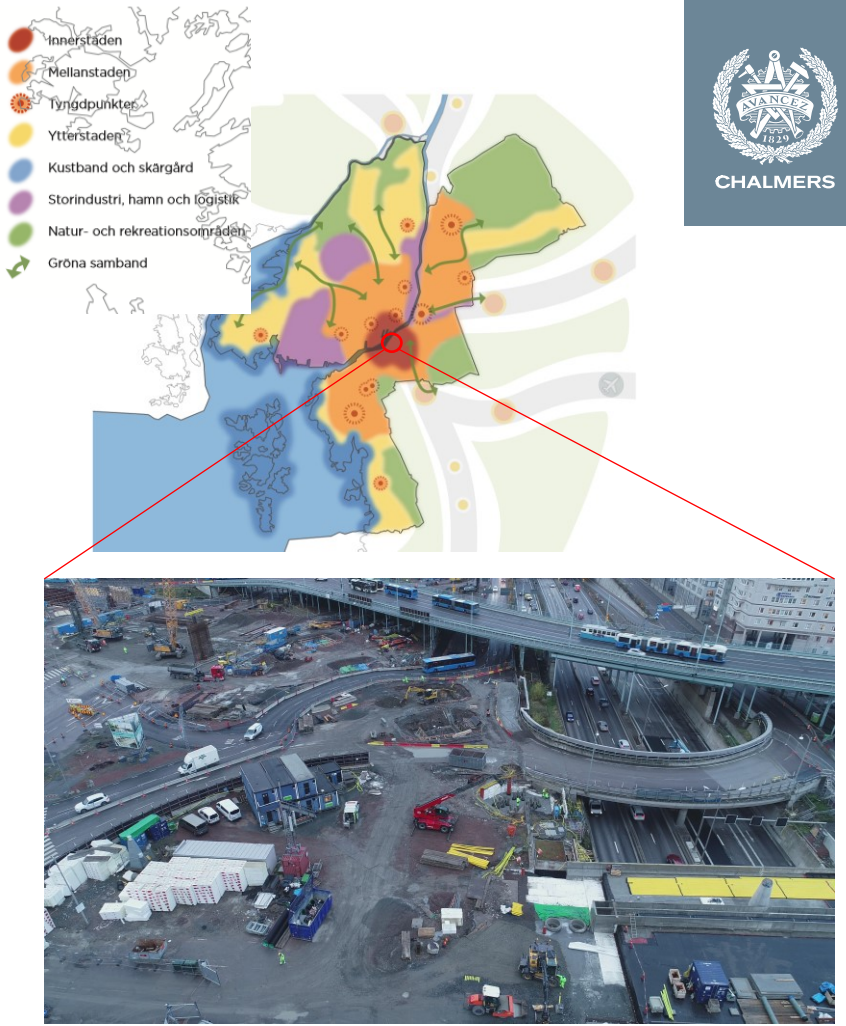
Disturbing issues with piles in soft soils

Jonatan Isaksson
Chalmers University of Technology, Division of Geology and Geotechnics & NCC AB
BIG Webbinarium 20221216
jonatan.isaksson@chalmers.se

Bakgrund

- Förtätning av städer
  - Byggnation nära existerande strukturer
  - Tyngre byggnader
  - Ökade krav på infrastruktur
- Lera → Sämre egenskaper
- Massförträngande betongpålar
  - 1.5 miljoner pålmeter (60 % totala)
  - Rörelse



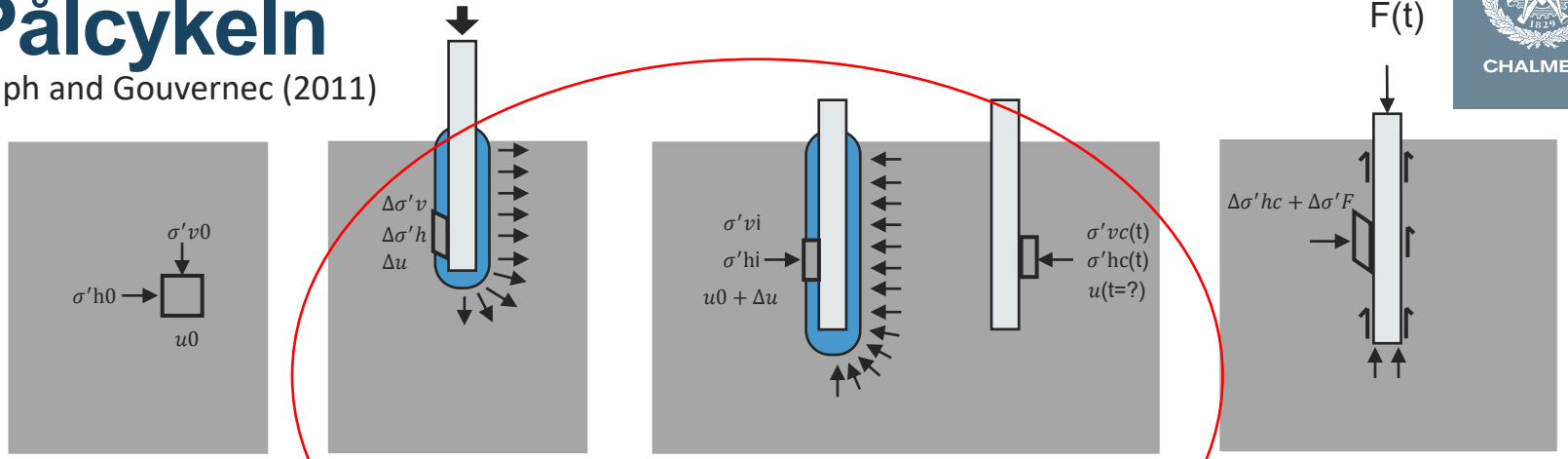
Mål

Genom numerisk modellering undersöka de styrande processerna som påverkar storleken på och utbredningen av massförskjutning till följd av pålinstallation i lera

Installation av en påle

Pålcykeln

Randolph and Gouvernec (2011)



