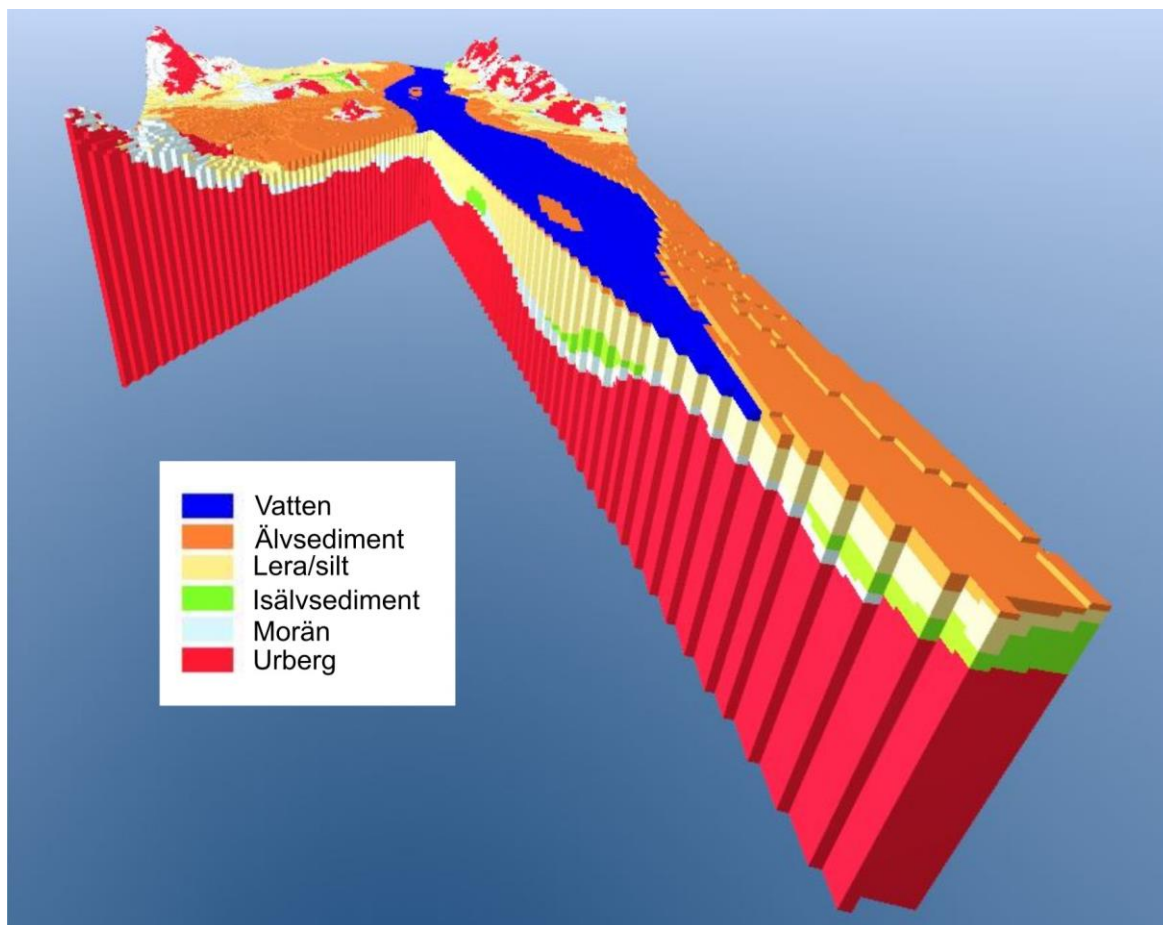


Ångermanälvens delta, Kramfors kommun

Colby A. Smith & Lena Persson

december 2020

SGU-rapport 2020:44



Omslagsbild: Ett utsnitt av den geologiska voxelmodellen.
Betraktelsepunkten ligger i söder och den vertikala skalan är
överdriven två gånger den horisontella.
Grafik: Colby A. Smith

