

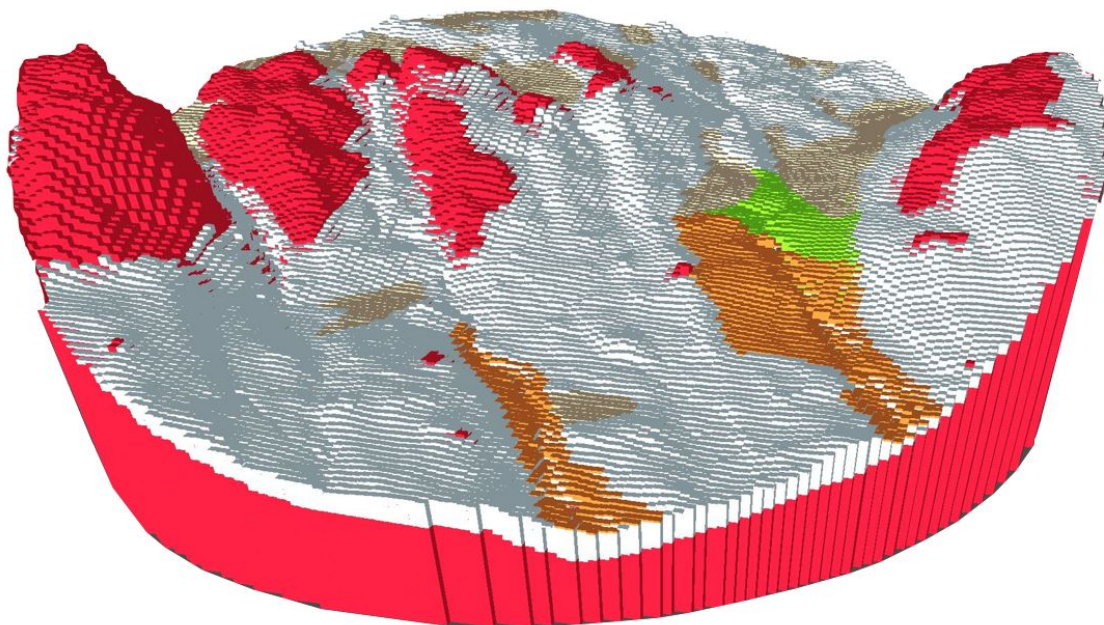
Geologisk 3D-modell

Svartberget, Vindeln

Lina Nolin Nyström

mars 2021

SGU-rapport 2021:14



Omslagsbild: Geologisk 3D-modell, Svartberget
Grafik: Lina Nolin Nyström

Författare: Lina Nolin Nyström
Granskad av: Henrik Mikko och Eva Wendelin
Ansvarig avdelningschef: Lars-Inge Larsson
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.....	4
Kartor och databaser.....	4
Terrängläge och geologisk översikt.....	5
Modellområdet	5
Geologi.....	5
Metoder.....	8
Geologiska antaganden	8
Modellens begränsningar och osäkerhet.....	9
Resultat.....	11
Modellerade ytor, lager och volymer.....	11
Referenser.....	12

SAMMANFATTNING

En geologisk 3D-modell har tagits fram över jordlagren inom den delen av Krycklans avrinningsområde utanför Vindeln som heter Svartberget. Modellen, som är skapad i programmet Groundhog, bygger på analys av borrhålsuppgifter, geofysiska mätresultat och Sveriges geologiska undersöknings (SGUs) jordartskarta.

Modellen har tagits fram i samverkan med Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) i Umeå och ger en översiktlig bild av geologin mellan bergyta och markyta. Potentiella användningsområden är främst som underlag inom den internationella forskningen, som SLU bedriver på och i närheten av Svartbergets forskningsstation för bl.a. grundvattenmodellering, men också för övrig undermarksplanering såsom kommunal vattenförvaltning.

