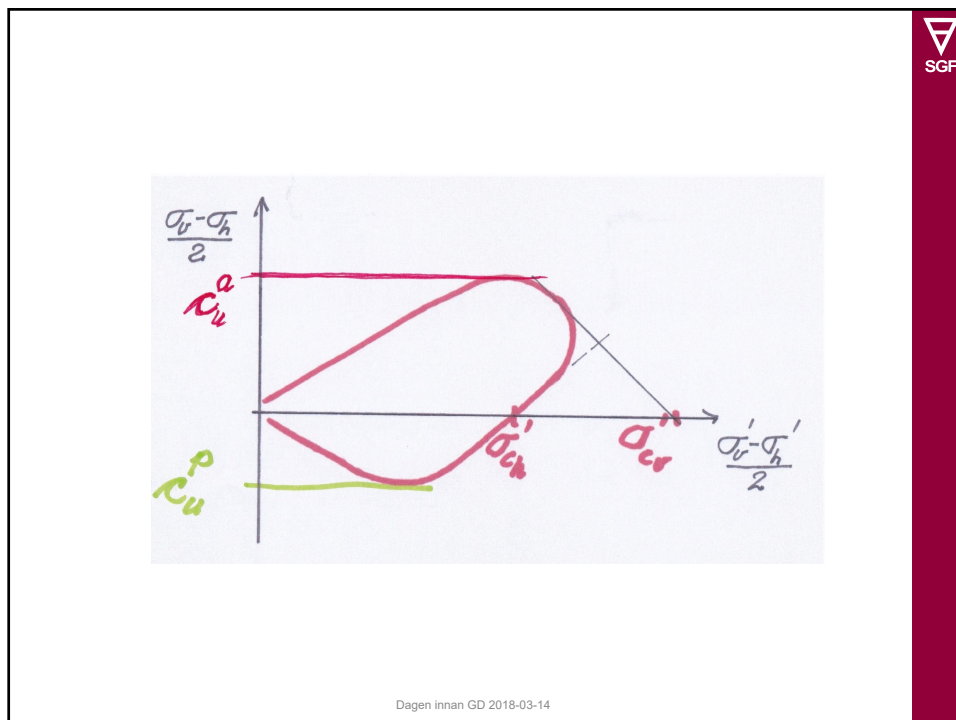
27



28

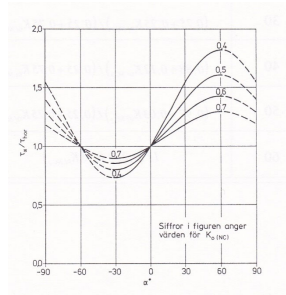


29



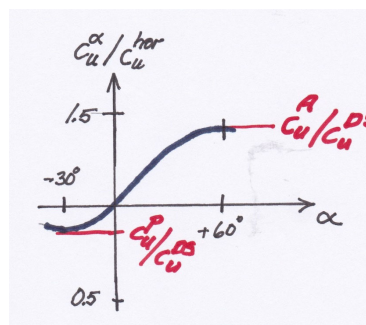
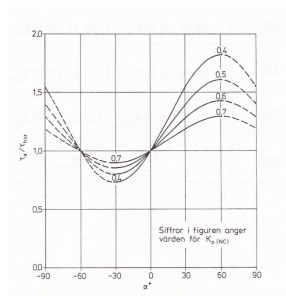
30

Teori – empiri
 Aktiv, Passiv och Direkt
 Skjuvhållfasthet



Dagen innan GD 2018-03-14


31



Dagen innan GD 2018-03-14

32





Siffror i figuren anger värden för K_0 (INC)


Om $\phi' = 30^\circ$ så är

$$D_{Cu} = 0,75 \cdot C_{Cu}^p + 0,25 \cdot C_{Cu}^A$$

Y-axis: $\frac{\sigma_v - \sigma_h}{C_{Cu}}$ (with handwritten $\frac{A}{C_{Cu}}$ and $\frac{D_{Cu}}{C_{Cu}}$)
 X-axis: α
 Points: -30° , $+60^\circ$