In-situ → Installation → Utjämning → Belastning

Brott i jorden
Δ Spänning
Δ Portryck
Rörelse

Δ Spänning
Δ Portryck
Rörelse
Nytt jämviktsläge

Yttre last
Påhängslast

Geologi
Mänsklig aktivitetet

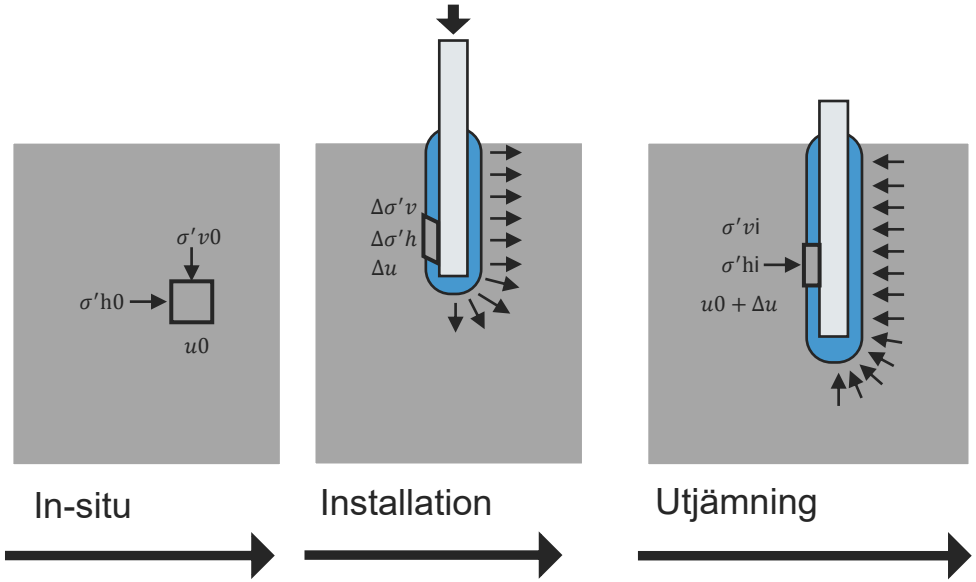
Installationsmetod
Påltyp

Tid
Jordegenskaper

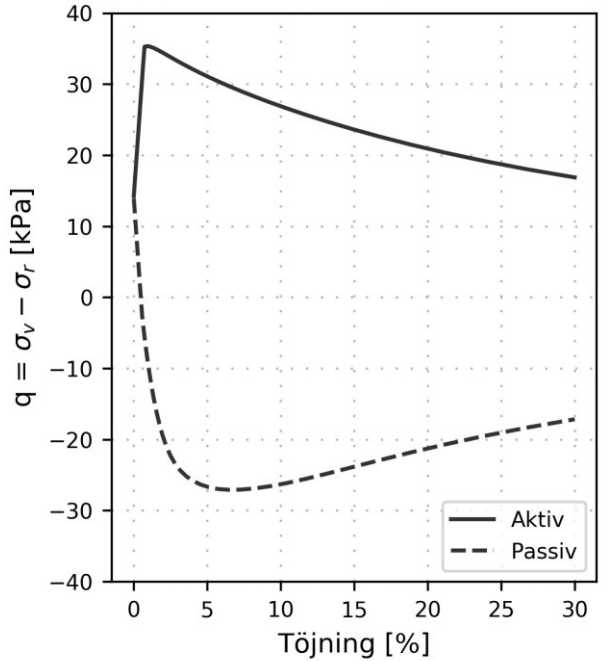
Storlek på last
Tid

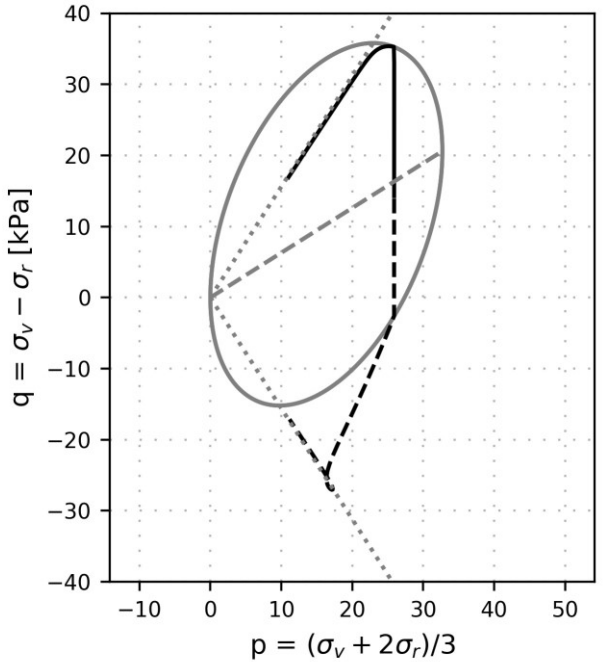
Aspekter av pålinstallation

- Påle (kinematik)
  - Vertikal penetration
  - Eulerian FE formulering
- Jordrespons (mekanisk)
  - Naturlig lera: anisotropisk, sensitiv, spänningsberoende
  - SCLAY1S
- Porvattenrespons(hydromekanisk)
  - Kopplad formulering



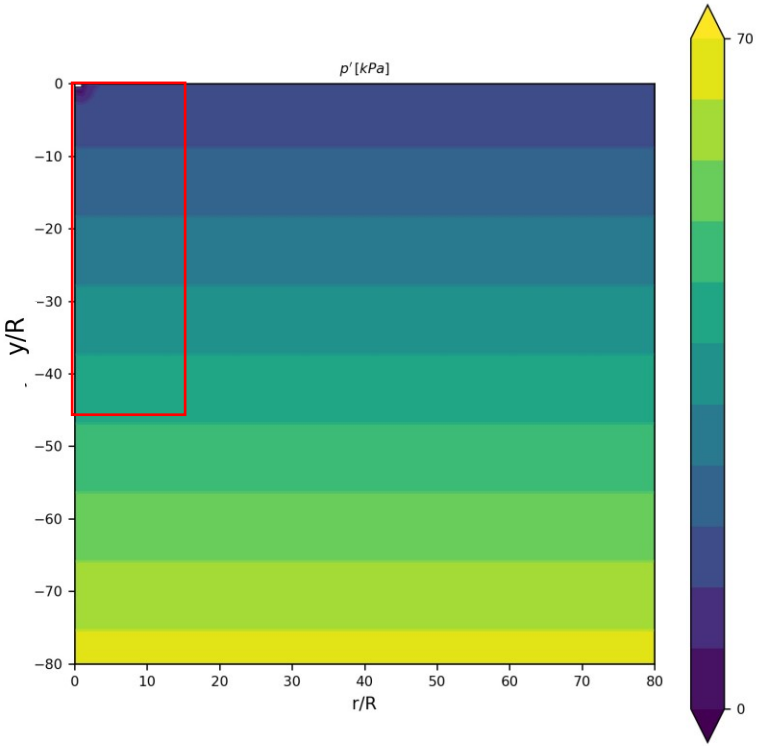
Jordrespons: Triaxförsök (SCLAY1S)



