Undersökning av markens uppbyggnad genom flygburna geofysiska mätningar

Exempel på kartering av hydrogeologiska enheter vid grundvattenundersökningar

Hans Jeppsson 2021-10-01

Detta kommer det att handla om:

Introduktion	Vad är flygburna geofysiska mätningar? Vad är bra med sådana? Vad kan man uppnå?
SkyTEM	En användbar flygburen metod vid grundvattenundersökningar.
Teori	Hur funkar det? Nedträngningsdjup. Upplösning.
Metodik	Processen från mätning till presentation.
Bromölla	Ett exempel då SkyTEM använts för kartering av grundvattenresurser.

Flygburna geofysiska mätningar





Exempel på parametrar:

- Magnetisk intensitet
- Gammastrålning
- Elektromagnetisk respons
  (Elektrisk resistivitet)

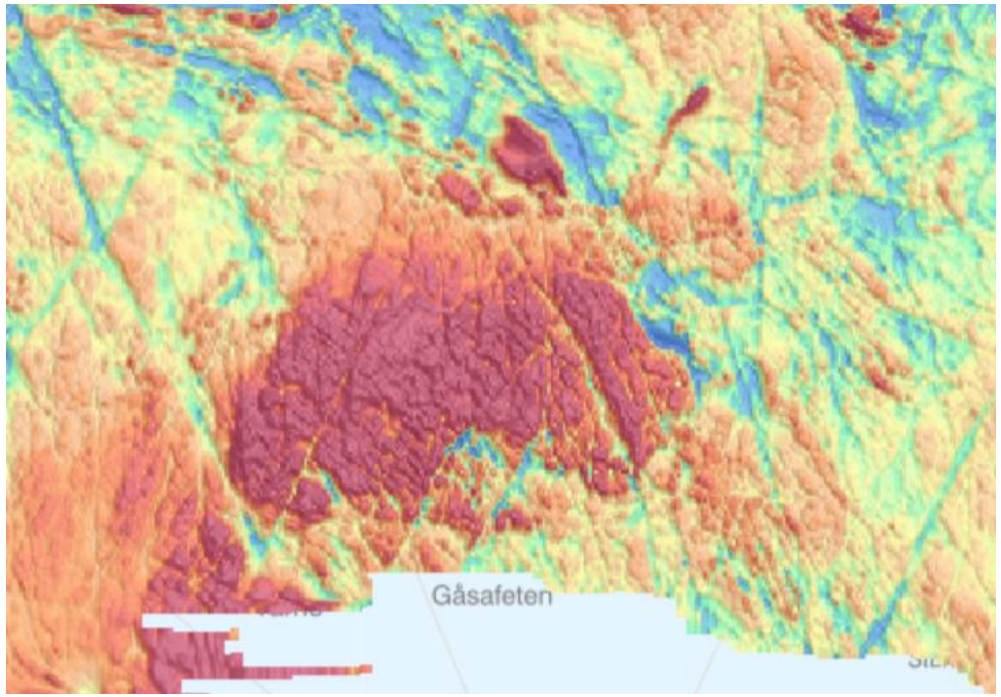
- Någon form av luftfartyg
- Någon form av utrustning för att mäta parametrar som har koppling till markens uppbyggnad
- Mål: beskriva markens uppbyggnad
- Utförs ofta av nationella myndigheter, t ex SGU, även prospekteringsbolag

Fördelar med flygburna geofysiska mätningar

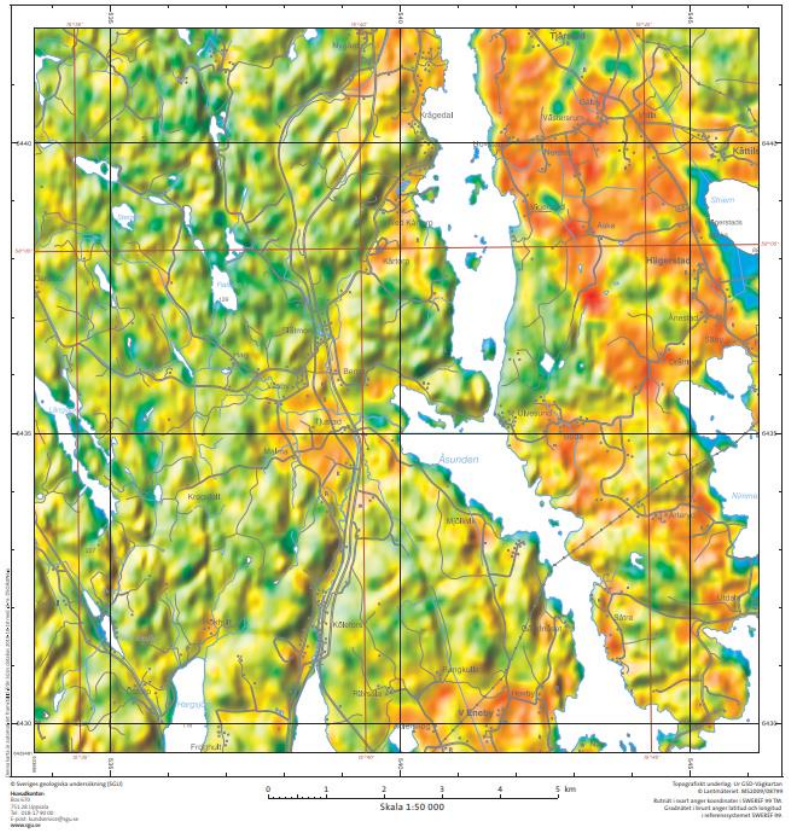
- Översiktlig information snabbt över stora områden
- Låg kostnad per km^2
- Ofta öppna data (man behöver inte ha ett eget flygplan)
- Ofta goda möjligheter till samordnad tolkning med andra data

Vad kan man uppnå?

