



Branschsamverkan i Grunden

# VIP- möte 2016

## Branschsamverkan | Grunden

Tjälproblem Lerterass

Sven Knutsson



# Projektets mål

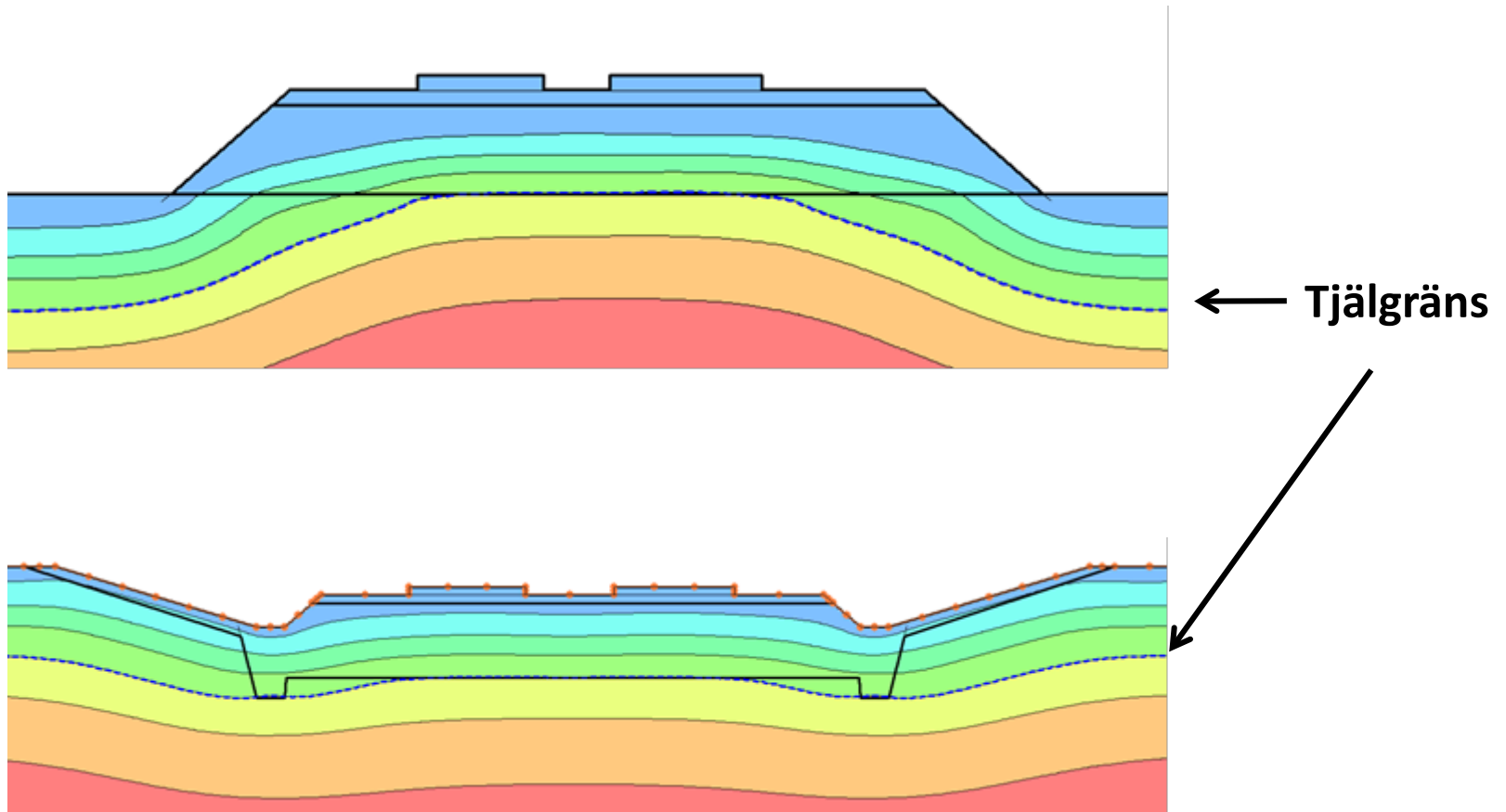
- När, hur och varför kan frysning ske under terrassnivå?
- Konsekvenser av frysning på terrassnivå
  - Fryskonsolidering
  - Förändrade tjälyftningsegenskaper
- Metoder att beräkna sättningar orsakade av fryskonsolidering

# Projektet organisation och tidplan

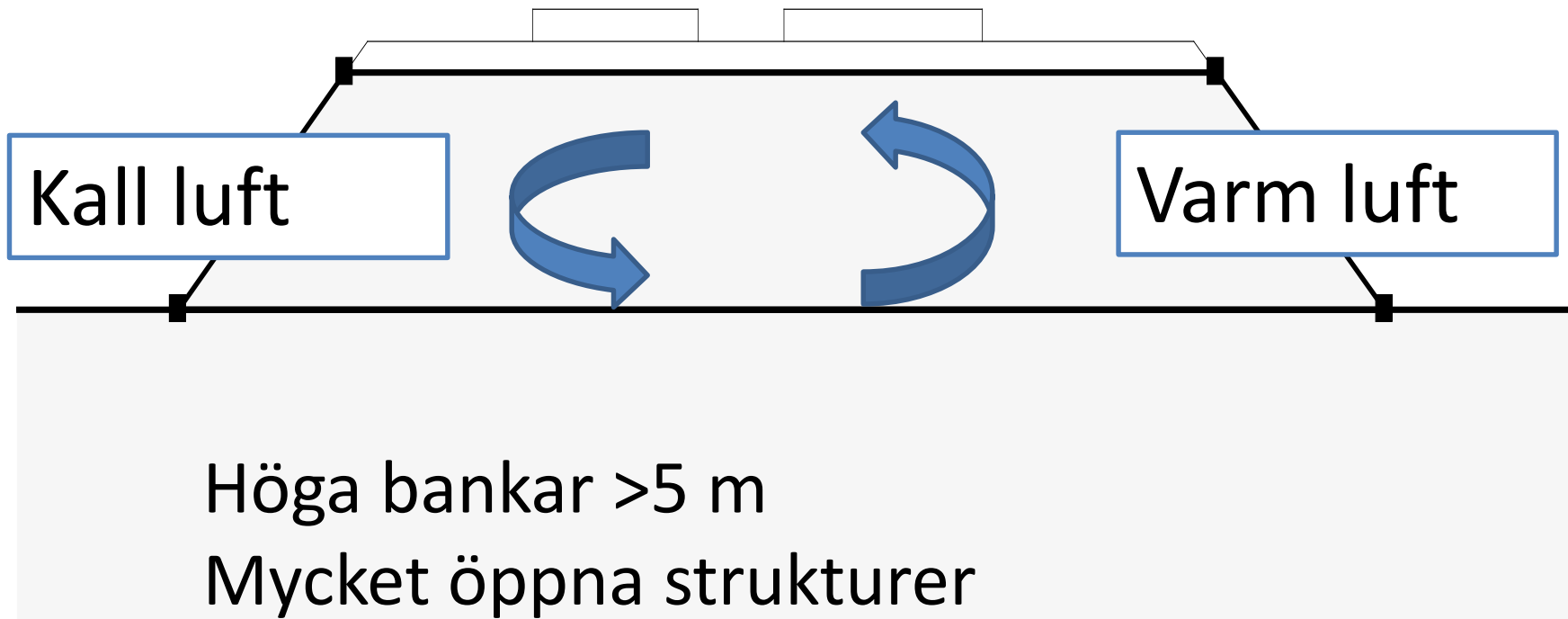
- *Projektet har genomförts på LTU*
- *Laboratorieförsök i huvudsak på LTU*
- *Modellarbete*
- *Litteraturgenomgång*

