



Branschsamverkan i Grunden

BIG Branschsamverkan i Grunden

Tjälproblem lerterass
Sven Knutsson



2017-01-20

Projektets mål

- När, hur och varför kan frysning ske under terassnivå?
- Konsekvenser av frysning på terassnivå
 - Frysconsolidering
 - Förändrade tjälyftningsegenskaper
- Metoder att beräkna sättningar orsakade av frysconsolidering



2017-01-20

Projektet organisation och tidplan

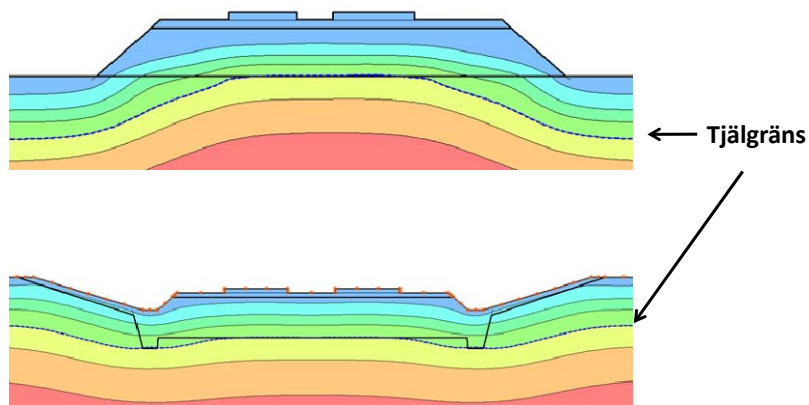
- *Projektet har genomförts på LTU*
- *Laboratorieförsök i huvudsak på LTU*
- *Modellarbete*
- *Litteraturgenomgång*

Avslutas under 2016



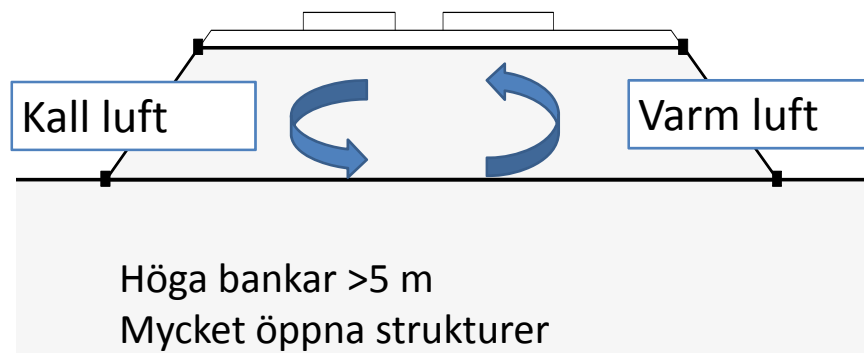
2017-01-20

Frysning under terrassnivå?



