

PÅLKOMMISSIONENS VÅRMÖTE

OPTIMERING AV GRUNDLÄGGNING FÖR HÖGA HUS I LÖS GÖTEBORGSLERA

Anders Sagemo, Ramboll Sweden AB

Tara Wood, Ramboll Sweden AB

EXPANSIONSPLAN GÖTEBORG

- Runt 20 höga byggnader planeras inom 20 år
- Några noterbara exempel: Karlatornet, One+ tornet och Kromet/Kaj 16
- Hållbar stadsutveckling!



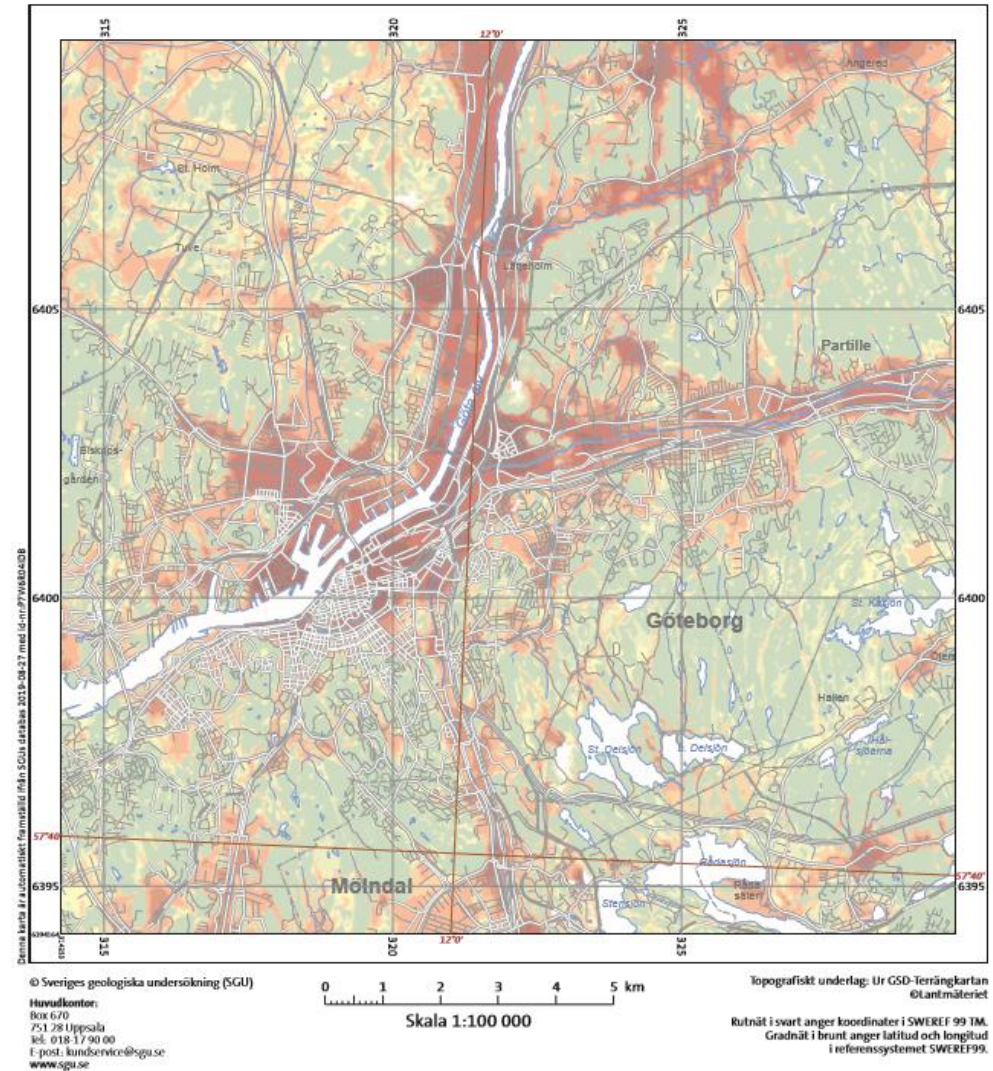
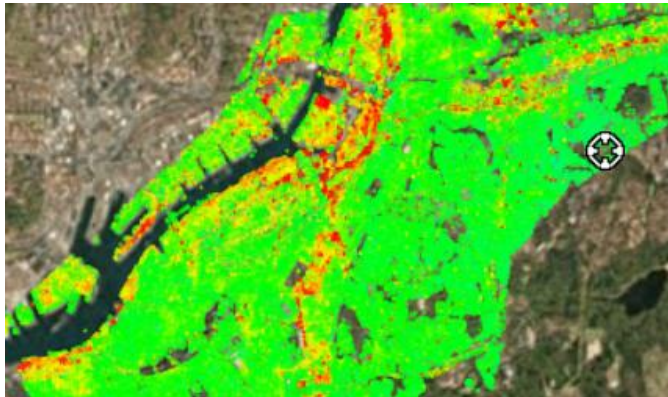
Källa: Illustration Tomorrow



