

Geologisk 3D-modell

# Resistivetssektioner längs flygmättningslinjer, Sydvästskåne

Cecilia Brolin

januari 2021

SGU-rapport 2021:05



Omslagsbild: Mätssystemet SkyTEM hängande under helikopter vid  
mätningar i Skåne.  
Foto: Oskar Henriksson

Författare: Cecilia Brolin  
Granskad av: Maria Åkesson  
Ansvarig enhetschef: Mats Wedmark  
Redaktör: Åsa Gierup  
Sveriges geologiska undersökning  
Box 670, 751 28 Uppsala  
tel: 018-17 90 00  
e-post: [sgu@sgu.se](mailto:sgu@sgu.se)  
[www.sgu.se](http://www.sgu.se)

## INNEHÅLL

Sammanfattning.....	4
Inledning.....	4
Intressenter och samarbetspartner .....	4
Syfte.....	4
Underlag.....	5
Kartor och databaser.....	5
Terrängläge och geologisk översikt.....	5
Mätområdet.....	5
Metoder.....	6
Modellens begränsningar och osäkerhet.....	7
Resultat.....	8
Referenser.....	8

## SAMMANFATTNING

Helikopterburna transient elektromagnetiska mätningar (TEM) har utförts i sydvästra Skåne (fig. 1). Resistivitetssektioner har producerats och publicerats för det område som här betecknas Sydvästskåne vars begränsning definieras i figur 1. Totalt har 721 resistivitetssektioner längs ca 5 200 km flyglinjer publicerats i SGUs 3D-visare i Sydvästskåne. Flygmätningprofilerna löper i allmänhet parallellt i sydvästlig–nordostlig riktning med ca 200 m mellanrum. Resistivitetssektionerna ger en god bild av resistivitetsfördelningen i marken och kan tillsammans med annan geologiska data och kunskap användas för att tolka markens uppbyggnad till ett djup på ca 200 m.

## INLEDNING

Insamling av rådata och produktion av resistivitetsmodeller har utförts inom projektet ”ATEM-undersökningar i Skåne och Blekinge”. Det övergripande syftet med projektet var att samla in och tolka data från helikopterburna TEM-mätningar för att peka ut områden som är intressanta ur ett grundvattenperspektiv. Projektet ingick som en del i SGUs regeringsuppdrag om utökad kartläggning och karaktärisering av grundvattenresurser som pågick mellan åren 2018–2020.

Inom regeringsuppdraget har även SGUs arbete med redovisning av geologisk information i 3D utvecklats. Publicering av resistivitetssektioner är en del i detta arbete. Datamängden utgör ett mycket bra underlag för att skapa geologiska modeller i 3D. I 3D-visaren redovisas data i form av resistivitetssektioner för att tydliggöra var data finns tillgänglig och ge en översiktlig bild av datasetet. Det går att beställa både beräknade resistivitetsmodeller och rådata från SGUs kundtjänst.