Avslutas under 2016

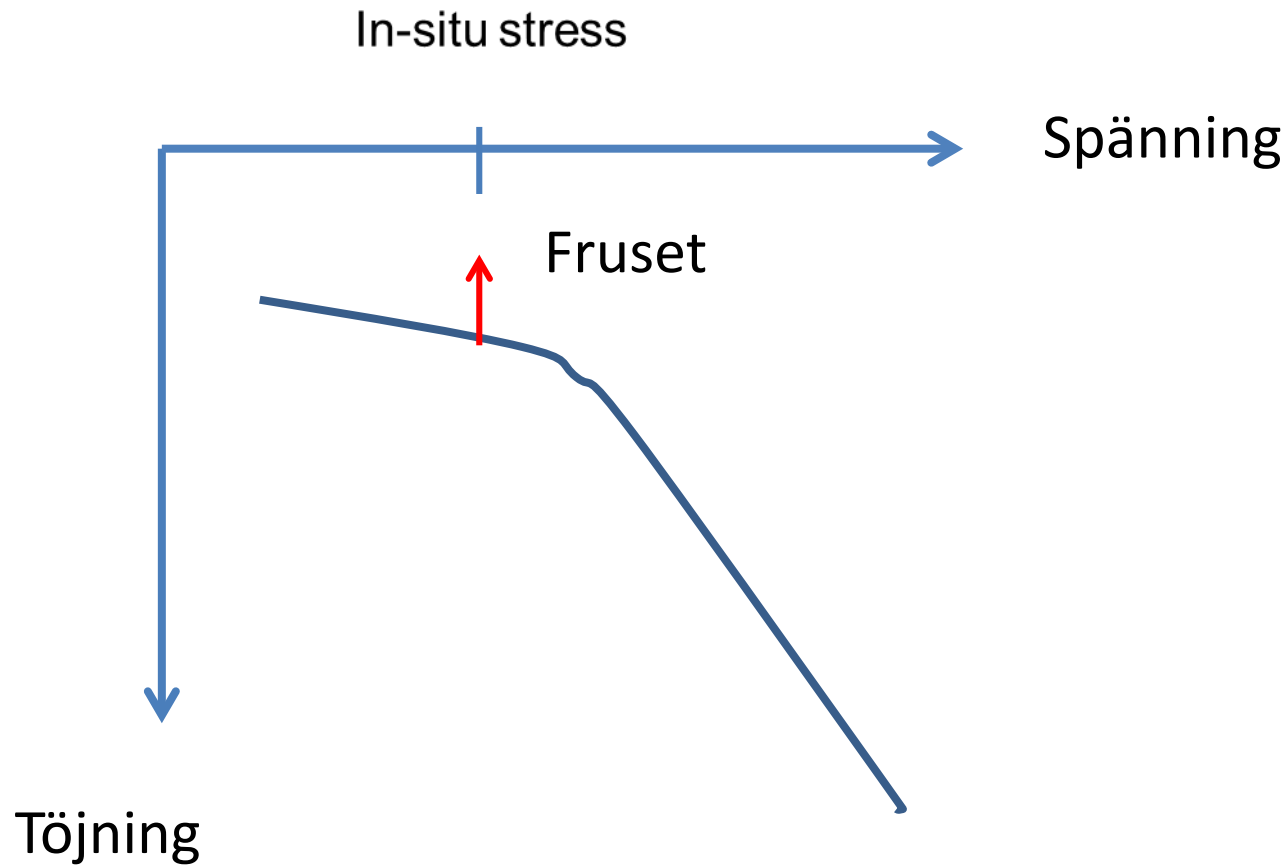
# Frysning under terrassnivå?