Källa: DortheMandrup/TMRW

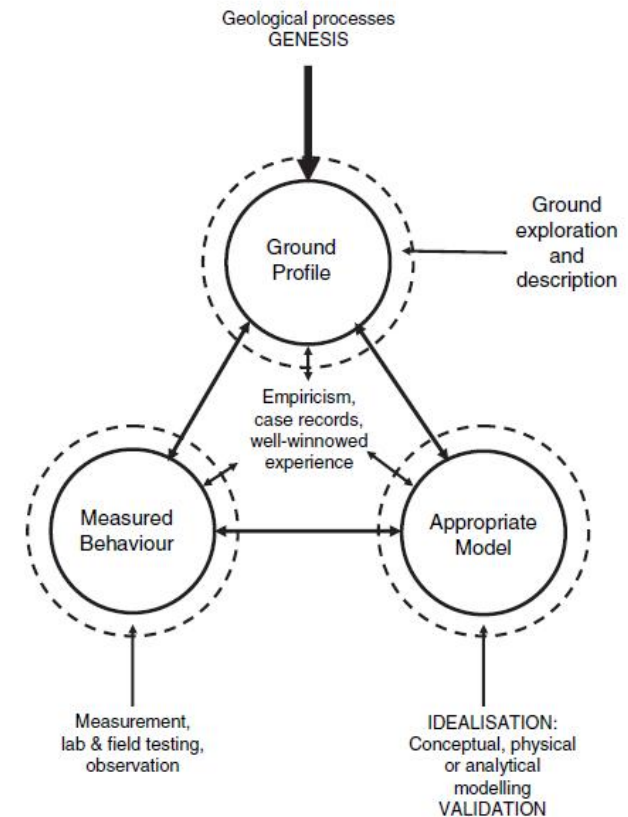
GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

- Många av de planerade byggplatserna ligger i anslutning till Göta Älv samt nära existerande byggnader och infrastruktur
- Djupa lager av lös lera
- Morän/friktionsjord och brant sluttande hårt berg
- Pågående sättningar
 - Ledningar, negativ mantelfriktion på pålar, differenssättningar i fasad, mm.



