

Beskrivning till jordarterna
i Tandådalen, Görälven,
Västerdalälven och Rörbäcksnäs
i Malung–Sälen kommun

Nelly Aroka, Gustaf Peterson & Henrik Mikko



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-394-6

Ändringar genomförda 17 november 2017
Sidfoten rättad.

Närmare upplysningar erhålls genom
Sveriges geologiska undersökning
Box 670
751 28 Uppsala
Tel: 018-17 90 00
Fax: 018-17 92 10
E-post: kundservice@sgu.se
Webbplats: www.sgu.se

Omslagsbild: Görälven vid gränsen mot Norge.
Foto: Kajsa Bovin.

© Sveriges geologiska undersökning, 2017
Layout: Rebecca Litzell

INNEHÅLL

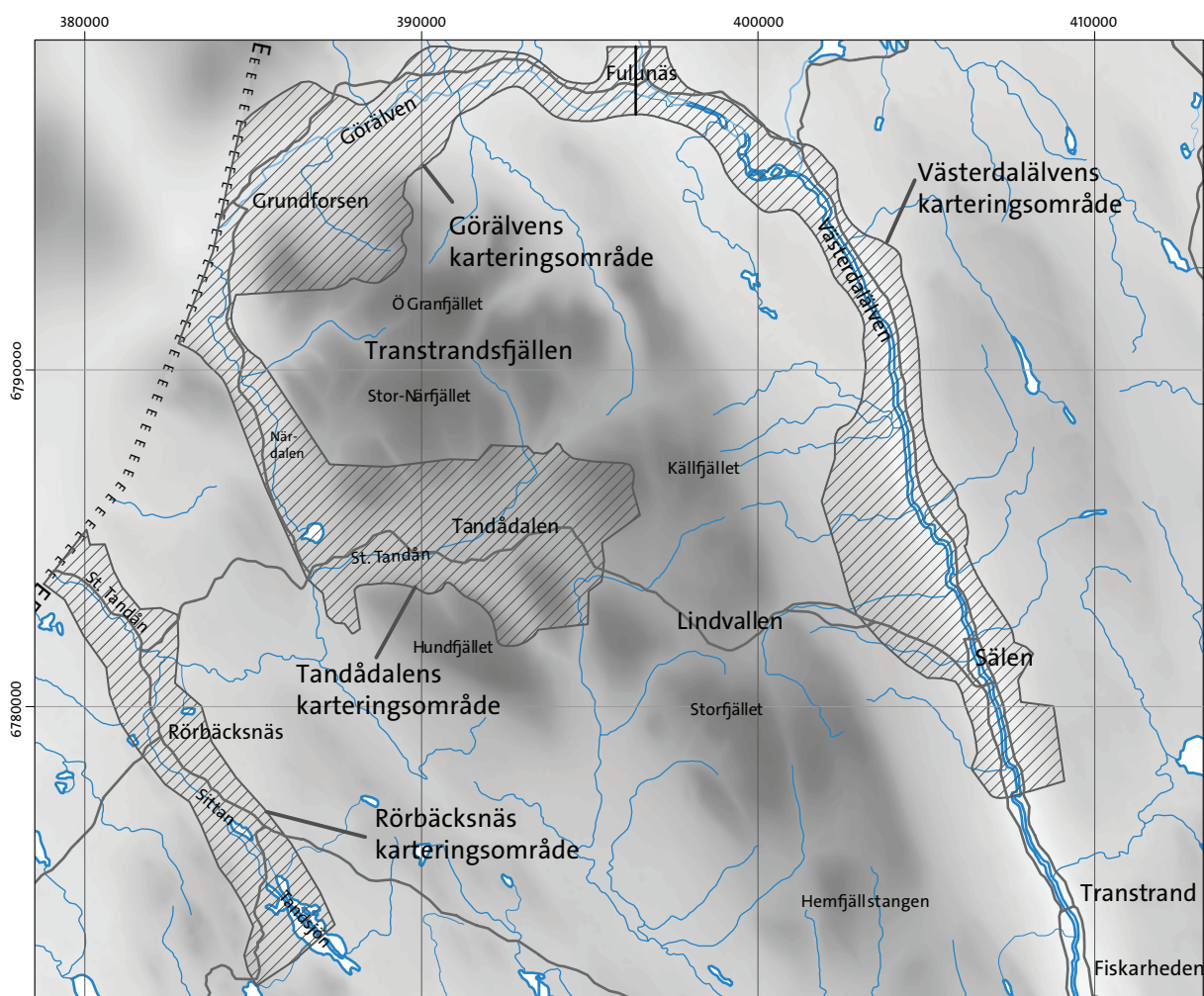
Inledning	4
Syfte	5
geologisk bakgrund	5
Istider och jordarternas bildning	5
Metod	7
Fjärranalys	7
Fältarbete	7
Kartans noggrannhet	8
Kortfattad beskrivning av jordarterna inom kartområdet	8
Morän	8
Tandådalen	9
Görälvsdalen	9
Västerdalälven	9
Isälvs sediment, isälvs eroderade områden och isälvs rännor	10
Tandådalen	11
Görälvsdalen	12
Västerdalälven	12
Älvsediment	14
Tandådalen	14
Görälvsdalen	14
Västerdalälven	15
Torv	15
Tandådalen	15
Görälvsdalen	15
Västerdalälven	16
Andra avlagringar	16
Isälvs avlagringarna kring Rörbäcksnäs	16
Tredimensionell jordartsgeologisk modell i Tandådalen	17
Referenser	20

INLEDNING

Sveriges geologiska undersökning är den myndighet som arbetar med frågor om landets geologiska beskaffenhet. Myndigheten har som uppgift att tillhandahålla geologisk information för samhällets behov på kort och lång sikt (SGUs Förordning 2012:805) genom att bedriva en behovsstyrd insamling av grundläggande geologisk information, och förvalta samt utveckla denna information i syfte att göra den tillgänglig och lätt att använda.

Som en del av SGUs regionala kartläggning gjordes i juni 2012 en undersökning av jordarter och lagerföljder samt en käll- och brunnsinventering i Sälen. De för jordartskartläggningen berörda områdena var Tandådalen, Görälvsdalen, Rörbäcksnäs och norra delen av Västerdalälvens dalgång, se figur 1.

Tandådalen är en dalsänka mellan höjderna i Transtrandsfjällen. Inom området flyter Stora Tandån i västlig riktning. Görälven, eller Ljøran som den heter i Norge, rinner över riksgränsen från Norge in till Sverige norr om Transtrandsfjällen. Vid Fulunäs går Görälven samman med Fulan och bildar Västerdalälven. Västerdalälven rinner söderut utmed en sprickzon i bergarten öjebasalt och vidare från Sälen till Djurås i Gagnef kommun. Där flyter den samman med Österdalälven och bildar Dalälven. Karteringen längs Västerdalälven avgränsades söderut till Norra Brändan ca 6,5 km norr om Fiskarheden.



Figur 1. Översiktskarta med karteringsområdena Tandådalen, Görälven, Västerdalälven och Rörbäcksnäs markerade (streckade områden).

Syfte

Syftet med det här projektet är att med hjälp av detaljerade höjdmodeller och fältarbete uppgradera den tidigare jordartskartan i området och i synnerhet fokusera på de delar som är viktiga för grundvattenförvaltningen i området.

En jordartskarta ger ett viktigt underlag för analyser och åskådliggör information om grundvattenförhållanden, spridning av föroreningar i mark och grundvatten, markstabilitet, erosion, byggbarhet, naturvärden och andra markrelaterade frågor. Informationen i kartan kan med fördel användas för framställning av olika tematiska produkter, t ex grundvattnets sårbarhet, markens genomsläpplighet, miljökonsekvensbeskrivningar (MKB), erosionskänslighet och skredförutsättningar.

