

Tredimensionell bergundersökning med geoelektriska och geologiska metoder

Peter Jonsson, Leif Johansson, Sara Johansson, Per-Ivar Olsson, Torleif Dahlin



STIFTELSEN BERGTEKNISK FORSKNING
ROCK ENGINEERING RESEARCH FOUNDATION

BeFo rapport 185, 2018



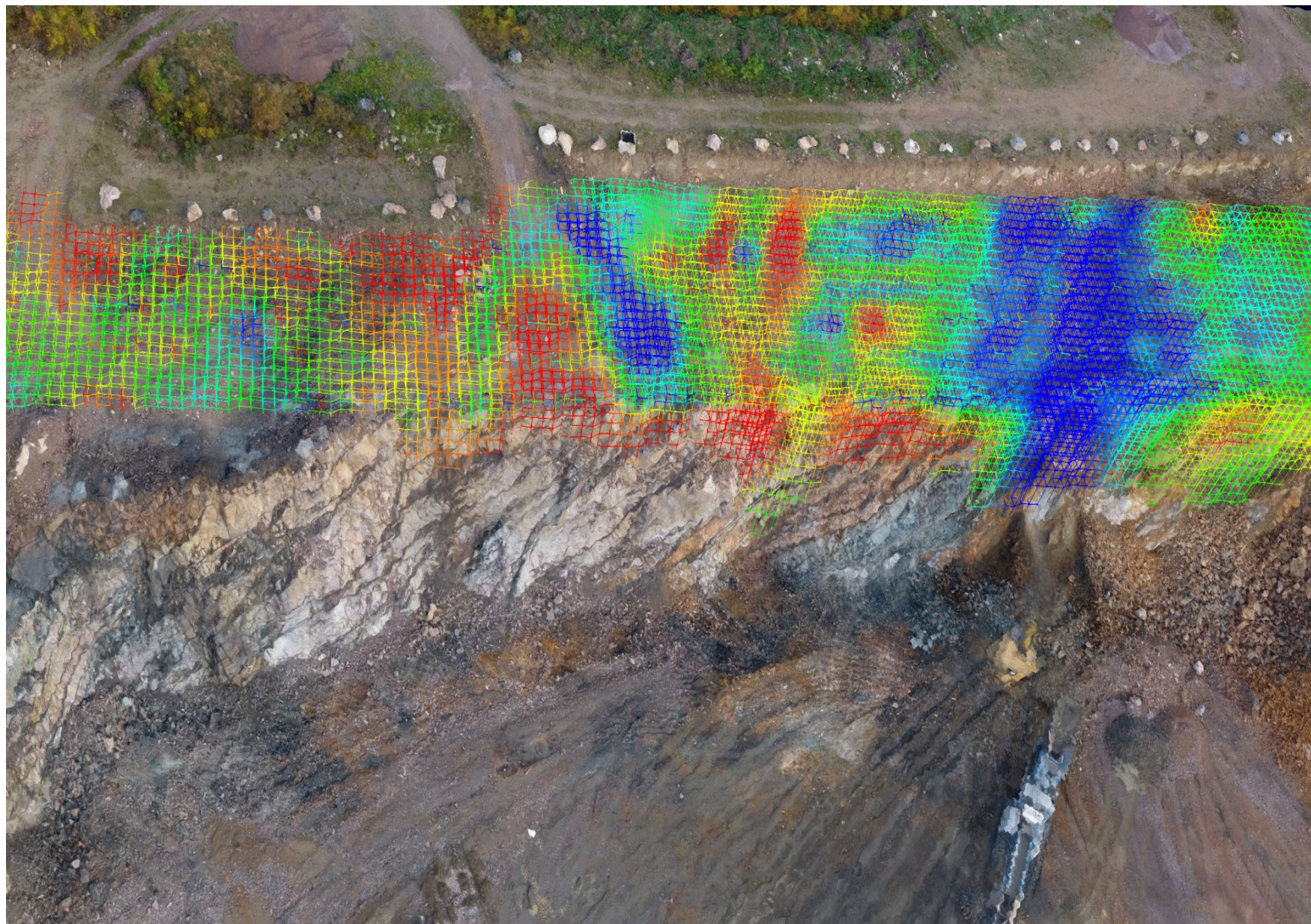
LUNDS
UNIVERSITET

För att minimera tekniska och ekonomiska risker med bergbyggnad är en god bergprognos viktig.