GEOTEKNISK MODELLERING – GEOMEKANISKA TRIANGELN

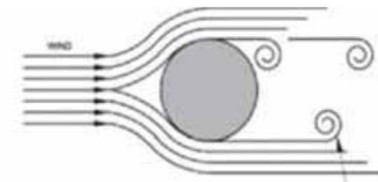
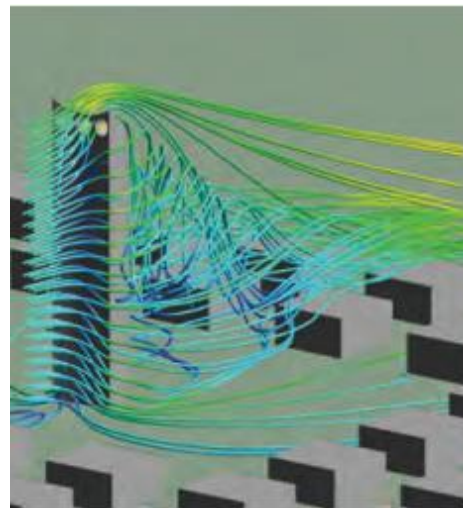
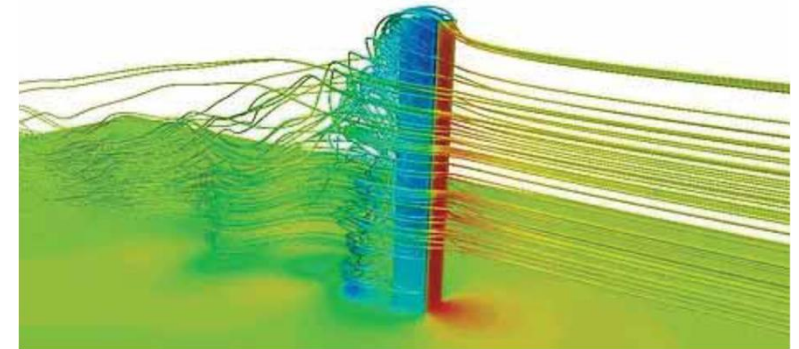
- Identifiera relevant jordlagerprofil
- Materialegenskaper – genom relevanta undersökningar
- Ta fram lämplig analysmodell
 - Spänningshistorik
- Verifiera valda modeller på relevant sätt
 - Använd redan känd kunskap
 - Verifiera modells beteende



Källa: Burland, J. B., 2012. Chapter 4: The geotechnical triangle. In ICE manual of geotechnical engineering, Burland, J., Chapham, T., Skinner, H. and Brown, M. (Ed.), Thomas Telford, pp. 17-26

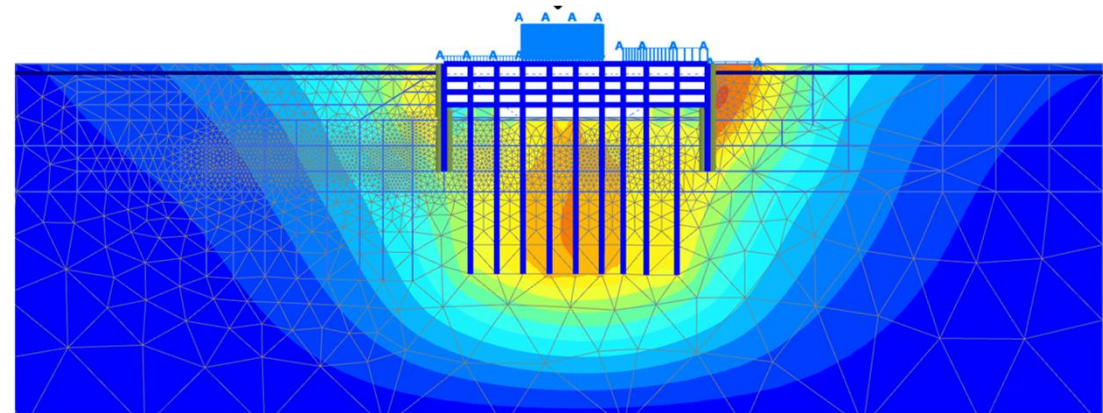
HÖGA BYGGNADER – UTMANINGAR VID DESIGN AV GRUNDLÄGGNING I LÖSLERA

- Horisontella laster
 - Design av höga byggnader drivs normalt av horisontella laster
 - Effekter från vind ofta styrande
 - Statisk del – laster på strukturen
 - Dynamisk del – fluktuerande vindar som genererar rörelser
- Sättningar
- Negativ mantelfriktion