INLEDNING

Denna modell har tagits fram inom projektet ”Geodata i 3D” vid SGU. Projektets syfte är att utveckla SGUs arbete med 3D-modellering med särskilt fokus på grundvatten, dricks-vattenförsörjning och hållbar markanvändning. Projektet ingick till en del i regeringens uppdrag till SGU angående utökad kartläggning och karaktärisering av grundvattenresurser (2018–2020).

Bakgrunden till 3D-modelleringen av jordlagren kring Svartberget är behovet av förbättrat hydrogeologiskt underlag till den omfattande fältbaserade forskningen inom hydrologi, ekologi och biogeokemi som pågår i Krycklans avrinningsområde, där området kring Svartberget ingår.

Intressenter och samarbetspartner

Huvudintressent är SLU i Umeå, som också har bidragit med borrhålsuppgifter och kunskap om de geologiska förhållandena. 3D-modellen kan också vara intressant för exempelvis kommunen inför fysisk planering och för övriga som arbetar i projekt där kunskap om geologin är nödvändig.

SYFTE

Modellens syfte är att ge en översiktlig bild av geologin mellan bergyta och markyta, för att kunna användas som stöd i den hydrologiska forskningen i området. Den kan också användas som underlag i framtida förvaltning och fysisk planering, t.ex. inom vattenförvaltning och planering av infrastruktur. Modellen är tänkt att användas i skala 1:25 000–1:50 000, med beaktande av de osäkerheter som finns i klassningar och avgränsningar av jordlagren under markytan och av att jordartskartan i området är anpassad till skala 1:50 000.

UNDERLAG

Kartor och databaser

- Lantmäteriets höjdmodell GSD-Höjddata, grid 1 m. Höjdmodellen har använts för att definiera topografin i modellen.
- SGUs jorddjupsmodell (SGU 2020a). Modellen har använts för att definiera bergytan, i de fall borrhålsuppgifter inte finns att tillgå.
- SGUs jordartskarta (SGU 2020b). Skalan i modellområdet är 1:50 000.

- Totalt 120 jordlagerföljds- eller jorddjupsobservationer finns tillgängliga inom modellområdet, bestående av bl.a. borrhålsuppgifter och seismiska profiler.
- Borrhålsuppgifterna kommer från geotekniska undersökningar (11 st.) och från rörsättningar i samband med grundvattenundersökningar (34 st.). Borrhålsuppgifterna har värderats och använts som grund i modelleringen. Borrhålsuppgifterna finns lagrade i SGUs databaser och ingår i produkten Jordlagerföljder. Även 54 st. manuellt sonderade borrhål i Kallkällsmyren har använts för att uppskatta torvens mäktighet.
- Tolkade seismiska profiler (3 st.) och VES- (Vertical Electrical Sounding) punkter (2 st.) (Lindqvist m.fl. 1989). Även de seismiska profilerna är omtolkade som punkter (16 st.) och är lagrade i SGUs jordlagerföljder.
- Befintliga jordlageruppgifter från Jordlagerföljder (1 st.) och Jorddjupsobservationer (2 st.) (SGU 2020c d).

Från de externa borrhålsuppgifterna har ett urval gjorts i de fall som närliggande borrhål inte har tillfört någon ny information (det gäller främst de grunda grundvattenrören i morän och borrhålen i Kallkällsmyren).

TERRÄNGLÄGE OCH GEOLOGISK ÖVERSIKT

Modellområdet

Det modellerade området är beläget norr om forskningsstationen vid Svartberget, som ligger öster om Vindeln utanför Umeå (se fig. 1). Arean på ellipsen som har utgjort modellområdet är ca 5,5 km² och utgör ca 8 % av Krycklans avrinningsområde.

Modellområdet sträcker sig ca 2,5 km mellan Renberget i öster och bergsområdet i väster med bl.a. Hög-Svartberget, och ungefär lika långt från Rismyran i norr till forskningsstationen vid Svartberget i söder (se fig. 2). Modellområdet är avgränsat utifrån ett avstånd på ca 0,5–1 km från de ytterst belägna punkterna med observerad jorddjupsuppgift. Modellområdets högsta punkt är 325 m ö.h. (Lilltjärnberget i väster) och dess lägsta punkt är 198 m ö.h. (Stortjärnbäckens vattenfåra i söder).