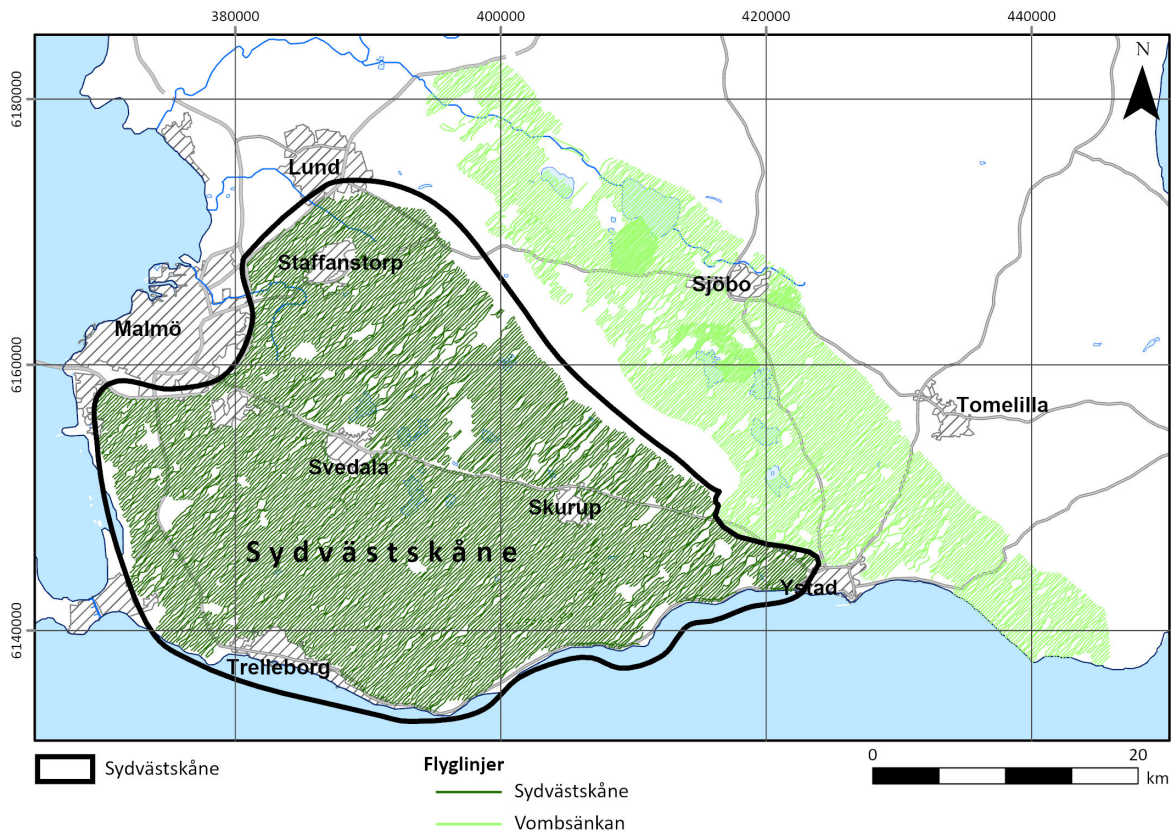
I denna rapport används ordet flygmätninglinje för att beskriva den linje (projicerad på markytan) längs vilken helikoptern har flugit för att samla in data (fig. 1). En resistivitetssektion avser den tvärsnitt som visar resistivitetsfördelningen på djupet längs en linje, här alltid en flygmätninglinje. Sektionen redovisas med distans på x-axeln och med meter över havet på y-axeln. Profilerna börjar i sydväst om inget annat anges på resistivitetssektionen.

## Intressenter och samarbetspartner

Intressenter för resistivitetssektionerna är kommuner och länsstyrelser med intressen och verksamheter inom området, och till dem anknutna konsulter. SGU har haft dialog med berörda kommuner vid utformning av flygområden. Universitet och högskolor är också möjliga intressenter.

## SYFTE

Resistivitetsmodeller utgör underlag för geologisk tolkning. Informationen ger en ökad förståelse för Sydvästskånes geologi och hydrogeologi och innebär ett förbättrat underlag för samhällsplanering avseende grundvattenresurser. SGU avser att tillgängliggöra en översiktlig tolkning av hela eller delar av datasetet när denna tolkning är färdig. Resistivitetsdata är användbart även för andra syften relaterade till t.ex. markfrågor eller undervisning.



Figur 1. Undersökningsområde och flygmätninglinjer.

## UNDERLAG

### Kartor och databaser

Lantmäteriets höjdmödel GSD-Höjddata, grid 2+. Omräknat till cellstorlek på 20 × 20 m.

## TERRÄNGLÄGE OCH GEOLOGISK ÖVERSIKT

Undersökningsområdet Sydvästskåne avgränsas i ostnordost av Romeleåsen och sträcker sig till kusten i väster och söder (fig. 1). Berggrunden utgörs i området av skrivkrita eller dankalksten. Alnarpsänkan är en sprickdal som sträcker sig parallellt med Romeleåsen i en nordvästlig–sydostlig riktning. Sänkan utgör en mycket viktig formation ur grundvattensynpunkt och dess tillhörande grundvattenförekomst kallas Alnarpsströmmen. Sänkan är fylld med mäktiga kvartära avlagringar bestående av sand, grus och moränavlagringar om vartannat. Jorddjupen i sänkan är mycket stora, på sina platser mer än 100 m. Mäktigheten på jordlagren minskar utanför sänkan och har en generell avtagande trend ut mot kusten där mäktigheten är ca 10 m. Stora delar av området utgörs av moränbacklandskap som domineras av lerig morän och moränlera. Mindre områden med lera och isälvsediment förekommer också (SGU 2020a, b, c, d).