I området kring Tandådalen, Görälven, Västerdalälven och Rörbäcksnäs har det under de senaste åren varit utbrott av smitta i form av virus (*noro, calici*) i Transtrand och Evertsberg, 2002 respektive 2009. Det har inte gått att utesluta att spridningen har skett vattenburet och det är således viktigt att öka kunskapen om grundvattnet i området för att kunna effektivisera och förbättra vattenförvaltningen.

För att utarbeta en modell över grundvattenförhållanden behövs detaljerad information om jordarterna. I det undersökta området fanns tidigare endast jordartskartor av översiktlig typ (Backström m.fl. 2010, Ek, 2012 & 2010, Svedlund & Wiberg 2011).

GEOLOGISK BAKGRUND

Dagens landskap är resultatet av processer som verkat under olika geologiska perioder. Under trias, jura, krita och delar av tertiär var klimatet varmt och fuktigt, med intensiv djupvittring av berggrunden och erosion som följd. Under tertiärperioden (65 till 2,6 miljoner år före nutid) höjdes delar av den skandinaviska halvön stegvis på grund av plattetektoniska rörelser, och erosionen intensifierades. Slättlandskap med restberg tog form och stora delar av dagens system av älvdalar bildades.

Istider och jordarternas bildning

Jordlagren i Sverige har bildats under den yngsta perioden i jordens utvecklingshistoria, kvartärtiden, som inleddes för 2,6 miljoner år sedan och som kännetecknas av ett periodvis kallt klimat. Delar av bland annat norra Europa har under den här tiden periodvis varit täckt av inlandsisar. Mellan istiderna rädde isfria perioder, så kallade interglacialer, med klimat som var likartat med eller varmare än dagens. Redan under tertiärtiden för ca 15–10 miljoner år sedan skedde en tydlig klimatförändring, temperaturen sjönk samtidigt som svängningarna mellan kallare och varmare perioder blev allt mer markanta. Detta mönster blev sedan mer uttalat under kvartärtiden. Den senaste istiden, Weichselistiden, inleddes för ca 115 000 år sedan.

Weichselistiden delas in i tre glaciationsfaser, eller stadialer. Stadialerna är uppdelade mellan två värmeperioder, interstadialer; Brörup och Odderade. Den första Weichsel-stadialens utbredning är dåligt känd. Troligen täckte den stora delar av Norrland samt fjällkedjan och hade stor inverkan på landskapet, genom erosion, deformation och deposition av material. Första stadialen avlöstes av Brörup-interstadialen för ungefär 100 000 år sedan, värmeperioden varade till för ca 90 000 år sedan då den andra Weichsel-stadialen växte fram. Den andra Weichselfasen är ännu sämre känd än den första och möjligen täckte den endast fjällkedjan (Lundqvist 2004). Odderade-interstadialen började för kring 80 000 år sedan och inlandsisen smälte av. Till skillnad från Brörup var denna interstadial betydligt kallare och bistrare. Detta ledde till att när den tredje och sista Weichsel-stadialen bredde ut sig över norra Europa för cirka 70 000 år sedan var den till stor del frusen till sitt underlag och därför bevarades mycket av landformerna från tidigare glaciationer i exempelvis Norrland. Den sista Weichsel-stadialens avsmältning är den som är bäst känd och beskrivs mer ingående nedan.

Under den sista Weichsel-stadialen var inlandsisen över norra Europa som störst, detta inträffade för ca 20 000 år sedan och Skandinavien täcktes av is. Isen var då 2–2,5 km mäktig. För 15 000–16 000

kalenderår sedan hade isen börjat smälta över södra Sverige. Fördelningen mellan land, vatten och is förändrades kontinuerligt genom samspelet mellan inlandsisens avsmältning, landhöjningen och havsytans nivåförändring. För ca 11 000 år sedan var södra och mellersta Sverige isfritt och isranden sträckte sig från trakterna av nuvarande Karlstad i väster mot Uppsalaslätten i öster. Söder om isranden var stora delar av landet täckt av havet. Den högsta nivån i terrängen som varit täckt av hav benämns högsta kustlinjen (HK) och hela kartområdet är beläget över denna nivå. Inlandsisen lämnade regionen för ungefär 10 500 år sedan (Lundqvist 2002) och omkring 1 000 år senare var resten av Sverige i stort sett isfritt.

Det är Weichselisen och dess smältvatten som med några undantag givit upphov till flertalet av de jordarter som nu till stora delar täcker berggrunden i vårt land. En inlandsis är plastisk och rör sig radiellt ut från sina högsta delar. Under sin rörelse plockar den upp bergfragment och tidigare avsatta jordlager. Detta material transporteras av isen och deponeras som morän.

När en inlandsis smälter frigörs stora mängder smältvatten. Detta samlas i och under isen och bildar isälvar i tunnlar och sprickor. Vattnet i dessa isälvar transporterar jordmaterial som varit infruset i isen, sorterar och avsätter det som isälvsediment eller som finkorniga glaciala sediment (issjösediment) i is-sjöar eller ishav. Smältvattnet kan även bilda erosionsformer, s.k. isälvsrännor, bildade antingen som smältvattenrännor vid tappning av isdämda sjöar, framför glaciären (proglaciala smältvattenrännor) eller som laterala smältvattenrännor. Laterala smältvattenrännor, också kallade skvalrännor, bildas längs med isfrontens kanter, detta är speciellt vanligt vid glaciärer som är bottenfrusna och av den anledningen inte har någon vattenföring under glaciären. Det som skiljer laterala från proglaciala smältvattenrännor är att de inte behöver följa slutningen, i och med att de bildats mot en iskant. Laterala isälvsrännor uppvisar alltså positionen av tidigare isfronter. I Transtrandsfjällen är dessa extra framträdande och har varit nyckeln till att kunna beskriva glaciationerna i kartområdet.

Genom bl.a. vittring, vind- och vattenerosion, sluttnings- och frostmarksprocesser, torvtillväxt samt mänsklig påverkan fortsätter omformning av landskapet och nybildning av jordarter. Sand och lera avsätts utmed vattendrag, lera och gyttja avsätts i sjöar. Torvmarker växer eller försvinner genom utdikning. Grus och sand avsätts av vågor och strömmar längs stränder, och vinden förflyttar sandpartiklar och bygger upp dyner.

Utvecklingen i de karterade områdena Transtrandsfjällen med omnejd har undersökts och beskrivits flertalet gånger sedan Frödin (1915) studerade området i början på 1900-talet. En första genomgående tolkning av jordartsgeologin i området utfördes av G. Lundqvist (1935, 1941), som beskrev bildandet av Transtrandsfjällens nuvarande landskapsbild utifrån en lokalglaciation vilket C.M. Mannerfelt utifrån glaciologiska och klimatologiska betingelser hävdade inte var möjligt (Mannerfelt 1945). Mannerfelt var vidare den förste att i detalj beskriva landformerna i området kring Transtrandsfjällen och tolkade landskapsbildningen som avhängigt endast av en deglaciationsfas. De komplexa landformerna i Transtrandsfjällen beskrevs ytterligare av Soyez (1971) som ansåg sig kunna bekräfta Mannerfelts tolkning av deglaciationsförloppet. Vad som inte beskrivits i någon av dessa studier är den stora omfattningen av korsande laterala smältvattenrännor.