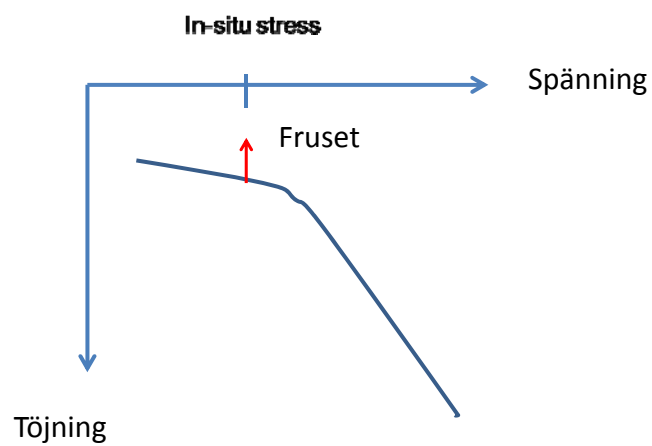
2017-01-20

Inre konvektion

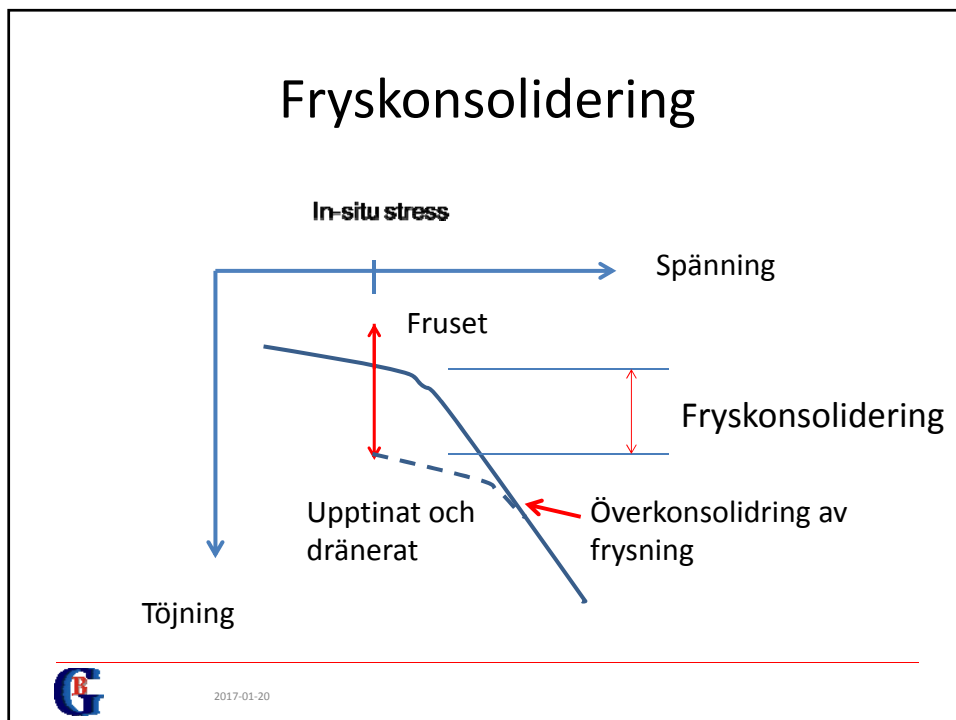
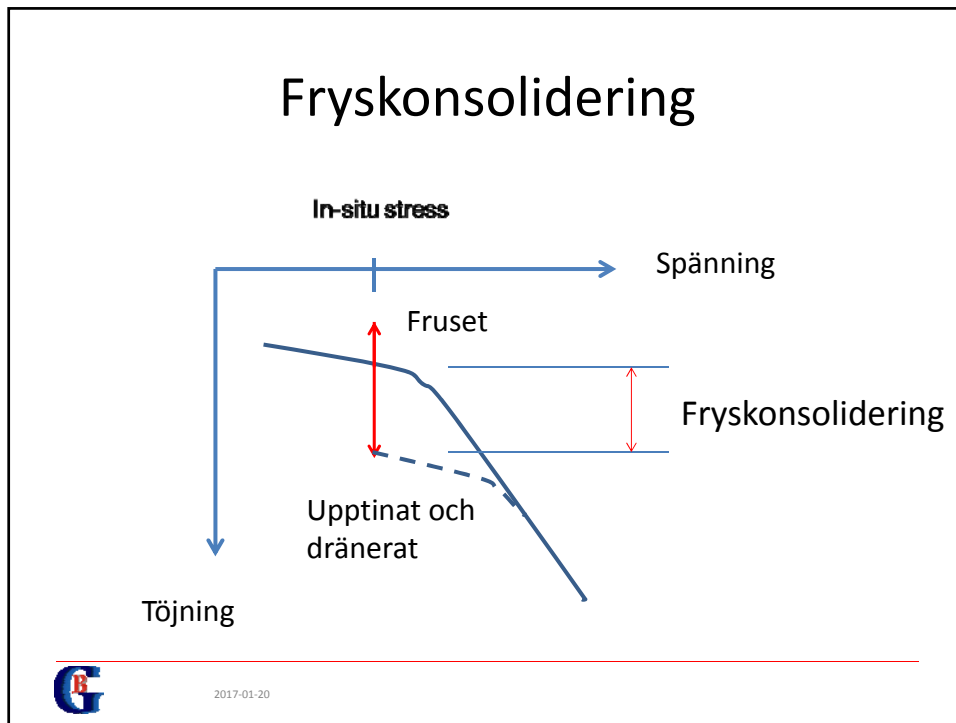