Förutom traditionella undersökningsmetoder och noggrann geologisk modellering kan geofysiska metoder ge värdefull information.

Men vad är det de geofysiska metoderna avbildar?

För att studera detta har vi jämfört en geoelektrisk tredimensionell undersökning med en tredimensionell bergundersökning (i en bergtäkt).



Den geofysiska undersökningen har gjorts med DC-resistivitet och IP som mäts samtidigt, metoden kallas då DCIP.

Vid mätningen sätts elektroder ner i markytan och en ström skickas mellan två av dem. Spänningen mäts sedan mellan andra elektroder. Detta upprepas för ett stort antal elektrod-kombinationer (tusentals).

Med vissa antaganden om bl.a. markens egenskaper kan sedan fördelningen av resistivitet (invers till ledningsförmåga) och uppladdningen (*chargeability*) beräknas.

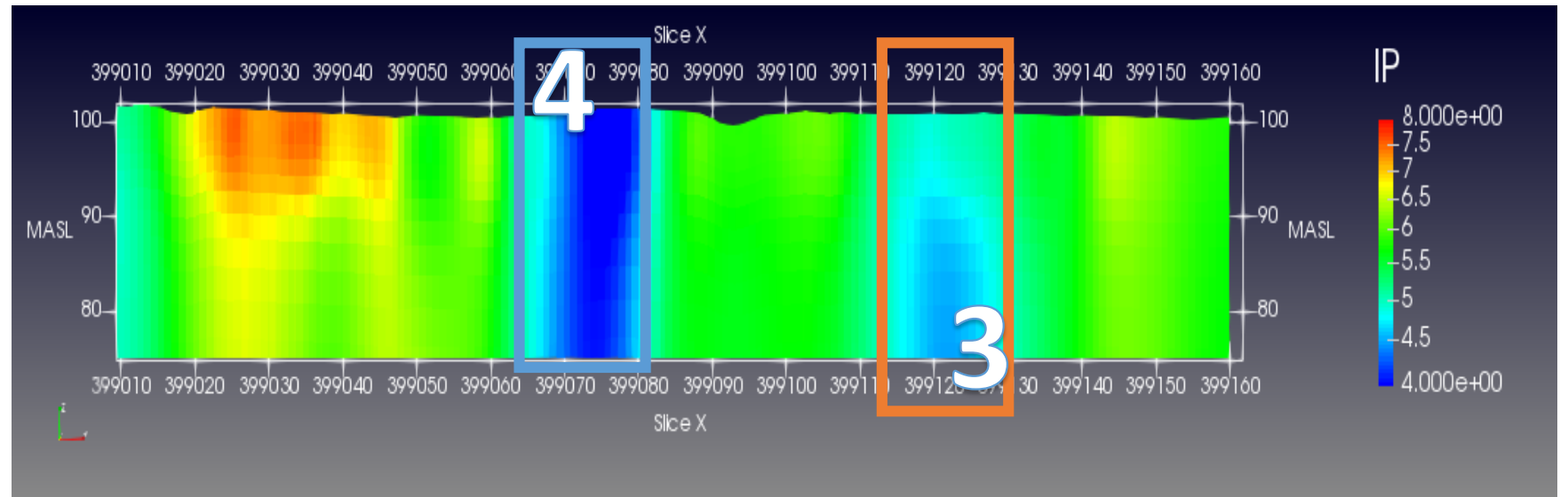
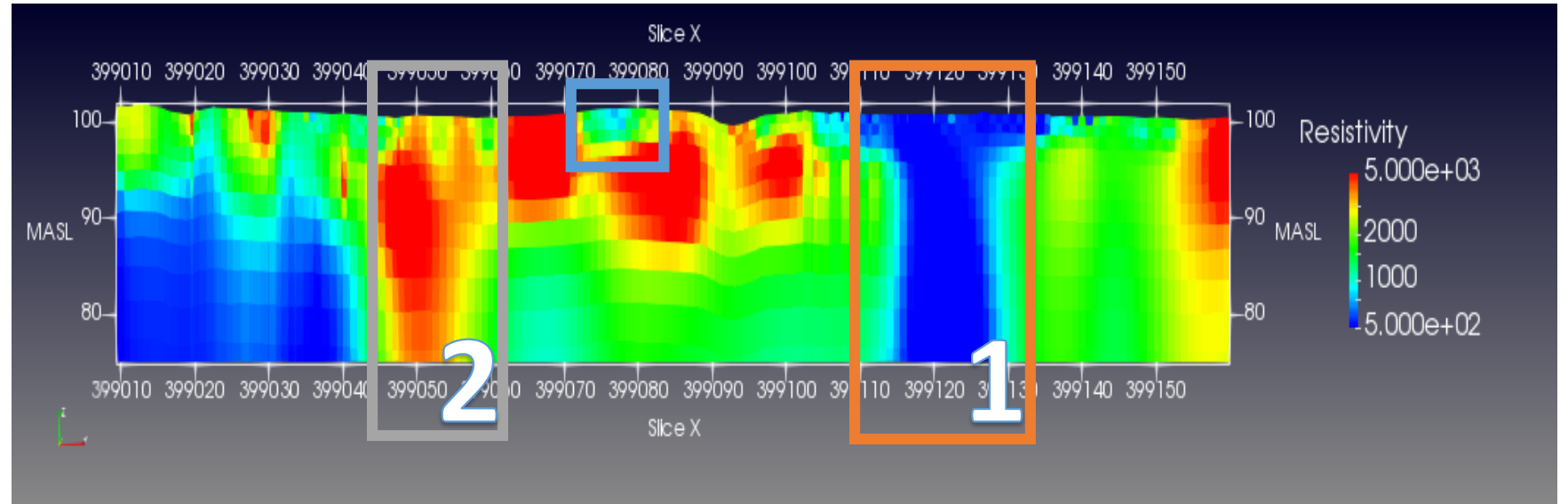


Bilden visar en geoelektrisk undersökning i Dalby stenbrott

Resultatet av DCIP-mätningen blir en volym med resistivitet och IP-värden. Till höger visas en sektion som "skurits ut" ur volymen.

Här kan bl.a. ses ett blått område (1) i den övre bilden som visar på lägre resistivitet (högre ledningsförmåga) och ett rött (2) som visar på högre resistivitet. (1) har en motsvarighet i IP-värdena nederst (3), men där finns också en anomali (4) som inte är tydlig i resistivitetsprofilen.

Det har tidigare visats att anomalier som dessa kan indikera lervittring, svaghetszoner, vatten och andra bergtekniskt intressanta ting.