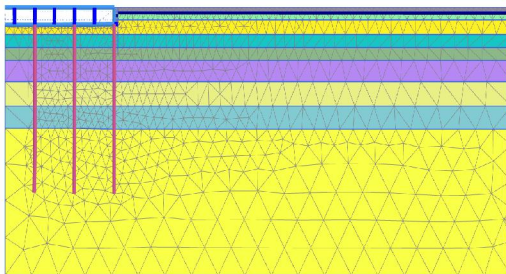
MODELLERING AV GRUNDLÄGGNING

- Normalt K- och G-modell
- Bottenplatta i båda modellerna
- Nyckel för att optimera – dynamic soil-structure interaction
- 3D FEA ett måste för optimering – vid 2D kan kritiska mekanismer missas
- Iterativ process
 - Respons/beteende av grundläggning beroende av laster från stomme
 - Last beroende av beteende av grundläggning
 - Laster och rörelser måste hänga ihop

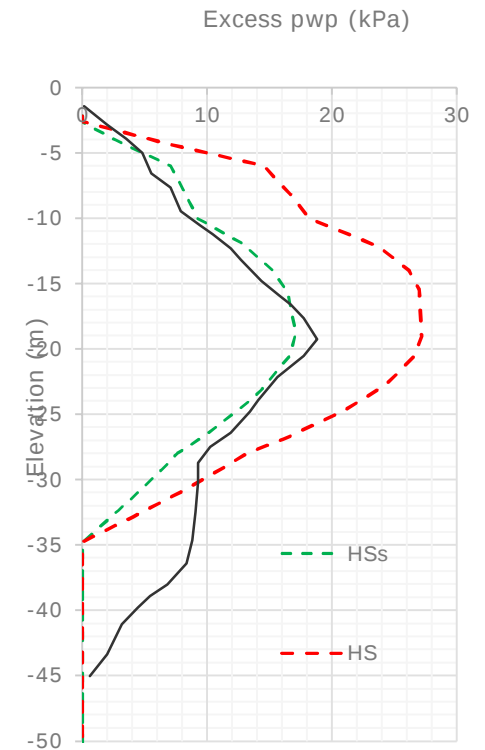
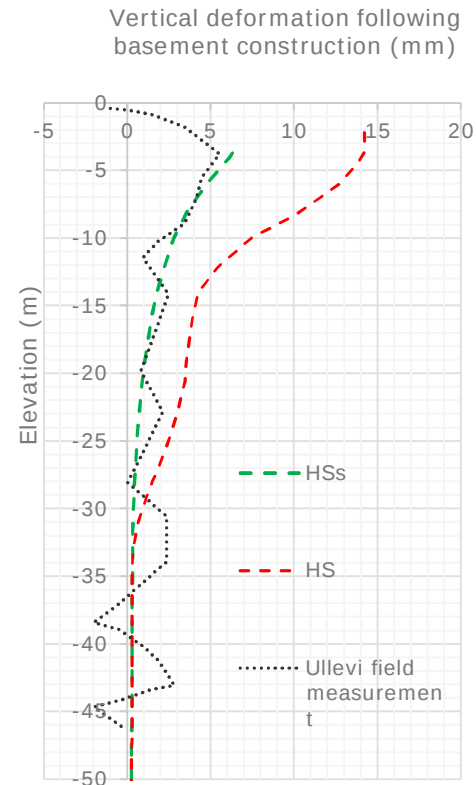


LASTVARAKTIGHET OCH GEOTEKNISKT BETEENDE

- Vindlast – drivande för design för höga hus
- Dynamisk del av vindlast – dynamiskt beteende för lera => small strain stiffness
- Statisk del av vindlast– “normalt” beteende