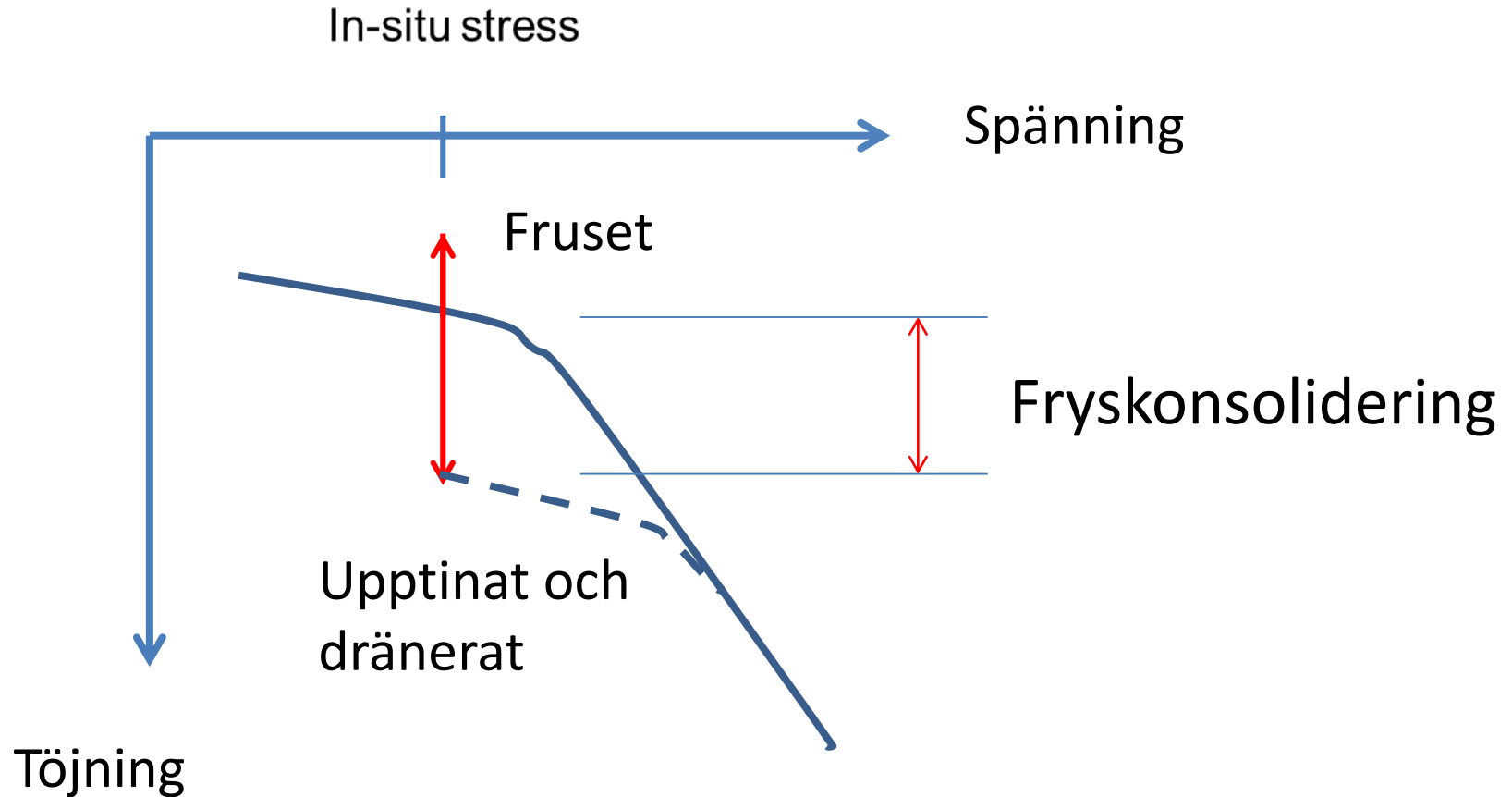
# Inre konvektion



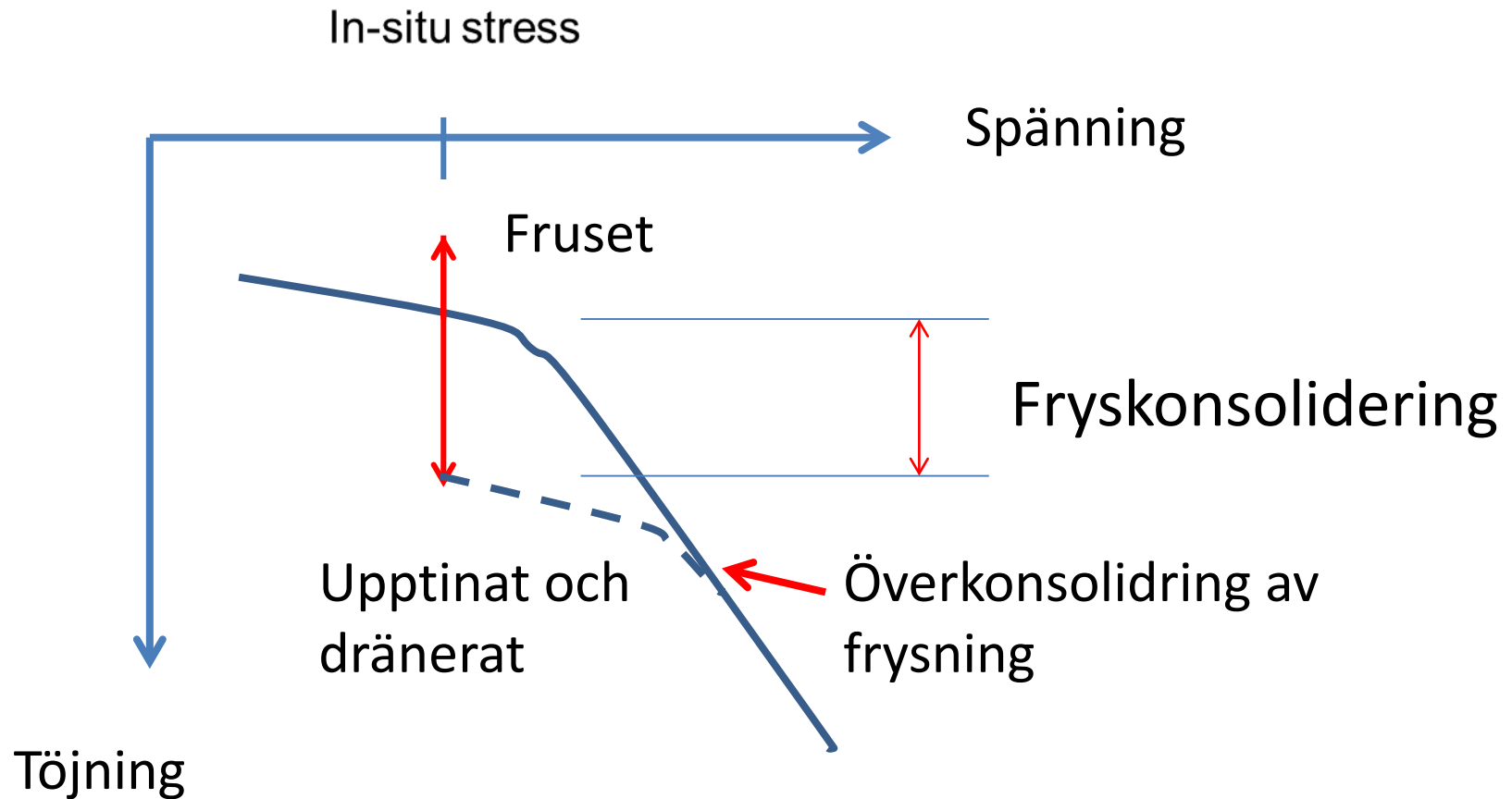
# Fryskonsolidering



# Fryskonsolidering



# Fryskonsolidering





# Fryskonsolidering

- Själva frysningen med tillhörande isbildning är viktigast

Before freezing



After thawing