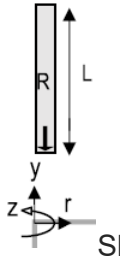


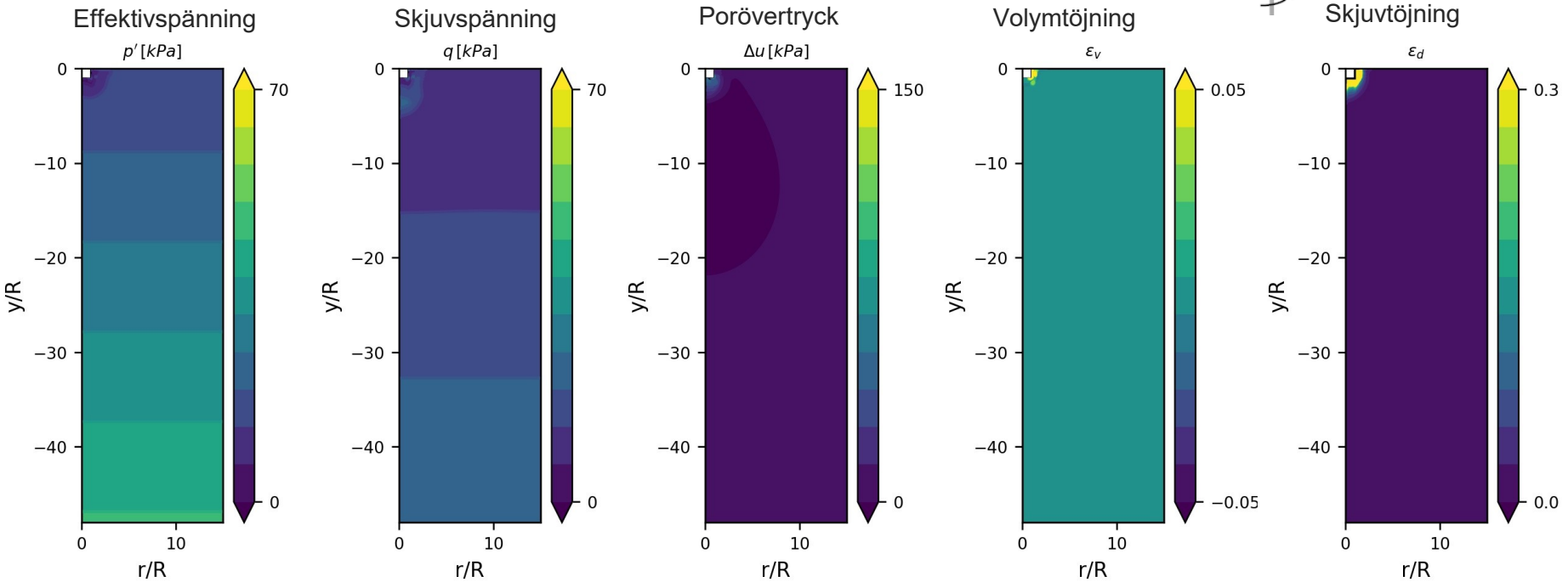
Numerisk pålcykel

- Utby lera (Karstunen and Amavasai 2017)
  - SCLAY1S
- Påverkan av installation och utjämning
- Alla längder är normaliserade med pålradien (R = 0.155 m)
- Fokusera på den röda rektangeln