2017-01-20

Fryskonsolidering

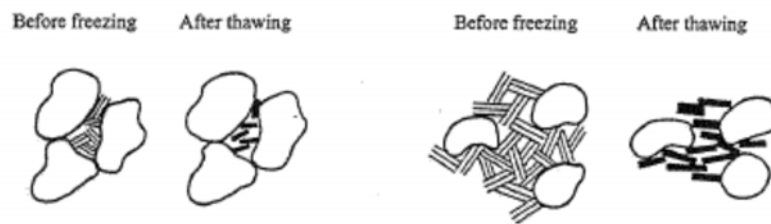


2017-01-20



Fryskonsolidering

- Själva frysningen med tillhörande isbildning är viktigast



2017-01-20

Frusen lera



2017-01-20

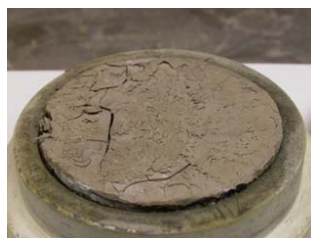
Tinande/upptinad lera



2017-01-20

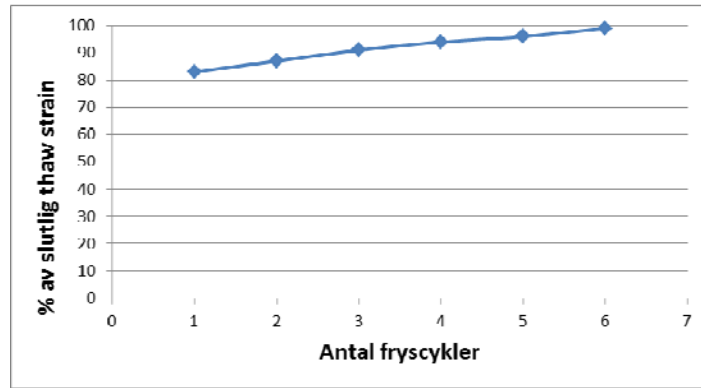
Fryskonsolidering

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



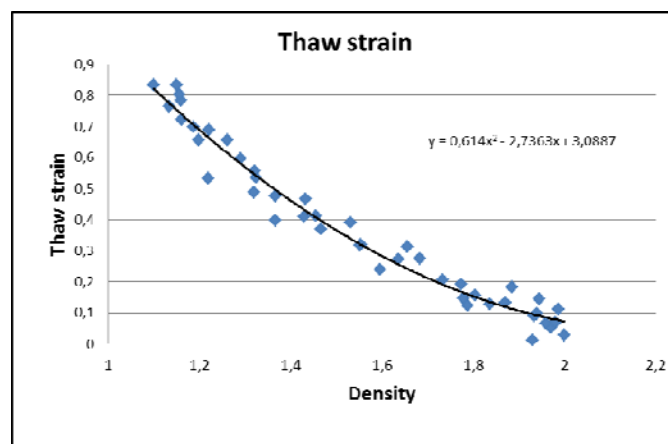
2017-01-20

Antalet fryscyklar



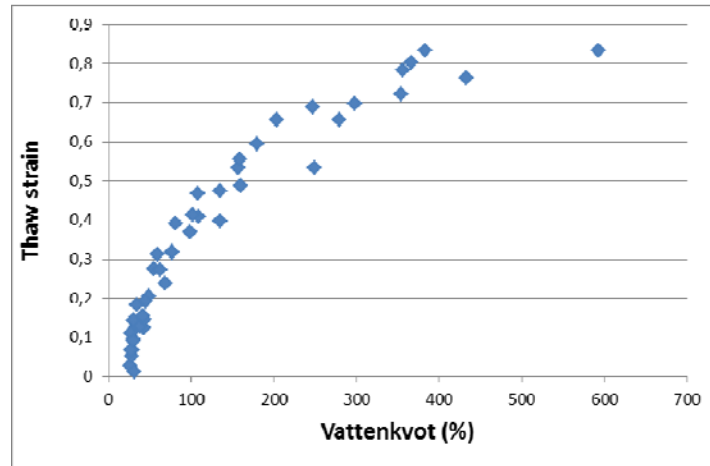
2017-01-20

Fryskonsolidering (-5 °C)