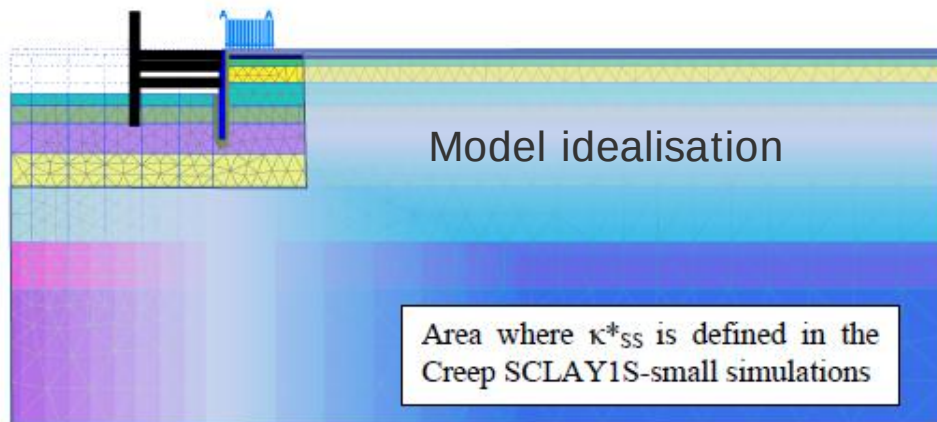


Källa: Wood, T., 2015, *Small strain stiffness of some Swedish clays and impact on deep excavations* [Powerpoint slides], VIP-möte BIG 2015, BIG - Branschsamverkan i Grunden (big-geo.se)