Överst en resistivitetsprofil, underst en IP-profil

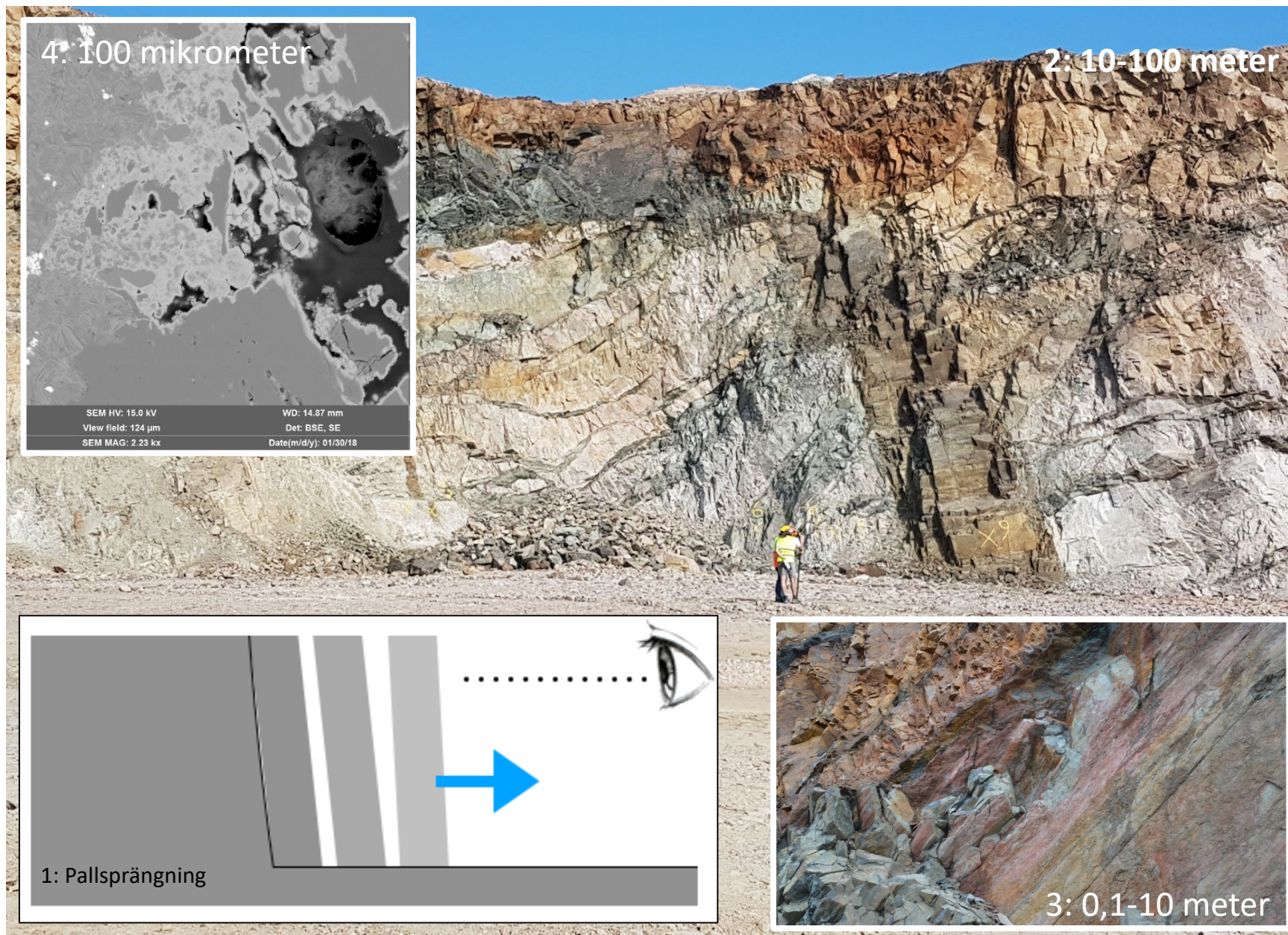
För att kunna jämföra den geoelektriskt undersökta bergvolymen med bergmassan, gjorde vi den i en bergtäkt, där bergguttar görs i form av pallsprängning. Efter varje sprängning har vi då en ny skärning att undersöka och dokumentera (1).

Undersökningarna görs i bergväggen, på stuffer och borrhävar samt med mikroskop.

Strukturer, bergarter och mineral undersöks.