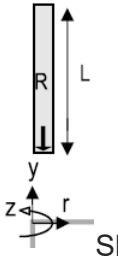


Simulering av pålcykel

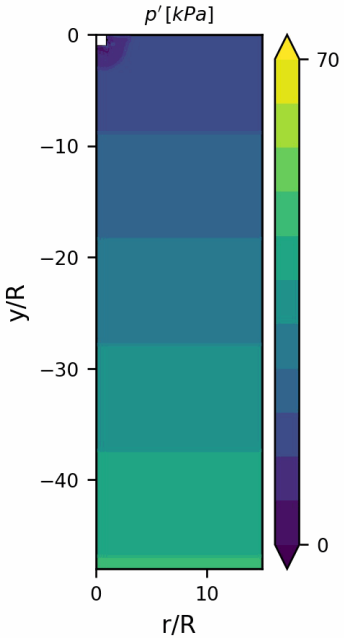




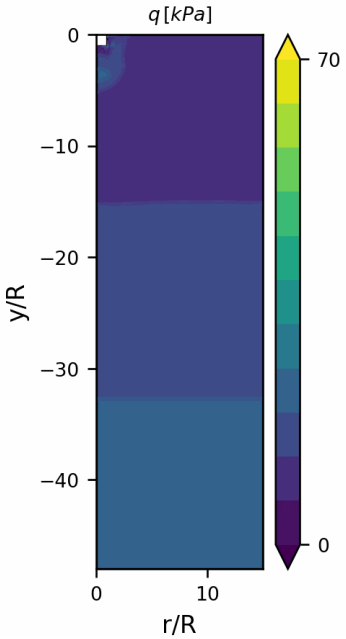
Simulering av pålcykel



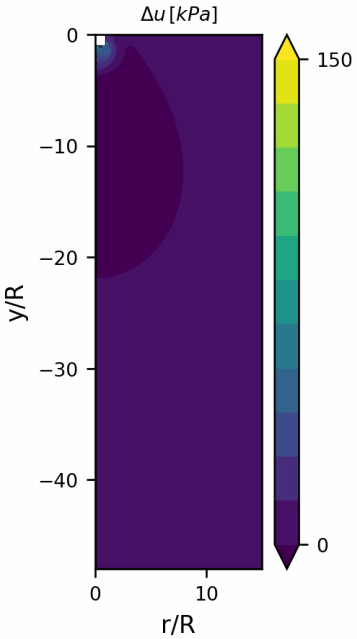
Effektivspänning



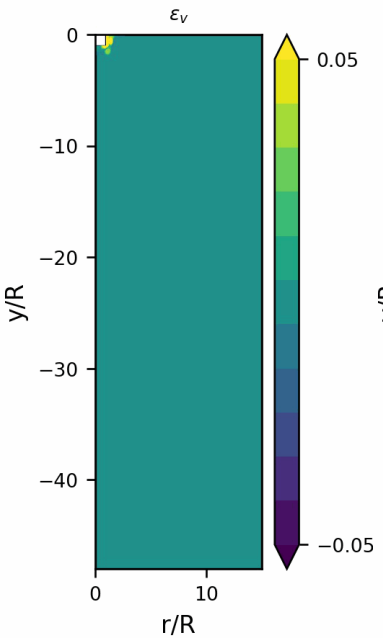
Skjuvspänning



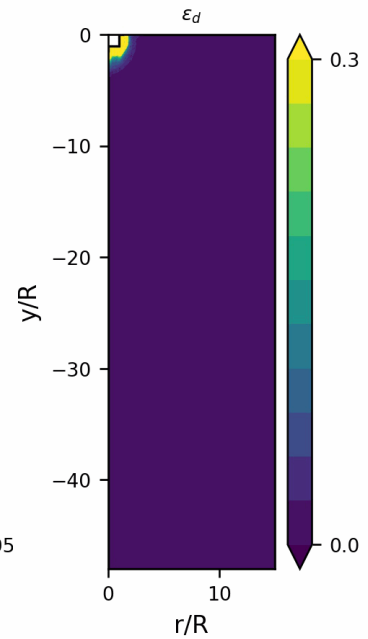
Porövertryck



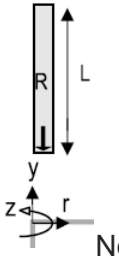
Volymtöjning

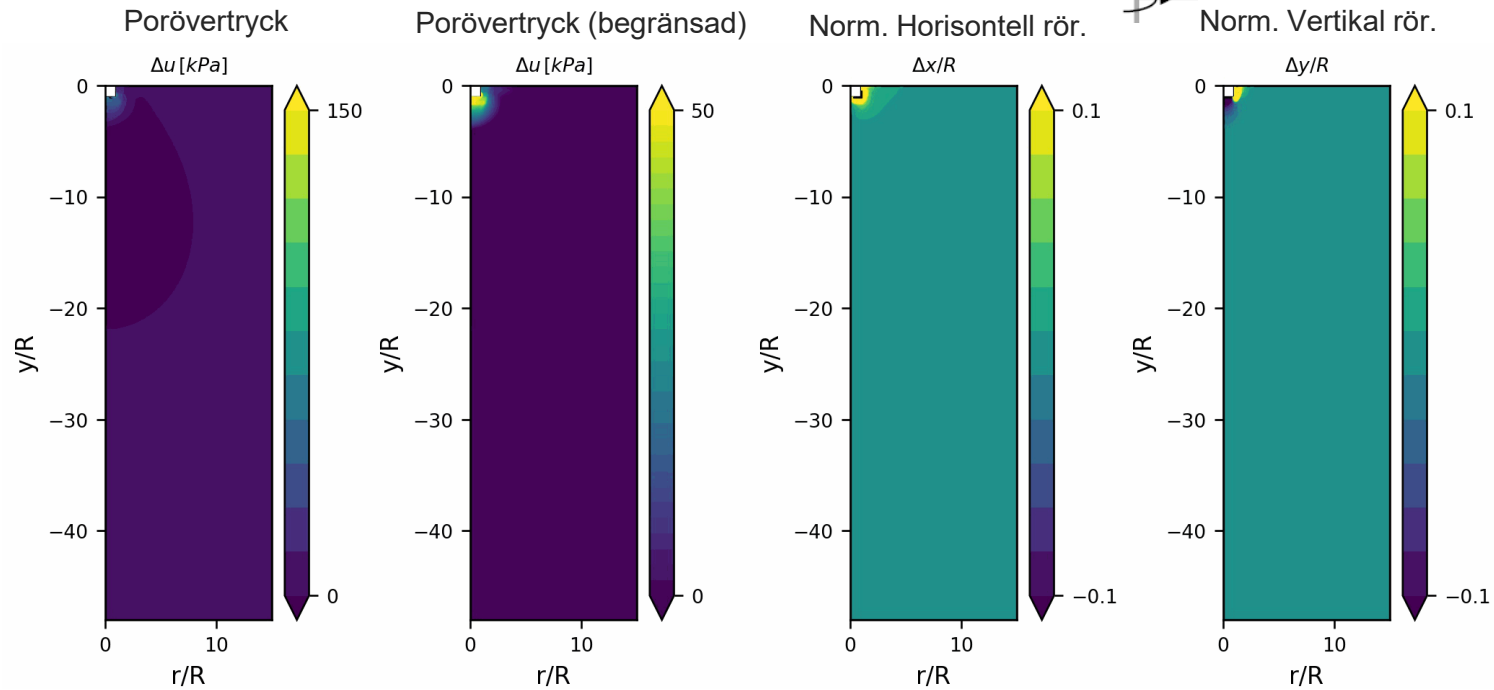


Skjuvtöjning

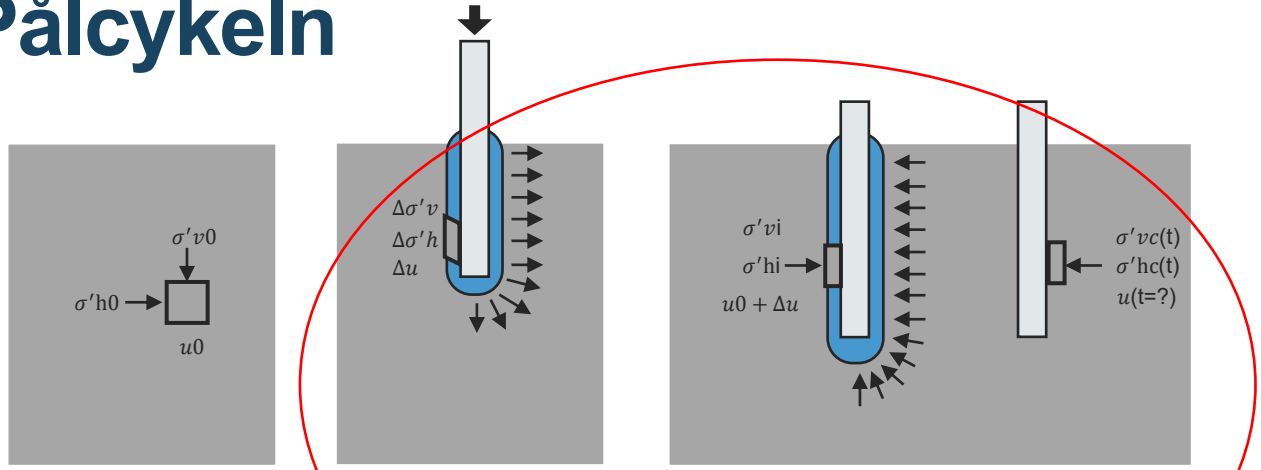


Simulering av pålcykel





Pålcykeln



In-situ

Installation

Brott i jorden