De korsande laterala smältvattenrännorna i Transtrandsfjällen studerades senare av Kleman m.fl. (1992) vilka utförde detaljerade undersökningar av både rännornas morfologi och stratigrafi. För att förklara det komplicerade landformsmönstret delades rännorna upp och kopplades till flera deglaciationshändelser. Studien visar att det i området finns spår av minst fyra deglaciationer. Den första och äldsta av dessa ansågs ha en avsmältning mot norr, den andra drog sig tillbaka mot öster, den tredje mot västnordväst och den fjärde (yngsta), som kopplas till sista Weichselfasen, avsmälte mot nordost.

Genom utgrävningen av flertalet schakt i moränbäddarna kunde lager i stratigrafien kopplas till bildandet av de laterala smältvattenrännorna. Organiskt material grävdes upp från en av interstadialerna och daterades med kol-14 metoden till äldre än 45 000 år. Det kunde stratigrafiskt kopplas till varmpe-rioden mellan glaciationsfas två och tre. Kol-14 metoden kan endast användas för att datera cirka 50 000 år tillbaka, resultatet visar därför endast att det organiska materialet kan vara äldre, dock troligen inte yngre än 45 000 år.

Tabell 1. SGFs korngruppskala. De sorterade jordarternas benämning med hänsyn till dominerande kornstorlek. Morän, som är en i huvudsak osorterad jordart, kan benämnas grusig, sandig eller sandig-siltig beroende på sammansättning. Morän med en lerhalt överstigande 15 % benämns moränlera. Information om moränens sammansättning finns vanligen inte i databaserna.

Kornstorlek	0,002	0,006	0,02	0,06	0,2	0,6	2	6	20	60	600	mm
	Fin-silt	Mellan-silt	Grov-silt	Fin-sand	Mellan-sand	Grov-sand	Fin-grus	Mellan-grus	Grov-grus			
Ler	Silt			Sand			Grus			Sten	Block	

Under senare tid har karteringsarbeten enligt SGUs översiktliga metod (metod C) utförts av SGU i området (Backström m.fl. 2010, Ek 2012 & 2010, Svedlund och Wiberg 2011). Ett par platser med moräntäckta isälvsavlagringar har då dokumenterats, ett tecken på att sediment bevarats trots en senare glaciation. Ett av de mer omfattande områdena med moräntäckta isälvsediment återfinns i Fiskarheden, strax söder om detta projekts avgränsning (Svedlund 2005).

METOD

Karteringen baseras på två metoder, fjärranalys och fältkontroll. Området är tidigare jordartskarterat enligt metod C, kartering i skala 1:100 000 (Backström m.fl. 2010, Ek 2012 & 2010, Svedlund & Wiberg 2011). Den information som samlats in under tidigare karteringsarbeten i området har använts som underlag för denna kartering tillsammans med detaljerad höjddata och flygbilder.

Fjärranalys

Grunddata för tolkning av jordarter vid karteringen har varit Lantmäteriets nationella höjdmodell (NH) som är framställd med flygburen laserskanning, också kallad LiDAR (eng. Light Detection and Ranging). Slutprodukten är ett dataraster med en upplösning på två meter (Lantmäteriet 2010). I höjddled anses noggrannheten vara bättre än 0,1 m och i horisontalplanet bättre än 0,5 m. I områden med starkt sluttande terräng eller tät skog kan noggrannheten i höjddled bli betydligt sämre (Lantmäteriet 2010). NH ger mycket goda möjligheter för kartering av det svenska landskapet.

Utifrån NH har flertalet underlag bearbetats för att tydliggöra landskapet: terrängskuggning, lutning och krökning. Terrängskuggning är en virtuell belysning av en höjdmodell från en given riktning. Detta är en enkel metod som snabbt ger en tydlig bild av landskapets morfologi. Används endast en belysningsriktning vid kartering ökar risken att missa former i landskapet, speciellt vid kartering av linjära landformer (Smith & Clark 2005, Smith & Wise 2007). För att undvika detta beräknas terrängskuggningsbilder med olika belysningsriktning samt ett dataset med landskapets lutning, detta ger en tydlig bild av landskapets topografi. Ett komplement till lutningen är att beräkna krökningen, d.v.s. ett dataset som visar hur mycket lutningen förändras i landskapet. Tillsammans ger NH, flera terrängskuggningar, lutning och krökning möjlighet att kartera både landformer och ställvis även gränser mellan jordarter.

Förutom NH har ortofoton använts vid tolkningen, IR-färgbilder och färgbilder i skala 1:30 000 (flyghöjden 4 600 m). Vidare, för stöd vid avgränsning av torvmarker har även SGUs kaliumstrålningskarta använts.

Fältarbete

Under fältarbetet klassificeras jordarterna med hänsyn till kornstorlek (tabell 1) och bildningssätt eller bildningsmiljö (t.ex. morän, isälvsediment, svallsediment). Befintliga skärningar dokumenteras och

berghållar längs vägarna undersöks med avseende på isräfflor.

Fältarbetet innebär fältkontroll av de genom fjärranalys karterade jordarterna med stickspjut, handborr och spade. Dessutom används information från bl.a. SGUs brunnsarkiv samt geotekniska och hydrogeologiska undersökningar. Lägesnoggrannheten för ytavgränsningar i fält är uppskattad till ca 25 m. Jordlager med en genomsnittlig mäktighet som understiger en halv till en meter redovisas i vissa fall som tunna eller osammanhängande bildningar.

Efter fältarbetet utförs, med stöd av fältobservationerna och annan relevant information, en kontroll mot NH och ortofoton där jordartsområden och ytformer avgränsas och slutgiltigt klassas.

Den tolkade kartbilden och en stor del av den övriga informationen som samlas in under fältarbetet lagras i databaser. Det är SGUs ambition att ständigt förbättra och uppdatera de geologiska databaserna. För ytterligare information om geologiska kartor och databaser, produktionsmetoder, kvalitetsfrågor m.m. hänvisas till SGUs kundtjänst.

Kartans noggrannhet

Eftersom kartbilden till stor del bygger på fjärranalys, finns det en betydande osäkerhet i klassningar och ytavgränsningar. Vissa geologiska objekt som exempelvis mindre bergblottningar eller små förekomster av sorterade sediment, är ofta svåra eller omöjliga att identifiera med hjälp av fjärranalys och kan därför ibland förbises. Kartans tillförlitlighet är störst i vägtäta områden, där de flesta fältkontrollerna gjorts. Tolkningen är säkrast mellan berg och övriga sediment samt mellan morän och övriga sediment. Sorterade sediment kan vara mycket svåra att skilja från varandra med fjärranalysmetoder.

Geologiska gränser är ofta diffusa och utgörs av övergångszoner i terrängen. Kartans gränser kan därför ge intryck av en noggrannhet som varken har täckning i karteringsmetodens noggrannhet eller den geologiska gränsens verkliga karaktär.

Inom områden med växlande jordarter redovisas som regel den dominerande jordarten. Små ytor redovisas i en del fall som punktojekt, t.ex. små bergblottningar och blocksänkor.

KORTFATTAD BESKRIVNING AV JORDARTERNA INOM KARTOMRÅDET

I det nedanstående beskrivs de jordarter och övriga kvartära bildningar som påträffats i kartområdet kortfattat med avseende på bl.a. utbredning, ytformer, sammansättning och mäktighet. För information om övriga geologiska företeelser som exempelvis berggrundens sammansättning, grundvattenförhållanden eller geokemiska anomalier hänvisas till www.sgu.se eller till SGUs kundtjänst.