Magnetisk intensitet =>
Berggrundsenheter och sprickzoner

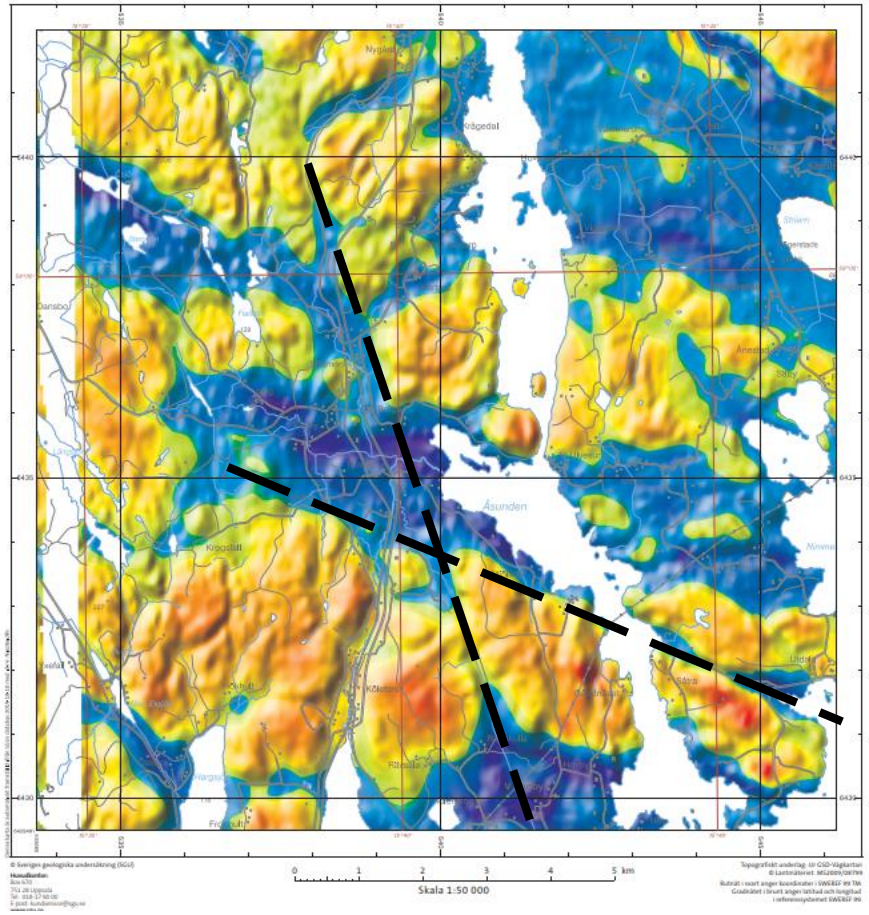


Gammastrålning =>
Berggrundsenheter och jordarter

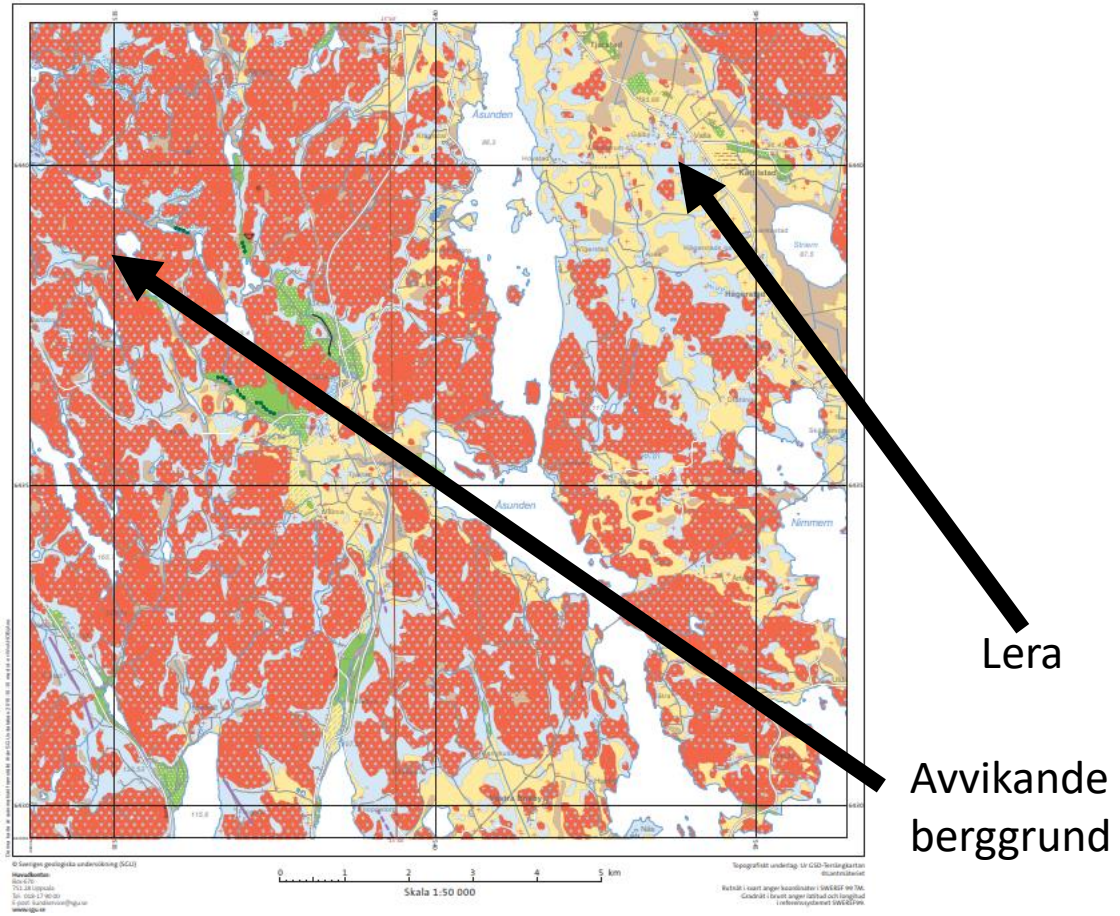


Vad kan man uppnå? (2)

Resistivitet => Berggrundsenheter, sprickzoner, leriga jordarter



Jordartskarta som jämförelse



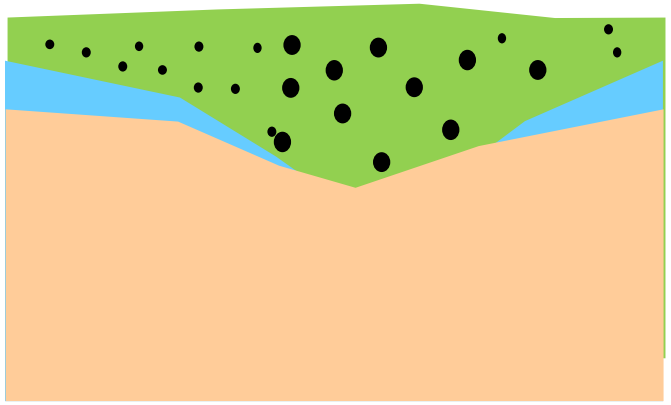
SkyTEM

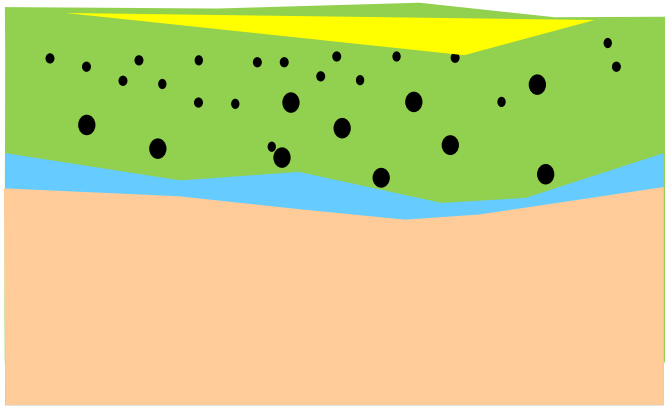
- Mer generell beteckning: ATEM (Airborne TEM)
- Helikopterburen metod
- Transienta elektromagnetiska vågor
- Mäter elektromagnetisk respons <> markens resistivitet
- Ger en resistivitetsmodell av markens uppbyggnad

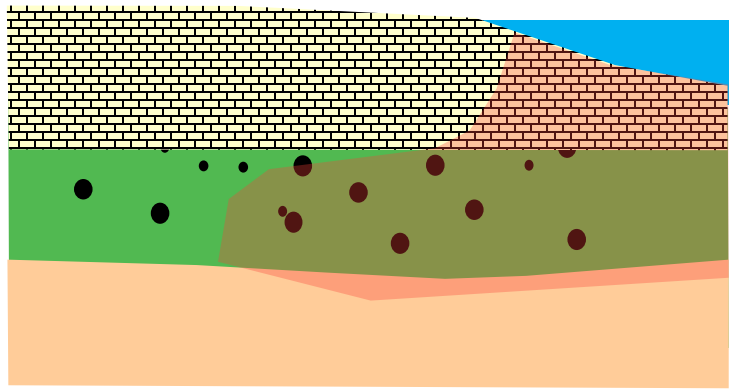


Typiska tillämpningar

- Regional kartering av akvifärer i jordlager och sedimentär berggrund (mäktighet, utbredning)
- Förekomst och tjocklek av lerlager (naturliga barriärer)
- Förekomst av salt grundvatten







Områden i Sverige undersökta med SkyTEM (SGU)

SGU har fått anslag på 200 miljoner under 3 år för att undersöka grund-vattentillgångar med SkyTEM

Huvudsakligen områden med större grundvattentillgångar i jord och/eller sedimentärt berg