Dagen innan GD 2018-03-14

33

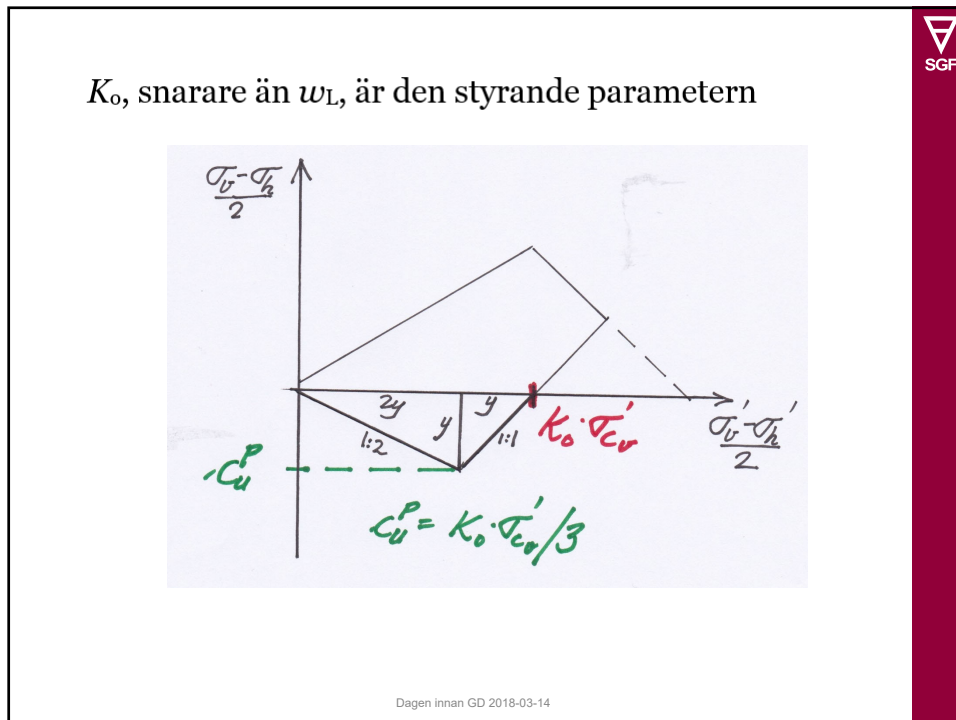


Om $\phi' = 30^\circ$:

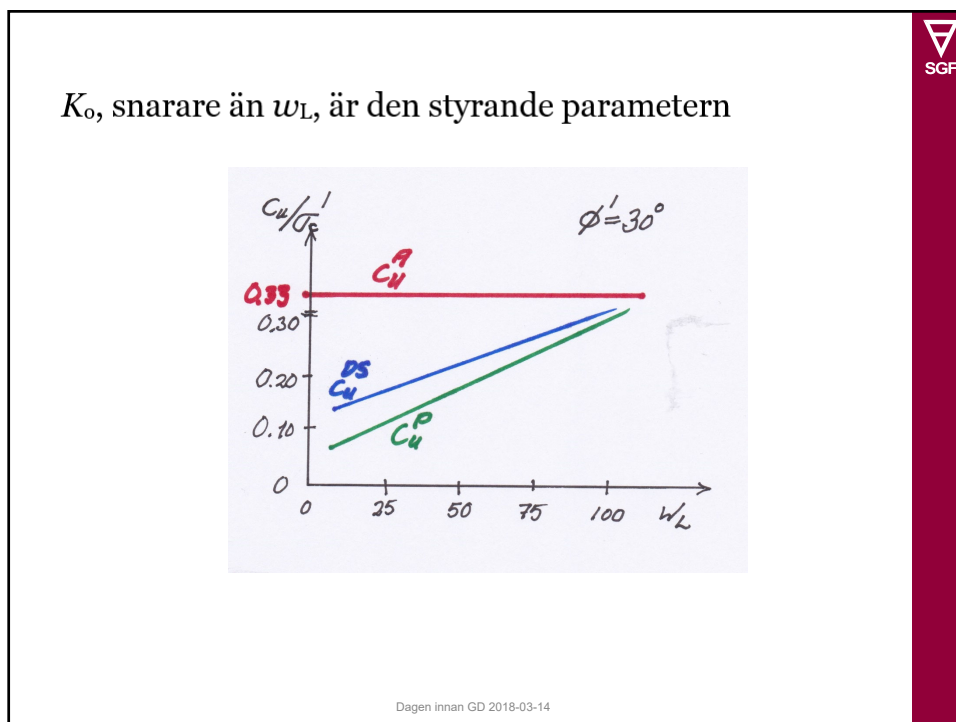
Y-axis: $\frac{\sigma_v - \sigma_h}{2}$ (with handwritten $\frac{A}{C_{Cu}}$)
 X-axis: $\frac{\sigma_v + \sigma_h}{2}$ (with handwritten $\frac{D_{Cu}}{C_{Cu}}$)
 Slopes: 1:2, 1:1
 Dimensions: $2x$, x , x
 Handwritten equation: $\frac{A}{C_{Cu}} = \frac{D_{Cu}}{3}$

Dagen innan GD 2018-03-14


34



35




36

1. Teoretiskt stöd för empiri 


2. 30 "case records" bekräftar teori

3. Så här skall ni göra!

Dagen innan GD 2018-03-14



37


1. Teoretiskt stöd för empiri 

2. 30 "case records" bekräftar teori

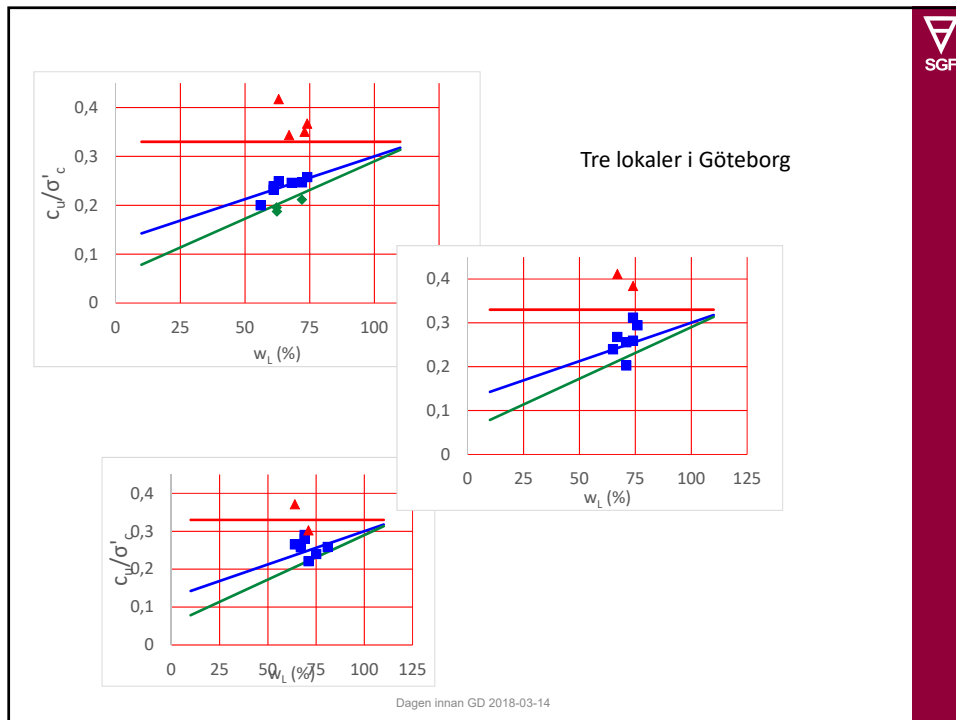
3. Så här skall ni göra!