Författare: Colby A. Smith och Lena Persson

Granskad av: Henrik Mikko

Ansvarig avdelningschef: Helena Kjellson

Redaktör: Åsa Gierup

Sveriges geologiska undersökning

Box 670, 751 28 Uppsala

tel: 018-17 90 00

e-post: sgu@sgu.se

www.sgu.se

INNEHÅLL

Sammanfattning.....	4
Inledning.....	4
Intressenter och samarbetspartner	4
Syfte.....	4
Underlag.....	5
Flygburna TEM-mätningar.....	5
Lagerföljder från brunnsarkiv, jordartskartering och andra borrhningar.....	6
Djup till berggrund tolkad från marinseismiska data.....	6
Geofysiska markmätningar.....	6
Kartor och databaser.....	6
Terrängläge och geologisk översikt.....	6
Metoder.....	7
Geologisk modell.....	7
Resistivitetsmodell	9
Modellens begränsningar och osäkerhet.....	9
Referenser.....	9

SAMMANFATTNING

En geologisk 3D-modell har tagits fram över jordlagren ner till kristallin berggrund över Ångermanälvens delta. Modellen bygger på resistivitetsmodeller från flygburna TEM (Transient Elektromagnetiska) mätningar, marinseismiska data, markgeofysiska data, analys av borrhålsuppgifter och jordartsinformation från SGUs databaser. Den geologiska 3D-modellen finns både som en lagermodell och en voxelmodell. Modellens maximala djup är ca 125 m under markytan. Cellstorleken på voxelmodellen är $20 \times 20 \times 2$ m.

Utöver den geologiska 3D-modellen finns även en resistivitetsmodell över det område som täcks av flygburna TEM-mätningar. Cellstorleken på resistivitetsmodellen är $20 \times 20 \times 2$ m och går ner till ca 150 m under havsytans nivå.

INLEDNING

Modellen har tagits fram inom projektet ”Geodata i 3D” vid SGU. Projektets syfte är att utveckla SGUs arbete med 3D-modellering.

Modellen bygger till en del på de undersökningar och tolkningar som utförts inom kvickleraprojektet (projekt-id: 873130) som var ett samarbetsprojekt mellan Statens geotekniska institut (SGI), SGU, och Trafikverket (Löfroth m.fl. 2018). Kwickleraprojektet finansierades av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).

En beskrivning av kvartärgeologin längs Ångermanälvens dalgång och en kartläggning av älvens bottenförhållanden har tidigare utförts på uppdrag av SGI (Nyberg m.fl. 2016, Smith & Mikko 2016).

All modellering har skett i programvaran Geoscene3D (I-GIS).

Modelleringsledare på SGU har varit Colby A. Smith med stöd av Lena Persson.

De refererade SGU-databaserna Brunnar, Geofysiska markmätningar, Jordarter 1:25 000–1:100 000 och Jordlagerföljder är tillgängliga via www.sgu.se och SGUs kundtjänst.

Intressenter och samarbetspartner

Flygburna TEM-data samlades in i samarbete med SGI och Trafikverket. Modellen kan vara av intresse vid skredriskartering hos SGI.