LASTVARAKTIGHET OCH GEOTEKNISKT BETEENDE

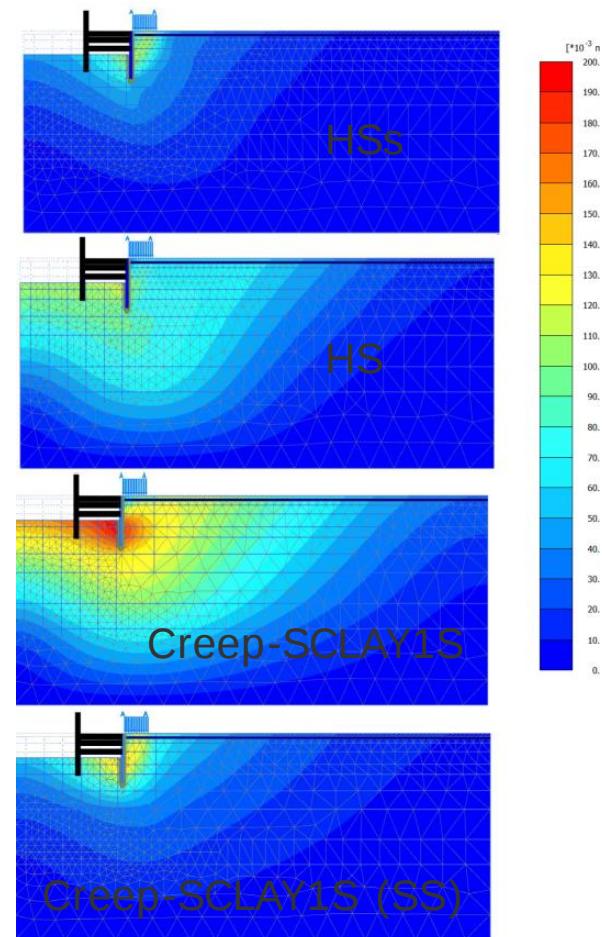
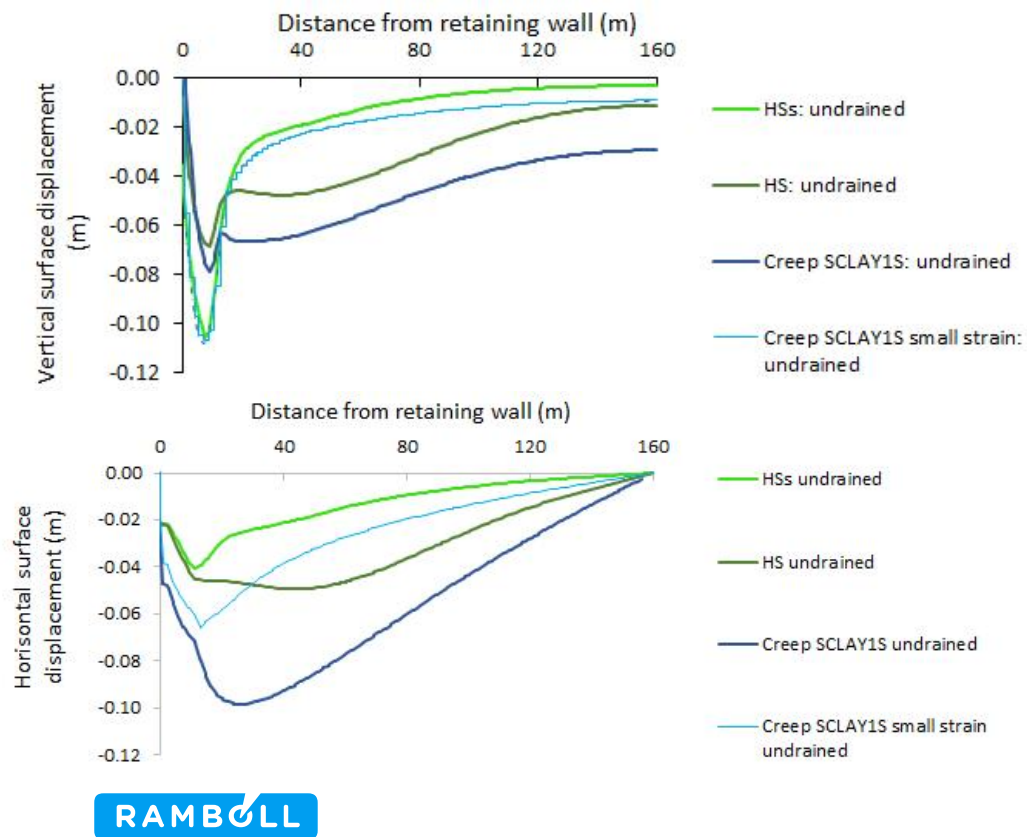
- Hardening Soil (HS)
- Hardening Soil small strain (HSs)
- Creep-SCLAY1S
- Creep-SCLAY1S med manuell justering för small strain



Källa: Wood, T., 2016. *On the small strain stiffness of some Scandinavian soft clays and impact on deep excavation*. PhD Thesis, Chalmers University of Technology, Sweden.