Vi har samlat in över 30 "case records"

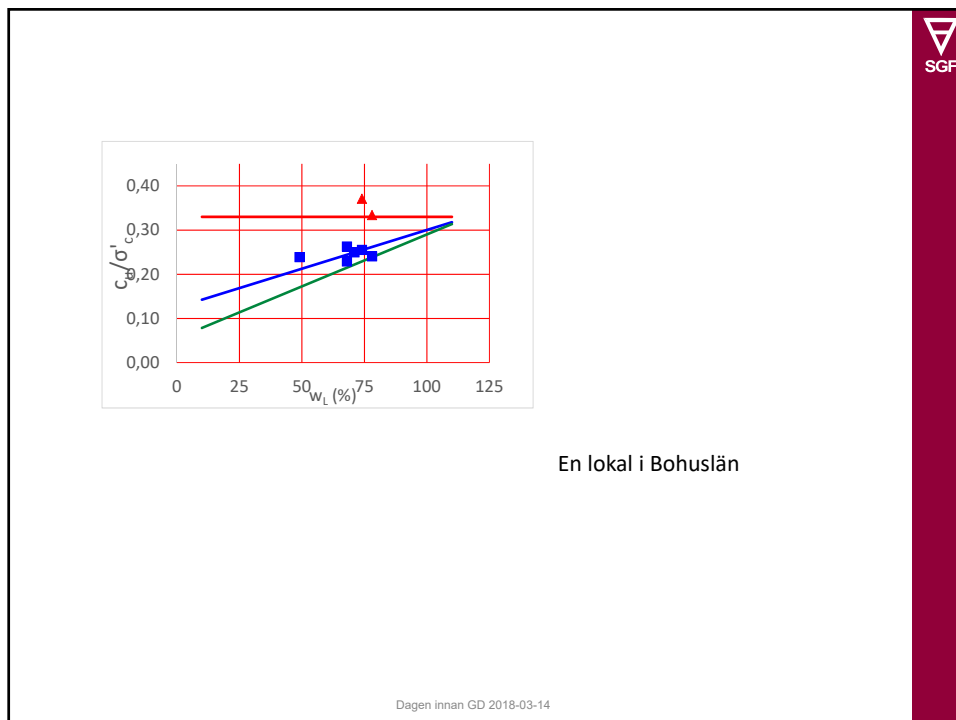
Dagen innan GD 2018-03-14



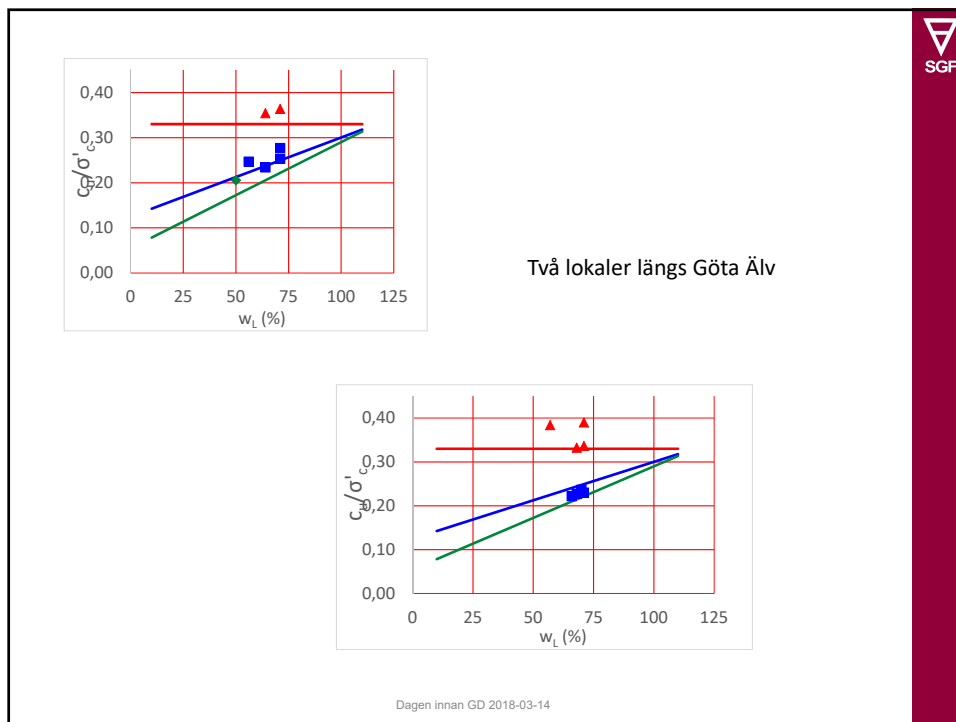
38



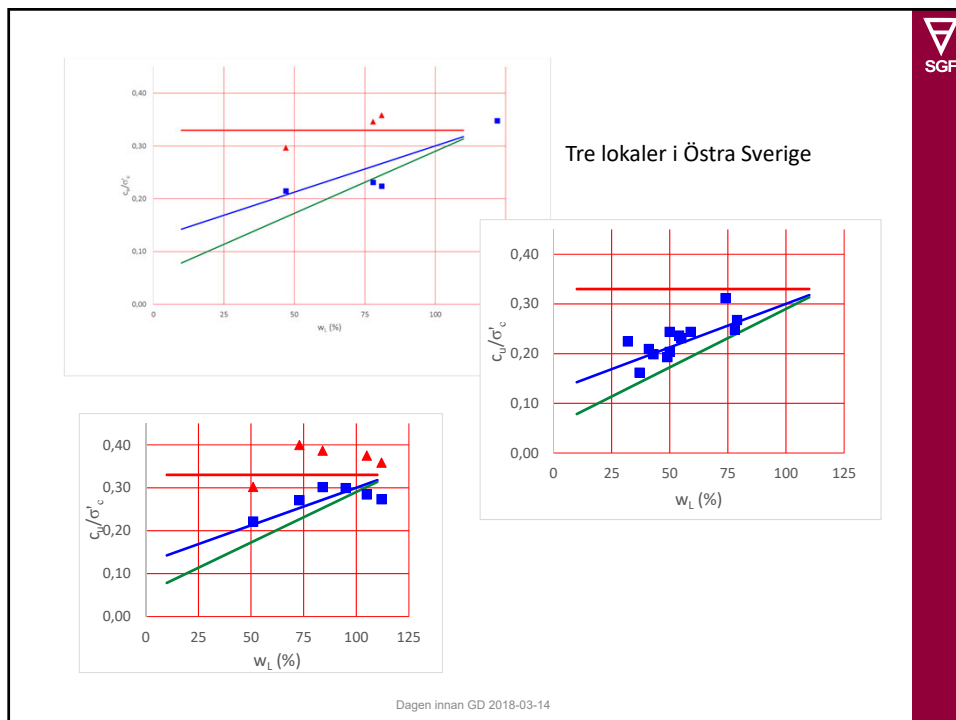
39



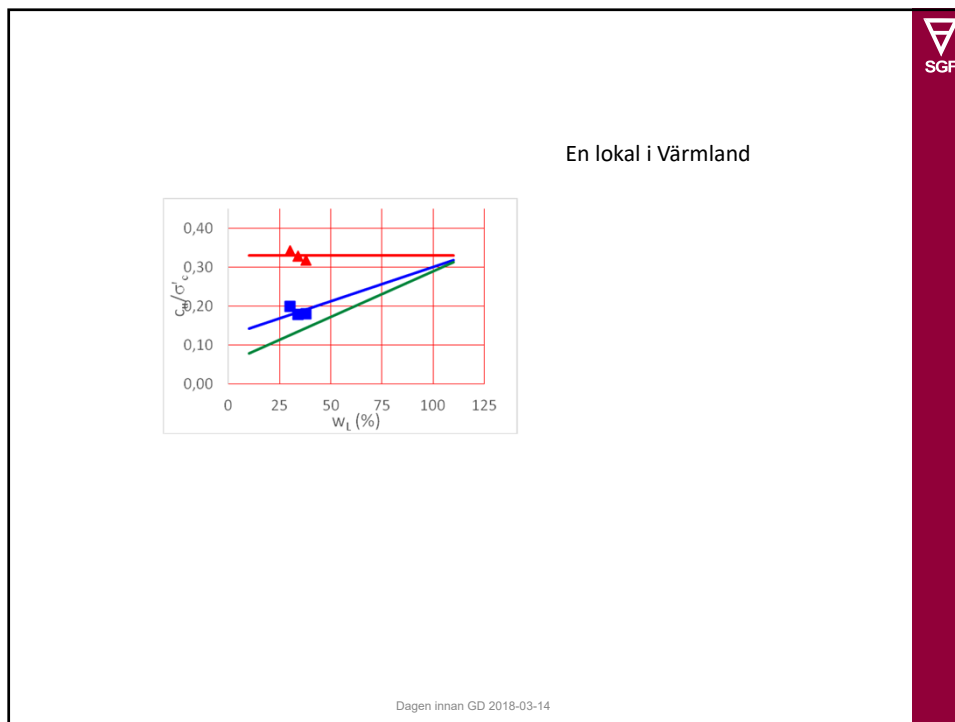
40



41



42



43

1. *Teoretiskt stöd för empiri* ✓
2. **30 "case records" bekräftar teori** ✓
3. *Så här skall ni göra!*

Nu har vi visat att

- **Det finns ett teoretiskt/analytiskt stöd**
- **Högkvalitativa undersökningar bekräftar**

Dagen innan GD 2018-03-14

44

1. Teoretiskt stöd för empiri ✓

2. 30 "case records" bekräftar teori ✓

3. **Så här skall ni göra!**

Hur skall vi använda dessa nya insikter ?