Eftersom elektronmikroskop med röntgenanalysutrustning (EDS) används, kan mineral i proverna identifieras med hög säkerhet.

BeFo rapport 185, 2018



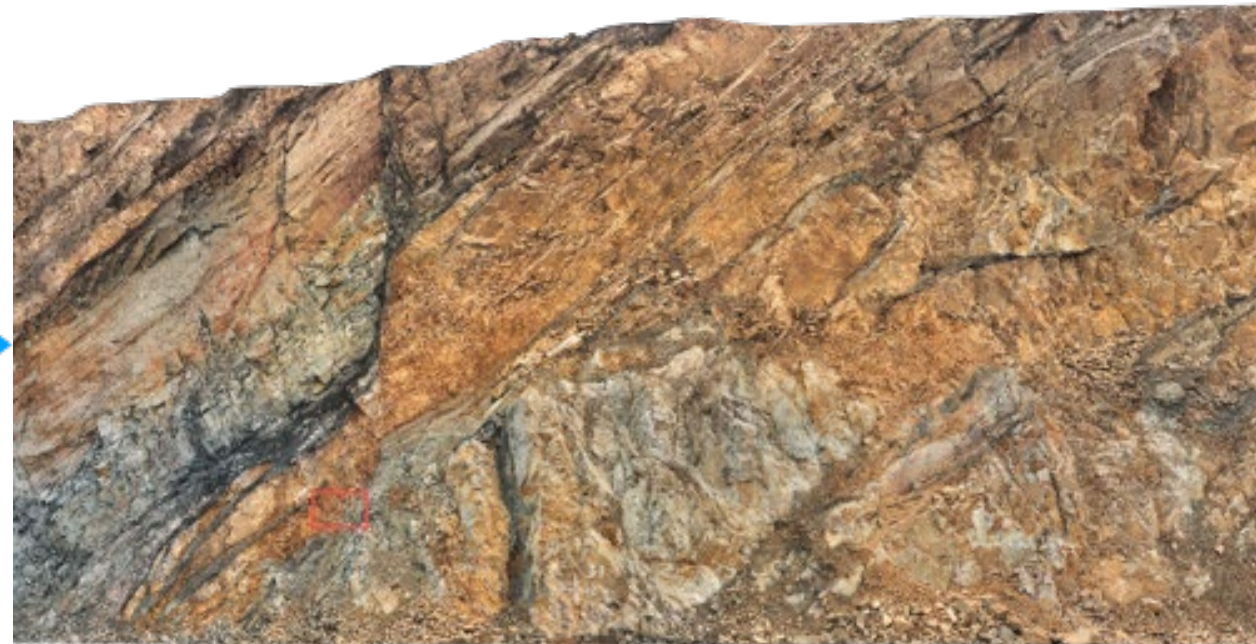
Pallväggarna undersöks efter varje sprängning (1), vilket ger karterade "skivor" med geologisk information om Bergmassan som sammanställs till en volym. Undersökningarna görs i makro- och mikroskala (2-4).

Bergväggarna karterades också med fotografisk teknik.