Before freezing



After thawing



# Frusen lera



# Tinande/uppptinad lera

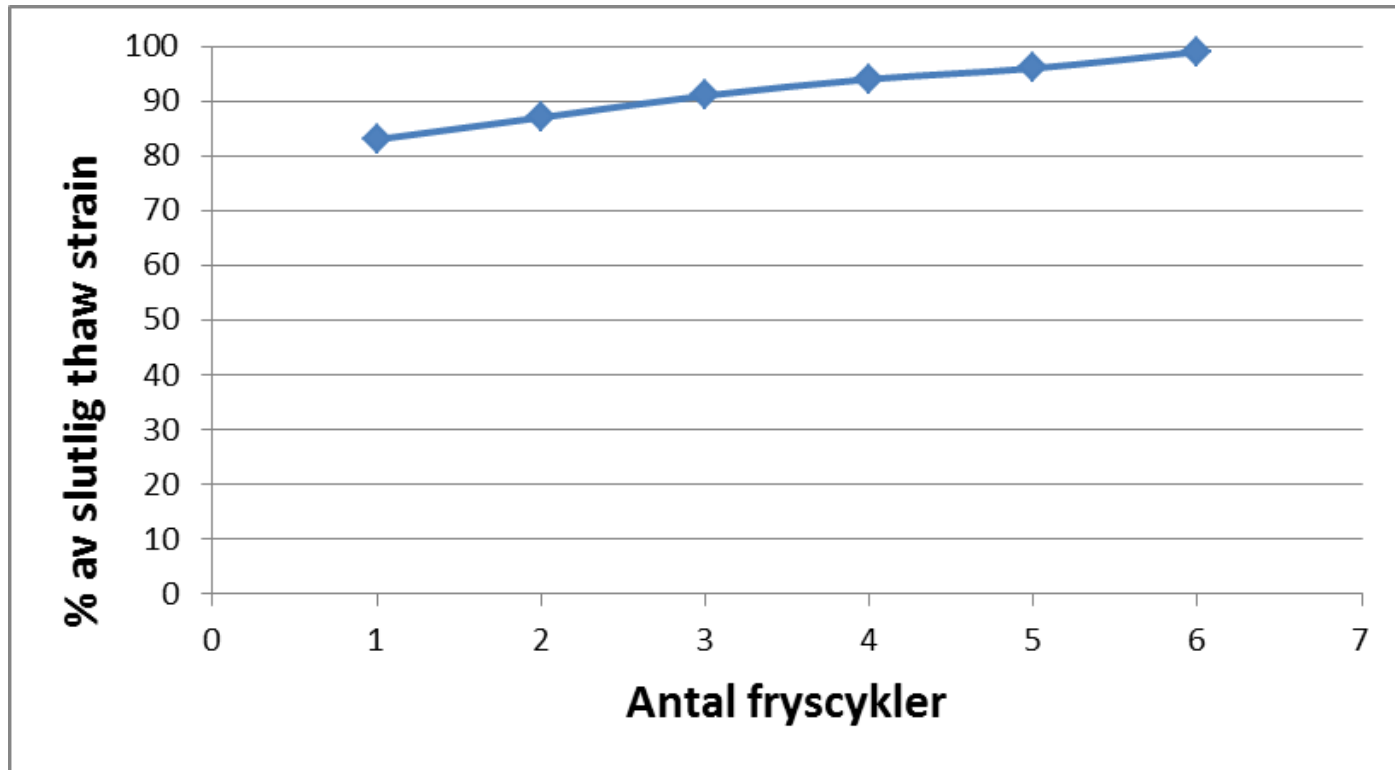


# Fryskonsolidering

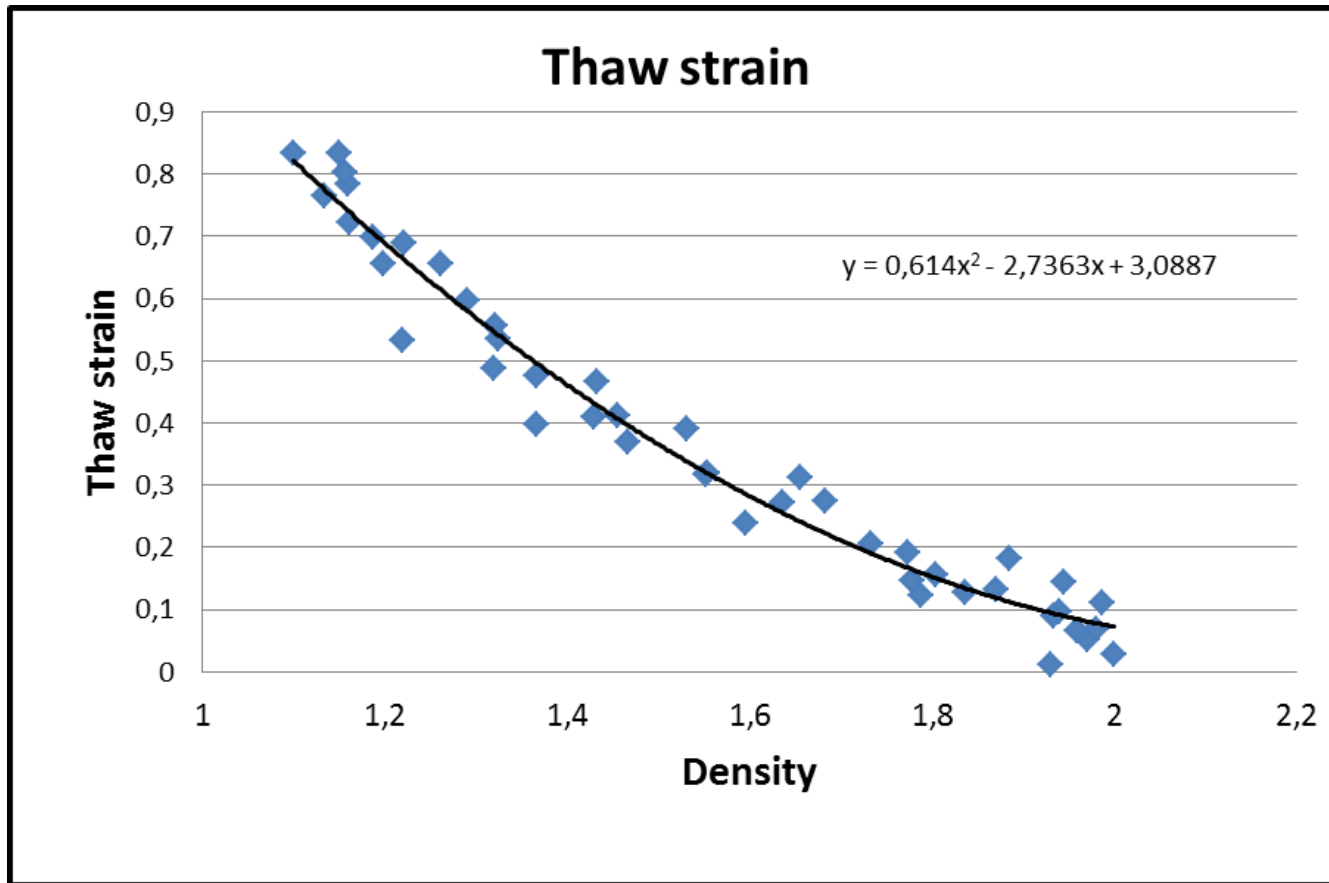
- Frystemperatur. Lägre frystemperatur ger högre undertryck och högre effektivspänningar.