Denna uppgradering av jordartskartan i Tandådalen, Görälven, Västerdalälven och Rörbäcksnäs finns inte i tryckt form. Läsaren uppmanas att använda de digitala tjänster som SGU tillhandahåller för kartprodukter, såsom:

SGUs visningstjänster (WMS) kan öppnas i de flesta GIS-applikationer. Lägg till följande URL i din GIS-applikation:

<http://resource.sgu.se/service/wms/130/jordarter-25-100-tusen>

SGUs kartvisare nås direkt via webbplatsen.

Lokaler beskrivna i texten har, om det anses nödvändigt, referenser till databasen i form av koordinater i SWEREF 99 TM.

Morän

Morän bildas genom en inlandsis erosion och deposition av material från underlaget, dvs. berggrunden eller tidigare avsatta sediment. Under transporten i isen krossas och nöts materialet för att senare avlastas

närmare isfronten. Detta medför ett osorterat material med en stor blandning av olika kornstorlekar, från lera till block. Moränen kan i många fall ha ett betydande inslag av sand- och grusskikt.

Moräntäcket kan vara uppbyggt av lager avsatta under olika faser av den senaste istiden eller en tidigare istid. Normalt vilar moränen direkt på berggrunden, men det förekommer att den överlagrar äldre jordarter, avsatta under tidigare glaciationer. Vanligen följer moräntäcket mer eller mindre underlagets topografi men utjämnar också ojämnheter i underlaget. I andra områden bildar moräntäcket karaktäristiska ytformer, som kan ge information om till exempel isrörelseriktning.

Gruppen longitudinella moränryggar, innefattar landformer som drumliner, läsidesmoräner och liknande former. Drumliner definieras som strömlinjeformade ryggar belägna i isrörelsens riktning. Läsidemoräner bildas bakom uppstickande berg, i ett skyddat läge för isrörelsen där material avsätts som en rygg i isrörelsens riktning. Gemensamt för dessa former är att de har bildats under en bottensmältande is i rörelse och visar på den forna isens rörelseriktning.

En ytterligare kategori är transversella moränryggar, vilken innefattar alla typer av moränryggar bildade transversellt mot isrörelsen. kategorin innehåller till exempel både subglaciala ryggformer, såsom ribbmorän (rogenmorän ingår i denna grupp), och proglaciala ryggformer, såsom ändmoräner.

Andra ytformer som karteras är moränbacklandskap, vilket karakteriseras av oregelbundna höjder och sänkor.

Tandådalen

Moränen inom Tandådalens karteringsområde utgörs till största delen av en sandig morän, ofta med avsaknad av de finaste fraktionerna. Mäktigheten är störst i de centrala regionerna vid Närfjällsbyn (E390100, N6785600) där mäktigheterna är runt 70 m (SGU 2013, Brunnar – databas), men sedan minskar mot dalsidorna. Ställvis är moränen påverkad av erosion från glacialt smältvatten. Det är inte osannolikt att delar av mäktigheten utgörs av glaci-fluvialt eller fluvialt sorterade sediment, även om tecken på detta inte påträffats.

Exempel på moränformationer i Tandådalen är kullig morän eller moränbacklandskap som är tydligast vid Hundfjällskölen (E387600, N6784300). Longitudinella moränryggar (drumlinisering) med riktningen NNO-SSV är vanligt förekommande och är väl utvecklade i de högre områdena, till exempel på Hundfjället (E389700, N6782700).

Görälvsdalen

Morän är den dominerande jordarten i karteringsområdet Görälvsdalen. Den största uppmätta moränmäktigheten är vid Stöten (E387400, N6794200) där moränen är runt 60 m djup (SGU 2013, Brunnar - databas). I övrigt antas mäktigheterna i området vara mellan 10 och 30 m. Det är inte osannolikt att delar av mäktigheten utgörs av glaci-fluvialt och fluvialt sorterade sediment.

Moränbacklandskap förekommer på slänterna norr om Görälven vid Grundforsen (E385000, N6796500) och även vid Mitvråttjärnarna (E396000, N6797600) söder om Fulunäs. Longitudinella moränryggar går generellt i SSV riktning och har kartlagts vid Grundforsen och Lillbäckstugan (E389000, N6798000).

Inom Görälvens dalgång återfinns även områden med moräntäckta isälvssediment. Områden med moräntäckt isälvsmaterial har karterats vid ravinen vid Flatbäckens mynning (figur 2, E387220, N6796700) samt en kilometer nedströms (E338350, N6797700) och täcker sammantaget drygt 0,5 km². Vid flatbäckens mynning går det i NH att urskilja svag glacial flutning i NO-SV riktning.

Västerdalälven

Moränen i området återfinns främst i höjdområden och dalsidor och gränsar mot dalens isälvssediment



Figur 2. Skred i moräntäckta isälvs-sediment i Flatbäcken, Görälven. Foto: Gustav Peterson..

och älvsediment. Antalet moränformationer i karteringsområdet är begränsade men moränen i dalsidorna och i höjdområdena ovanför Västerdalälven har ofta en moränbacklandskapsliknande karaktär med zoner av släta moränytor. I Västerdalälvens karteringsområdes nordvästra delar har moräntäckta isälvsediment karterats i området kring Fulunäs (E397055, N6797657).

Isälvs sediment, isälvseroderade områden och isälvsrännor

Åsar bildas i vattenfyllda kanaler under istäcket och får därför en karaktäristisk form, ofta kallade getryggar. Kamebildningar är oregelbundet formade ryggar eller kullar, avsatta i kontakt med en smältande inlandsis. Sandurfält är flacka avlagringar med sand och grus, ofta med isälvsrännor i ytan. Isälvsrännor är isälvarnas övergivna fåror. Isälvs sediment är ofta skiktade och väl sorterade. Sand eller grus är vanligen dominerande kornstorlekar, men såväl sorteringsgrad som kornstorlek kan växla betydligt inom samma avlagring. Isälvsavlagringar har ofta karaktäristiska ytformer, såsom åsar, deltan, sandur och kamebildningar.



Figur 3. Kanjon, bildad av isälvar som skurit ner i Dalasandstenen ca 700 m NV om Karlsänget, Tandådalen. Foto Mikko, H.