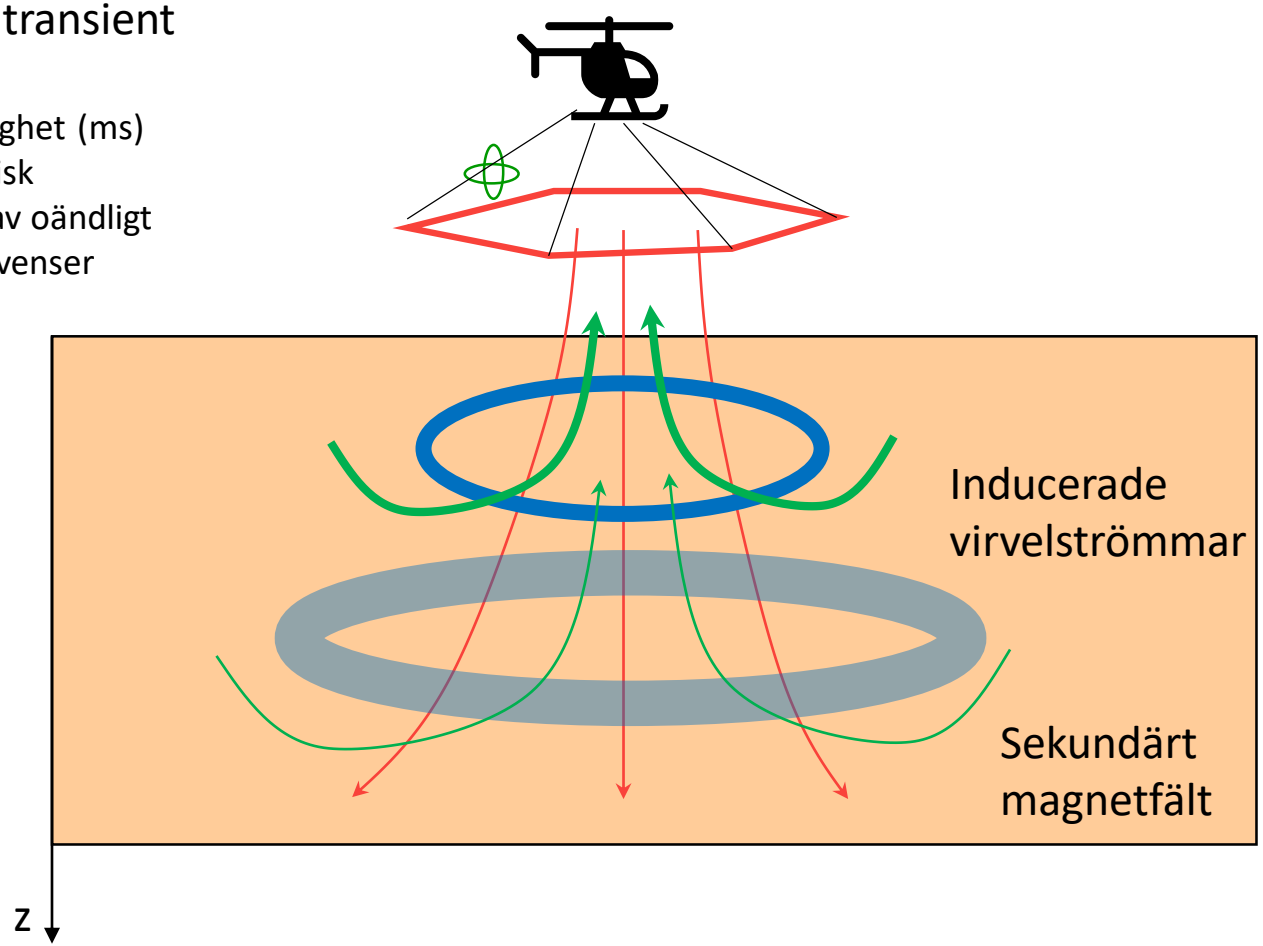
Kommuner har erbjudits möjlighet att förtäta mätningar inom intressanta områden

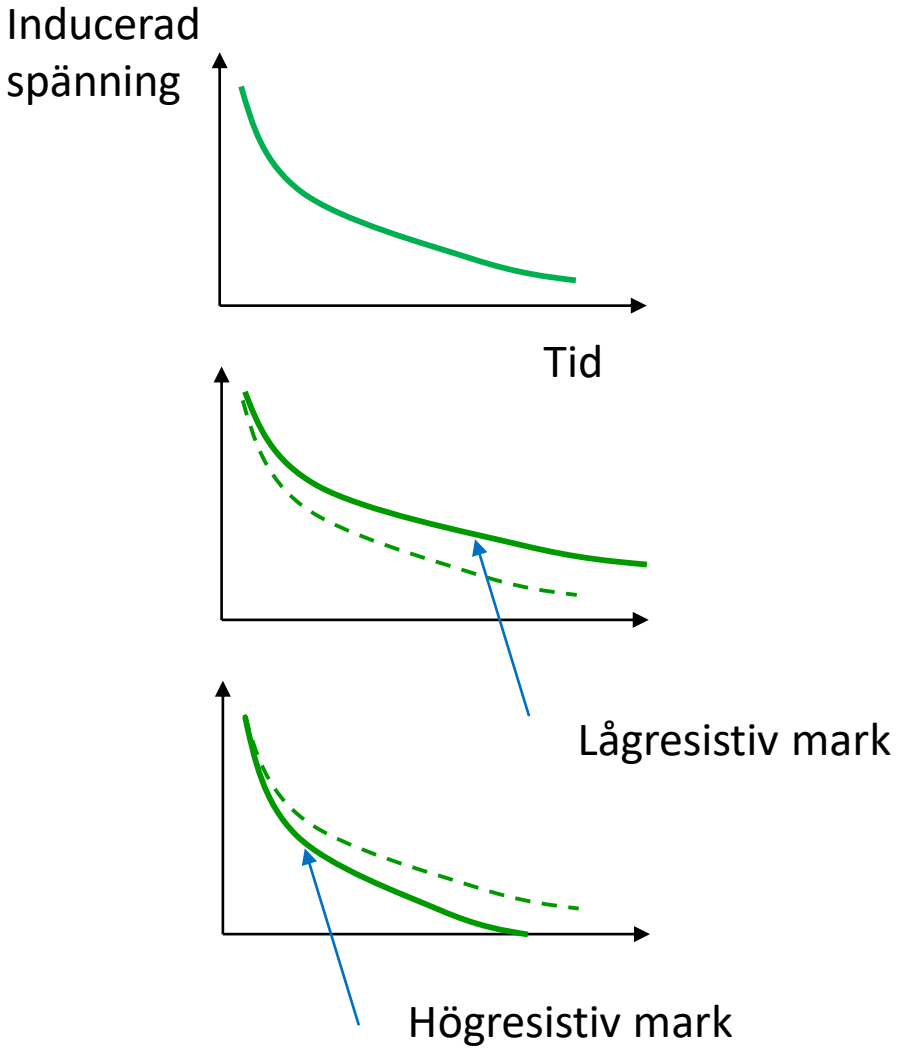


Transienta Elektromagnetiska Mätningar - TEM

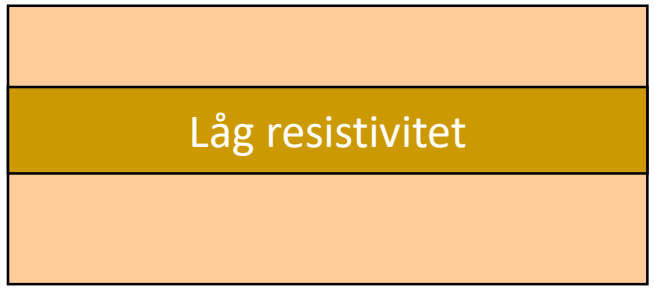
Den utsända EM-vågen är en transient puls:

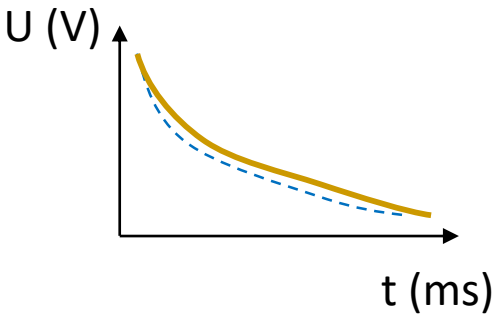
- Kort varaktighet (ms)
- Icke-periodisk
- Uppbyggd av oändligt många frekvenser

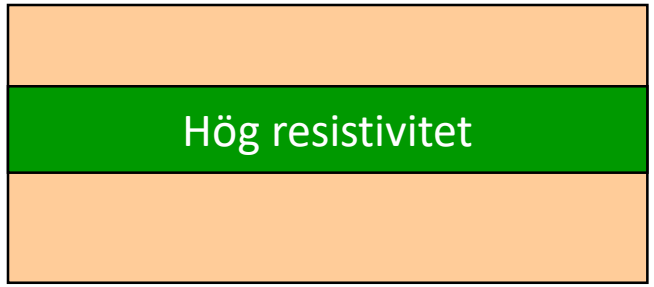


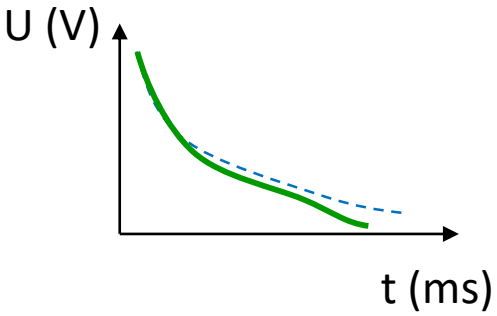


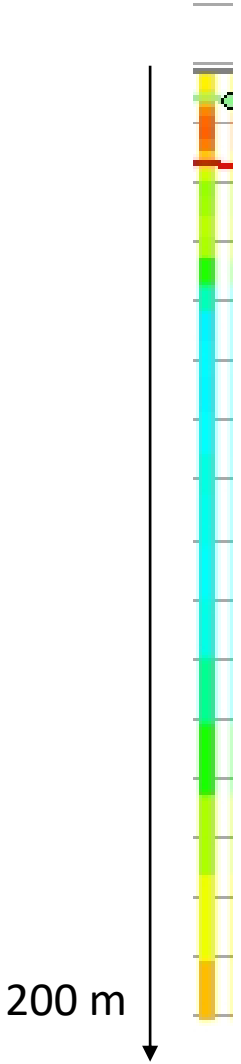
Avklingningskurvan avspeglar resistivitet och tjocklek för olika lager



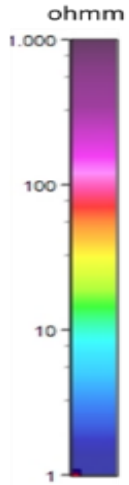








Genom att analysera avklingningskurvan kan man få en **1D-modell** som visar resistiviteten på olika djup i **en mätpunkt**.



