

Spänningsmodellering av storskaliga strukturer i Stockholmsområdet

Ulf Lindfors, Itasca Consultants AB

Diego Lope Álvarez, Itasca Consultants AB

Fredrik Perman, Itasca Consultants AB

Fredrik Johansson, Sweco Civil AB

Björn Stille, Sweco Civil AB

Vi blir allt fler stockholmare



**Två
SL-bussar
per dag**

**Cirka
35 000
personer
per år**





**Bostäder
och infra-
struktur
har inte
hängt med**

78 000 nya bostäder



Överenskommen utbyggnad



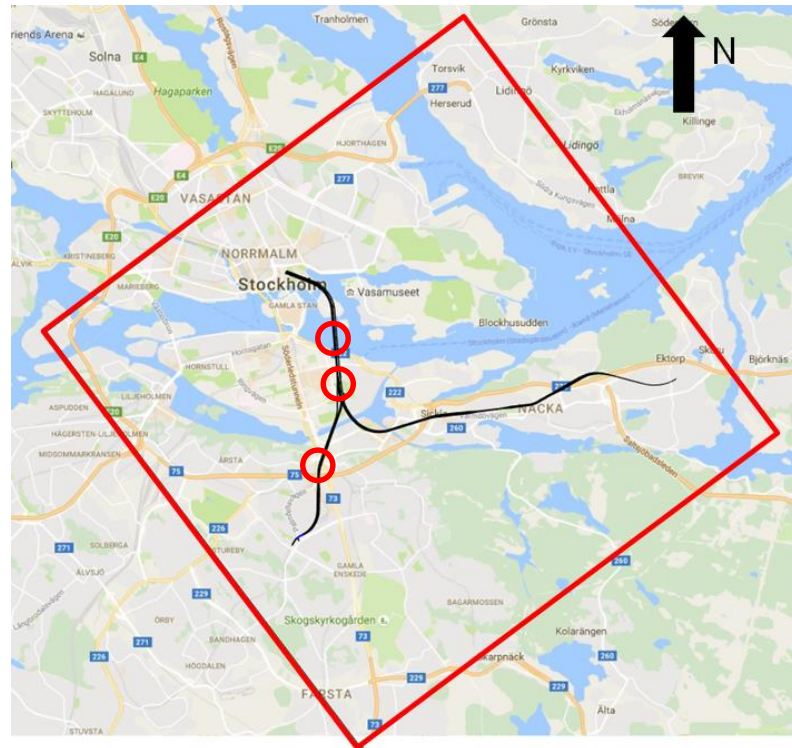
-  Planerad utbyggnad
-  Planerad utbyggnad
-  Trafikering på befintliga spår
-  Utbyggnad av Högdalens depå

- Utbyggnaden omfattar:
- ungefär 20 km tunnel
 - 10 stationer under jord



Ny T-bana till Nacka och Söderort

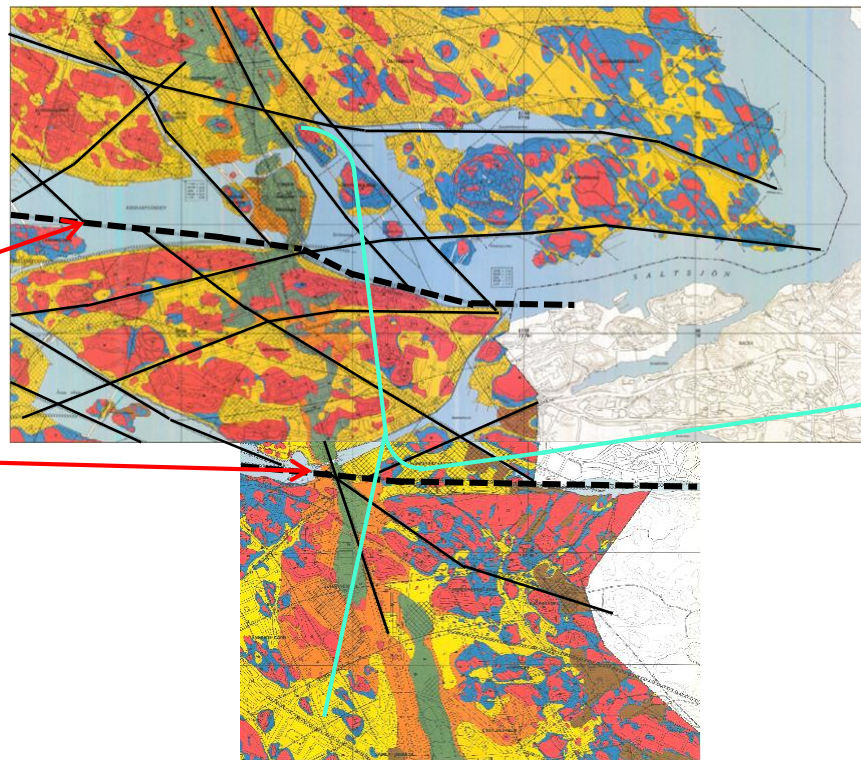
- Ny tunnel från Kungsträdgården till Nacka centrum respektive Slakthusområdet (mot Hagsätra).
- Tidigt identifierades flera kritiska områden.
- ***Beslut att analysera initiala bergspänningarna över centrala och södra delarna av Stockholm.***