Geologi

I följande avsnitt ges en sammanfattning av de geologiska förhållandena, baserad på SGUs jordartskarta över området tillsammans med Lantmäteriets höjddata. Jordartskartan visas i figur 2.

Topografin varierar mycket i området och sluttar mestadels från norr till söder. Med höjddatat som bakgrund syns den tydliga formen av drumliner, främst i norra området, som sträcker sig i sydsydöstlig riktning. Drumliner är utsträckta moränformer som bildats av inlandsisen i rörelseriktningen och kan ha en tydlig kärna av berg på stötsidan.

Även i resten av området täcks berggrunden generellt av morän. På vissa platser med djupa sänkor i berggrunden är moränlagret mäktigt och enligt borrhålen i området tycks moräntäcket bestå av två olika moränlager. Den ena är äldre, en mer kompakterad morän som troligen är en bottenmorän och den andra är en yngre, sandigare och ibland svallad morän, som troligen är en ablationsmorän. De båda moränlagren antas härstamma från samma glaciation.



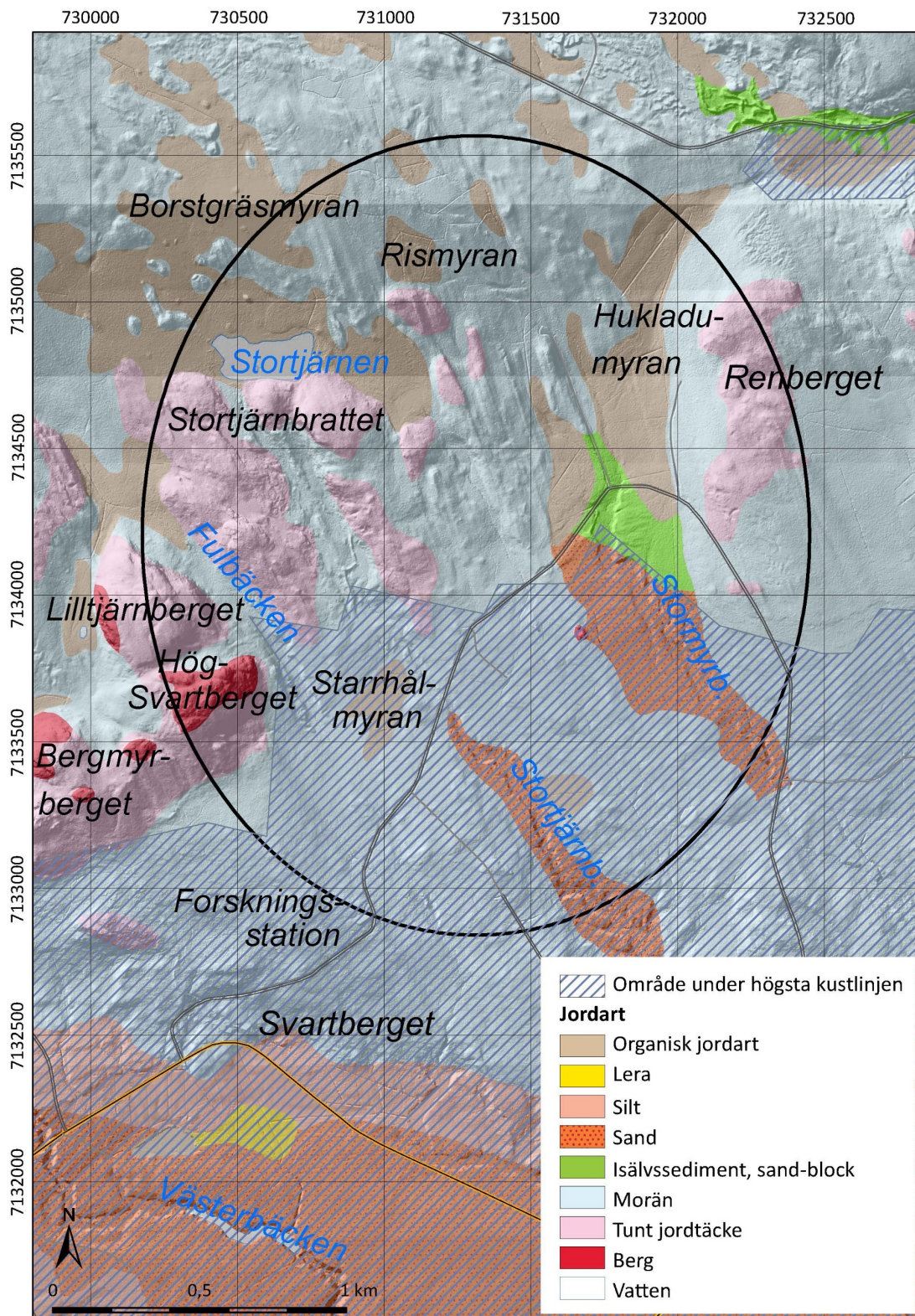
Figur 1. Modellområdets avgränsning (röd ellips) inom Krycklans avrinningsområde (blå linje).