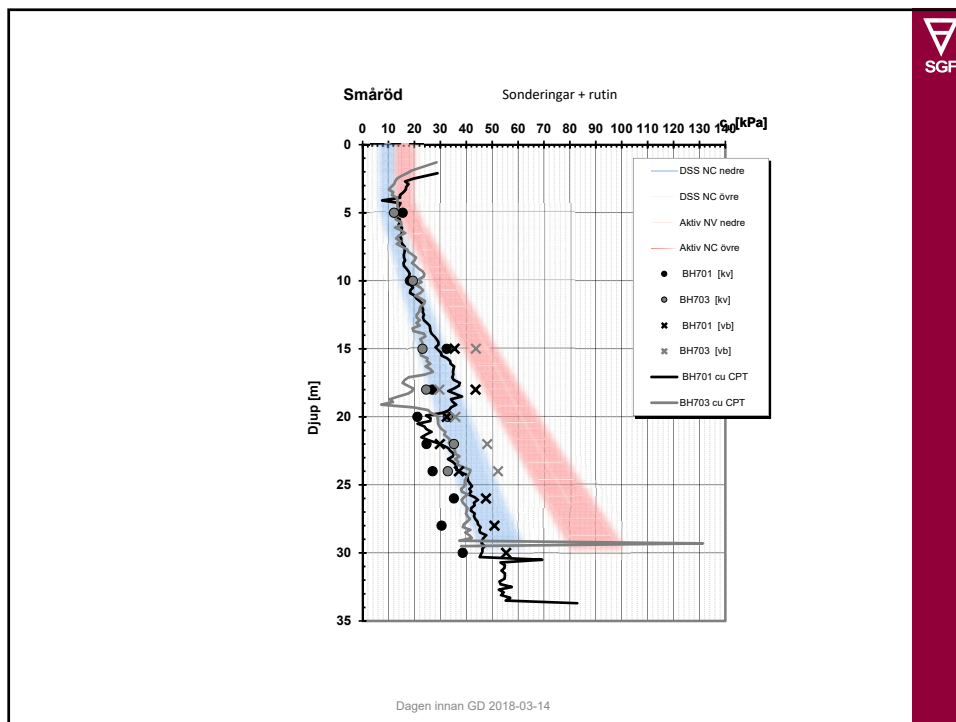
Dagen innan GD 2018-03-14

45

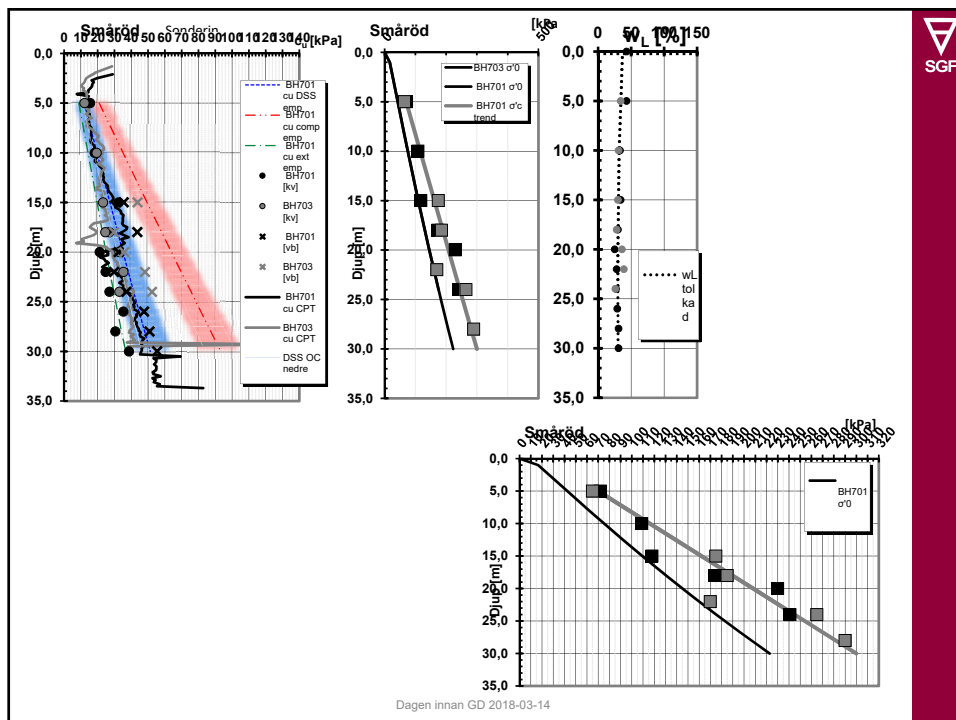
Smärre taget w₈₀ OC 1.2 n' 50