LASTVARAKTIGHET OCH GEOTEKNISKT BETEENDE

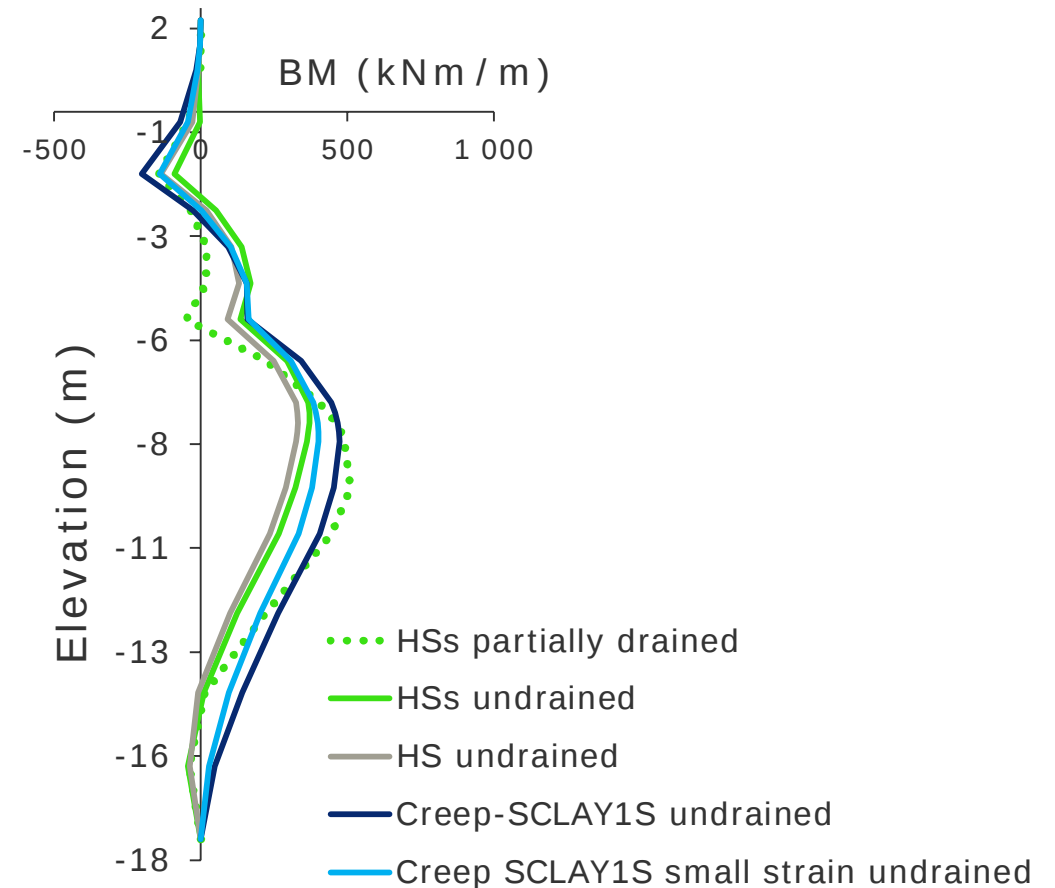
Effekt på rörelser



LASTVARAKTIGHET OCH GEOTEKNISKT BETEENDE

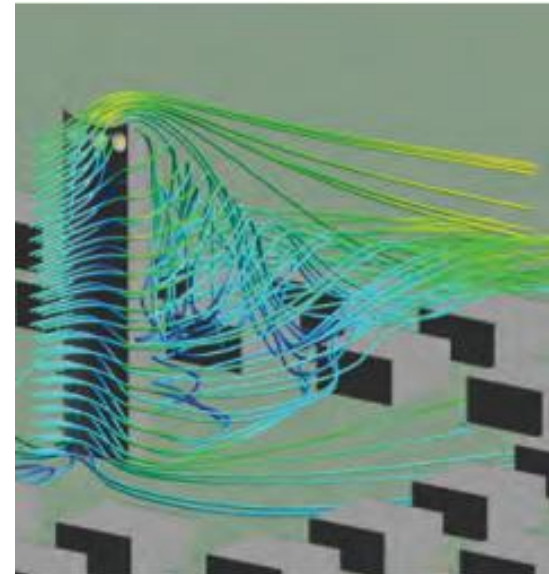
Effekt på strukturella laster

Construction phase	Serviceability state prop load (kN/m)			
	HSs undrained / HSs partially drained	HS undrained	Creep- SCLAY1S undrained	Creep- SCLAY1S small strain undrained
Excavation 4m + 1 prop	130 <u>130</u>	107	152	122
Excavation 7m + 2 prop	306 <u>306</u>	336	363	285
Excavation 10m + 3 prop	291 <u>445</u>	279	254	197