SYFTE

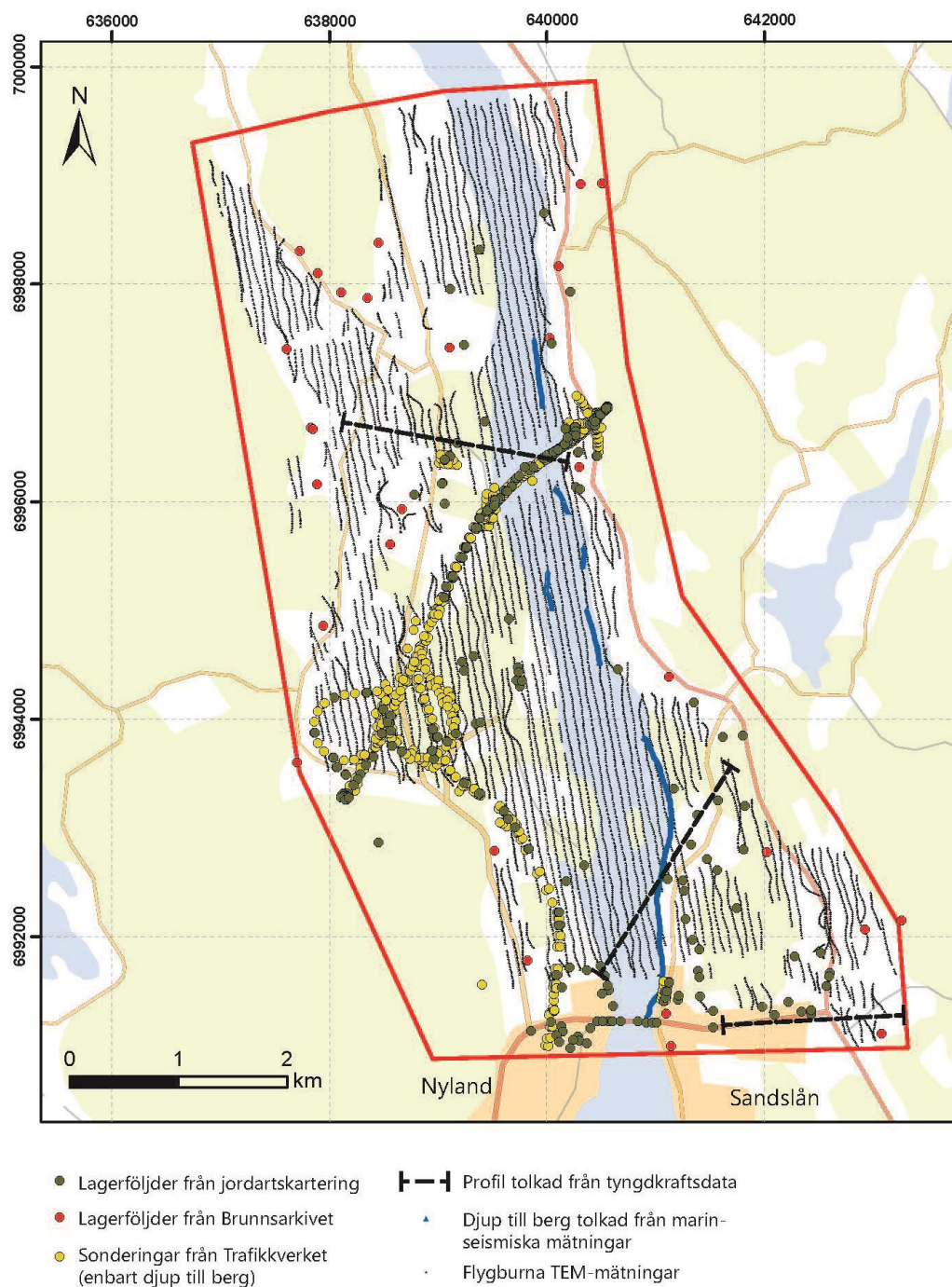
Ett syfte med projektet har varit att modellera utbredningen av finkorniga sediment och det kan bidra till en bättre analys av skredkänslighet i området. Modellen bidrar även till en ökad kunskap om utbredningen av grundvattenmagasin i området. Modellen är tänkt att användas i skala 1:50 000–1:100 000 eller mindre.

UNDERLAG

Flygburna TEM-mätningar

Undersökningar med flygburen TEM har utförts under 2015 och täcker ca 35 km² (fig. 1).

Undersökningarna utfördes av det danska företaget SkyTEM Aps, längs parallella linjer med 75 m linjeavstånd. SkyTEM (som även är benämningen på själva mätsystemet) är ett helikopterburet elektromagnetiskt mätsystem, för en utförlig beskrivning av metoden se bl.a. Löfroth m.fl. (2018).



Figur 1. Modellområdet Ångermanälvens delta och de dataunderlag som använts vid modelleringen. Röd linje visar modellens avgränsning. Koordinatsystemet är SWEREF 99TM och kartunderlag kommer från Lantmäteriet.