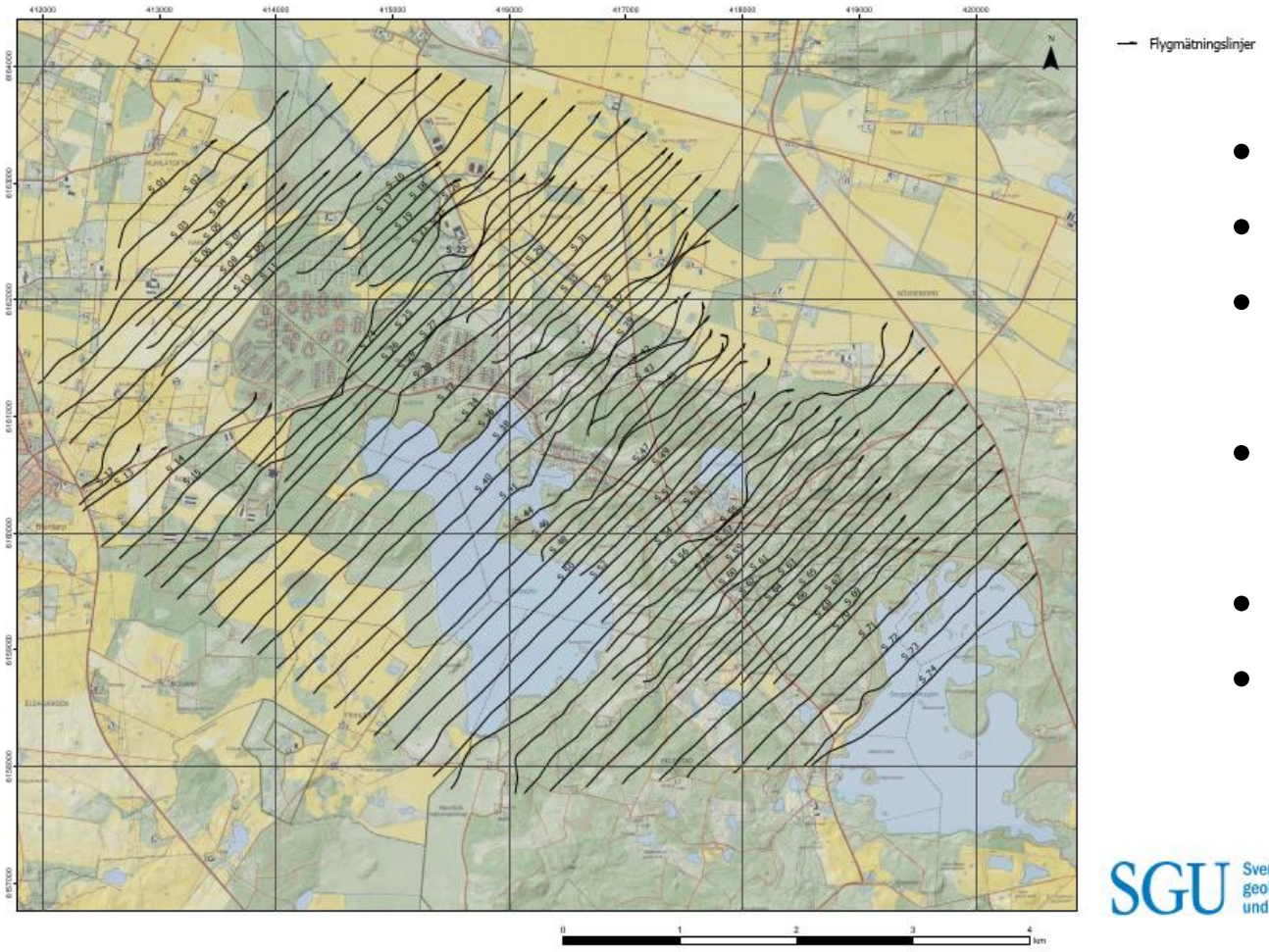
Nedträngningsdjup

- Större nedträngningsdjup i mark med låg ledningsförmåga, t ex grus
- Mindre nedträngningsdjup i mark med hög ledningsförmåga, t ex lera
- DOI (Depth of Investigation) normalt kring 200 m

Upplösning

- Ofta bra upplösning av lager med hög elektrisk ledningsförmåga
- Ofta högre upplösning av ett lagers ovansida än dess undersida
- Högre upplösning för små djup än för stora
- Realistisk ambitionsnivå:
  - Ytnära lager upplösning 3 – 10 m
  - Djupare lager upplösning 10 – 30 m

Flygmätningslinjer

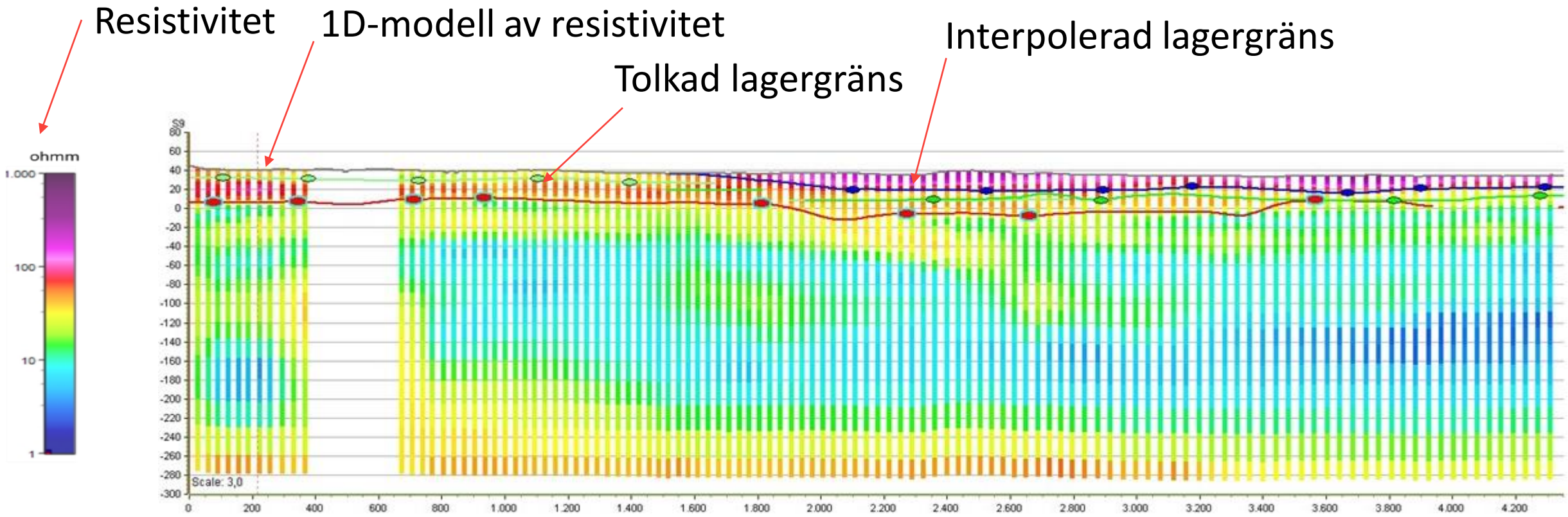


- Linjeavstånd 200 m
- Förtätat linjeavstånd 100 m
- Riktning tvärs dominerande strukturriktning
- Typiskt mätpunktsavstånd längs linje: 30 m
- Flyghöjd 30 – 50 m
- Bebyggda områden m m undviks