Dagen innan GD 2018-03-14

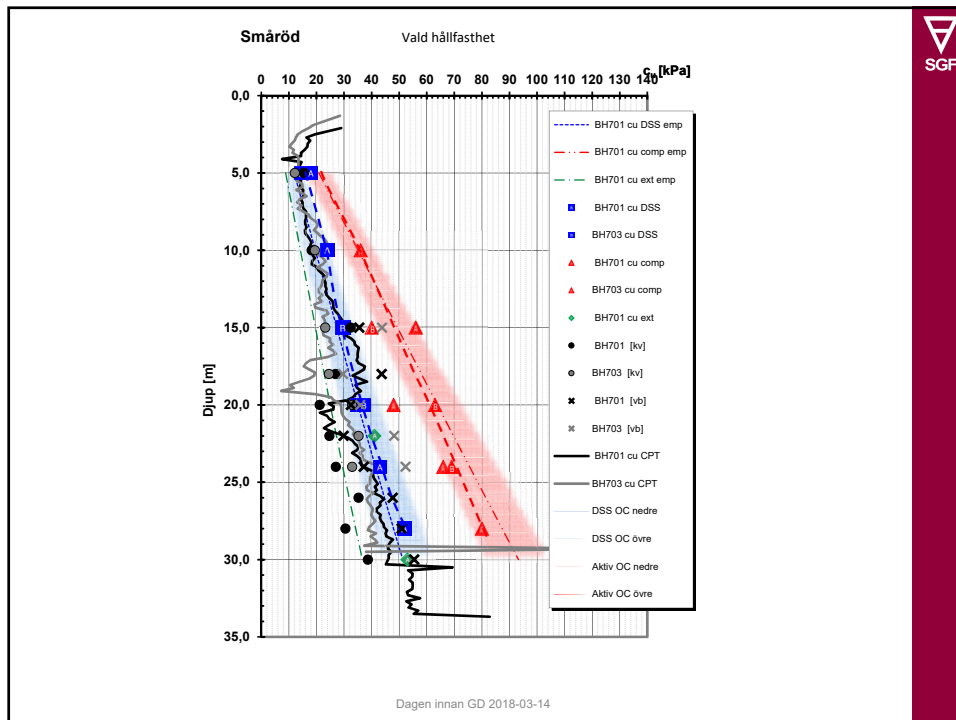
46



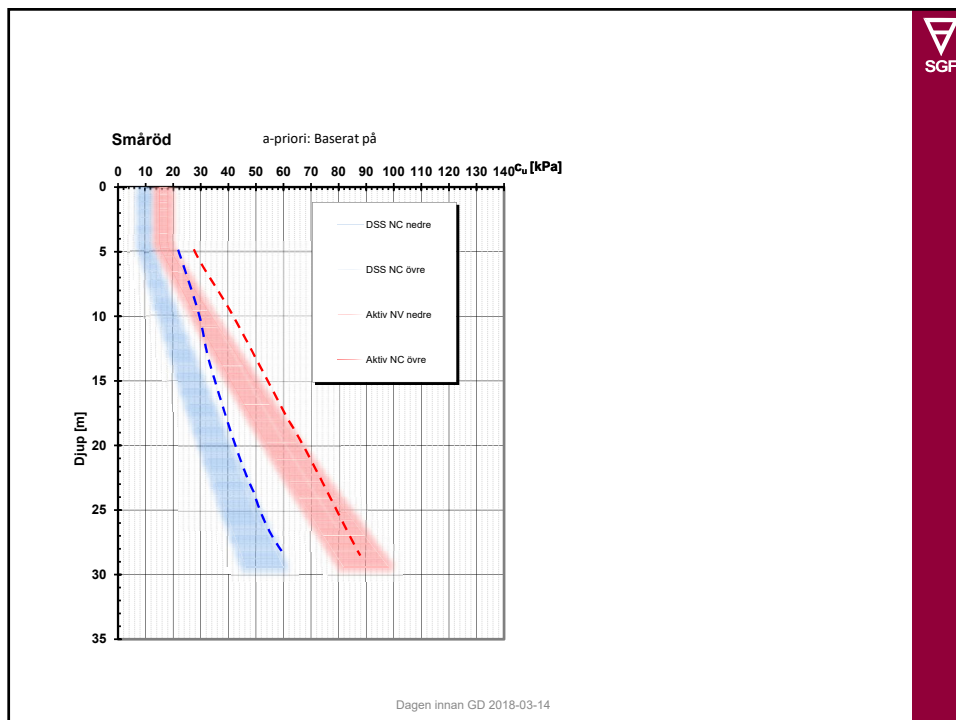
47



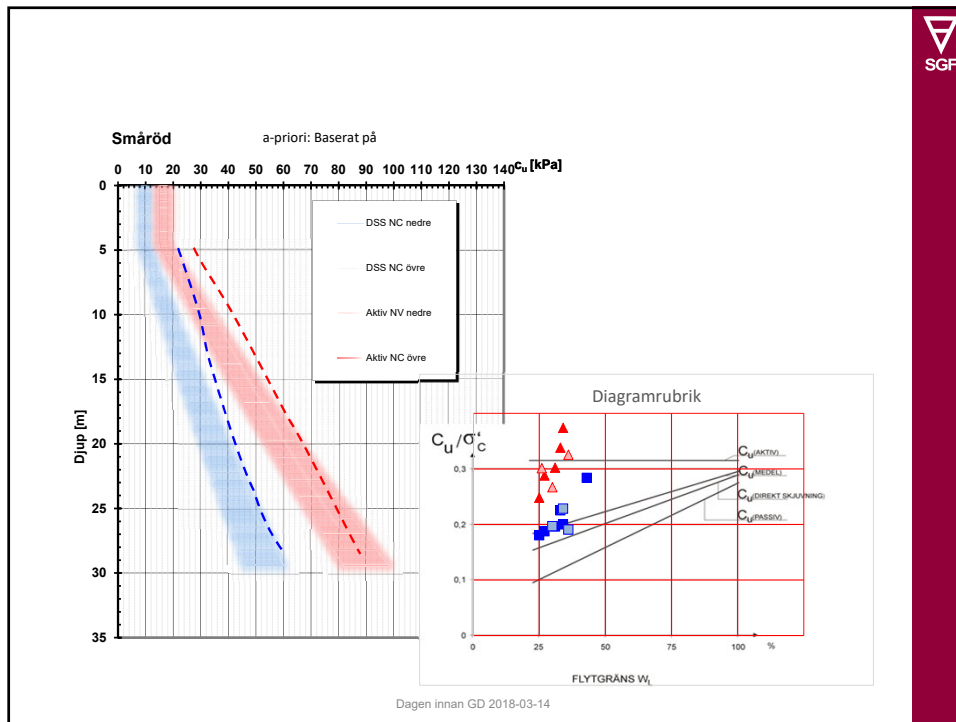
48