Insamlade data har bearbetats och modellerats i programvaran Aarhus Workbench (Aarhus GeoSoftware). Vid bearbetningen rensas dåliga data som är påverkade av t.ex. kraftledning, bort. Med så kallad inversionsteknik skapas därefter en resistivitetsmodell för varje mätpunkt som visar resistivetsfördelningen i marken ner till ca 100 m djup. Variationerna i jordlagrens elektriska resistivitet i Ångermanland beror framför allt på förekomst av lermineral och skillnader i vattenhalt och porositet.

Lagerföljder från brunnsarkiv, jordartskartering och andra borrhningar

Information om jordlagerföljder har hämtats från SGUs databaser. Informationerna om lagerföljder kommer från Brunnsarkivet som består av borrhprotokoll inskickade från brunnsborrhningar, framför allt för enskild vattenförsörjning och energibrunnar. Dessa data är öppna och fritt tillgängliga på SGUs webbplats. Totalt har data från 29 brunnar, 285 observationer från SGUs jordartskartering och 847 sonderingar från Trafikverket ingått som underlag (fig. 1). Den geografiska noggrannheten för brunnsuppgifter kan ha en osäkerhet på över 200 m. Kvaliteten på inhämtat underlag om lagerföljder varierar stort beroende på vad syftet med borrhningen varit. En borrhning från SGUs jordartskartering har i regel pålitlig information för i princip varje meter, medan det vid en borrhning för en energibrunn till en villa ibland endast anges övergång mellan jord och berg. En enhetlig bedömning av lagerföljderna har gjorts genom en sammanslagning och förenkling av de hundratals olika lagerföljderna i databaserna.

Djup till berggrund tolkad från marinseismiska data

En maringeologisk undersökning av Ångermanälven utfördes 2015 på uppdrag av SGI där gränsen mellan jordlager och berggrund tolkades från marinseismiska data (Nyberg m.fl. 2016).

Geofysiska markmätningar

Tyngdkraftsdata inom området har tolkats med 2D-modellering längs tre profiler inom området (fig. 1). Tolkningarna visar huvudsakligen djup till kristallin berggrund.

Kartor och databaser

- Lantmäteriets höjdmodell GSD-Höjddata, grid 2+ (2018). Omräknat till cellstorlek 10 × 10 m.
- SGUs jordartskarta (*Kartvisaren jordarter 1:25 000–1:100 000*). Skalan i modellområdet är 1:50 000.

TERRÄNGLÄGE OCH GEOLOGISK ÖVERSIKT

Undersökningsområdet ligger under högsta kustlinjen i Ångermanälvens dalgång, inte långt från älvens mynning i Ångermanfjorden dvs. den havsvik som utgör dalgångens förlängning ut mot Bottenviken. Området ligger i huvudsak 5–20 m ö.h. och omgivande bergsområden når drygt 200 m ö.h. Berggrunden utgörs framför allt av sedimentgnejs. I nordvästra delen av området finns en större diabaskropp.

Jorddjupen i dalgången är betydande. På två platser visar borrhningar jorddjup på mer än 80 m. Flygburna TEM-mätningar och markgeofysiska tyngdkraftsmätningar indikerar jorddjup på mer än 100 m.

Jordartsgeologin i Ångermanälvens dalgång har påverkats mycket av inlandsisen. Morän och isälvsediment avsattes under eller framför isen. Under isens avsmältning avsattes glacial silt och lera framför isen. Glacial silt/lera överlagras därför morän och isälvsediment på många platser i dalgången.

Den postglaciala utvecklingen av dalgången domineras av landhöjning och strandförskjutning. Vid landhöjningen steg tidigare avsatta finkorniga sediment upp över havsnivån. Dessa sediment eroderades och transporterades av älven och avsattes huvudsakligen under havsnivån, men också på botten av älven. Postglacial silt är bildad genom avsättning i havet. Älvsediment, som bildas av strömmande vatten, överlagrar ofta den postglaciala silten. Älvsedimenten består till största delen av finsand. Landhöjning, erosion och sedimentavsättning fortsätter än i dag.

För en mer utförlig beskrivning av jordarterna i Ångermanälvens delta se Smith och Mikko (2016).