De högre bergspartierna uppvisar antingen berg i dagen eller har ett tunt moräntäcke. Gränsen för högsta kustlinjen (HK) går igenom modellområdet, vilket betyder att senaste inlandsisens smältvatten har täckt delar av ytan. Nivån för HK ligger på ca 255–260 m ö.h. i området, enligt SGUs databas för högsta kustlinjen (SNA 2009, SGU 2020e). Den norra halvan av modellområdet, dominerat av berg, morän och torvmarker, och med ett mindre område med isälvsediment väster om Renberget, ligger generellt högre och har inte legat under vatten, således opåverkade av ishavets processer. Torvmarkerna i området är troligen i huvudsak av typerna igenväxningstorf, dvs. bildade när sjöar växer igen, och försumpningstorf, dvs. bildade genom försumpning av fastmark på grund av rik nederbörd eller utströmmande grundvatten.

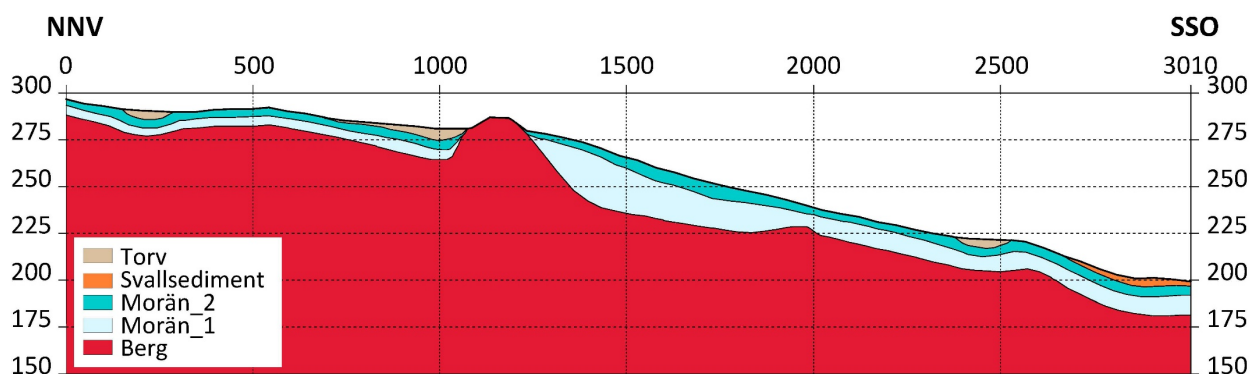
Isälvsedimentet inom modellområdet (beläget väster om Renberget) har troligen bildats av sediment från en isälvsränna i nordsydlig riktning, där smältvatten kommit norrifrån och mynnat i ishavet vid HK, som nådde upp ungefär till det som i dag är gränsen mellan isälvsediment och postglacial sand (svallsand), och bildade ett litet glacifluvialt delta. Isälvsedimentet sträcker sig sannolikt under torven i Hukladumyrn nästan lika långt norrut som själva myren, och det är också antaget att det underlagrar svallsanden en bit söderut.