Strukturer

- Ett stort antal strukturer i Stockholmsområdet
- Några större kraftiga strukturer kommer att korsas:
 - Saltsjöstrukturen
 - Hammarbyvägen-Sicklasjöstrukturen



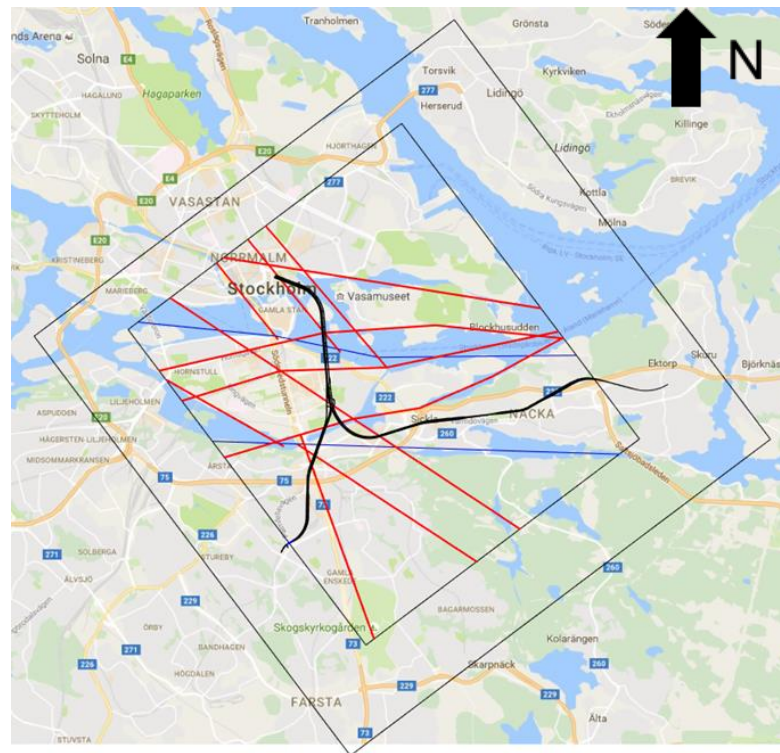
Syftet med analyserna

- Studera spänningsbilden i berggrunden ner till planerad sträckning
- Undersöka om spänningsbilden i stor skala påverkas av topografi och storskaliga strukturer d.v.s. om spänningsomfördelning sker kring de storskaliga strukturerna.
- Studera de storskaliga spänningsförhållandena vid de identifierade kritiska områdena:
 - passagen genom Saltsjö-strukturen
 - lägena för stationerna Sofia och Gullmarsplan