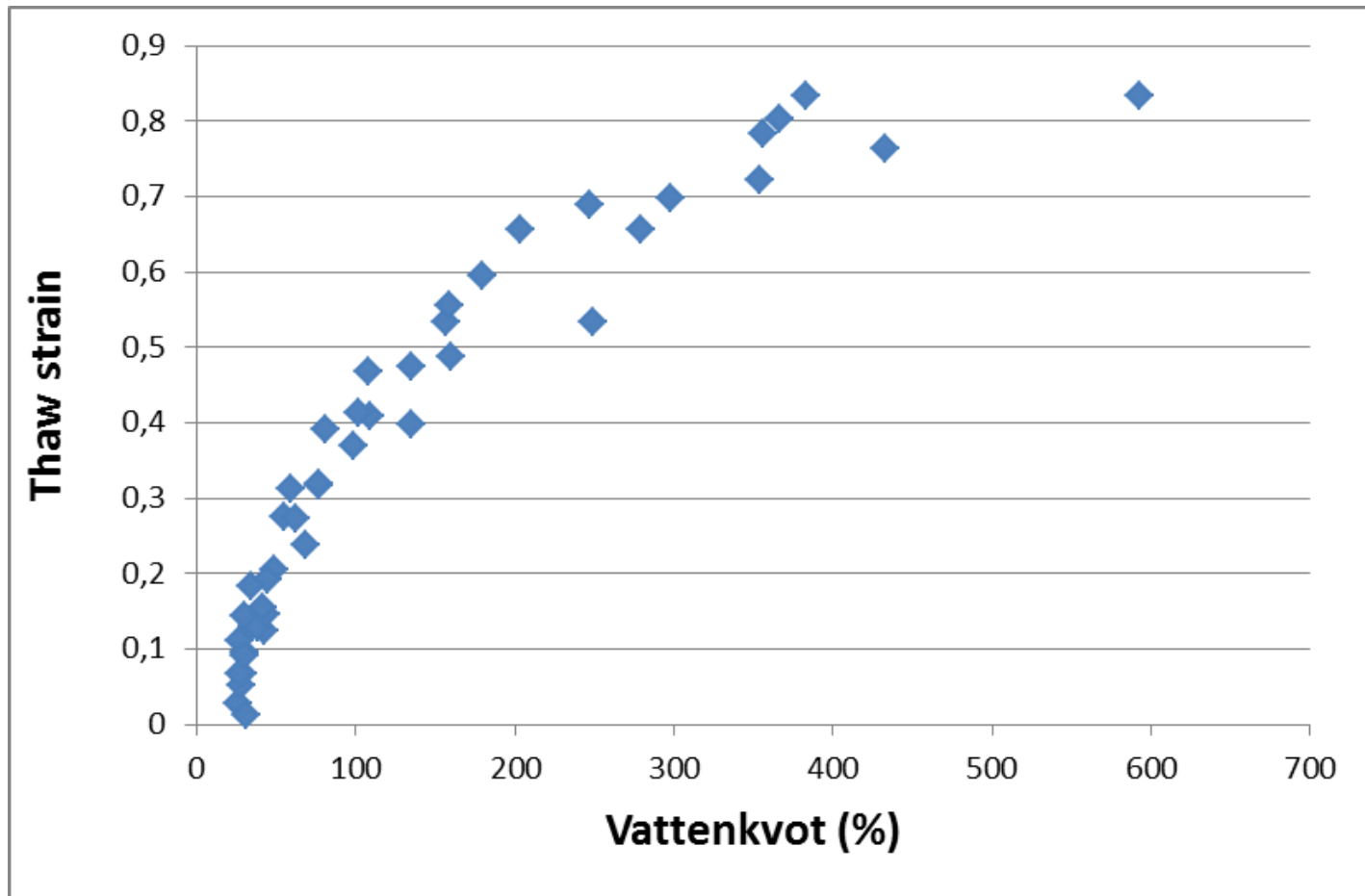
# Antalet fryscyklar



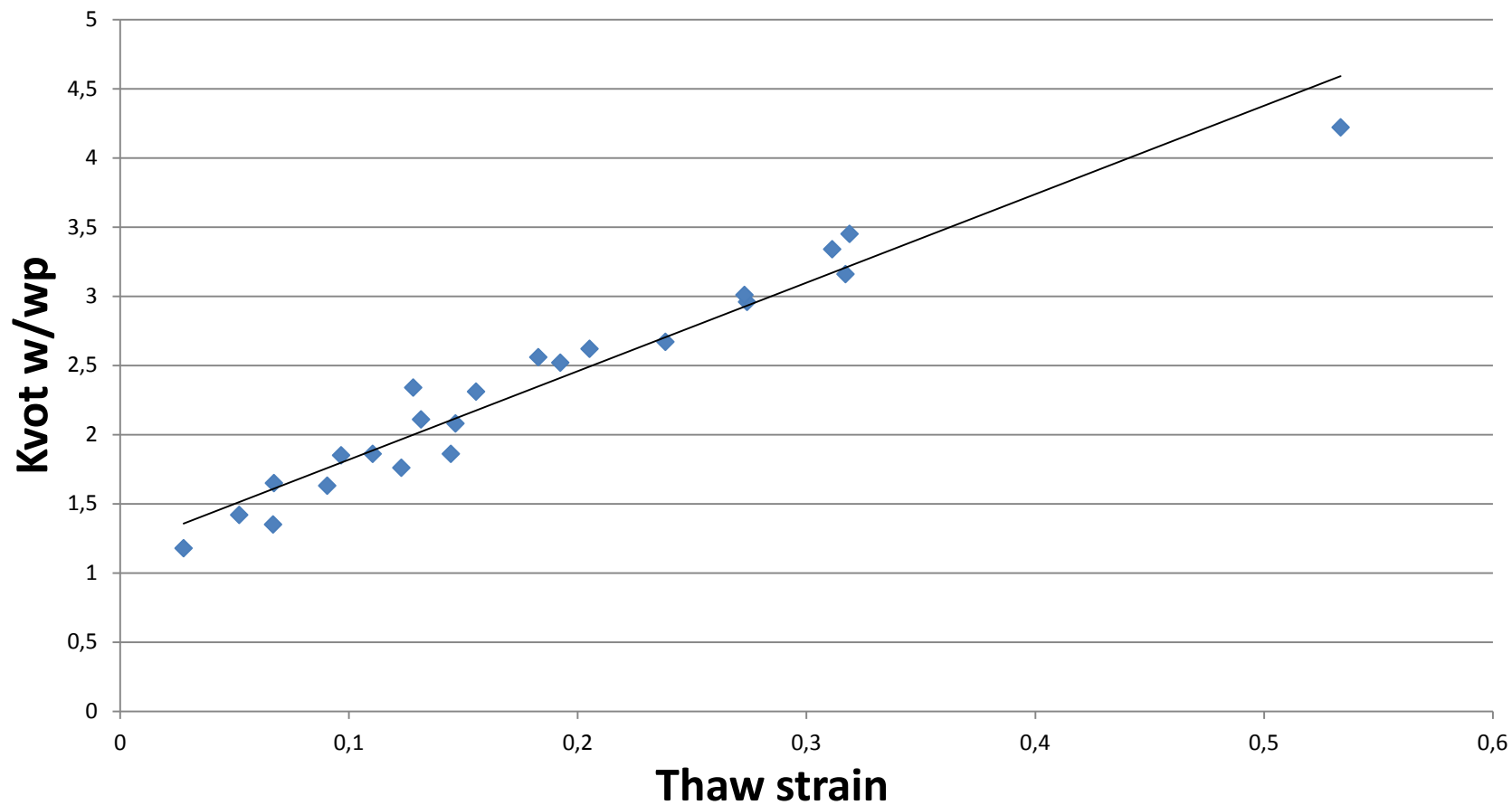
# Fryskonsolidering (-5 °C)



# Fryskonsolidering (-5 °C)



# Fryskonsolidering





# Tjällyftningsegenskaper?

## Tjälfarlighetsklassificering

### A12.2 Tjälfarlighet

Jordarterna indelas för vägtekiskt bruk i fyra tjälfarlighetsklasser med hänsyn till deras tjällyftande egenskaper enligt Tabell A12.2-1. Halterna som anges i Tabell A12.2-1 gäller för det material som passerar 60 mm - sikten.