De södra delarna av modellområdet, som i dag domineras av jordarterna morän och postglacial sand, har legat under senaste istidens smältvatten och påverkats av vågerosion, vattentransport och sedimentation. I svackor kan den postglaciala sanden, som avsattes under hav, återfinnas. De två områdena med postglacial sand som har kartlagts inom modellområdet är förmodligen helt eller delvis svallat och omlagrat material från det närliggande isälvsedimentet.

Det finns inget av SGU utpekade grundvattenmagasin inom modellområdet (*Kartvisaren grundvattenmagasin*). Berggrunden utgörs, enligt SGUs *kartvisaren berggrund* 1:50 000–1:250 000, av en metamorf intrusiv- och ytbergart (paragnejs).



Figur 2. Jordartskarta över modellområdet, med höjddata och terrängkartan i bakgrunden, och i förgrunden område som legat under högsta kustlinjen (snedstreckat).



Figur 3. Exempel på en uppritad geologisk tvärsektion över modellområdet, här från nord–nordväst till syd–sydost.

METODER

Arbetet har mestadels följt processen beskriven i SGUs ”Översiktligt arbetsflöde vid explicit geologisk 3D-modellering”. BGS Groundhog Desktop Professional Version 2.1.0 har använts för att modellera sektioner. Modellens ytor har interpolerats i programmet.

Med stöd av insamlat dataunderlag och SGUs jordartskarta har sektioner (tvärsnitt) över området ritats upp. Tvärsektionerna har ritats manuellt i modelleringsprogrammet och beskriver de geologiska lagrens utbredning i vertikal- och horisontalled, se exempel på tvärsektion i figur 3. Tolkningen i vertikalalled gjordes genom att inkludera information i tvärsektionerna om jorddjup och jordlager från närliggande observationer. Tolkningen i horisontalled utgick från jordartskartan för att få utbredningen av varje jordlager i plan. Polygoner för varje jordlager framställdes i GIS och importerades, liksom borrhålen, till Groundhog.

I områden där det saknas jorddjupsuppgifter har sektioner ritats med hjälp av SGUs jorddjupsmodell, en generaliserad lagerföljd och de geologiska antaganden som beskrivs i avsnittet *Geologiska antaganden*. Totalt upprättades 34 st. tvärsektioner av olika längd, och en linje runt hela området. Samtliga sektioner har sedan använts för att interpolera de olika lagrens begränsningsytor. De olika lagren tillsammans utgör en heltäckande 3D-modell över området.

Den färdiga modellen redovisas slutligen dels visuellt i ett 3D-verktyg på SGUs webbplats (3D-visare, www.sgu.se), dels som nedladdningsbara data.

Geologiska antaganden

Följande antaganden har utgjort grund för uppbyggnaden av 3D-modellen.

- Morän täcker hela modellområdet, förutom där berg går i dagen.
- Från borrhålsinformationen definierades två olika moränlager, som i modellen har fått representera var sitt jordlager. Dock är osäkerheten i gränsen dem emellan stor, både i vertikal- och horisontalled. Morän_1, som är den äldre moränen, har antagits tunnare ut tidigare mot sluttningarna på grund av mer långtgående erosion, varför bara morän_2 ligger kvar högst upp längs sluttningar i modellen.