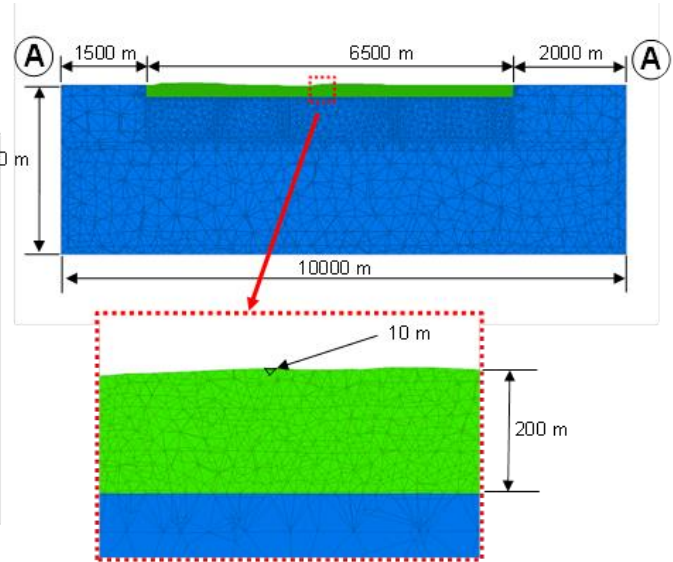
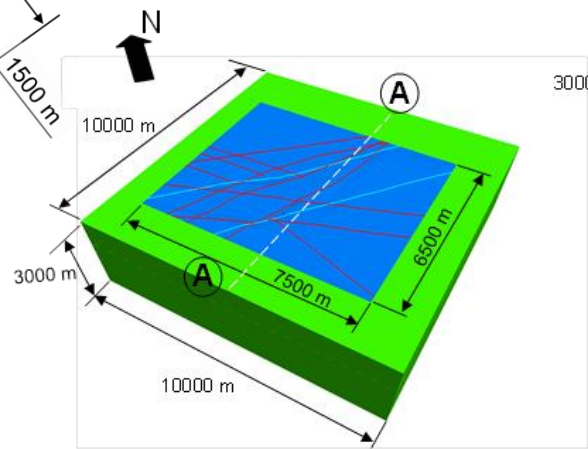
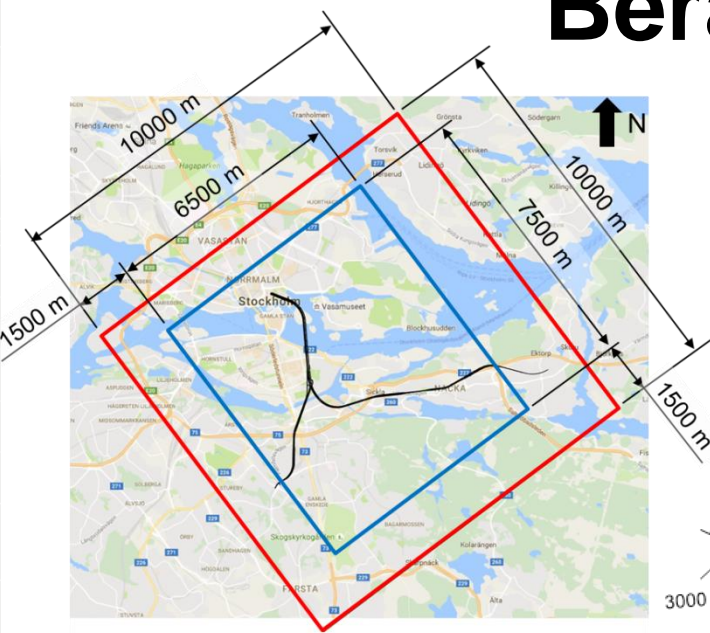
Analys

- Samma bergmassa över hela området
- Två olika typer av strukturer:
 - Typ A = mindre och vertikala
 - Typ B = större och med stupning 70° mot söder
- Initialspänningarna i modellen togs från Norrmalm i Citybanan-projektet
 - $SH = 4.7 + 0.075z$
 - $Sh = 2.3 + 0.0125z$
 - $Sv = 0.0265z$, $z = m$ under bergöveryta
- Känslighetsanalys