Δ Spänning
Δ Portryck
Rörelse

Utjämning

Δ Spänning
Δ Portryck
Rörelse
Nytt jämviktsläge

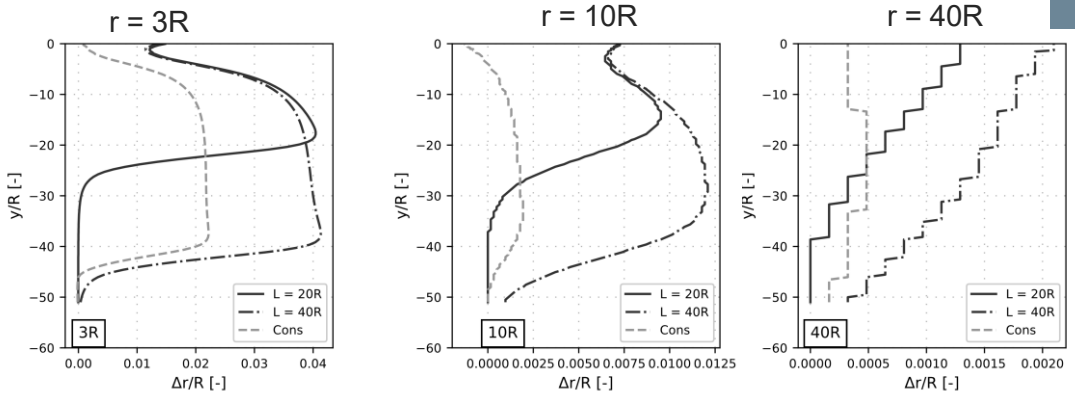
Geologi
Mänsklig aktivitetet

Installationsmetod
Påltyp

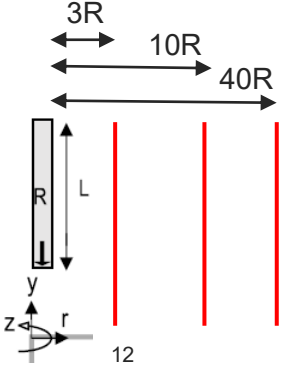
Tid
Jordegenskaper

Förskjutning

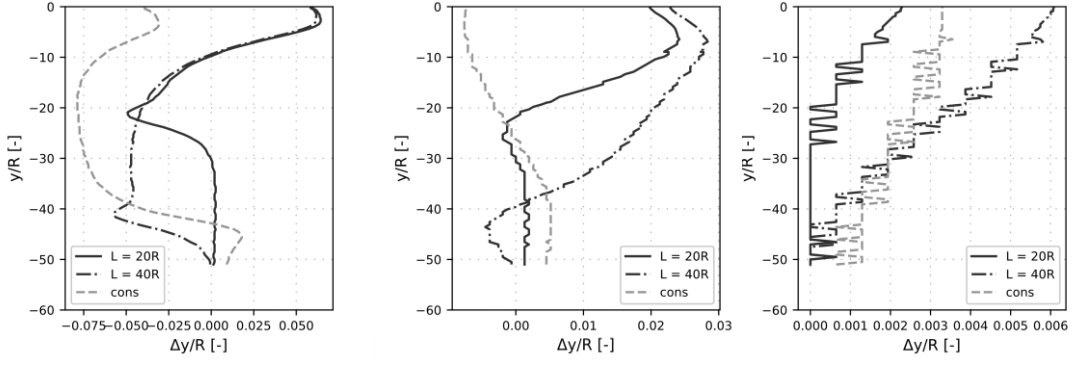
Radiell förskjutning
(Inclinometer)



Svart: Installation
Grå: Konsolidering

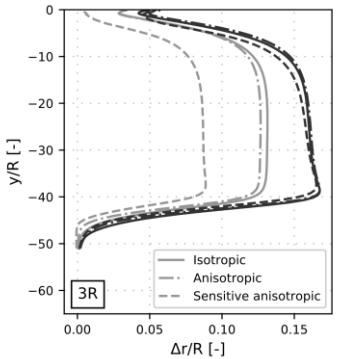


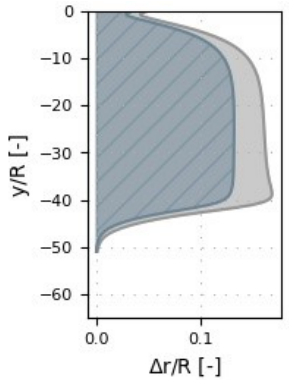
Vertikal förskjutning
(Bälgslang)

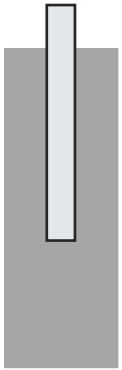


Var hamnar den förskjutna massan?