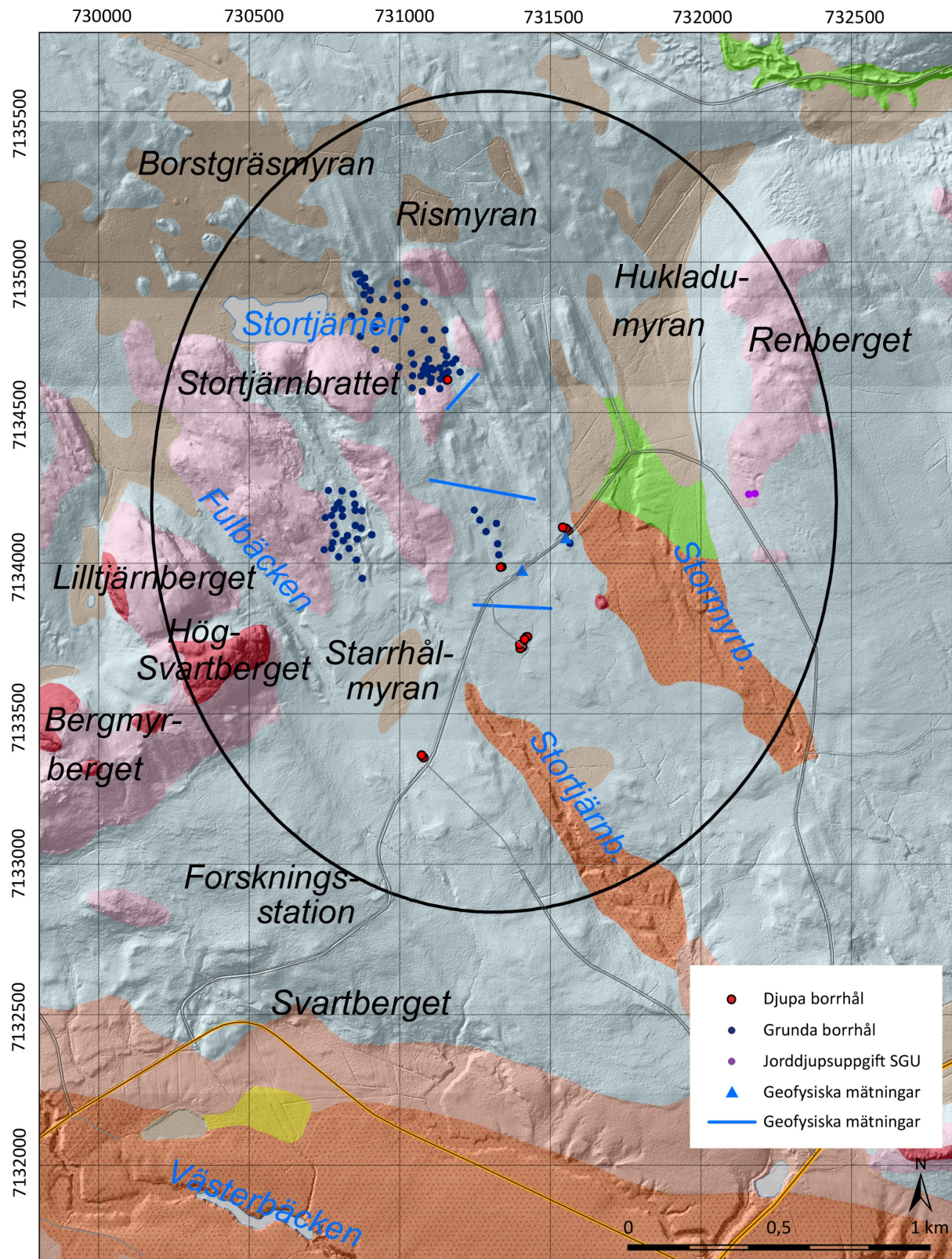
- Moränens mäktighet varierar mycket inom modellområdet. Generellt används en mäktighet på ca 5–15 meter, men särskilt morän_1 kan ha mäktigheter på 20–30 m.
- I sluttningar mot berghällar tunnas moränen ut uppåt, och mäktigheten uppgår sällan till mer än ett fåtal meter.
- Moränen utfyller delvis depressioner i berg och återspeglar i övrigt berggrundens ytform.
- Både för isälvsediment och postglacial sand har antaganden för mäktigheter gjorts till ca 3–5 m, men tunnare upp mot sluttningarna och något mäktigare i centrala delar. Osäkerheten är dock stor eftersom observationer saknas.
- Torvområdets mäktighet är generellt ca 1–3 m (där uppgift saknas) och underlagras av isälvsediment, svallsand eller morän.
- En harmoniserad ritmetod har tillämpats, vilket innebär att så länge inte borrhålsinformation tydligt motsäger sig det, så har stora dalar eller toppar i lagerövergångar undvikits.
- Sjöns medeldjup har satts till ca 3 m.