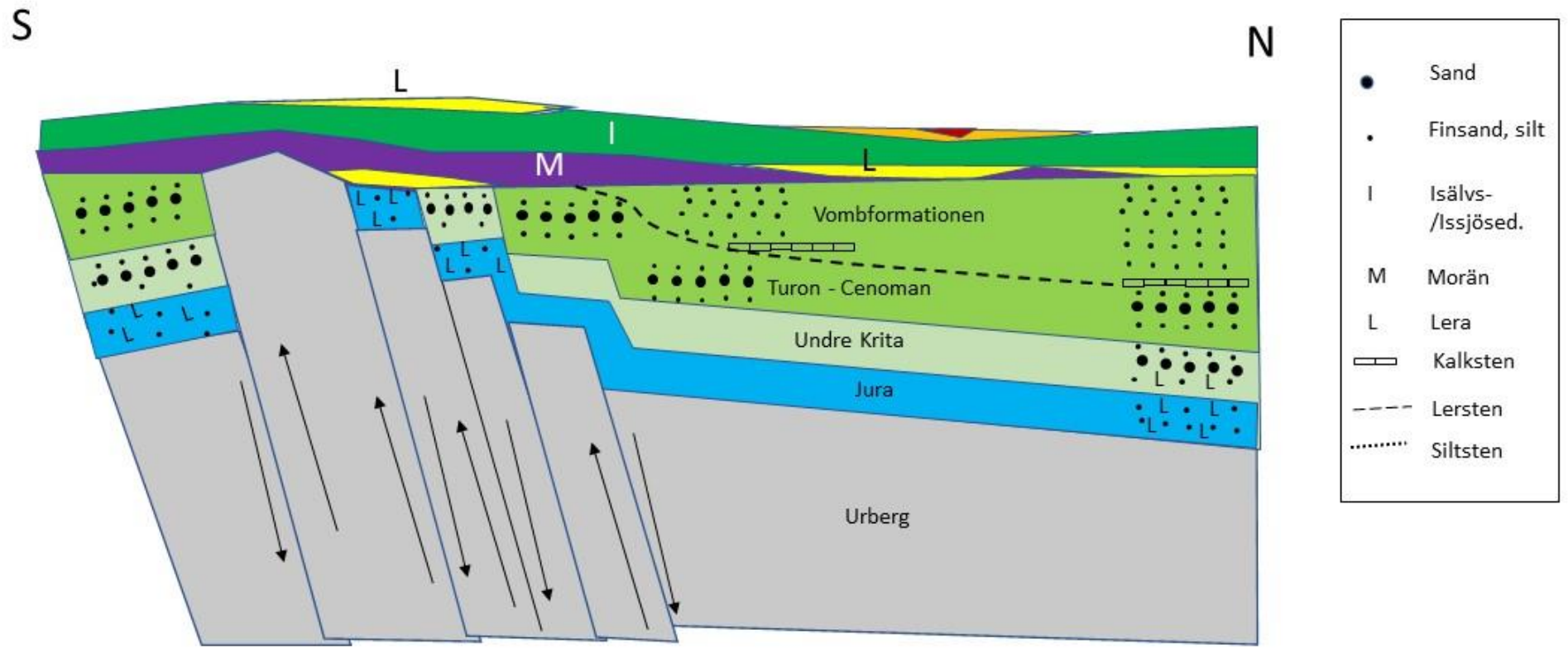
SGU Sveriges geologiska undersökning

wsp

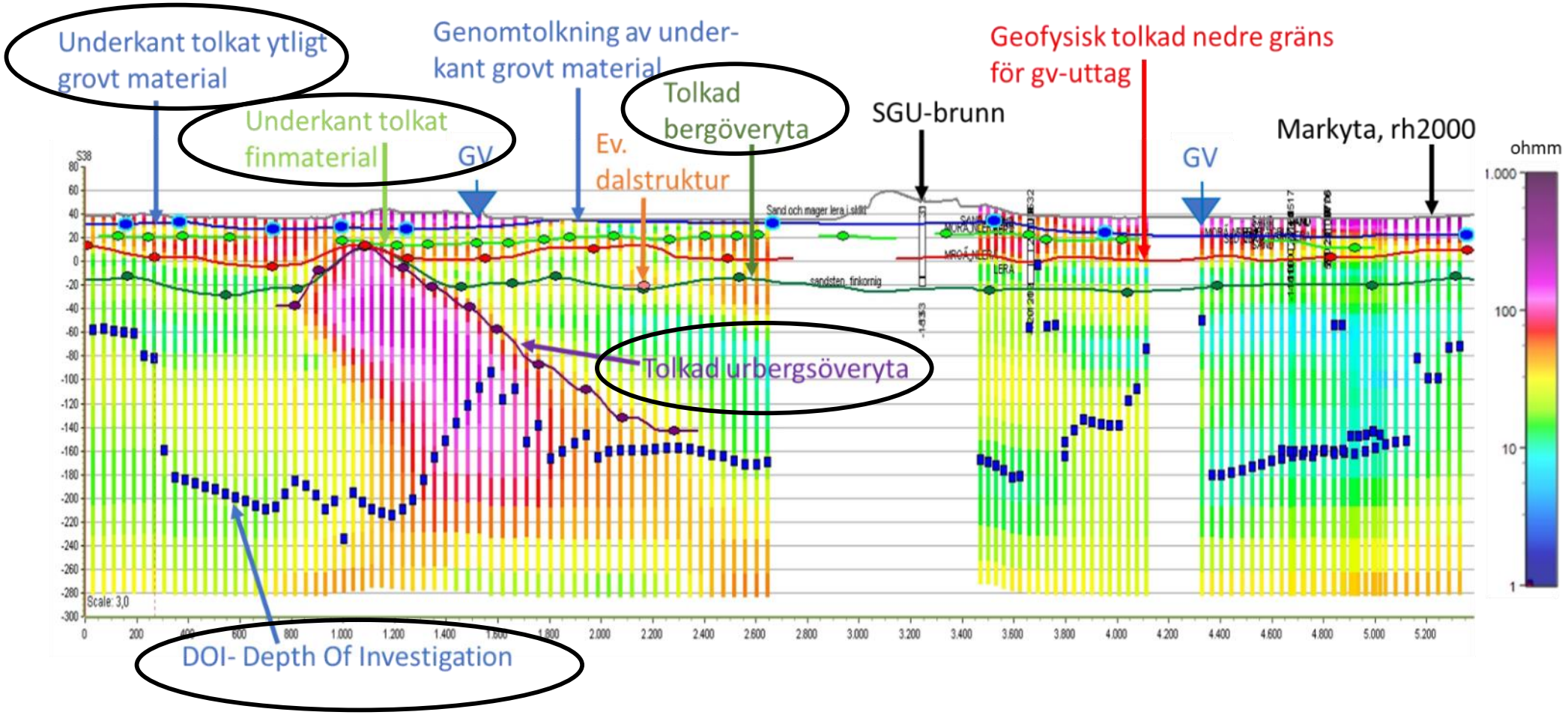
Resultat presenteras som vertikal sektion (En flyglinje)