Tabell A12.2-1 Tjälfarlighetsklasser

Tjälfarlighetsklass	Beskrivning	Exempel på jordarter
1	<b>Icke tjällyftande jordarter</b> Dessa kännetecknas av att tjällyftningen under tjälningprocessen i regel är obetydlig. Klassen omfattar grovkorniga jordarter samt organiska jordarter med organisk halt > 20 %.	Gr, Sa, sa Gr, gr Sa, Gr Mn, Sa Mn, T
2	<b>Något tjällyftande jordarter</b> Dessa kännetecknas av att tjällyftningen under tjälningprocessen är liten. Klassen omfattar blandkorniga jordarter med finjordhalt $\leq 30$ viktprocent.	si Sa, si Gr, si Sa Mn, si Gr Mn
3	<b>Måttligt tjällyftande jordarter</b> Dessa kännetecknas av att tjällyftningen under tjälningprocessen är måttlig. Klassen omfattar finkorniga jordarter med lerhalt > 40 viktprocent, blandkorniga jordarter med finjordhalt > 30 viktprocent.	Le, Le Mn, si Mn, si J
4	<b>Mycket tjällyftande jordarter</b> Dessa kännetecknas av att tjällyftningen under tjälningprocessen är stor. Klassen omfattar finkorniga jordarter med lerhalt $\leq 40$ viktprocent.	Si, le Si, si Le, Si Mn

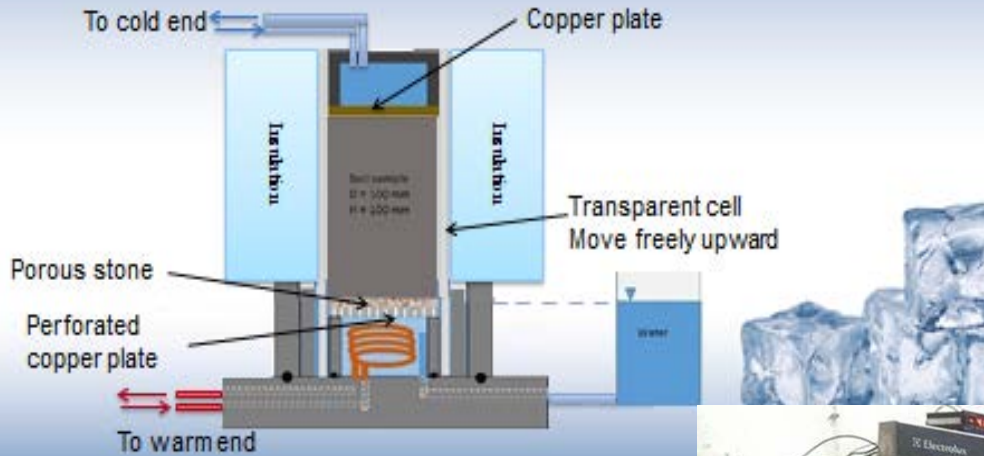
Organisk mineraljord klassificeras efter mineraljordens sammansättning. För klassificering av mineraliska organiska jordarter erfordras särskild utredning.

## Segregation Potential Theory

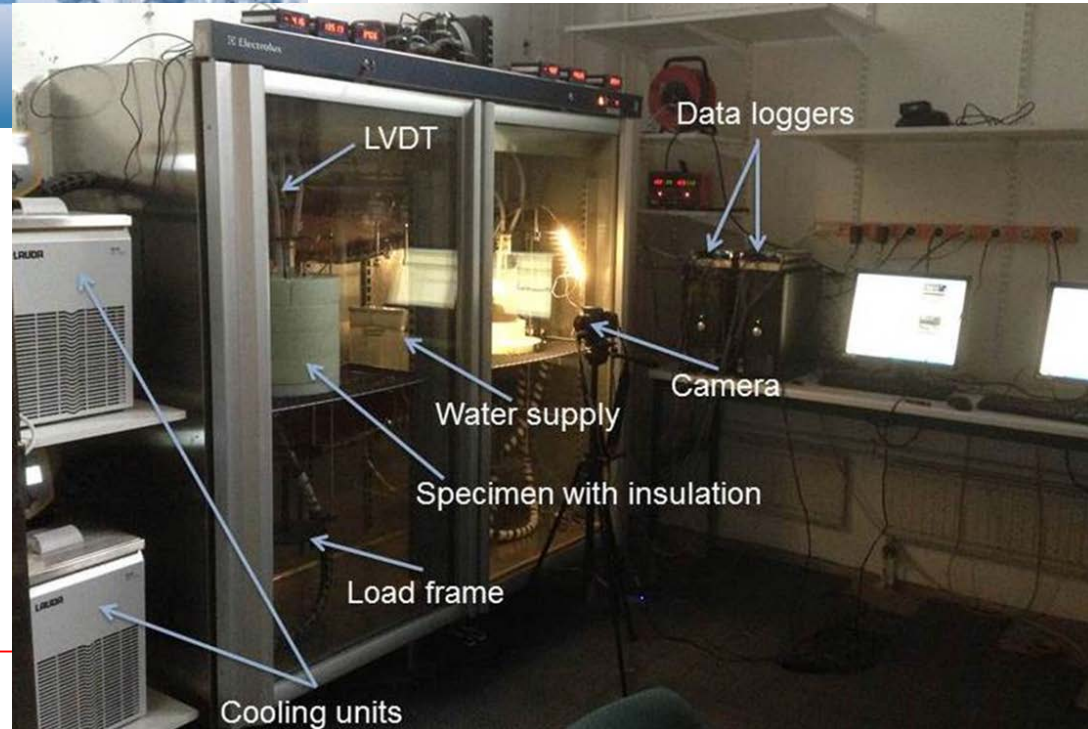
$v_0 = SP \text{ grad } T_f$  (Vattenupptagning = tjällyftning)