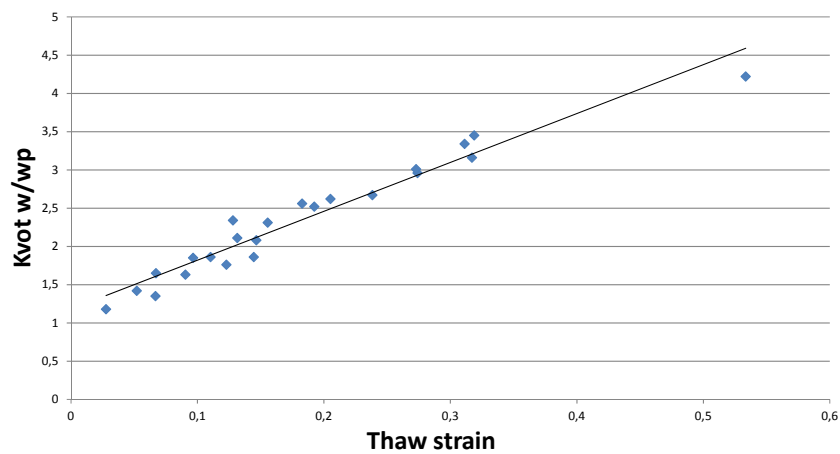
2017-01-20

Fryskonsolidering (-5 °C)



2017-01-20

Fryskonsolidering



2017-01-20

Tjällyftningsegenskaper?

Tjälfarlighetsklassificering

A12.2 Tjälfarlighet

Indikatorn beräknar för vägnedskott lock - Den tjällyftningsklassificering med hänsyn till den tjällyftningsegenskap enligt Tabell A12.2.1...

Tabell A12.2.1 Tjälfarlighetsklassificering

Öppningstyp	Klassificering	Konstigt gjutna
1	Mer tjällyftningsbara Öppningstypen är av typen tjällyftningsbara öppningar som tillåter en viss tjällyftningsegenskap. Klassificeringen bestäms av tjällyftningsklassificeringen för den tjällyftningsbara öppningen med hänsyn till tabell A12.2.1.	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100
2	Något tjällyftningsbara Öppningstypen är av typen tjällyftningsbara öppningar som tillåter en viss tjällyftningsegenskap. Klassificeringen bestäms av tjällyftningsklassificeringen för den tjällyftningsbara öppningen med hänsyn till tabell A12.2.1.	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100
3	Mindre tjällyftningsbara Öppningstypen är av typen tjällyftningsbara öppningar som tillåter en viss tjällyftningsegenskap. Klassificeringen bestäms av tjällyftningsklassificeringen för den tjällyftningsbara öppningen med hänsyn till tabell A12.2.1.	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100
4	Öppningstypen är av typen tjällyftningsbara öppningar som tillåter en viss tjällyftningsegenskap. Klassificeringen bestäms av tjällyftningsklassificeringen för den tjällyftningsbara öppningen med hänsyn till tabell A12.2.1.	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

Segregation Potential Theory

$v_0 = SP \cdot \text{grad } T_f$ (Vattenupptagning = tjällyftning)
 SP beror av material, tryck, avstånd till gvy mm mm