MODELLENS BEGRÄNSNINGAR OCH OSÄKERHET

3D-modellen är förknippad med osäkerheter och återger enbart en generaliserad bild av jordlagren. Osäkerheten varierar beroende på mängden samt kvaliteten på indata för varje enskild del av modellen. Även de generella antaganden som gjorts i modelleringen (se avsnittet *Geologiska antaganden*) innebär i sig en osäkerhet.

Osäkerheten är störst inom de delar av modellområdet där borrhålsuppgifter eller seismiska mätningar saknas, framför allt mot ytterkanterna av området (se fig. 4). Det finns inga uppgifter på jordlager- eller jorddjup för isälvsedimentet eller svallsanden inom modellområdet, varför osäkerheten i dessa jordlagers mäktighet är stor. Även osäkerhet i moränlagrets mäktighet under isälvsediment och svallsand är betydande.

I de centrala delarna av området, där de flesta djupa borrhålen, de relativt grunda grundvattenrören (ett par meter djupa) och ett stort antal manuellt utförda borrhål i Kallkällsmyren (1–6 m torv) öster om sjön Stortjärnen är belägna, borde osäkerheten i modellen vara som lägst. Också områden där det finns hållar och berg i dagen enligt jordartskartan är relativt säkra i modellen, eftersom dessa inte innehåller osäkerhet i jorddjup.



Figur 4. Karta över modellområdet med punkter för borrhålsuppgifter och linje eller triangel för geofysiska mätningar.