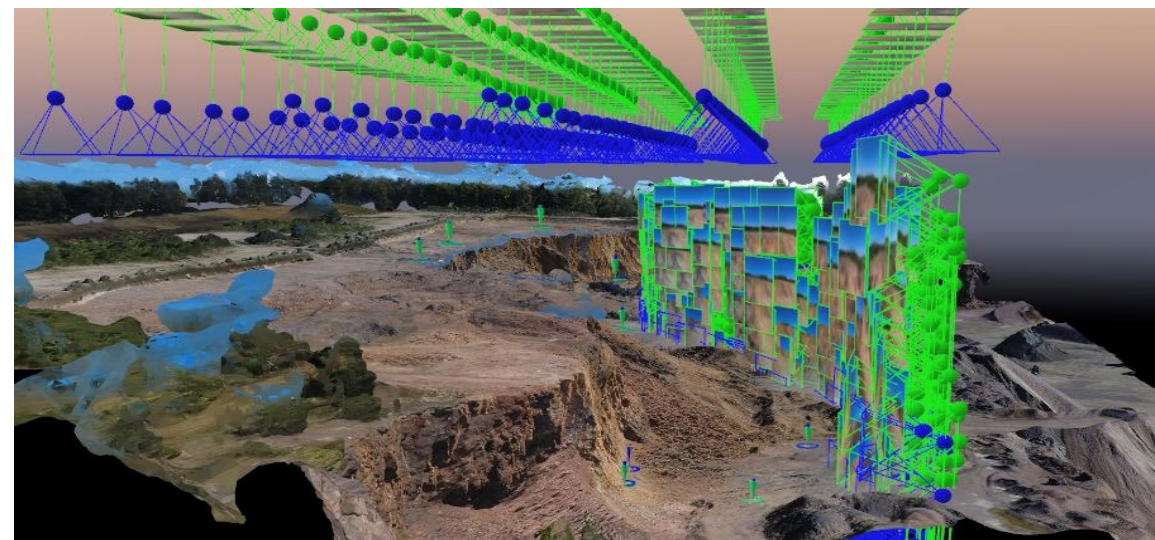
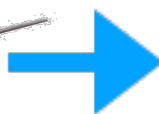
Vi har använt panoramafotografering med bilder på upp till 7 gigapixel för att kartera bergskärningarna.

Dessutom har vi framställt tredimensionella terrängmodeller med hjälp av obemannade flygande farkoster, s.k. drönare.

Allt har tillsammans med de geoelektriska resultaten samlats i en koordinatsatt datormodell och därefter visualiserats, för att öka förståelsen av hur bergvolymen hänger ihop med de geofysiska resultaten.



Vid panoramafotograferingen användes ett robotiserat kamerastativ. Resultatet blir panoramabilder över bergväggen. I exemplet visas ett parti som är ca 20x35 meter. Det går att förstora bilden så att objekt som är centimeterstora syns.