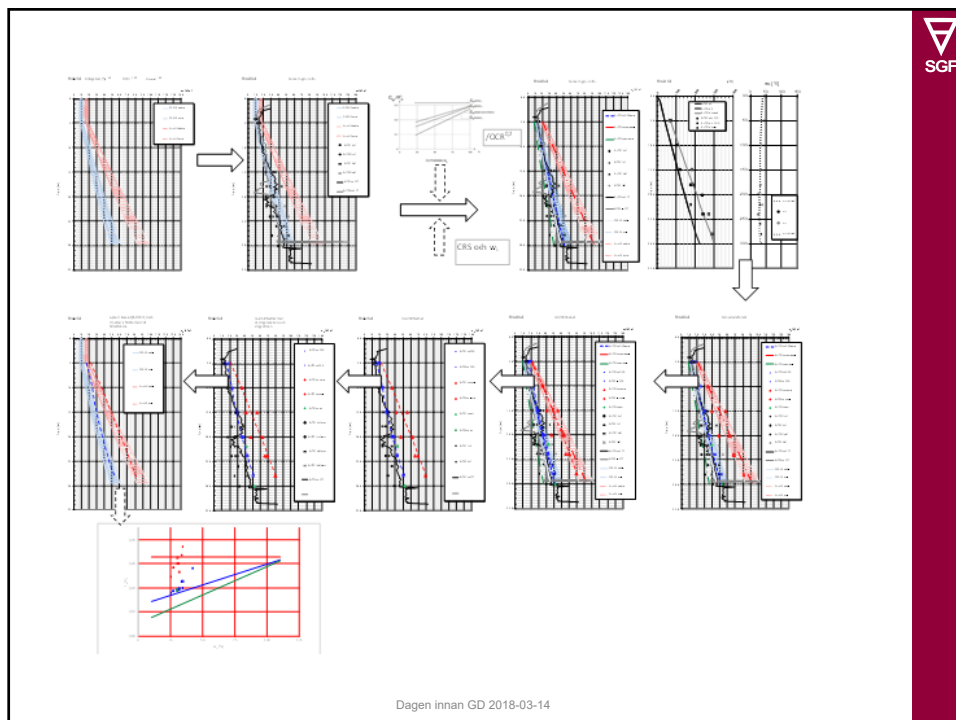
49



50



51



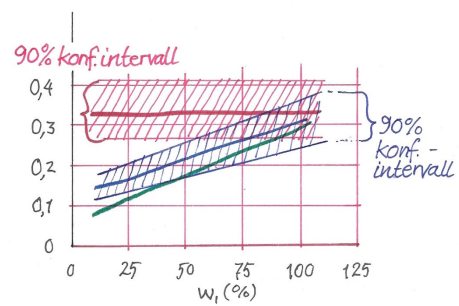
52

Förkunskapen är viktig!

Jämför alltid med empirin!