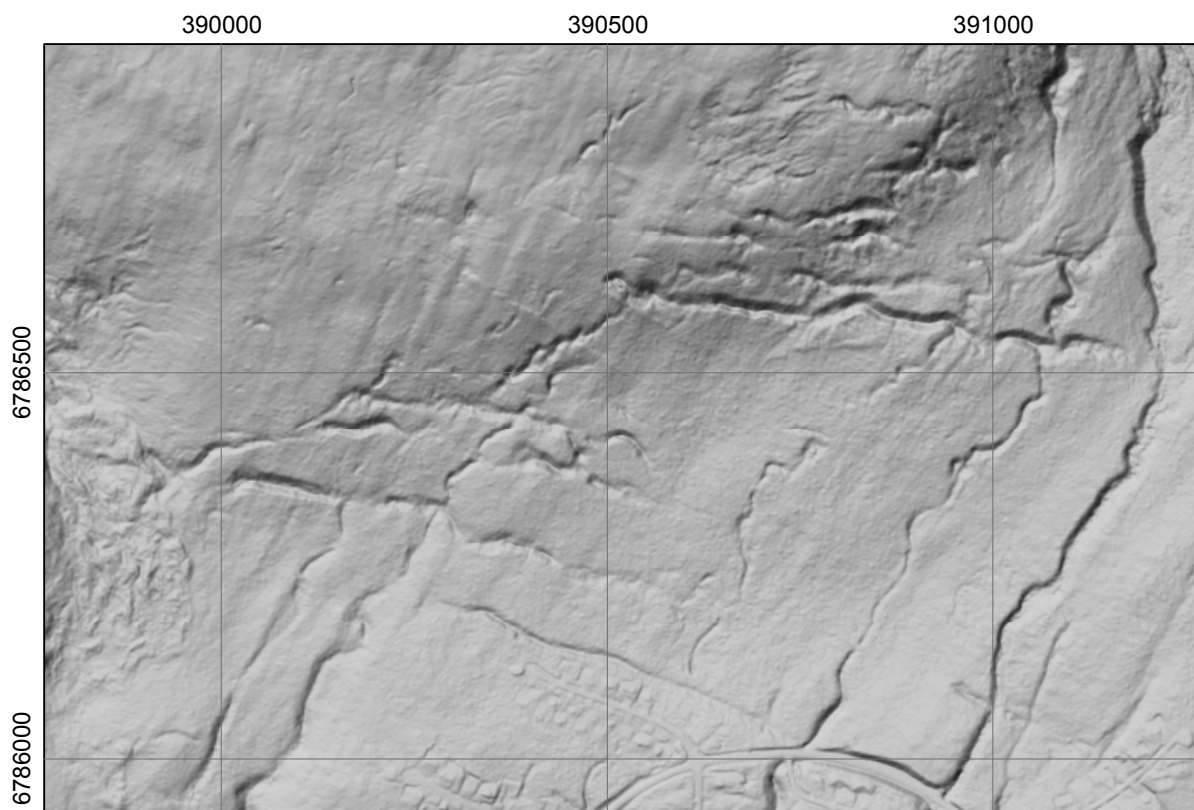
Tandådalen

I Tandådalen har isälvar lämnat spår i form av såväl avlagringar som erosion och efter morän är isälvs-sediment den vanligaste förekommande jordarten i Tandådalen. Västerut har isälvssedimenten en sandig karaktär. I de centrala delarna väster om Närfjällsbyn (E390100, N6785600) finns regionens till ytan största utbredning av isälvssediment. Materialet i detta område är generellt grovt med en betydande andel grus. Borrningar kring Tandådalens reningsverk har uppmätt mäktigheter på ca 25 m (VIAK 1975). Isälvssedimenten som har sin utbredning i dalgången mellan Västra Kalven och Hundfjället (E392800, N6782900) är mer osammanhängande och mindre mäktiga än Tandådalens övriga isälvsavlagringar. Det bör nämnas att materialet i isälvssedimenten i Tandådalen har en dåligt utvecklad rundningsgrad, detta kan troligen förklaras genom att materialet är korttransporterat vilket också bekräftas av lokala bergarter i sedimentet.

I Tandådalen framträder flera isälvsformer. Utmed hela isälvssedimentstråket finns flertalet åsryggar och vid Vackerlokarna (E387400, N6783100) i väst framträder isälvsediment i ett sandurliknande fält med finkornig sammansättning. Flera större glaciala smältvattenstråk har eroderat underliggande morän och ett stort antal isälvsrännor har bildats, i ett begränsat område i väster har erosionen varit mycket effektiv och kanjoner har bildats i berget (figur 3).

Knappt en kilometer väster om Närfjällsbyn (E388900, N6785100) påträffas en större kameformation som till stor del består av blockigt kantigt material. Materialets ofullständiga rundning beror troligen på att det är mycket korttransporterat. Detta material har sannolikt sitt ursprung från kanjoner strax norr om avlagringen som har eroderats fram av inlandsisarnas smältvatten.

Isälvsroderade områden förekommer i övrigt främst kring Närfjällsbyn och längs med Västra Hundfjällsgraven (E390160, N6783850). Förutom tydliga spår efter glacialt smältvatten i dalbotten uppvisar dalsidorna ett stort antal laterala isälvsrännor. I Tandådalen blir detta ytterligare intressant då flertalet av dessa rännor korsar varandra, ett tecken på att inte bara en glaciär varit aktiv i området. Korsande laterala isälvsrännor uppträder tydligast på Stor-Närfjällets (E389900, N6787200) södra sluttningar (fig. 4).



Figur 4. Korsande laterala smältvattenrännor på Stor-Närfjällets södra sluttning är ett tecken på en komplex deglaciationshistoria.

Görälvsdalen

Isälvs sedimentens utbredning i karteringsområdet Görälvsdalen är mest omfattande i den västra delen mellan Lövåsen (E383900, N6791100) upp till Rotökällan (E387320, N6797300). I ett mindre, avlångt stråk mellan Grundforsen och Flatbäcken uppvisar isälvs sedimenten komplicerade lagerföljder med delvis osorterat material. Mäktigheterna i detta område är minst 40 m (SGU 2013, Brunnar - databas). I den östra delen av karteringsområdet, i anslutning till Västerdalälvens karteringsområde, finns isälvs sediment vid Fulunäs (E396000, N6798600).

Området är starkt påverkat av älven och flera glaciationer. Här finns glacialgeologiskt komplicerade områden där morän överlagrar isälvs sediment.

Väg 71 går, väster om Fulunäs, i en större isälvsränna (fig. 5) som eroderats genom moränen ned till berg (E394900, N6798300). Rännan är möjligen bildad i samband med tappningar av issjöar i Görälvens dalgång. De mest framträdande isälvsformationerna i Görälvsdalen är åsryggarna som påträffas vid Grundforsen, Rotökällan, Kronoparken, samt vid Lillbäckstugan och Fuluforsmyran (E390200, N6797250).

Ytterligare isälvsformationer i området är ett långsmalt stråk av kamelandskap vid Grundforsen och dödisgröpar i isälvsavlagringen vid Fulunäs.

Västerdalälven

Västerdalälvens dalgång är starkt karaktäriserat av isälvar, både i dalen och på dalsidorna. Flera hållar framträder ur både morän och isälvs sediment och vid Hällan naturreservat (E400350, N6796050) samt vid Norra Holmen (E402300, N6793700) syns blottat berg (fig. 6). Söder om Hällan ändras topografin på sidorna om dalgången som tidigare varit relativt jämnhöga. Topografin öster om Västerdalälven blir flackare medan det på den västra sidan fortsätter att vara höga och branta höjder.



Figur 5. Väg 71 går igenom en isälvsränna som skurit ner till berg ca 1 km V om Fulunäs, Görälvsdalen. Foto: Henrik Mikko.



Figur 6. Blottad bergvägg av Öjebasalt i Hällan naturreservat, Västerdalälven. Foto: Gustav Peterson.



Figur 7. Finkorniga älvsediment vid Västerdalälvens lopp. Västerdalälven. Foto: Kajsa Bovin.

Vid Västerdalälvens början i Fulunäs har isälvar deponerat grovkorniga välrundade sediment som bildar ett fält med dödisgropar. En åsrygg finns i detta fält och går i nord-sydlig riktning.

Längre nedströms förekommer isälvssediment glest till förmån för älvsediment och vid Skärbäckstranden (E402200, N6794600) får avlagringarna en finkornigare karaktär, huvudsakligen i form av sand. Först nedströms om Resjövallen (E403500, N6792400) ökar isälvssedimentens utbredning igen. Sammansättningen är generellt sand, med undantag för grusigt material kring Bompasätra (E404000, N6788600), Gerfastheden (E405000, N6785900), vid stranden väster om Osanden (E405025, N6785200) samt i anslutning till åsryggar. Närmast älvens strandkanter finns områden med finsand, och på vissa håll uppträder raviner i dessa finkorniga jordarter.

Älvsediment

Fluviala älvsediment har bildats och avsätts fortfarande utmed vattendrag och som deltan vid vattendrags mynningar. Älvsedimenten är ofta väl sorterade samt fattiga på organiskt material.