Horisontell rörelse (Inclinometer) → Förskjuten jordvolym V_{soil} → Normaliserad med pålvolymen V_{pile}

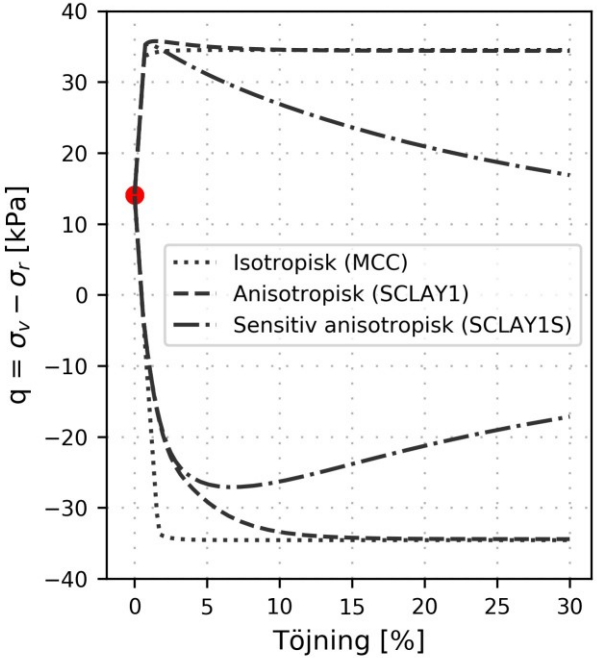


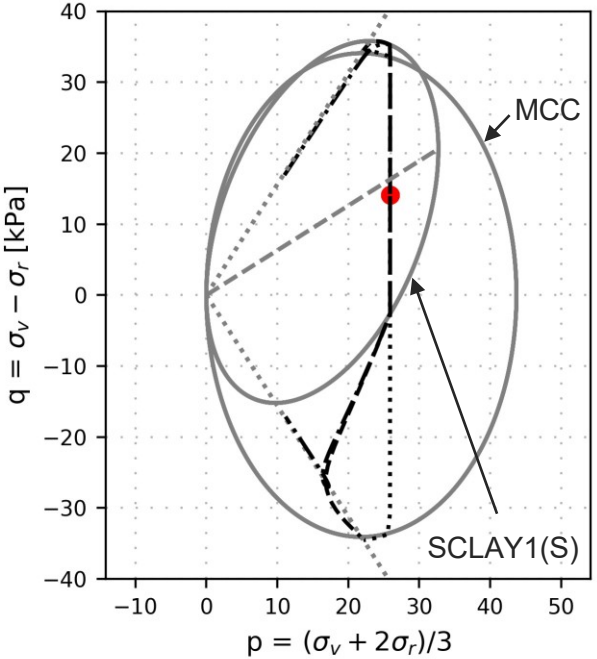




Hur påverkar lerans egenskaper (materialmodel)?

- Isotropisk (MCC)
- Anisotropisk (SCLAY1)
  - Roterande flytyta
- Sensitiv anisotropisk (SCLAY1S)
  - Roterande flytyta
  - Minskande flytyta