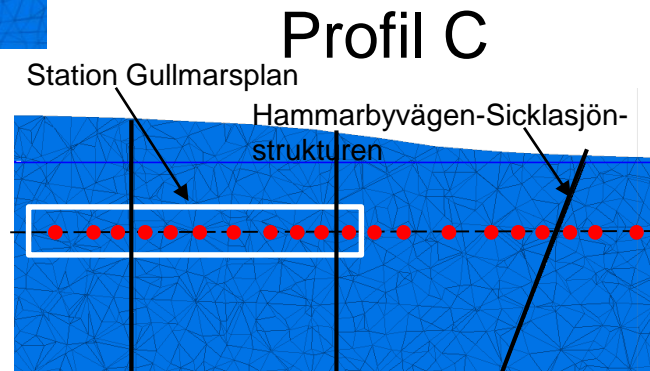
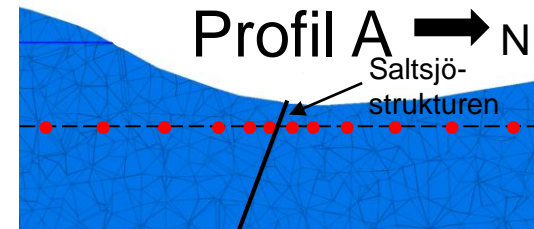
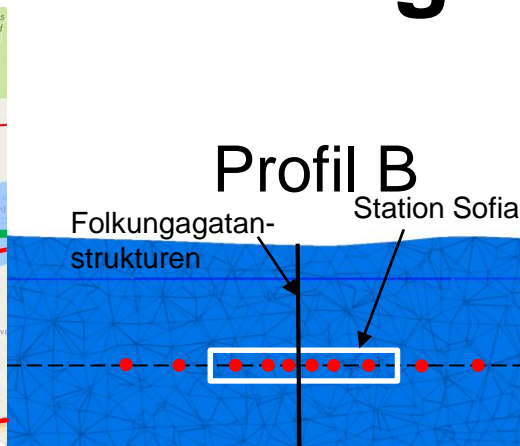
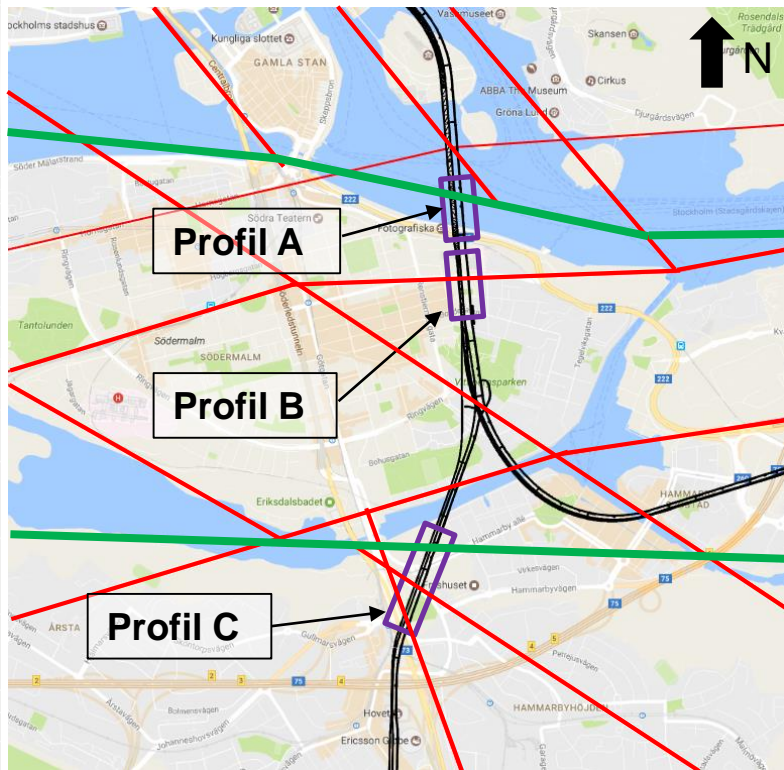