METODER

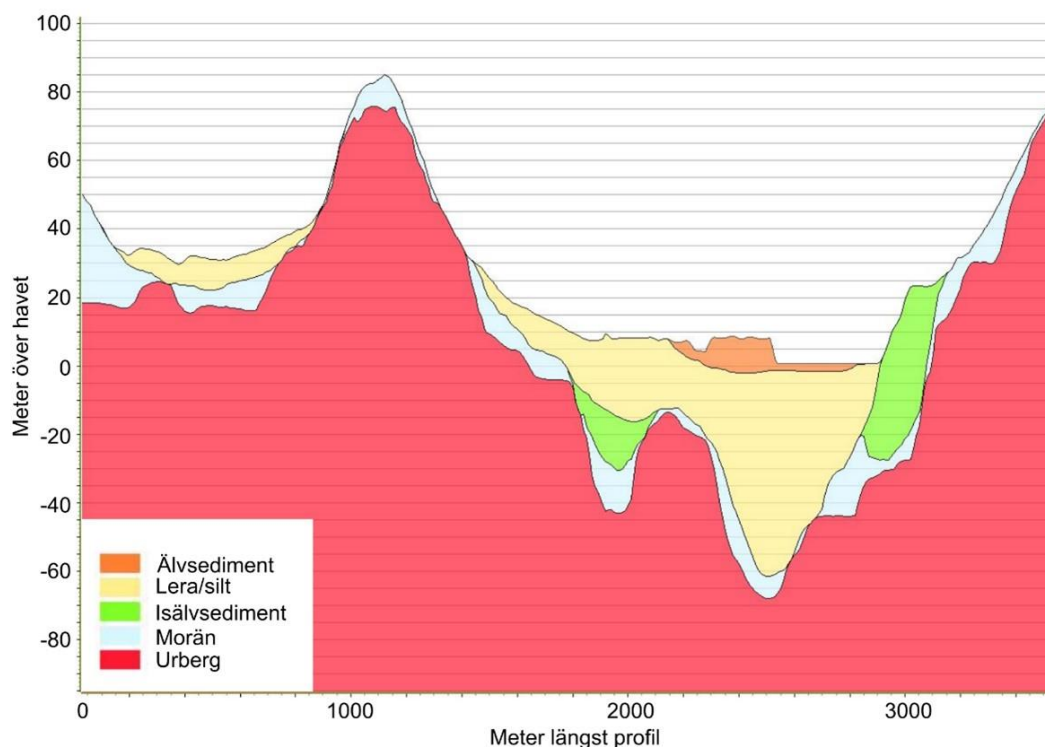
Geologisk modell

Den geologiska modellen består av en lagermodell (fig. 2) och en voxelmodell (fig. 3).

Cellstorleken på voxelmodellen är $20 \times 20 \times 2$ m.

De modellerade jordarterna är en förenkling av SGUs jordartskartor över området. Lagren har delats in i fem klasser, urberg, morän, isälvsediment, lera-silt, och älvsediment (tabell 1). I voxelmodellen har även vatten (Ångermanälven) inkluderats. Vattendjupet har satts till 4 m (dvs. två voxelceller).