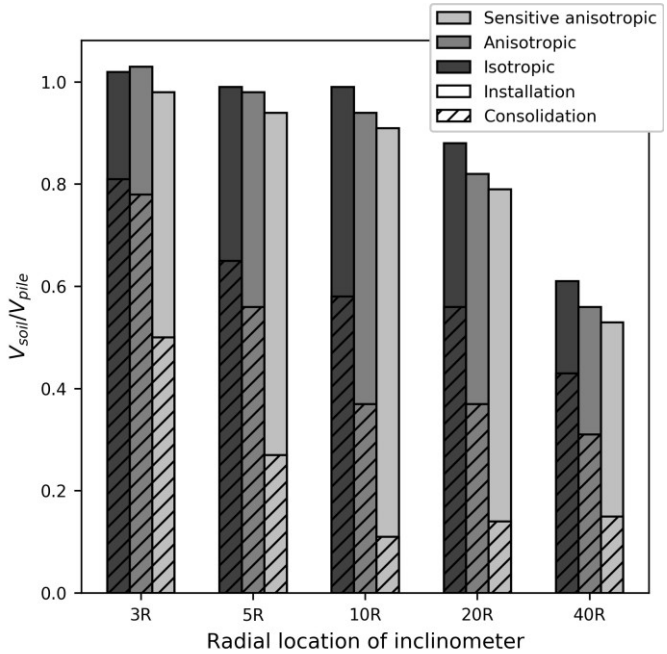




Förskjuten jordvolym

Pålvolym V_{pile}

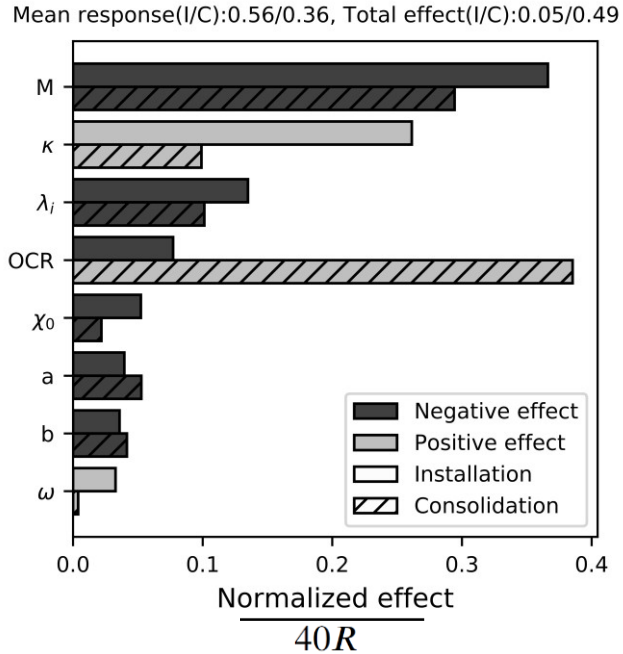
Förskjuten jordvolym V_{soil}



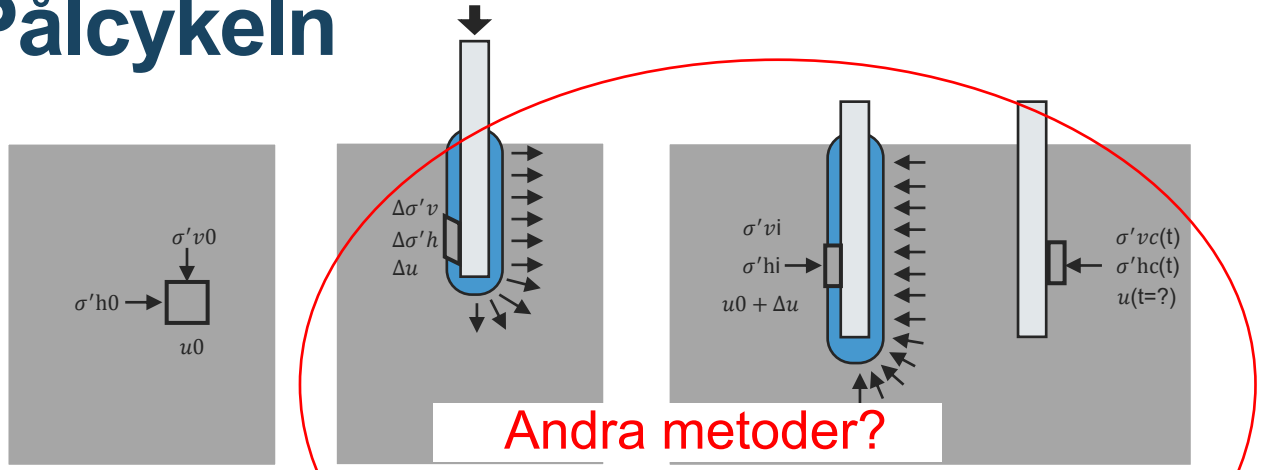
Global sensitivitetsanalys

Fractional factorial design: 16 simuleringar med varierade parameterar (Tahershamsi and Dijkstra, 2022)

- Response: Förskjuten jordvolym
- Effect: Förändring i response
  - Positive, mer förskjuten jordvolym (mörk)
  - Negative, mindre förskjuten jordvolym (ljus)



Pålcykeln



In-situ

Installation

Brott i jorden
Δ Spänning
Δ Portryck
Rörelse

Utjämning

Δ Spänning
Δ Portryck
Rörelse
Nytt jämviktsläge

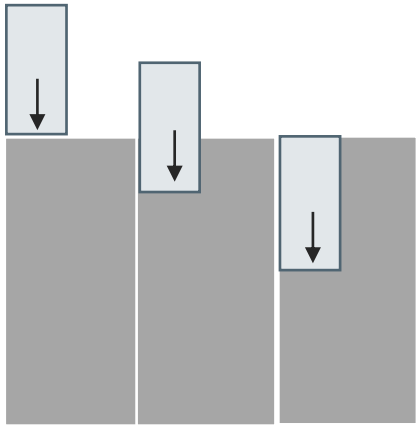
Geologi
Mänsklig aktivitetet

Installationsmetod
Påltyp

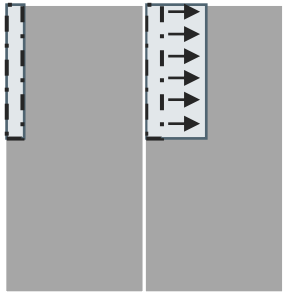
Tid
Jordegenskaper

Jämförelse mellan olika metoder

Method	Penetration	Stress formulation	Soil behaviour	Consolidation
SCLAY1S V	Vertical	Coupled eff. stress	SCLAY1S	Yes
SCLAY1S H	Horizontal	Coupled eff. stress	SCLAY1S	Yes
LE H	Horizontal	Total stress	LE constant volume	No
MC H	Horizontal	Total stress	LE perfectly plastic, constant volume	No
SSPM	Vertical	-	Constant volume	No
CEM	Horizontal	-	Constant volume	No