Tandådalen

Trots att Stora Tandån har sitt lopp i dalen är det främst i den absolut västra delen av kartområdet som älvsediment återfinns. Dessa sediment är huvudsakligen sandiga. Uppströms, i östlig och nordöstlig riktning eroderar Stora tandån tidigare avsatta isälvssediment. Det är troligt att det ytliga lagret i dessa områden består av grusiga älvsediment men det är svårt att urskilja från isälvsguset.

Görälsdalen

Utmed Görälvens lopp påträffas älvsediment som i huvudsak består av sand. I vissa områden, som i Flatbäckens (E387300, N6796600), Syndans (E391200, N6798000) och Stordalsbäckens (E388500, N6797600) utlopp, samt vid Fulunäs (E396700, N6798200) antar älvsedimenten dock en grusigare karaktär.

Västerdalälven

Nerströms från Fulunäs meandrar Västerdalälven och ömsom eroderar och deponerar material. Aktiv erosion i nipor syns på flera håll vid flodkanten i Fulunäs. I älvens avlagringar finns övergivna fluviala rännor som vittnar om vattnets tidigare lopp.

Älvsedimenten har i Västerdalälven en större utbredning än i de övriga dalgångarna och har i den nordliga delen mellan Fulunäs och Skärbackstranden en grusig sammansättning.

Likt isälvsedimenten blir älvsedimenten vid Skärbackstranden finare, med kornstorleken grovsilt-finsand (fig. 7). Vid Högstrand (E404260, N6789300) går flertalet raviner i denna jordart. Finsanden avbryts ställvis av grövre älvsediment. Vid Västra Långstrand (E407000, N6780000) består exempelvis älvsedimenten av sand medan älvsedimenten på andra sidan stranden vid Östra Långstrand (E407200, N6780000) utgörs av grovsilt-finsand. Vid Resjövalen (E403500, N6792000) finns en yta med sandigt älvsediment som troligen är en avlagring bildad av vattendrag från dalsluttningarna, och således inte avsatt av Västerdalälven.

Torv

Torv består av mer eller mindre nedbrutna växtdelar som bevarats i fuktig miljö. Torvmarker uppkommer genom igenväxning av sjöar eller genom försumpning i anslutning till källor eller på andra ställen där grundvattenytan ligger nära markytan. Torvmarker indelas vanligen i mosse och kärr. Mossar kännetecknas framför allt av ett slutet täcke av vitmossor med tuvbildande arter och en i övrigt ganska artfattig flora sammansatt av olika ris, såsom ljung, skvatram, kråkris, m.fl. samt tuvdun. Kärr har ofta bildats genom igenväxning av sjöar och kännetecknas av olika slag av gräs och halvgräs (starr), vass, och fräken. Blandmyrar kännetecknas av omväxlande mosse-, fattigkärr- och kärrpartier. I blandmyrarna ingår olika mosse- och kärrtorvslag.

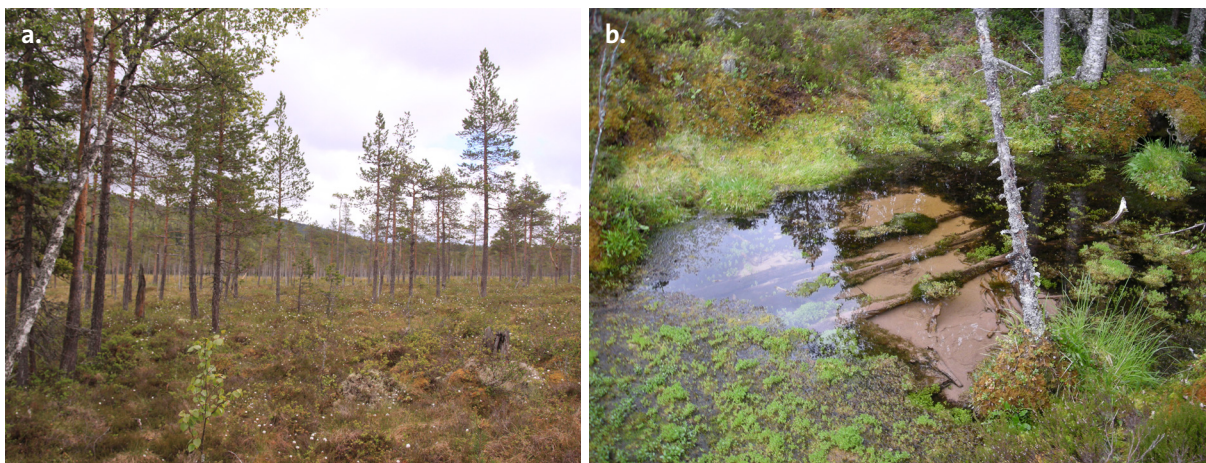
Inom karteringsområdena varierar torvens utbredning stort. Torven upptar störst arealer i Tandådalen. Följer man riksväg 66 norrut från Tandådalen mot Stöten passerar man på höger sida Närdalen (E385600, N6787000) som är ett lågområde med utbredda torvarealer på morän med flera vackra källor. I Görälsdalen finner man torv främst i den västra delen, men den är näst intill obefintlig i Västerdalälvens karteringsområde.

Tandådalen

I Tandådalen är torvutbredningen mest framträdande på dalbotten i anslutning till isälvsavlagringar. Större torvarealer i västra Tandådalen är Hundfjällskölen (E387850, N6784100) och Karlsänget (E388600, N6784700). I den östra delen finns sammanhängande torvmarksarealer i anslutning till isälvsediment vid Myrflodammen (E393400, N6787300), kring Tandålden (E392200, N6785000) och i dalen mellan Hundfjället och Västra Kalven (E392500, N6783500). Runt om dessa platser finns ytliga torvtäcken på morän. Vid Gusjöatern (E394100, N67848000) påträffas torv på morän, både som tunt ytlager och som en sammanhängande yta.

Görälsdalen

I Görälsdalens karteringsområde finns torvområden främst i Näråns dalgång. I terrängens lågpunkter kan grundvatten nå markytan och bilda vackra källor (fig. 8) med omkringliggande källmyrar. I den östra delen av karteringsområdet är torvmarker utspridda över mindre ytor i anslutning till älvsediment i dalen eller på morän i sluttningarna.



Figur 8. Torvmark (a) med porlande källor (b) vid Nördalen, S om Lövåsen, Görälsdalen. Foto: Henrik Mikko & Kajsa Bovin.

Västerdalälven

I karteringsområdet Västerdalälven finns betydligt färre och till ytan mindre torvområden än i de övriga karteringsområdena. Nere i dalgången finns inte några betydande torvmarksarealer över huvud taget. Däremot påträffas större torvområden i karteringsområdets periferi på bägge sidor dalgången.

Andra avlagringar

Förutom de hittills nämnda jordarterna tillkommer i karteringsområdena ytterligare två avlagringar i väldigt begränsad omfattning, nämligen flygsand och fyllning. Flygsand är en mycket väl sorterad jordart huvudsakligen bestående av mellansand och finsand i varierande mängder. Flygsanden avsätts i regel i kullar eller ryggar, s.k. dyner. Fyllning kallas områden där den ursprungliga markytan täckts av främmande material (schaktmassor, byggnadsavfall eller liknande) i en betydande omfattning.

Båda avlagringstyper är sällsynta i karteringsområdena, men i Görälsdalen finns två mindre partier av flygsandsdyner bredvid isälvssediment i Lövåsen (E383720, N6792600). Fyllningsmassor påträffas ställvis i karteringsområdena. Exempel på platser med fyllningsmassor är Fjällsåsen (E391550, N6784250) i Tandådalen och Lindvallen (E403500, N6782700). På dessa platser överlagras massorna morän.