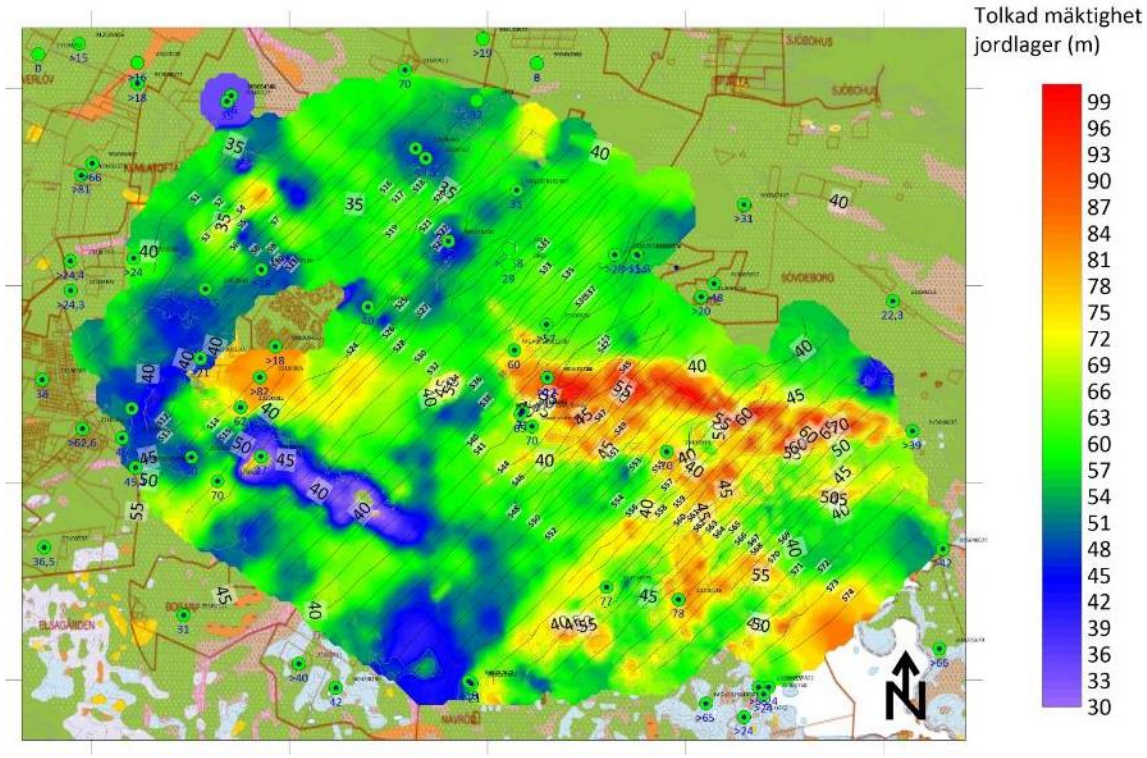
Tolkningen baseras på en konceptuell geologisk modell