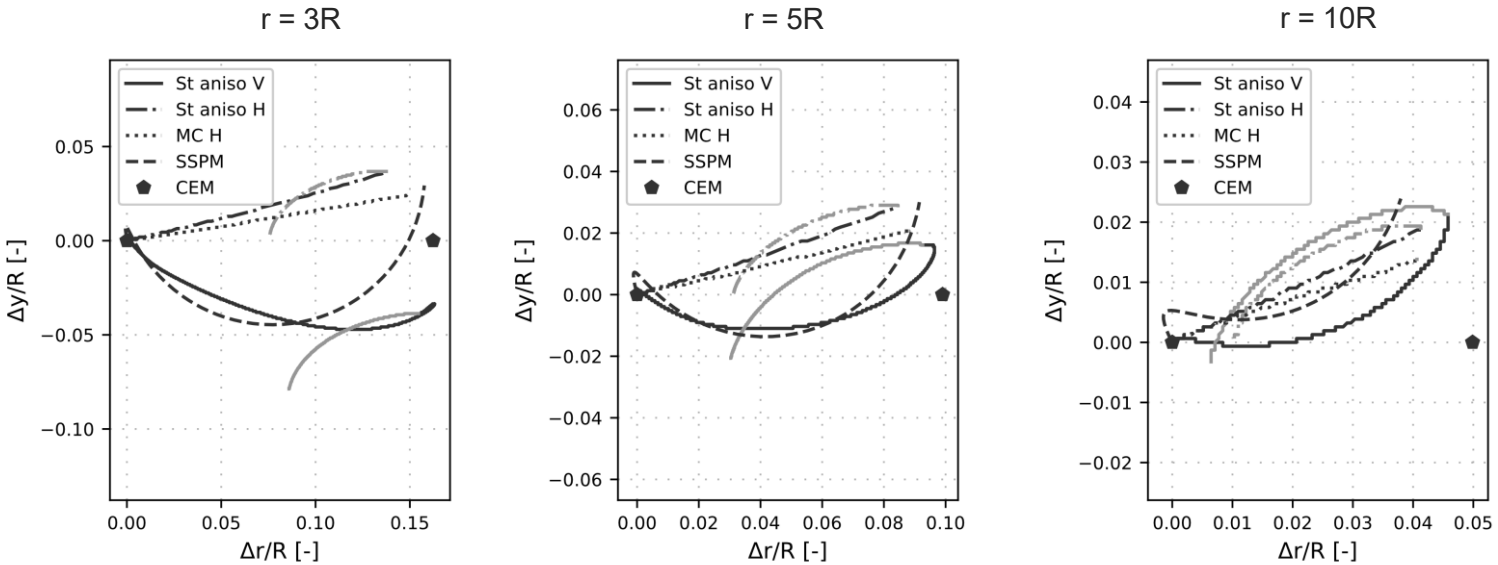


Vertikal penetration

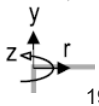


Horisontell expansion

Jämförelse förskjutningsbana



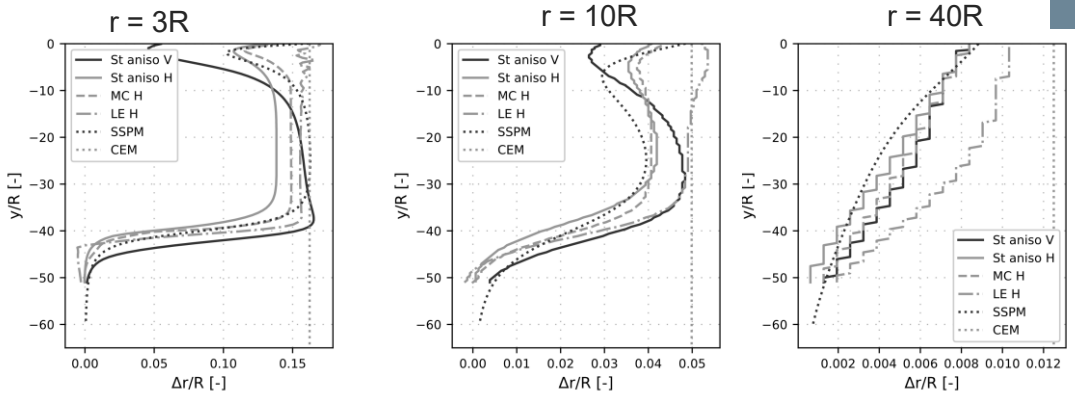


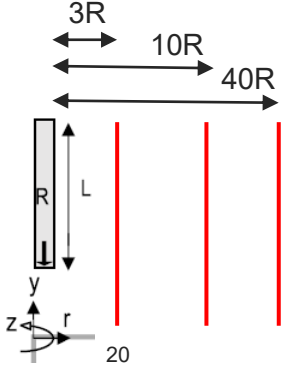


Svart: Installation
Grå: Konsolidering

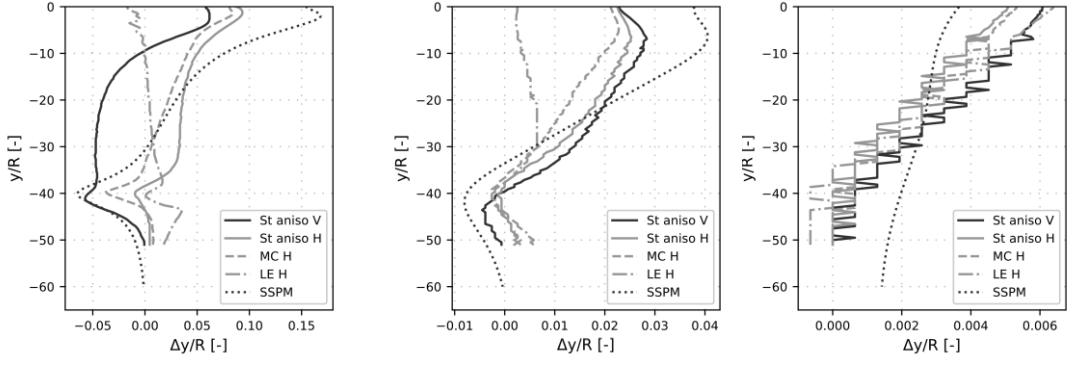
Jämförelse förskjutning

Radiell förskjutning
(Inclinometer)





Vertikal förskjutning
(Bälgslang)



Avslutningsvis

Viktigaste resultat

- Simulering av pålcykel
  - Installation och utjämning
  - Initialt under konstant volym
  - Konsolidering, minskar förskjuten jordvolym
- Jämförelse av rörelse från olika prognosmetoder
  - På avstånd (> 10 R) och i korttidsfallet ger de jämförda metoderna liknande resultat
  - Konsolideringsrörelse, endast effektivspänningsbaserade modeller

Fortsatta studier

- Pålgrupper
  - Superpositionering
  - Konsolidering
    - Tid, konsolideringsgrad
- Vad händer med förskjutningen om hänsyn tas till
  - Varierande markyta?
  - Påle till berg eller friktionslager?
  - Närhet till befintlig grundläggning?
- Störningseffekter



CHALMERS

Rapport och sammanfattning: https://www.sbuf.se/Projektsida?project=f3dad4d5-565e-4a27-9904-d08b5e918204

SBUF

NCC

Branschsamverkan i Grunden

CHAT
Webbinarium 2022-12-16: Påverkan av pålar

[12:18] Kullingsjö, Anders
Belastningen på pålen kommer troligen under tiden som utjämningen sker.
Hur tror du det påverkar?

[12:22] Felix Forsgårdh
Är det en påle tryckt med konstant hastighet? -I så fall, har ni testat hur pauser i nedtryckningen påverkar?

[12:25] Kullingsjö, Anders
Alla resultaten var med samma pållängd eller? Borde väl bli lite skillnader med olika läng radie förhållande på pålen?

[12:28] Kullingsjö, Anders
Betongpåle r_ekv 15cm. Antagen pållängd med andra ord L_påle 6m vilket är ganska kort ur Göteborgssammanhang.

[12:30] Emil Sykkö
När ni gör fortsatta studier med pålgrupper - avser ni då att även ta med installationshastigheten av pålarna, alltså meter/per påle samt påle/per timme/dag?

[12:33] Kullingsjö, Anders
Axi- symmetrisk modell väl?

[12:40] Håkan Garin
Horisontell långtidsdeformation. Stämmer det att konsolideringen återtar 50 % av initiella rörelsen på stort avstånd?

[12:40] Rasmus Müller
Du nämnde inget kring jämförelser med "i verkligheten" uppmätta rörelser och portryck i samband med pålinstallation. Kan du säga något om det?

[12:42] Sabattini Michael, Växjö
pålgruppsberäkningarna behöver nog vara "rimligt" antal dvs minst några hundra pålar, annars har vi ju oftast inga problem med massundanträngning. Precis som du är inne på är detta framförallt viktigt för portrycken - därav tidsaspekterna.
like 2

[12:44] Wallgren Johnny, Göteborg
Kommer ni kolla på hur påhängslasterna utvecklas över tid till följd av återkonsolideringen?
like 1