SP beror av material, tryck, avstånd till gvy mm mm

## Frost Laboratory Setup



# Frysförsök

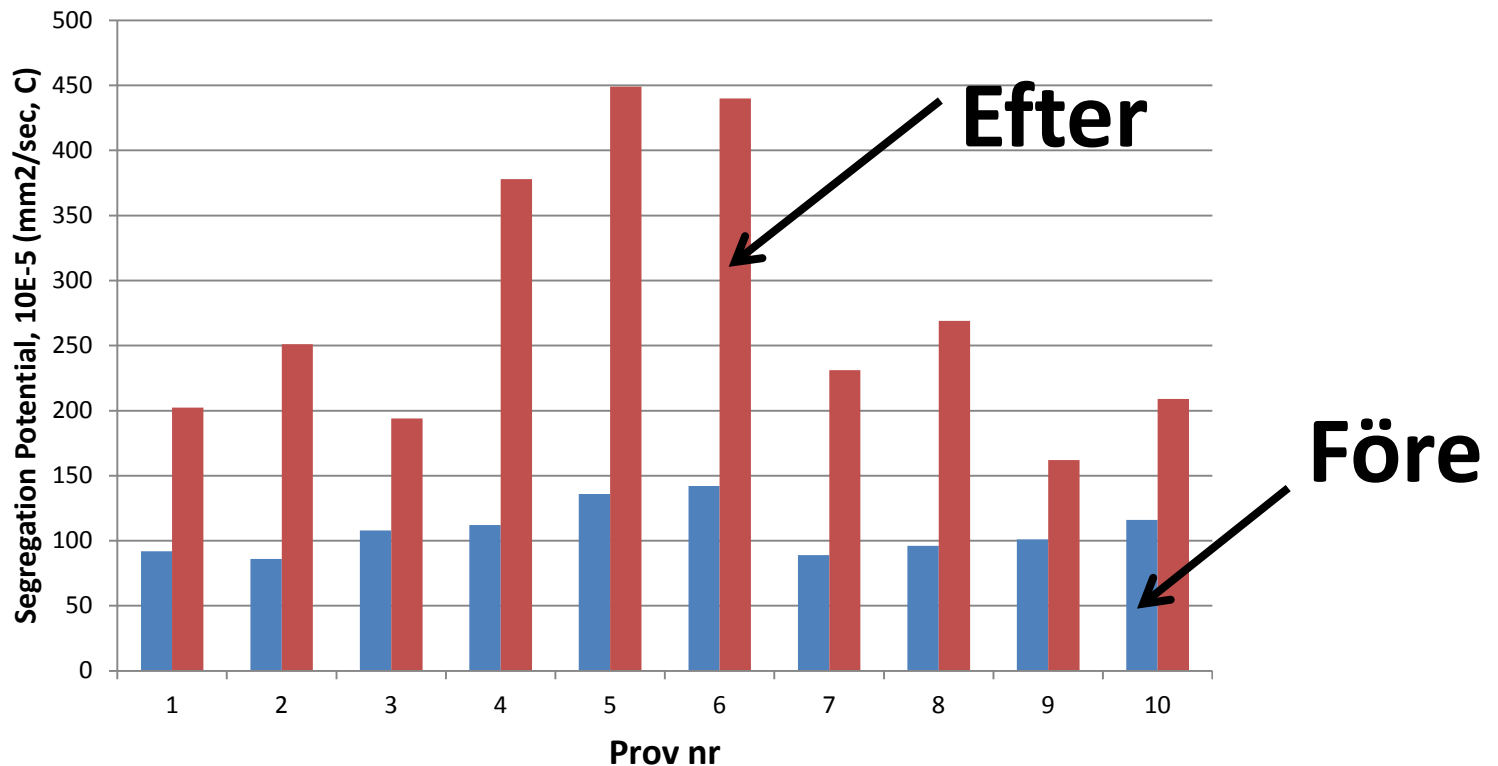




**Islins**

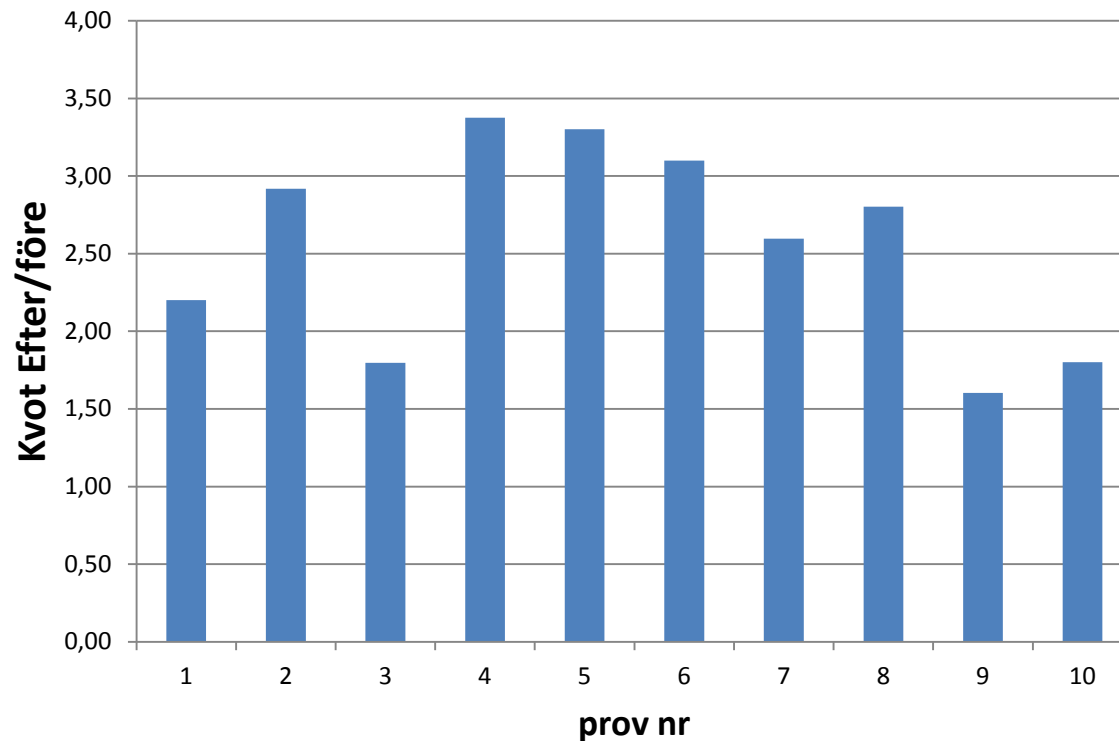
# Effekt av frysning på tjällyftningsegenskaper