NORMALT OLIKA MODELLER – SAMARBETE MELLAN KONSTRUKTÖR OCH GEOTEKNIKER

- Integrerad approach – design av grundläggning och stomme tillsammans!
- För dynamiska analyser behöver konstruktör ta fram massa, dämpning och styvhet för strukturen
- Vindtunneltester för att ta fram vindlasten
- Iterativ design mellan K- och G-modell



VERIFIERING AV MODELLER

- Kom ihåg den geotekniska triangeln
- Stegvis verifiering av antaganden i modell
- Bedöm resultat mot analytiska metoder
- Verifiering av geoteknisk bärförmåga
- Följ upp och bedöm sättningar för verifiering

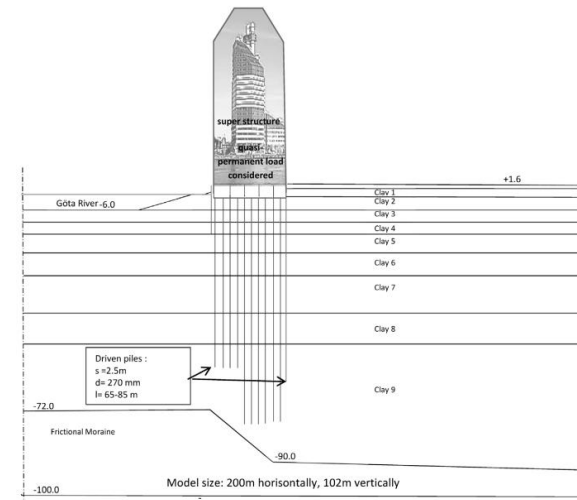


Figure 7. Simplified geometry and foundation layout in FE analyses for the piled raft at Site 3.

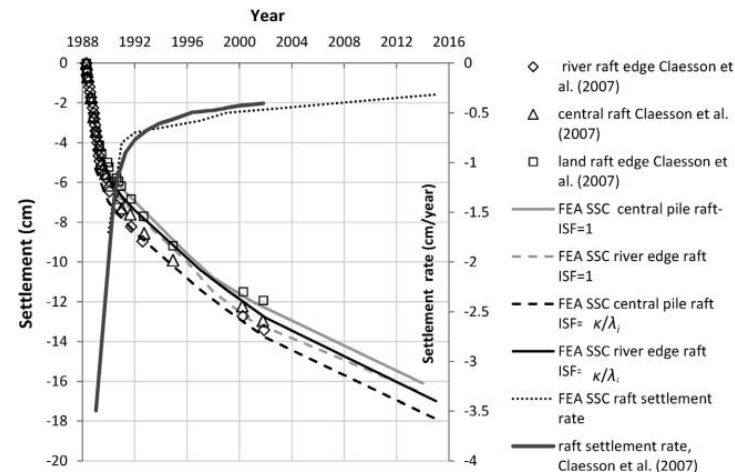


Figure 8. Settlement behaviour of piled raft during construction and in service at Site 3, FEA simulations using embedded pile input: $E_{pile} = 18 \text{ GPa}$, $ISF_{lateral\ shaft} = 1$, $ISF_{base} = 10$, $ISF_{axial\ shaft}$ see legend, $q_{s,top} = 0.15 \sigma'_v$, $q_{s,base} = 0.3 \sigma'_v$, $Q_{base} = 100 \text{ kN}$.

Source: Wood, T. & Karstunen, M., 2017. *Modelling deep foundations in soft Gothenburg clay*. Special edition on Time effects on the Mechanical Response of Geomaterials, European Journal of Environmental and Civil Engineering.

SAMMANFATTNING

- Dynamic soil-structure approach
- Integrerad approach – Konstruktör och Geotekniker måste samarbeta nära genom hela designarbetet
- Utför design av grundläggning och stomme tillsammans
- För att optimering av grundläggning för höga byggnader ska vara möjlig – numerisk modellering
- Se till att den geomekaniska triangeln är i balans

TACK FÖR ATT NI LYSSNAT!