### Mätområdet

Flyglinjer är fördelade inom mätområdet med ca 200 m mellanrum i en sydvästlig–nordostlig riktning. Ett fåtal linjer har dock en annan sträckning. Mätning sker kontinuerligt och resulterar i

resistivetsmodeller med ca 35–40 m mellanrum längs flyglinjen. Resistivetsmodellerna är uppbyggda av 30 lager med en ökande tjocklek på djupet (tabell 1). Alla modeller längs en flygmätninglinje utgör tillsammans en resistivetssektion.

## METODER

Den insamlade datamängden består av data från helikopterburna transient elektromagnetiska mätningar (TEM). Insamling av data har utförts med mätsystemet SkyTEM 306 M HP av företaget SkyTEM Aps. Insamlade rådata har sedan rensats för störningar och resistivetsmodeller har tagits fram med inversionsberäkningar i programvaran Aarhus Workbench. I datarapporten för undersökningen (Brolin & Dahlqvist 2020) redovisas detaljer om metod, mätsystem och inversionsberäkningar till resistivetsmodeller och ett antal kvalitetsindex för mätningarna.

**Tabell 1.** Modellerade lagers tjocklek och dess nedre begränsning.

Lager nr	Lagrets tjocklek (m)	Undre lagergräns
1	2	2,0
2	2,2	4,2
3	2,4	6,6
4	2,7	9,3
5	2,9	12,2
6	3,2	15,4
7	3,6	19,0
8	3,9	22,9
9	4,3	27,2
10	4,7	31,9
11	5,2	37,1
12	5,7	42,8
13	6,3	49,1
14	6,9	56,0
15	7,6	63,6
16	8,4	72,0
17	9,3	81,3
18	10,2	91,5
19	11,2	102,7
20	12,3	115,0
21	13,6	128,6
22	14,9	143,5
23	16,4	159,9
24	18,1	178,0
25	19,9	197,9
26	21,9	219,8
27	24,1	243,9
28	26,5	270,4
29	29,2	299,6
30	∞	∞

I varje profil redovisas ungefärligt maximalt undersökningsdjup, depth of investigation (DOI), beräknat för varje resistivitetsmodell (Brolin & Dahlqvist 2020). Under den angivna nivån för DOI har modellen en större osäkerhet och modellen är därför skuggad under denna nivå (fig. 2).

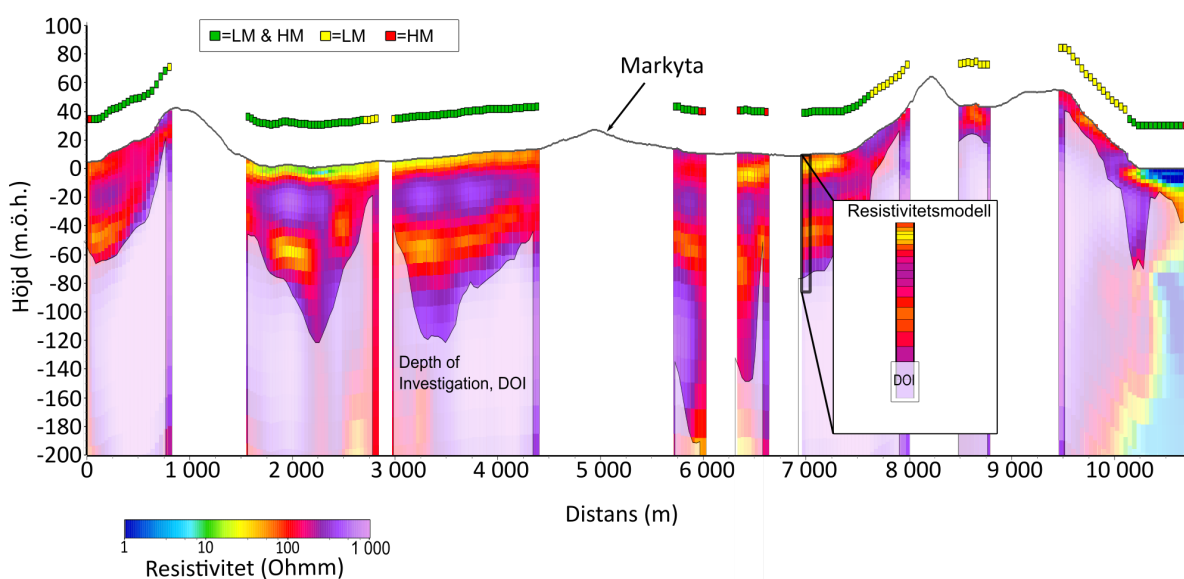
Mätningar med SkyTEM-systemet består av ett två-kanal-system vilket innebär att en mätsekvens består av en strömpuls med hög ström och därmed kraftigare primärt magnetfält, High Moment (HM), och av en strömpuls med lägre ström och därmed svagare primärt magnetfält, Low Moment (LM). HM medger förutsättningar för större djupkänning medan LM ger bättre upplösning i de yt nära marklagren, kombinationen ger alltså både hög upplösning i yt nära lager och stor djupkänning.