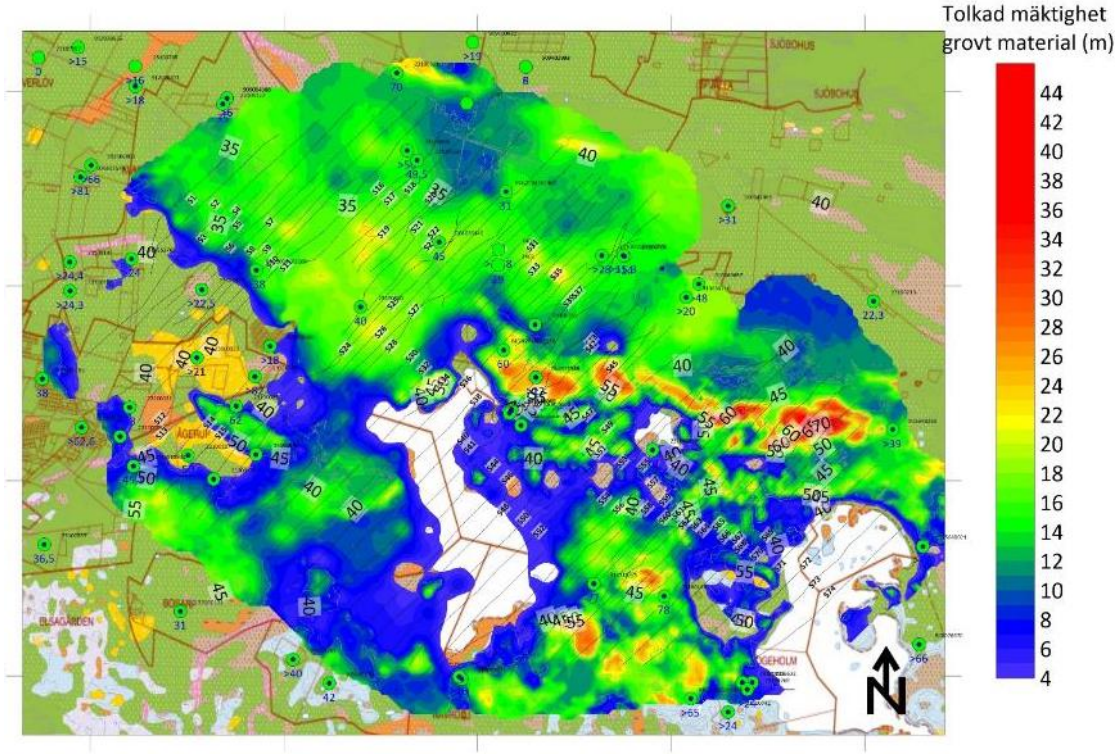


Geologisk tolkning



Interpolation mellan flyglinjer ger nivå för olika lagergränser





Bromölla – SkyTEM för kartering av grundvattentillgångar

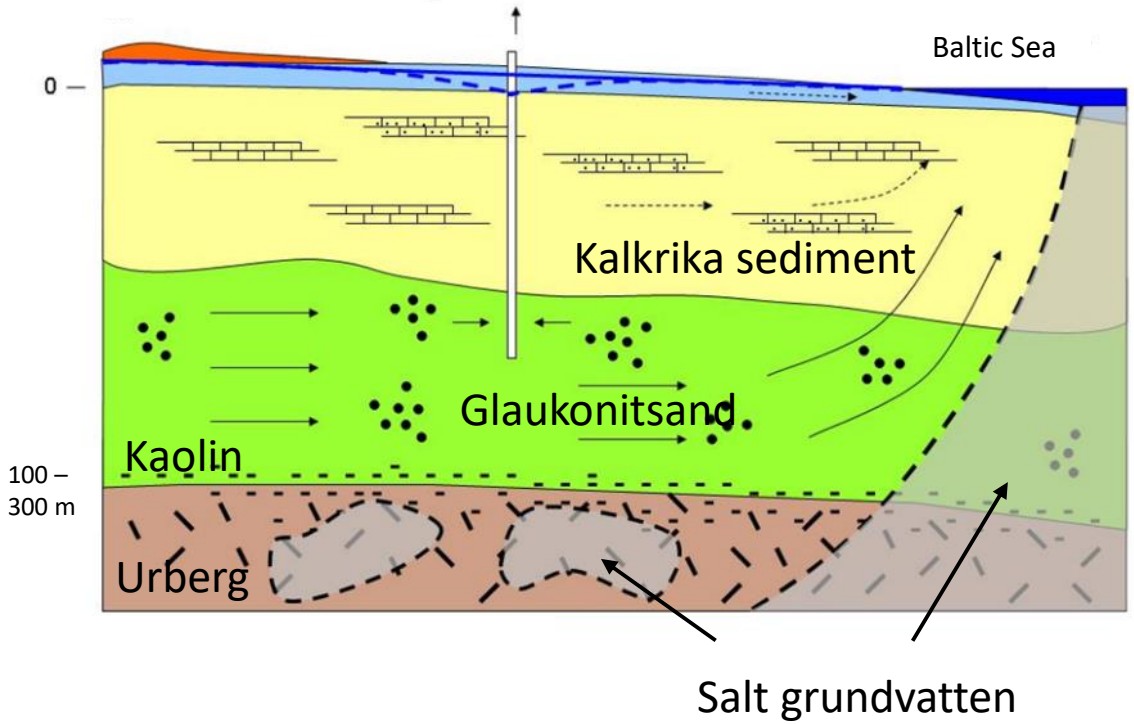


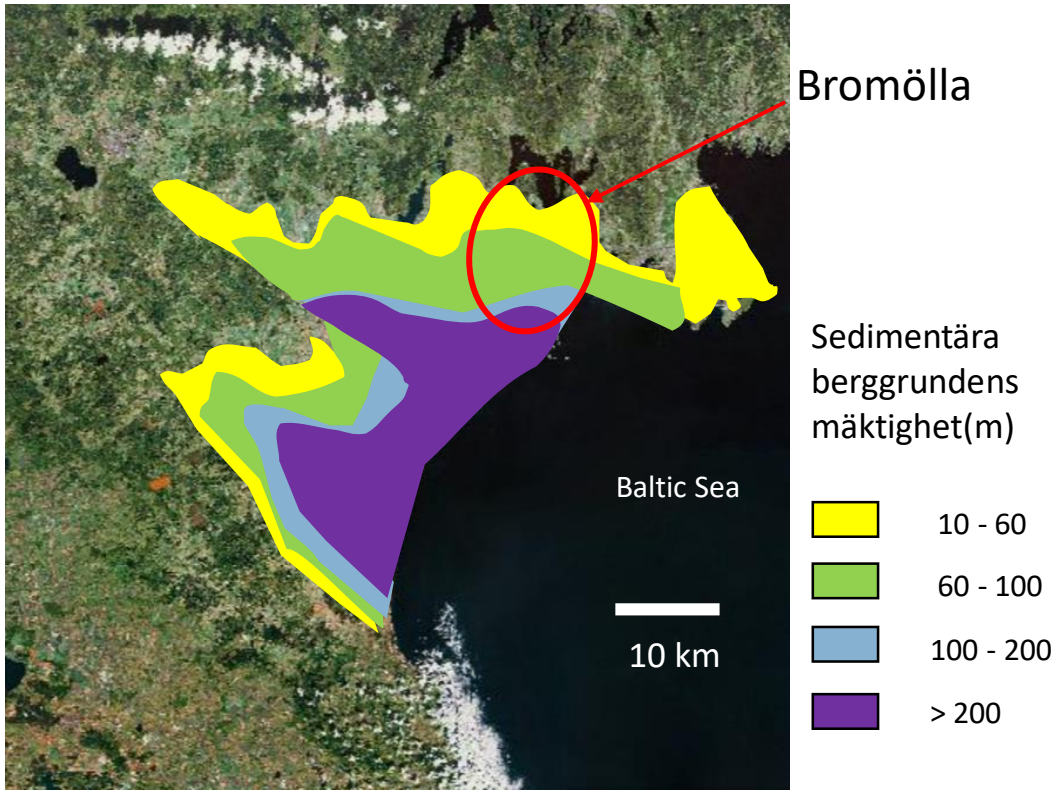


- Bromölla, ca 13 000 invånare
- Kristianstadsslätten
- Betydande grundvattentillgångar
- Vattenförsörjning baserad på grundvatten
- Område utvalt av SGU för SkyTEM-mätningar
- Bromölla kommun finansierar förtätning
- **Bromöllas mål**:
  - Kartera akvifärer
  - Bedöma skydd av grundvattentillgångar, naturliga barriärer
  - Underlag för brunnslokalisering

Kristianstadslättens geologi

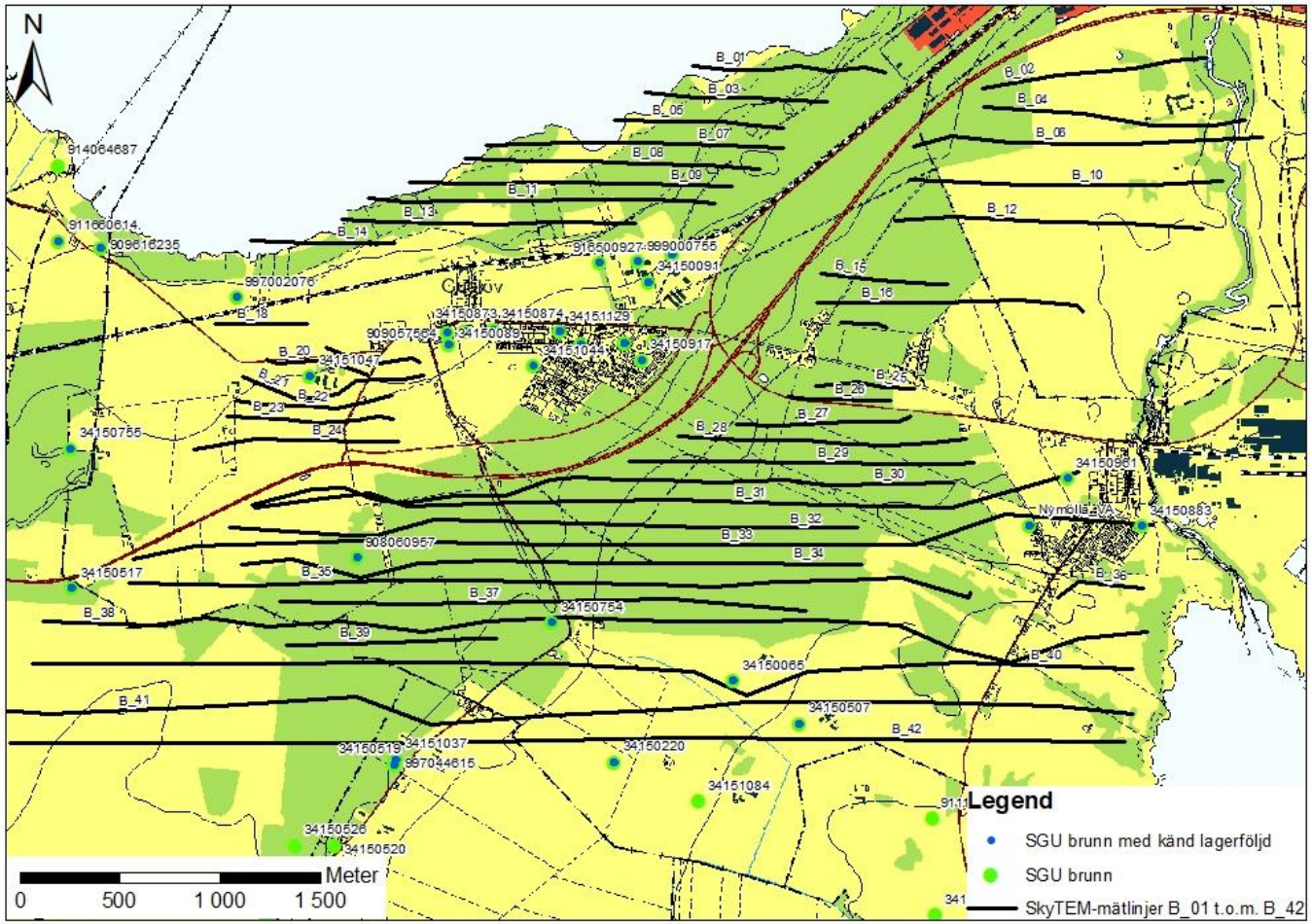
En sänka i kristallint berg fylld med sediment från kritatiden