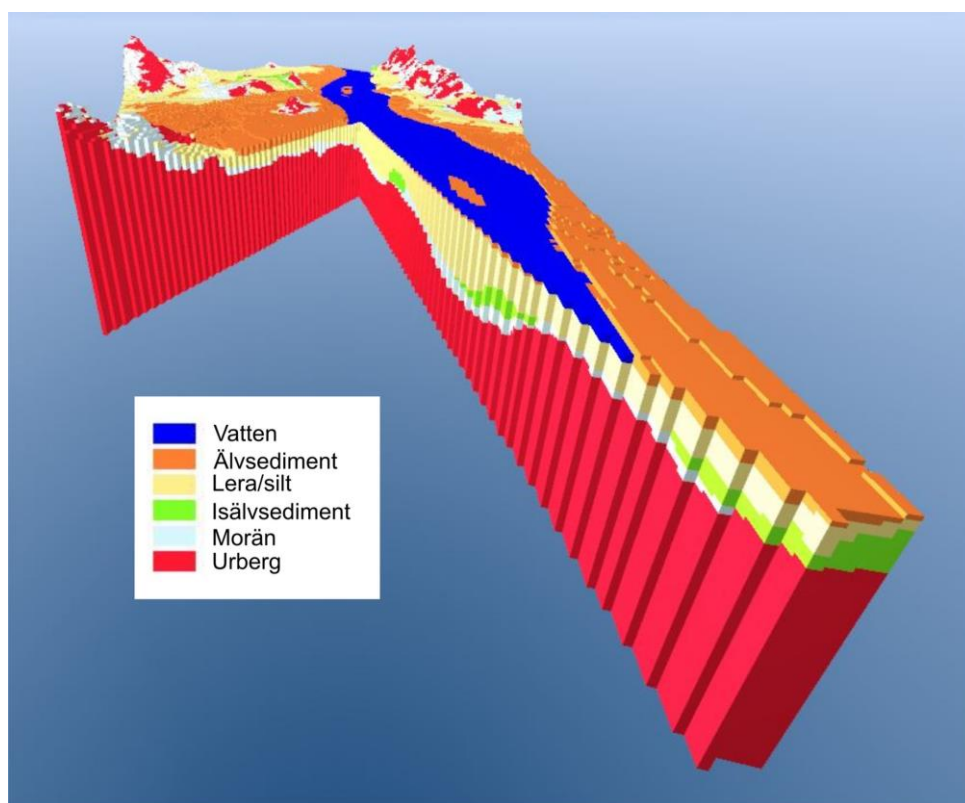
Lagermodellen har först tagits fram genom att tolkningspunkter lagts in manuellt längs profiler, så att de bildar ett regelbundet nätverk med ungefär samma avstånd mellan varje punkt. I områden med dålig datatäckning kan avståndet mellan tolkningspunkterna vara större. Därefter har varje punktskikt interpolerats till en yta med cellstorlek 10×10 m.



Figur 2. Utsnitt av lagermodellen längs en profil från väst till öst över Ångermanälvens dalgång. Profilen ligger i den norra delen av området där isälvsedimenten går i dagen på den östra sidan av älven.

Närmast markytan har jordartskartan använts vid modelleringen. Små områden som är karterade som postglacial sand eller torv har modellerats som det sediment som ligger närmast under. Inom områden med flygburna TEM-mätningar har resistivitetsmodellerna använts för att urskilja de olika jordlagren. Lera-silt har generellt låg resistivitet (mindre än 40 ohmm) och kan därför urskiljas från älvsediment, isälvsediment och morän med högre resistivitet (ca 100–1000 ohmm). Gränsen mellan älvsediment och underliggande lera-silt kan därför enkelt urskiljas i resistivitetsmodellen. Även lerans underkant är relativt väl bestämd, förutom i områden med stora jorddjup. Gränsen mellan isälvsediment, morän och urberg är däremot svårare att urskilja i resistivitetsmodellen, och här har övrig information som borrhningar använts som stöd vid tolkningen.