Frost Laboratory Setup

To cold end

Copper plate

Transparent cell
Move freely upward

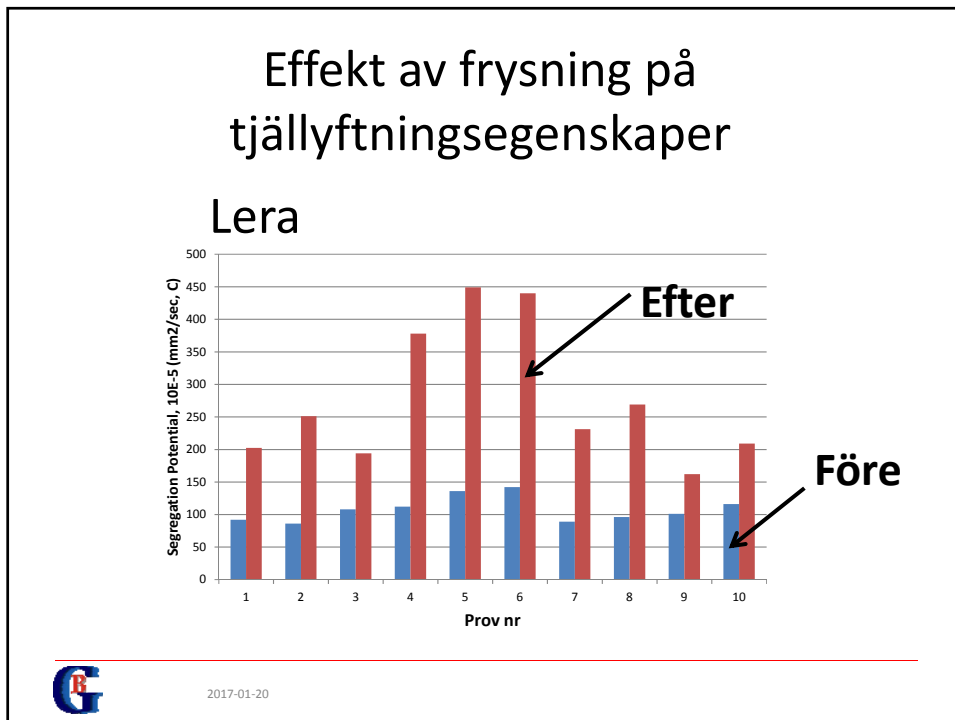
Porous stone

Perforated copper plate

To warm end

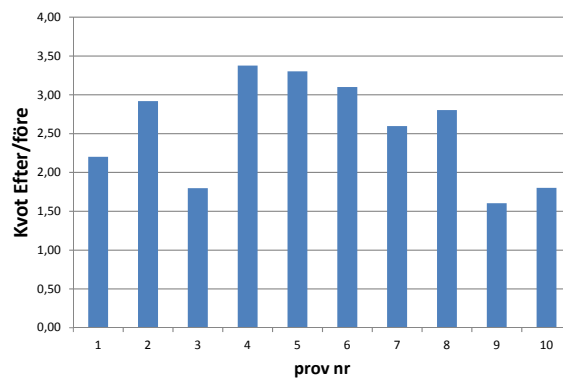
Frysförsök

2017-01-20



Effekt av frysning på tjällyftningsegenskaper

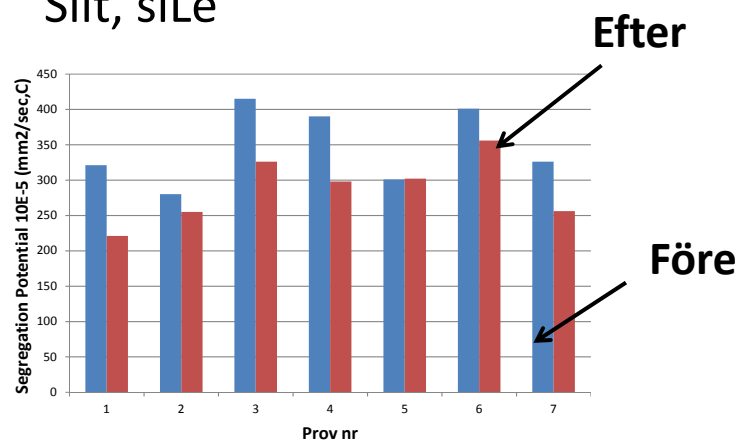
Lera



2017-01-20

Effekt av frysning på tjällyftningsegenskaper

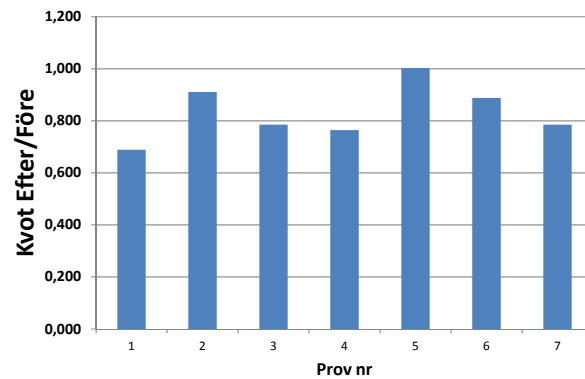
Silt, silE



2017-01-20

Effekt av frysning på tjällyftningsegenskaper

Silt, siLe



2017-01-20

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



2017-01-20

Sammanfattning

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



2017-01-20

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



2017-01-20