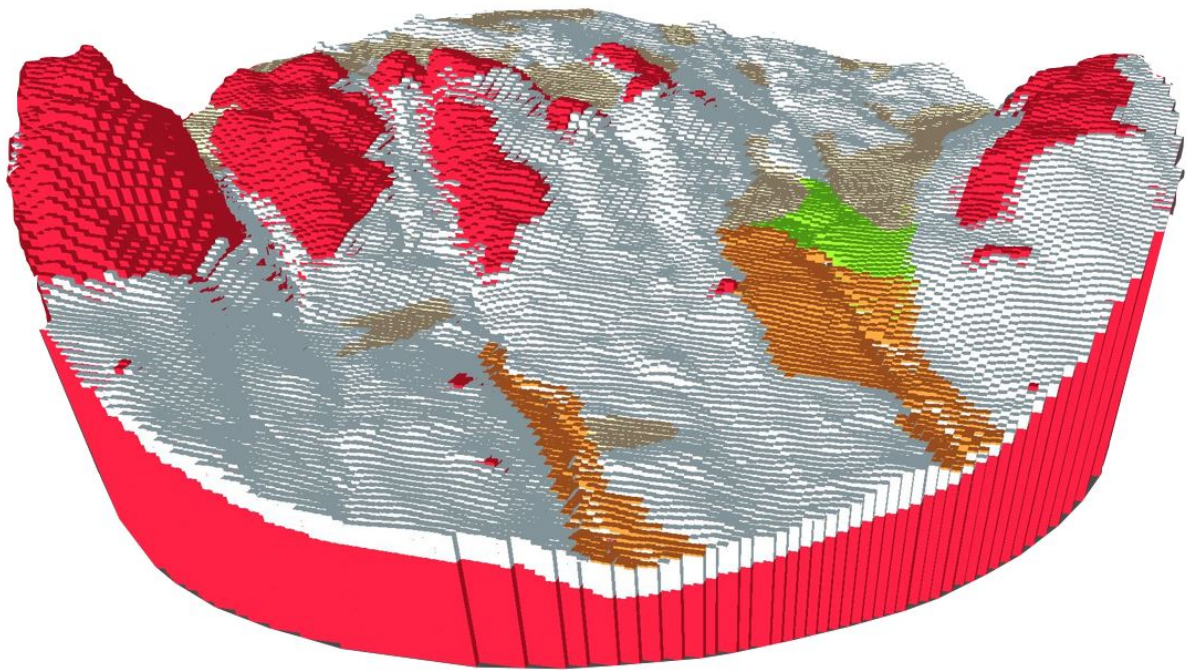
RESULTAT

Modellerade ytor, lager och volymer

Modellens jordartsindelning (tabell 1) är en förenkling jämfört med SGUs jordartskarta över området. Jordarter av underordnad betydelse och jordarter med liknande egenskaper har sammanslagits med någon av de sex jordartsklasser som modellerats. Jordlagren presenteras i tabellen enligt en generaliserad lagerföljd med det översta lagret först och det understa längst ner. Modellens upplösning är 10 × 10 m. En bild av modellen visas i figur 5.

Tabell 1. Modellerade lager enligt en generaliserad jordlagerföljd.

Lager	Kod enligt SGUs ramverk	Beskrivning	Kommentar
Vatten	VATTEN	Vattenpolygoner har hämtats från jordartskartan.	Vattenpolygonen kan skilja sig något från Lantmäteriets senaste version av terrängkartan. Djupet är generaliserat till 3 m.
Torv	1_TORV_ospec	Organisk sedentär jordart huvudsakligen bildad av förmultnade växtdelar.	Innefattar både mossetorv, kärrtorv och gytta.
Postglacial sand	1_PGSED_S_0	Grovkorniga akvatiska sediment (sand eller grövre) som transporterats och avsatts genom svallningsprocesser i postglacial tid. Benämns även svallsediment.	De postglaciala sedimenten inom modellområdet utgörs huvudsakligen av svallsediment.
Isälvsediment	1_ISALV_S-G_0	Grovkorniga glacifluviala sediment som transporterats och avsatts av smältvattenströmmar från glaciär eller inlandsis.	Den dominerande kornstorleken inom modellområdet är sand, enligt jordartskartan.
Morän_2	1_MORAN_D_2	I huvudsak osorterad jord transporterad och avsatt av inlandsisen.	Det övre moränlagret i modellområdet har definierats som "mer sandig" än det undre.
Morän_1	1_MORAN_D_1	I huvudsak osorterad jord transporterad och avsatt av inlandsisen.	Det undre moränlagret i modellområdet har definierats som hårdare och "mer siltig/lerig" än det övre.
Berg	URBERG	Urberg från jordartskartan	Modellen går ner till 150 m över havsytans nivå.



Figur 5. Den färdiga modellen över jordlagrens uppbyggnad i området kring Svartberget inom Krycklans avrinningsområde. Skalan på z-axeln är förstorad 10 gånger. Den färdiga modellen har cellstorlek 10×10 m, medan modellen i figuren har cellstorlek 20×20 m för att möjliggöra visualisering i modelleringsprogrammet.

REFERENSER

- Fredén, C., (red), 2002: *Berg och jord*. Sveriges Nationalatlas. Tredje uppl., 208 s.
- Lindqvist, G., Nilsson, L. & Gonzalez, G., 1989: Depth of till overburden and bedrock fractures on the Svartberget catchment as determined by different geophysical methods. University of Luleå, 16 s.
- SGU, 2020a: Jorddjupsmodell, produktbeskrivning, Vindeln. <www.sgu.se> åtkommen den 1 november 2020.
- SGU, 2020b: Jordarter 1:25 000–1:100 000 – databas. Vindeln 2020-01-30.
- SGU, 2020c: Jordlagerföljder – databas. Vindeln. 2019-12-01.
- SGU, 2020d: Jorddjupsobservationer – databas. Vindeln. 2019-12-01.
- SGU, 2020e: Högsta kustlinjen, produktbeskrivning, Vindeln. <www.sgu.se> åtkommen den 1 november 2020.