## Lera



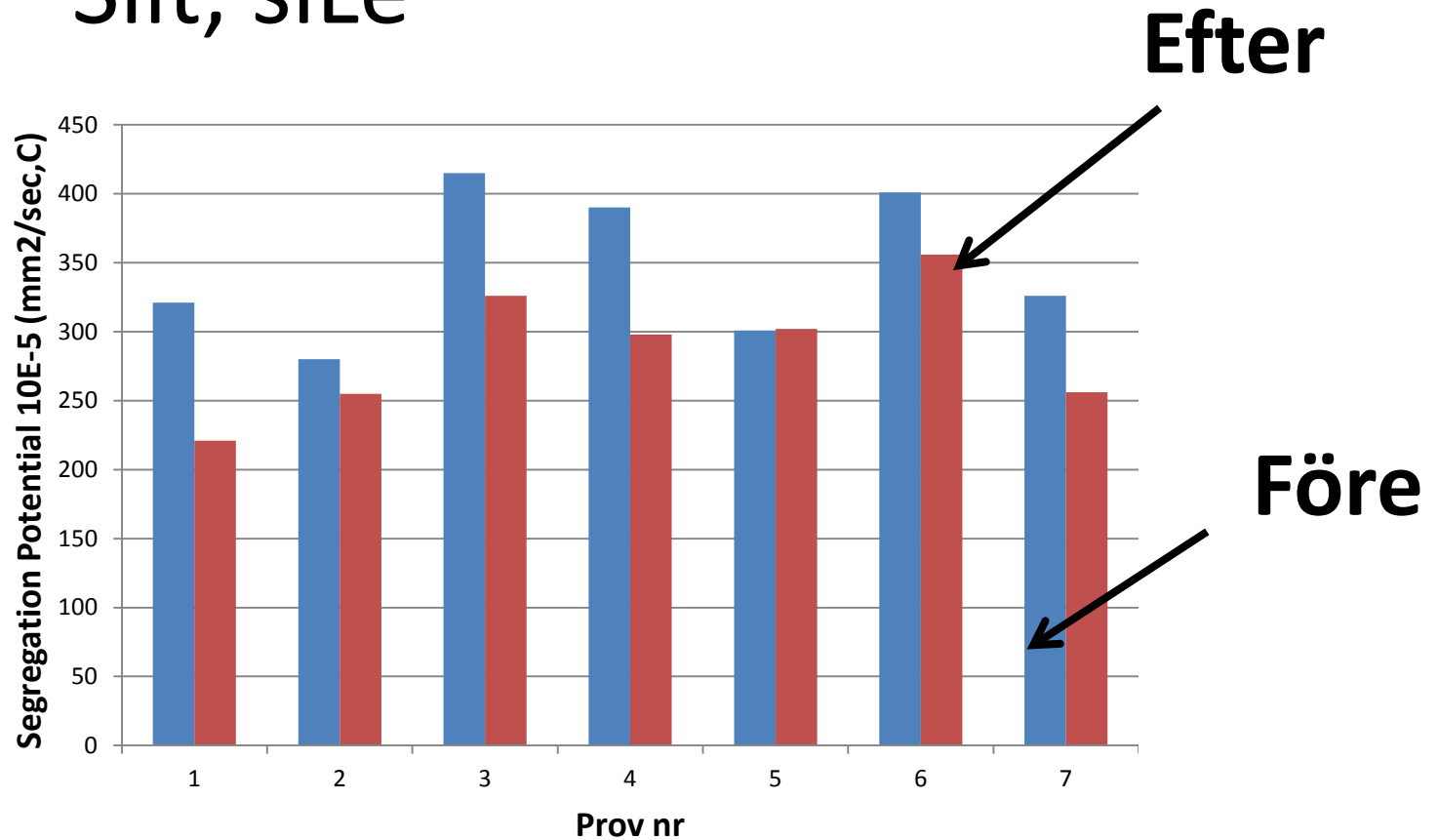
# Effekt av frysning på tjällyftningsegenskaper

## Lera



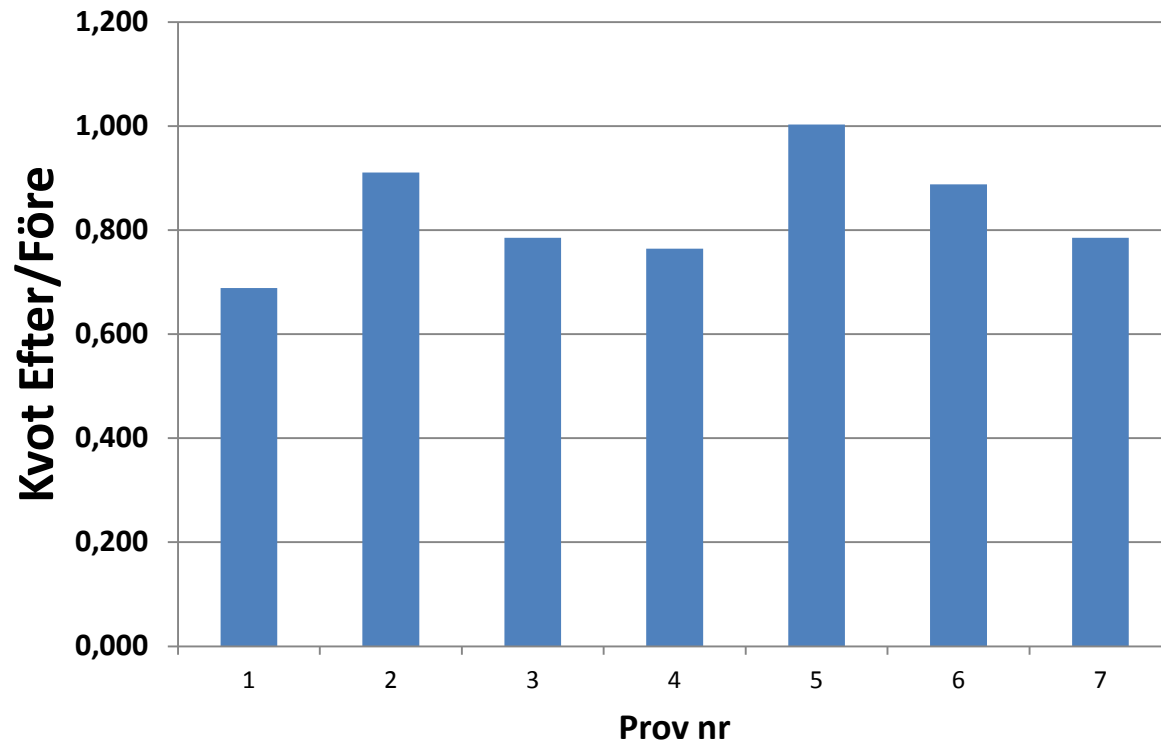
# Effekt av frysning på tjällyftningsegenskaper

## Silt, siLe



# Effekt av frysning på tjällyftningsegenskaper

## Silt, siLe



# Tjällyftningsegenskaper

- Efter frysning, tining och konsolidering ökar SP hos lera med 1,5 till 3,5 gånger
- Leran kan gå från klass 3 till 4
- Materialet blir grovkornigare ("grövre")
- Mera vattengenomsläppligt
- Siltjordar får minskning av SP





# Sammanfattning

- Frysning kan ske på terrass
- Tidigare ofrusen lera fryskonsoliderar upp till 30%
- Mera lösa material kan ha frysconsolidering upp mot 90-95%
- Störst effekt efter första frysningen
- Lägsta vattenkvot man kan uppnå är plasticitetsgränsen

# Sammanfattning, forts.

- Tjällyftningsegenskaper ökar för leror efter frysning och tining
- SP ökar med en faktor 3,5 (max)
- Tjällyftningsegenskaper minskar för siltjordar efter frysning och tining. Lägre hydraulisk konduktivitet, faktor 0,8



2016-10-26

BIG VIP-möte

# Bedömning av projektet; 4-5

- Projektmålen har uppnåtts.
- Tidplanen försköts något.
- Projektet var väldefinierat. Inte en massa externa kontakter och aktiviteter som orsakade problem. De problem vi hade fixade vi själv.
- Försök få så avgränsade projekt som möjligt