Beräkningsmodell

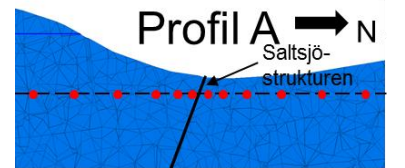
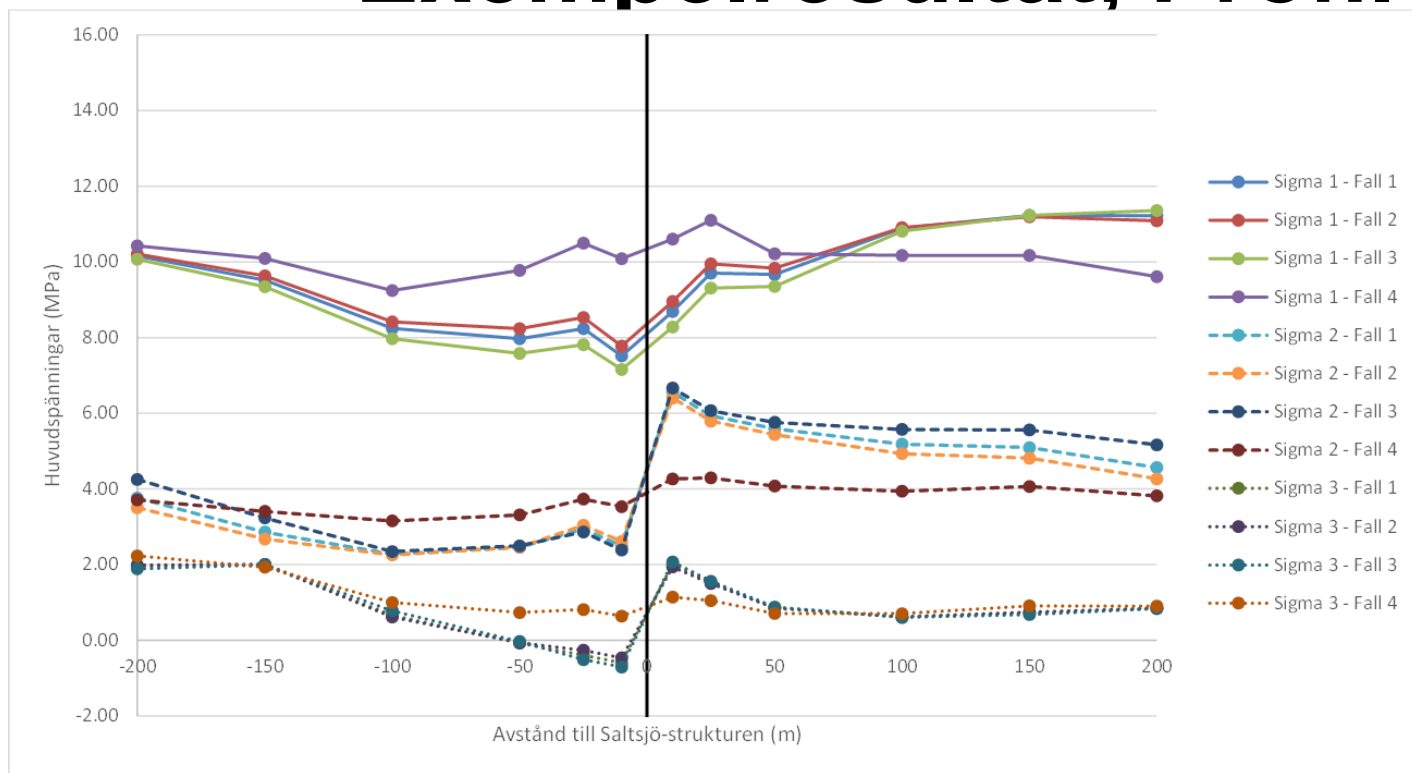
- Distinkta elementprogrammet *3DEC*
- Två olika typer av strukturer