Isälvsavlagringarna kring Rörbäcksnäs

Inom projektet gjordes en enklare granskning av isälvsavlagringarna kring Rörbäcksnäs. Det berörda undersökningsområdet följer avlagringarna i nordvästlig sträckning från Tandsjön (E387000, N6773100) upp till norska gränsen. Då kartering i fält var begränsad bygger stora delar av tolkningarna på fjärranalysdata.

Från norska gränsen ner till orten Rörbäcksnäs (E382200, N6779600) består isälvsmaterialet främst av sand, troligen avlagrat i en issjö eller liknande. På flertalet platser syns stora block i ytan och avgränsningen i sidled mot de omgivande sandiga moränbacklandskapen är otydlig. Vid Nybo (E380070, N6783800) framträder en åsrygg ur isälvssedimenten, och kring Lövbrändkölen (E382450, N6782500) finns en mindre isälvsavlagring med annat ursprung än övriga isälvssediment. Här och var sticker hållar upp i dagen, exempelvis vid Djupgraven (E381775, N6781606) där Stora tandån forslar fram (fig. 9).

Cirka 1,5 km SO om Rörbäcksnäs ändrar isälvssedimenten karaktär både i form och till viss del också i kornstorlek. Här reser sig en markant getryggsås bestående av sten och grus som sträcker sig flera kilometer i sydöstlig riktning ner till Tandsjön (fig. 10a). I åsen finns ett flertal åsgropar, vissa såsom Mårtenstjärnen (E385721, N6774538) är vattenfyllda.



Fig. 9. Häll vid kanten av Stora tandån, Djupgraven. Foto: Kajsa Bovin.

Mellan Vallsjön och Sjögläntan (E385150, N6775000) består isälvsavlagringarna i stor utsträckning av grus, men det finns också flacka ytor av sand med enstaka block i området (fig. 10).

En mindre slukås i väst–östlig riktning går genom Mossvikkölen (E385760, N6773733).

Isälvs sedimentens tjocklek i karteringsområdet Rörbäcksnäs varierar och det finns begränsade antal brunnar med jorddjupsdata utmed isälvsavlagringen. Vid Nybo, nära norska gränsen ligger jorddjupet på 9,5 m (SGU 2013, Brunnar – databas) medan det för orten Rörbäcksnäs finns uppgifter om jorddjup upp till 37 m (SGU 2013, Brunnar – databas). Det finns ytterligare uppgifter om att djupet till berg vid Rörbäckstjärnen (E383868, N6777425) sydöst om Rörbäcksnäs och visar på ca 20 m (SGU 2013).

Utmed norra delen av undersökningsområdet rinner Stora tandån genom isälvs sedimenten och älv-sediment. Ån Sittan flyter från Rörbäcksnäs söderut och avsätter likt Stora tandån älv sediment i dess bana. Torvområden i anslutning till isälvsavlagringarna förekommer i riklig mängd, jämnt fördelade från norr till söder.

Tredimensionell jordartsgeologisk modell i Tandådalen

En tredimensionell modell av Tandådalens jordartsgeologi har utvecklats för att visualisera jordlagrens laterala utbredning på djupet (bilaga 1). Modelleringen utfördes i programvaran *Geological Surveying and Investigation in Three Dimensions* (GSI3D, Kessler & Mathers 2004). GSI3D har använts framgångsrikt i ett flertal grundvattenundersökningar som indata till numeriska och konceptuella hydrologiska modeller eller som visualiseringsverktyg för geologin i ett område (Kessler m.fl. 2007, Marchant m.fl. 2013, Mathers m.fl. 2012). För att skapa en tredimensionell modell i GSI3D behövs tre former av indata:

- djupuppgifter i form av loggar, borrhål eller geofysik
- en höjdmodell över området
- jordartskartan.

De djupuppgifter som användes kom från SGUs hydrologiska parameterdatabas och brunnsarkiv, vilka innehåller information om kornstorlek och mäktigheter på jordarterna. Utöver detta användes två georadarprofiler vilka sträcker sig från isälvs materialet i de centrala delarna genom övergången mot morän norrut. I georadarprofilerna gick det överlag att urskilja bergöverytan och ställvis var det även möjligt



Figur 10. **a.** Rörbäcksnäsåsens sträckning ut i Tandsjön. **b.** Sandfält med enstaka block i ytan väster om Vallsjön ca 200 m söder om Hartjärnen. Foto: Kajsa Bovin.

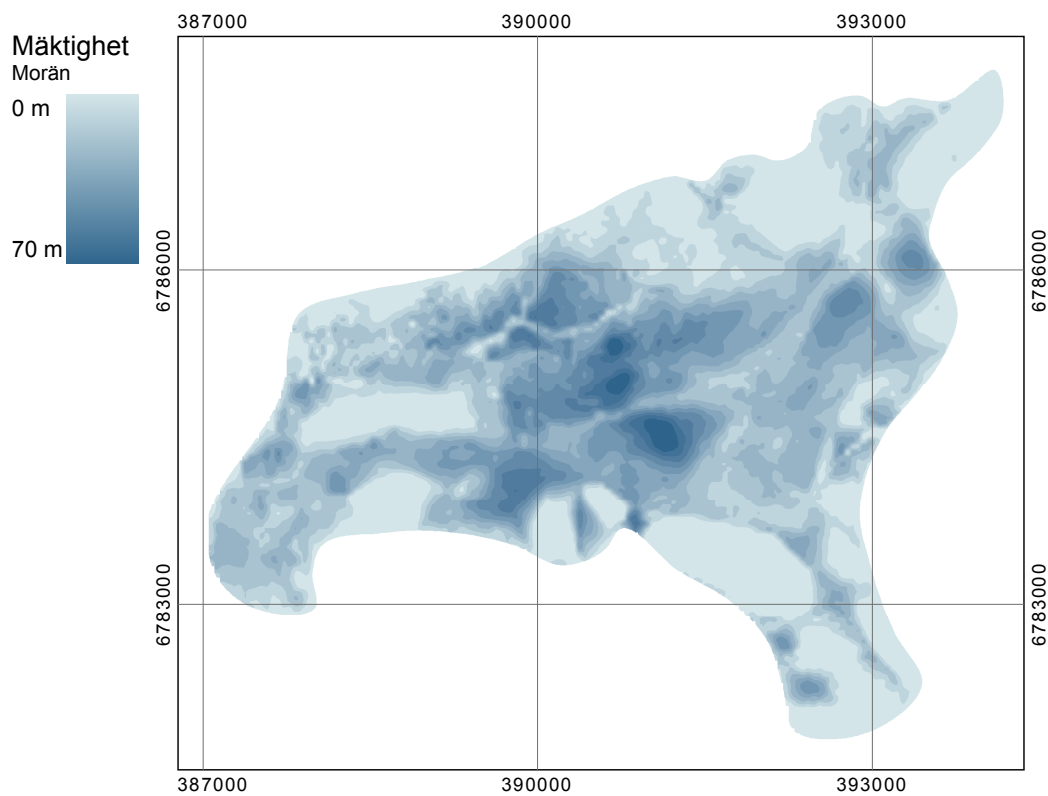
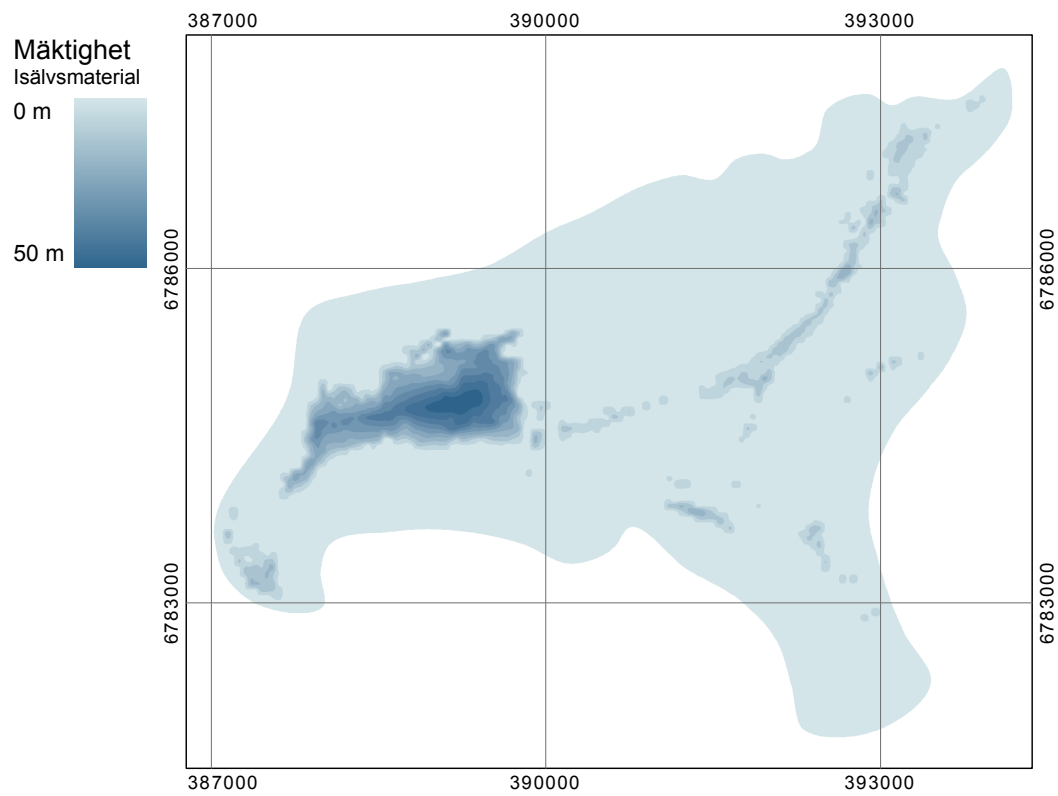
Tabell 2. Jordartspolygonerna slogs ihop och förenklades för import till GSI3D.