Dagen innan GD 2018-03-14

53



Dagen innan GD 2018-03-14

54



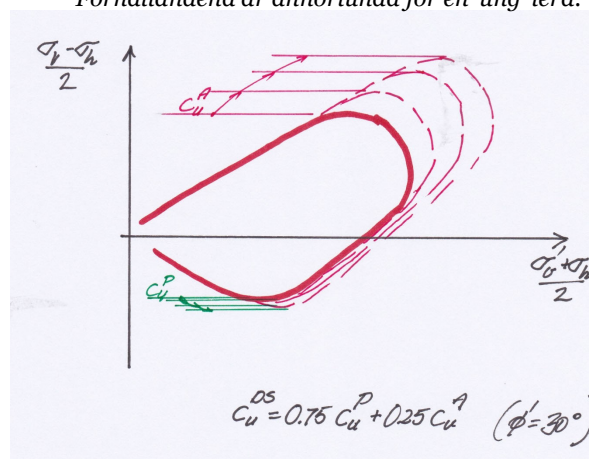
Empiri - undantag

Dagen innan GD 2018-03-14

55

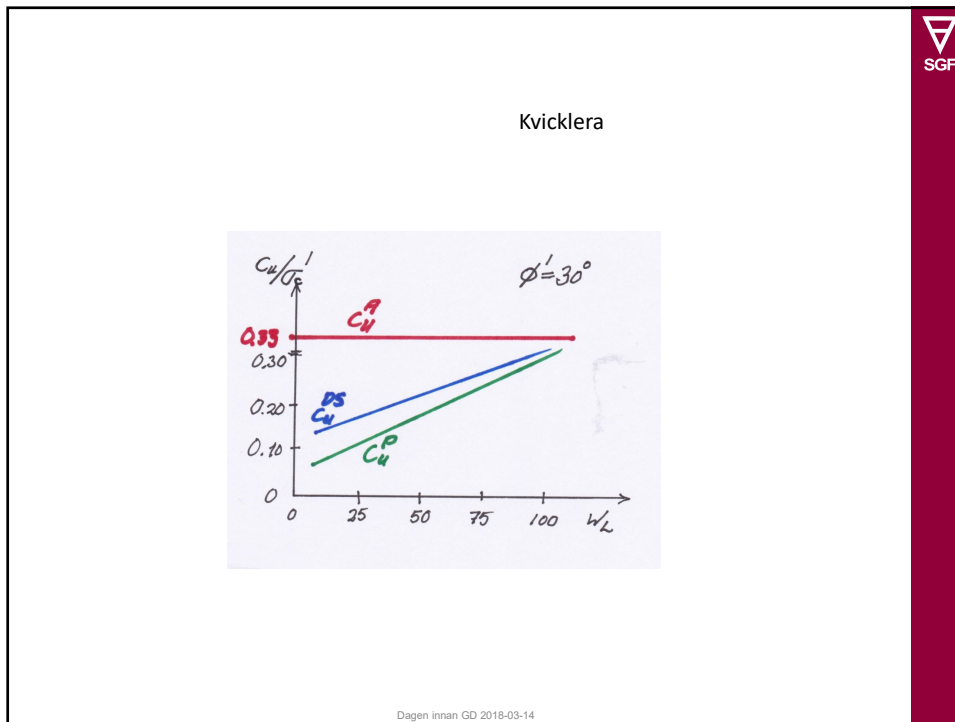


Empirin gäller 'åldrad' lera!
Förhållandena är annorlunda för en 'ung' lera.

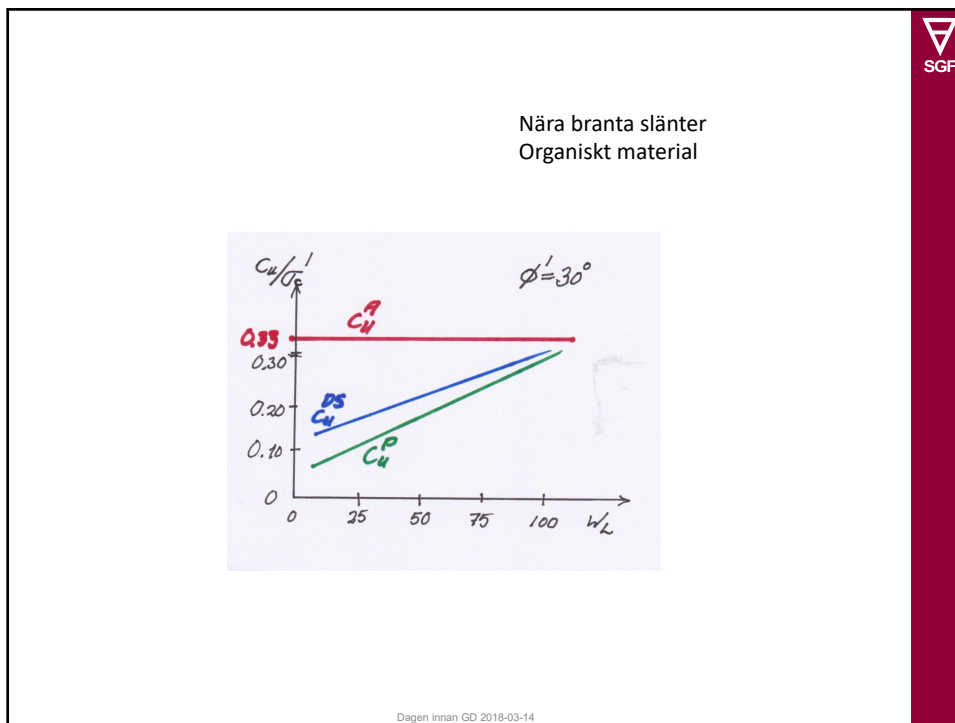


Dagen innan GD 2018-03-14

56



57



58

Vad bör ni göra ?



Dagen innan GD 2018-03-14

59


Vad bör ni göra ?

- Testa metodiken



Dagen innan GD 2018-03-14

60




Vad bör ni göra ?

- Testa metodiken
- Läs Delrapport 4

Dagen innan GD 2018-03-14

61




Vad bör ni göra ?

- Testa metodiken
- Läs Delrapport 4
- Titta lite på triaxkursen
 - Spänningsvägar
 - Förenklad flytyta
 - Läs bilagan i Delrapport 4

Dagen innan GD 2018-03-14

62




Vad bör ni göra ?

- Testa metodiken
- Läs Delrapport 4
- Titta lite på triaxkursen
 - Spänningsvägar
 - Förenklad flytyta
 - Läs bilagan i Delrapport 4
- Övertala beställare om vinsten med att göra fler CRS och direkta skjuvförsök (+triaxialförsök)

Dagen innan GD 2018-03-14

63



Vad bör ni göra ?

- Testa metodiken
- Läs Delrapport 4
- Titta lite på triaxkursen
 - Spänningsvägar
 - Förenklad flytyta
 - Läs bilagan i Delrapport 4
- Övertala beställare om vinsten med att göra fler CRS och direkta skjuvförsök (+triaxialförsök)
- Hör av er med frågor eller bara berätta (sallfors@chalmers.se)

Dagen innan GD 2018-03-14

64



Viktiga länkar:

- Triaxialkursen
<https://versal.com/learn/w4wiki/lessons/2>
- Delrapport 4
http://fudinfo.trafikverket.se/fudinfoexternwebb/Publikationer/Publikationer_003201_003300/Publikation_003257/2017_078-%20Best%20av%20odran%20skjuvh-Rekommendationer.pdf

Dagen innan GD 2018-03-14

65



Dagen innan GD 2018-03-14

66