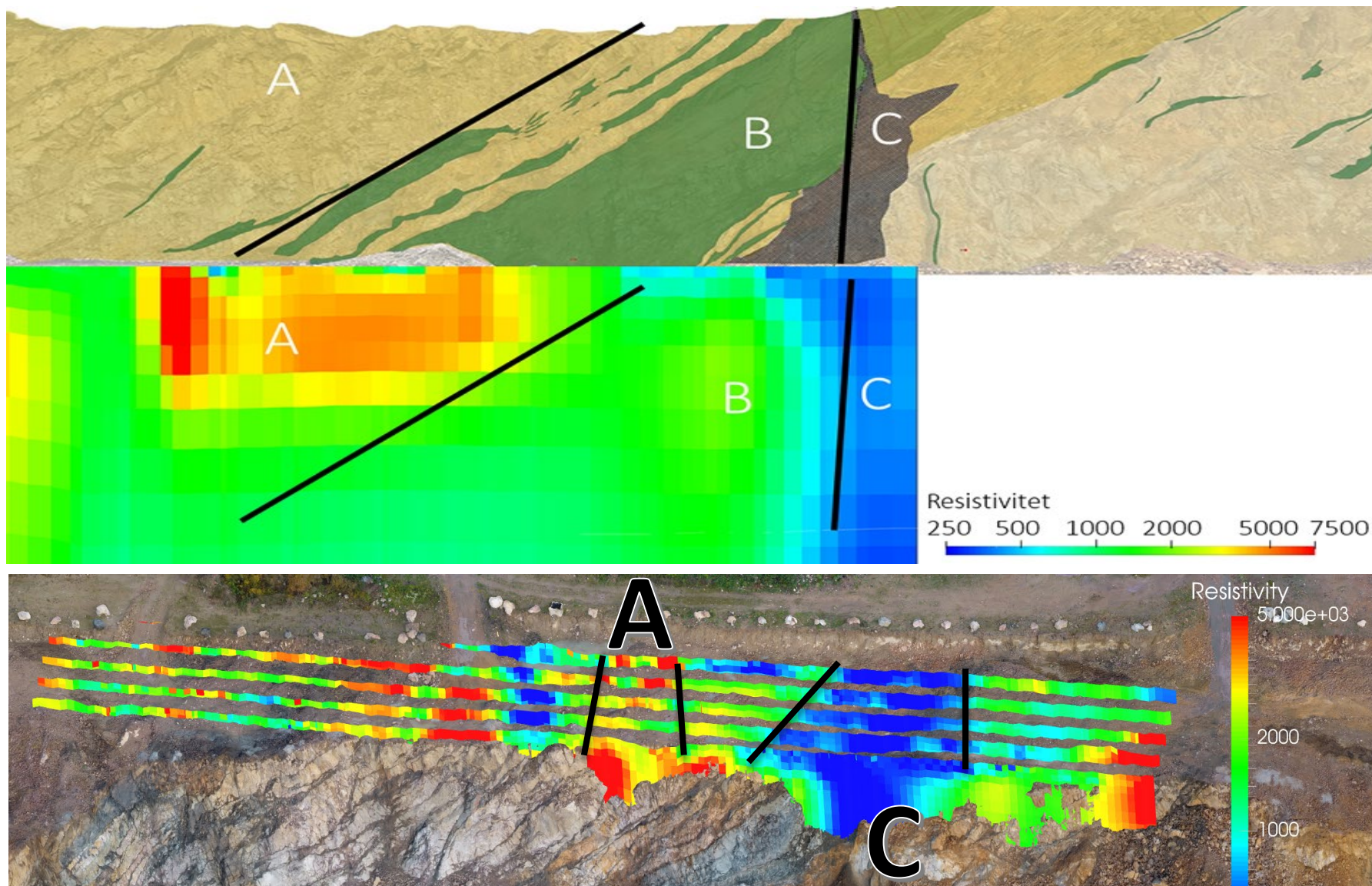


Drönaren fotograferar bergytan från många olika vinklar. När alla insamlade bilder sätts samman (blå och gröna markeringar) kan fotogrammetriska metoder producera en tredimensionell, koordinatsatt, ytmodell av området .

När resultaten från de geologiska och de geofysiska undersökningarna jämförs ser vi att vissa geologiska objekt avbildas väl i geofysiken. Exempel är A i figuren till höger, som kan kopplas till lägre förekomst av järnhaltiga mineral, B som är en mer amfibolitrik del av bergmassan och C som är en uppkrossad zon med tecken på leromvandling.

Vi kunde också konstatera att lager med en stupning som inte är nära vertikal eller horisontell avbildas sämre med DCIP. Det är oklart om detta beror på bergmassans egenskaper (dålig elektrisk kontrast mellan delmaterial) eller om det är metodrelaterat.

BeFo rapport 185, 2018



Överst en tolkad geologisk modell av ett snitt genom bergvolymen. Granitiska gnejser i gulbrunt, amfiboliter i grönt. Bredd ca 80 m. I mitten en resistivitetsmodell av samma snitt. Underst en sammanställning av flera resistivetsprofiler tillsammans med en tredimensionell terrängmodell. Struktur B är dold bakom terrängmodellen.

Läs gärna mer i rapporten
som finns att hämta på
www.befoonline.org

Tack till BeFo, som
finansierade projektet, och
till Sydsten AB, utan vars
välvilliga hjälp projektet
hade varit omöjligt att
genomföra.

www.tg.lth.se

www.geol.lu.se



STIFTELSEN BERGTEKNISK FORSKNING
ROCK ENGINEERING RESEARCH FOUNDATION

BeFo rapport 185, 2018



LUNDS
UNIVERSITET