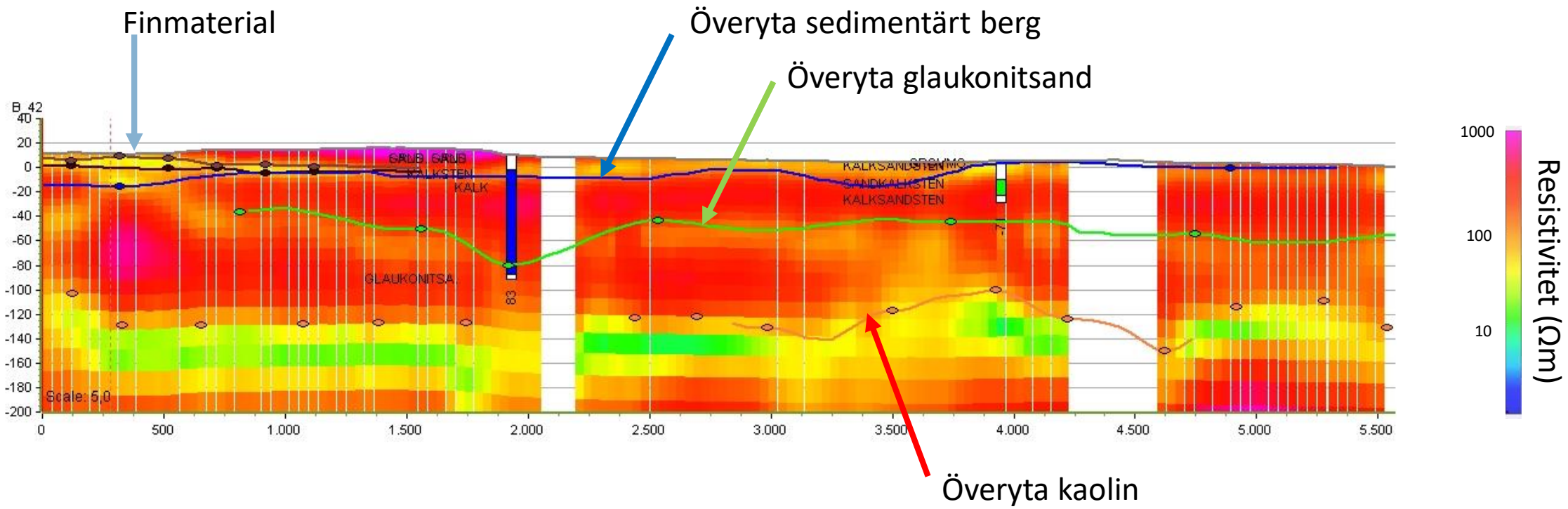


Glaukonitsand: Hög porositet, en betydande akvifär

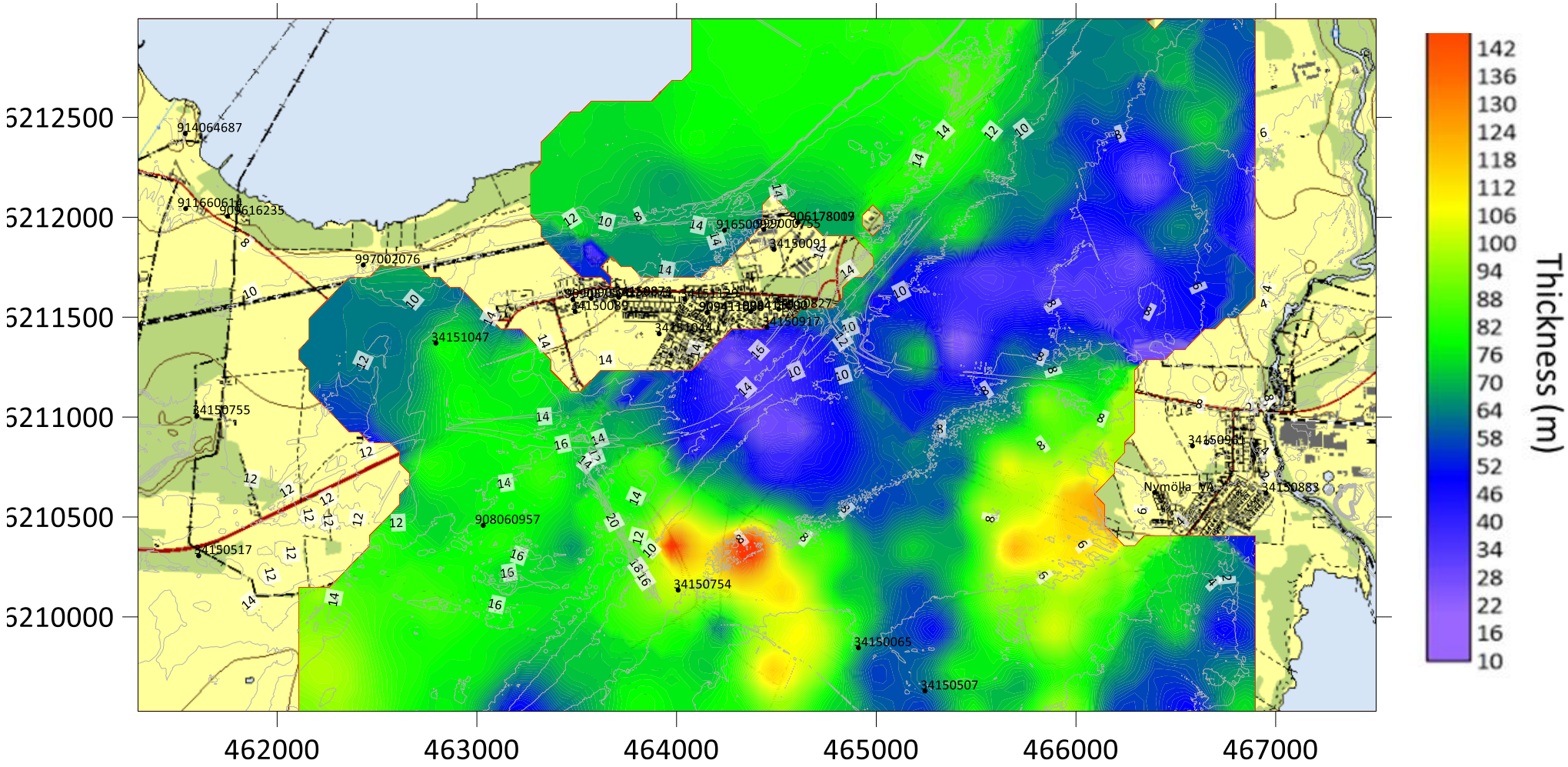
Datainsamling



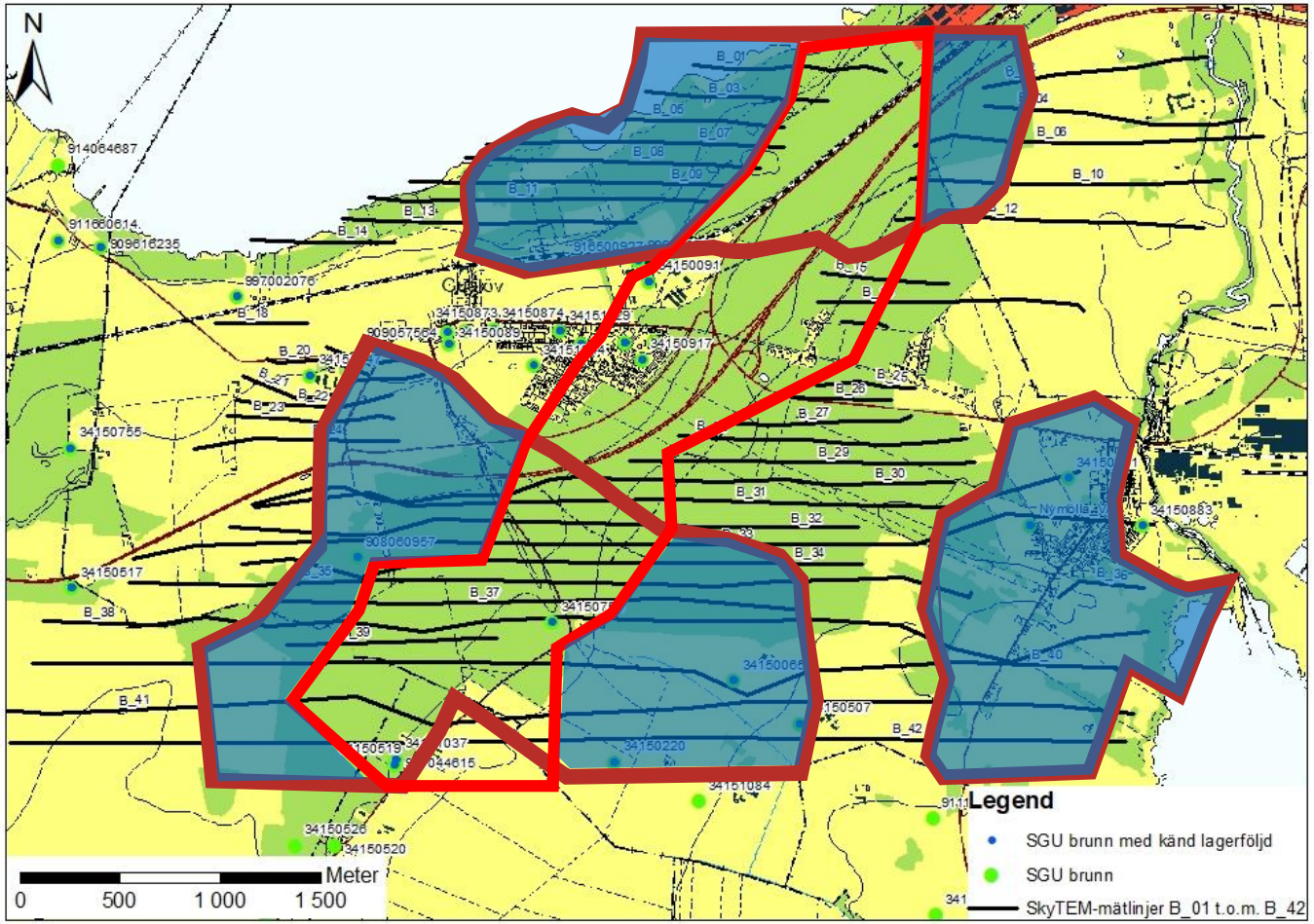
Geologisk tolkning av representativ resistivitetssektion



Tolkad mäktighet av glaukonitsands-akvifären



Slutsatser



Område med glaukonitsand, mäktighet 70 - 100 m

Område med begränsad naturlig barriär och hög sårbarhet

Område rekommenderat för fortsatta undersökningar och undersökningsborrningar

Tack!

wsp.com