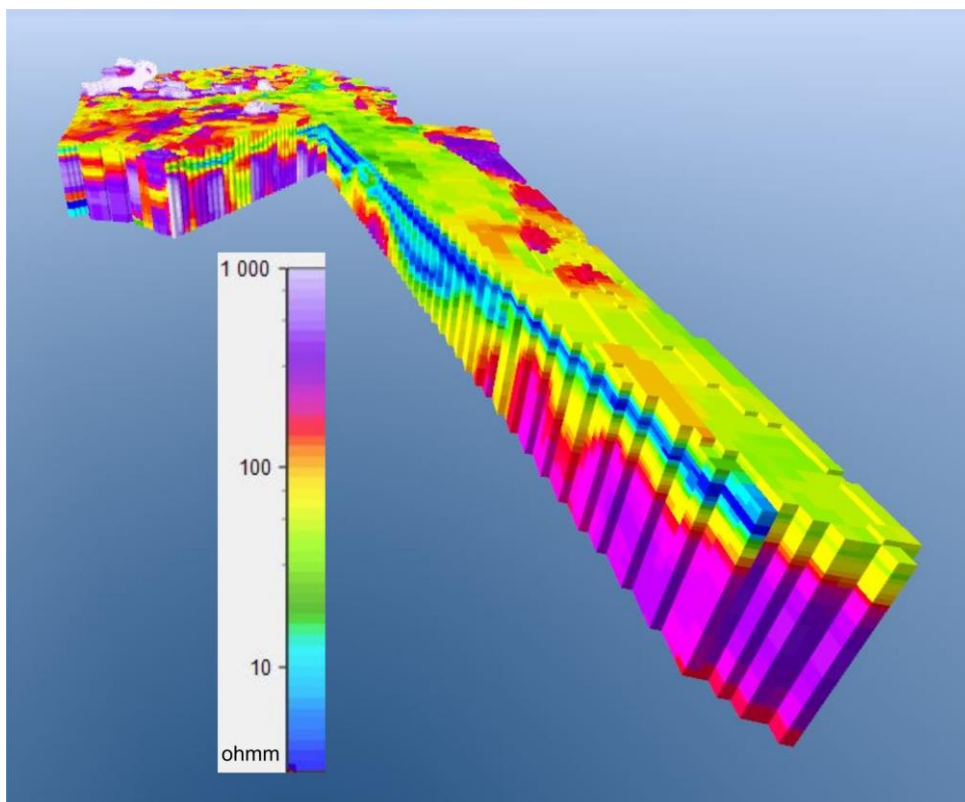
I områden som saknar flygburna TEM-mätningar har lagerföljder från borrhningar och jordartskartan använts vid tolkningen. Dessa områden ligger framför allt inom områden med berg i dagen eller små jorddjup.



Figur 3. Ett utsnitt av den geologiska voxelmodellen. Beträktelsepunkten ligger i söder och den vertikala skalan är överdriven två gånger den horisontella.

Tabell 1 Modellerade lager och voxlar i den kvartärlitologiska modellen.

ytor/lager och volymer, lager, ytor	Kod enligt SGUs ramverk	Beskrivning
Vatten	VATTEN	Vattenpolygoner har hämtats från jordartskartan.
Älvsediment	1_PGSED_Si-G_0	Sammanslagning av svämsediment, älvsediment, och tunn torv som ligger över det.
Lera-silt	1_OSED_L-Si_0	Sammanslagning av lera och silt av båda glaciala och postglaciala åldrar.
Isälvsediment	1_ISALV_Sf-G_0	Isälvs materialet i kornstorleken finsand till grus.
Morän	1_MORAN_L-B_0	Mest vanlig sandig morän.
Urberg	URBERG	URBERG



Figur 4. Utsnitt ur 3D-resistivitetsmodell över Ångermanälvens dalgång. Beträktelsepunkten ligger i söder och den vertikala skalan är överdriven två gånger i förhållande till den horisontella.

Resistivitetsmodell

Resistivitetsdata framtagna från flygburna TEM-mätningar har interpolerats till en voxelmodell över de områden som täcks av mätningarna. Cellstorleken på resistivitetsmodellen är $20 \times 20 \times 2$ m och går ner till ca 150 m under havsytans nivå (fig. 4).

MODELLENS BEGRÄNSNINGAR OCH OSÄKERHET

3D-modellerna ger en generaliserad bild av jordlagren, och osäkerheten i lagrens utbredning och mäktighet kan därför vara betydande. Modellen har betydligt högre säkerhet inom områden undersökta med flygburen TEM (fig. 1).

REFERENSER

- Löfroth, H., Person, L., Bastani, M., Rodhe, L., Hedfors, J., With, C., Ekström, J. & Engdahl, M., 2018: *Tillämpning och utvärdering av metoder för kartläggning av kvicklera*. Statens geotekniska institut, Sveriges geologiska undersökning, Trafikverket, 153 s.
- Nyberg, J., Bergman, B. & Snowball, L.Z., 2016: Kartläggning av Ångermanälvens bottenförhållanden från Näsäker till Nyland. *SGU-rapport 2016:14*. Sveriges geologiska undersökning, 26 s.
- Smith, C.A. & Mikko, H., 2016: Geologisk beskrivning av Ångermanälvens dalgång. *SGU-rapport 2016:13*. Sveriges geologiska undersökning, 24 s.