I resistivitetssektionerna visar en färgkodad punkt placerad ovanför markytan vilka kanaler som ingått i beräkningen för respektive resistivitetsmodell (fig. 2). För resistivitetsmodeller med enbart HM krävs en viss akksamhet i tolkningen. I de ytligaste lagren har resistivitetsmodellen inte samma höga upplösning som i de modeller där både LM och HM ingår.

## MODELLENS BEGRÄNSNINGAR OCH OSÄKERHET

Resistivitetssektionerna visar en möjlig resistivitetsfördelning i jord och berg längs flygmätning-linjerna. Resistivitetsmodellen bygger på inversion som är en matematisk process som ger *en* möjlig modell av de data som samlats in. Modellen antar att resistiviteten endast varierar med djupet (endimensionell) och att närliggande modeller inte skiljer sig så mycket från varandra vilket är en generalisering av en tredimensionell värld.

Resultaten beror framför allt på kvaliteten av ingående data och de geologiska förutsättningarna för mätmetoden. I första steget, från rådata till resistivitetsmodell, rensas data från störningar så att endast variationer som avspeglar geologin blir kvar. Denna störningsrensning är mycket omfattande och omfattar många avvägningar. Det kan finnas kvar störningar i data som inte har identifierats.



**Figur 2.** Exempel på resistivitetssektion och resistivitetsmodell samt färgkodning för LM och HM för respektive resistivitetsmodell längs flyglinje.

Mätmetoden fungerar optimalt vid geologiska förutsättningar med plana, horisontella och homogena lager. Metoden fungerar därmed sämre i områden med kraftigt varierande topografi vilken genererar så kallade 2D- och 3D-effekter och geometrier som inte återspeglas korrekt. Förutsättningar för metoden är också att det finns något som är elektriskt ledande (lågresistivt) för att generera en respons från marken. Områden med endast högresistiva enheter så som tunna jordlager på kristallint urberg ger inte tillräcklig respons från marken och ingen användbar signal fås. Metoden har som bäst vertikal upplösning två till fyra meter från markytan och mot djupet är upplösningen närmare 30 m, se tabell 1. Inom undersökningsområdet finns i huvudsak mycket goda förutsättningar för mätmetoden. Problem uppkommer i området längs med Romeleåsen där strukturerna inte längre är horisontella. Resistivitetsvariationer kan tydligt urskiljas i både jordlager och den sedimentära berggrunden.

## RESULTAT

Längs totalt ca 5 200 km har 721 resistivitetssektioner tagits fram inom Sydvästskåne (fig. 1). Resistivitetsmodellerna tillsammans med annan geologisk information och kunskap ger ett mycket bra underlag för att tolka markens uppbyggnad. Beroende på det tänkta användningsområdet för resistivitetssektionerna och den geologiska komplexiteten inom mätområdet är skalan för användningsområdet varierande.

Inom Sydvästskåne har data rensats bort framför allt vid större vägar och områden med bebyggelse, men datamängden är till stora delar sammanhängande. Tydliga lagergränser återfinns på många ställen och möjligheterna för geologisk tolkning är goda.

## REFERENSER

- Brolin, C. & Dahlqvist, P., 2020: Bearbetning av helikopterburen TEM-data i delar av Skåne och Blekinge. *SGU-rapport 2020:40*. Sveriges geologiska undersökning, 80 s.
- SGU, 2020a: Berggrund 1:1 miljon – databas. sydvästra Skåne. 2020-10-21.
- SGU, 2020b: Jordarter 1:25 000–1:100 000 – databas. sydvästra Skåne. 2020-10-21.
- SGU, 2020c: Jorddjupsmodell, produktbeskrivning, sydvästra Skåne <[www.sgu.se](http://www.sgu.se)> åtkommen den 21 oktober 2020.
- SGU, 2020d: Grundvattenmagasin – databas. sydvästra Skåne. 2020-10-21.