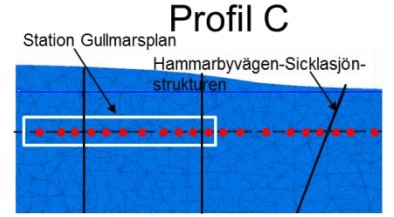
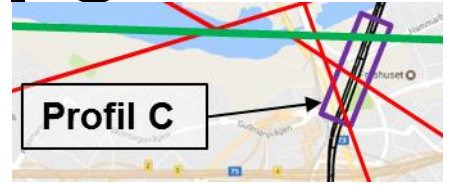
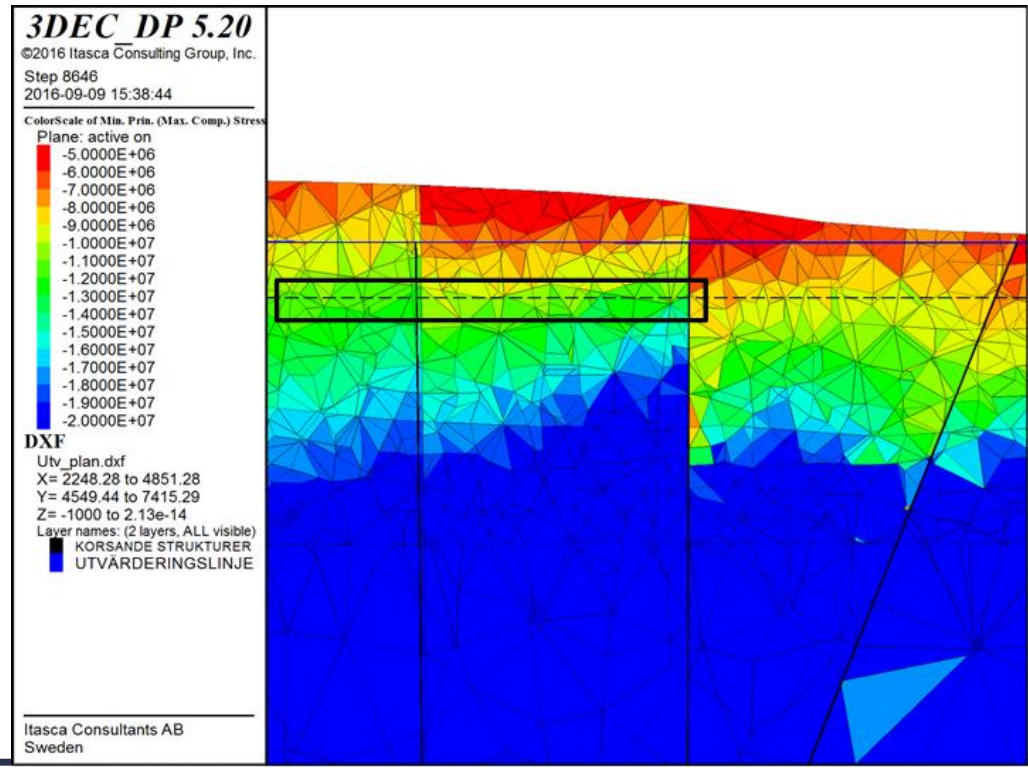
Utvärdering



Exempelresultat, Profil A



Exempelresultat, Profil C



Observationer under arbetet

- Modellen har gett en ökad förståelse för den övergripande spännings-situationen och bidragit till att kontrollera giltigheten för lokala analyser
- En regional modell tenderar att bete sig mindre styvt och med större kinematisk frihet än lokala modeller
- Strukturernas hållfasthetsparametrar påverkar resultaten i viss grad
- Strukturernas orientering i förhållande till initialspänningarna påverkar resultaten i hög grad

Slutsatser

- Inga extremvärden på spänningsmagnituderna
- Spänningsomfördelning sker kring strukturerna men avklingar inom 50 m
- Orienteringen av spänningarna påverkas nära strukturer ($\sigma_1 \Rightarrow \perp$)
- Orienteringen på strukturerna påverkar resultaten, strukturer med stupning 70° ger störst spänningsomfördelning
- Ökad normal- och skjuvstyvhet på strukturerna leder till mindre spänningsomfördelning kring strukturerna (främst magnituderna)
- Arbetet har varit en nödvändig strategisk del i verifieringsarbetet med utbyggnaden av tunnelbanan till Nacka och Söderort

Tack!

Arbete har finansierats av förvaltning för utbyggd tunnelbana (FUT) och har beställts av Sweco.