Jordartskartan	GSI3D
Vatten	Vatten
Alla typer av torv	Torv
Älvsediment	Fluviala sediment
Isälvsediment + tunna lager av jordart på l	Isälvsediment
Morän + tunna lager av jordart på morän	Morän
Berg + tunna jordarter på berg	Berg

att skilja mellan morän och isälvsmaterial. Lantmäteriets nationella höjdmodell användes som markyta i modellen och som överyta i alla tvärprofiler som konstruerats under modelleringen. Jordartskartans polygoner slogs ihop baserat på bildningsmiljö i grupperna torv, fluviala sediment, isälvsediment och morän (tabell 2).

Sexton geologiska tvärprofiler tolkades i området och där det var möjligt drogs de genom punkter med information om stratigrafin, såsom en punkt med borrhålsinformation eller en georadarprofil. Dock går det inte alltid att få tillgång till säker stratigrafisk data i alla delar av modellen, detta medför att vissa av sektionerna behöver ritas endast utifrån geologiska antaganden. Polygonerna på jordartskartan visar de jordarter som syns i ytan. Detta betyder att vissa jordarter ser mindre ut än den verkliga utbredningen på djupet. För att beräkningen av modellen ska bli riktig behöver jordartskartan tolkas om till jordarternas verkliga utbredning. Beräkningen som utförs i GSI3D använder sig av de tvärprofiler som tolkats, den verkliga utbredningen av jordytorna och höjdmodellen för att framställa en tredimensionell utbredning för varje jordart.

Isälvsaterialet och moränens mäktighet utifrån 3D-modellen visas i figur 11. Ytterligare information, den fullständiga modellen och annan data kan levereras i ett flertal olika format och fås efter förfrågning hos SGUs kundtjänst.



Figur 11. Exempel på jordarternas utbredning i 3D-vy. berg = röd, morän = blå och isälvsmaterial = grön.

REFERENSER

- Backström, A., Sundh, M., Mikko, H. & Svedlund, J., 2010: Jordartskartan 14D Sälen SV. Sveriges geologiska undersökning, *Serie K 343*.
- Ek, B.-M., 2010: Jordartskartan 14C Finnskoga SO. Sveriges geologiska undersökning, *Serie K 340*.
- Ek, B.-M., 2012: Jordartskartan 14C Finnskoga NO. Sveriges geologiska undersökning, *Serie K 339*.
- Frödin, G., 1915: Några bidrag till frågan om det afsmältande istäckets ytlutning. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar* 37, 146–170.
- Kessler, H., Mathers, S. & Lelliott, M., 2007: Rigorous 3D geological models as the basis for groundwater modelling. *I Annual Meeting Geological Society of America*. Illinois State Geological Survey, Denver, Colorado, USA.
- Kessler, H. & Mathers, S.J., 2004: From geological maps to models - finally capturing the geologists vision. *Geoscientist* 14, 4–6.
- Kleman, J., Borgström, I., Robertsson, A.-M. & Lilliesköld, M., 1992: Morphology and stratigraphy from several deglaciations in the Transtrand Mountains, western Sweden. *Journal of Quaternary Science* 7, 1–17.
- Lantmäteriet, 2010: Produktbeskrivning: GSD-Höjddata, grid 2+.
- Lundqvist, G., 1935: Isavsmältningen inom Bergslagen. *GFF* 57.
- Lundqvist, G., 1941: En lokalglaciation i övre Dalarna. *GFF* 63.
- Lundqvist, J., 2002: Weichsel-istidens huvudfas. I Fredén, C. (red.), *Berg Och Jord. Sveriges Nationalatlas*, SNA, sid. 124–135.
- Lundqvist, J., 2004: Glacial history of Sweden. I Ehlers, J., Gibbard, P.L. (red.), *Quaternary Glaciations—Extent and Chronology*. Elsevier B.V., sid. 401–412.
- Mannerfelt, C.M., 1945: Några glacialmorfologiska formler. *Geografiska Annaler* 1-2.
- Marchant, A.P., Banks, V.J., Royse, K.R. & Quigley, S.P., 2013: The development of a GIS methodology to assess the potential for water resource contamination due to new development in the 2012 Olympic Park site, London. *Computers & Geosciences* 51, 206–215.
- Mathers, S.J., Kessler, H., Macdonald, D.M.J., Hughes, A., Jackson, C. & Robins, N.S., 2012: The use of geological and hydrogeological models in environmental studies. *British Geological Survey, IR, 10/022*.
- SGU, 2013: Brunnar - databas, Sälenområdet. [sgudw-bark_brunnar](#).
- Smith, M.J. & Clark, C.D., 2005: Methods for the visualization of digital elevation models for landform mapping. *Earth Surface Processes and Landforms* 30, 885–900.
- Smith, M.J. & Wise, S.M., 2007: Problems of bias in mapping linear landforms from satellite imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 9, 65–78.
- Soyez, D., 1971: Geomorfologisk kartering av nordvästra Dalarna. Forskningsrapport Naturgeografiska institutionen, *Stockholms universitet* 11.
- Svedlund, J., 2005: Moräntäckt isälvsediment sydost om Fiskarheden. SGU-rapport 2005:18.
- Svedlund, J. & Wiberg, B., 2011: Jordartskartan 14D Sälen NV. Sveriges geologiska undersökning, *Serie K 341*.
- VIAK AB, 1975: Malungs kommun, grundvattenundersökning i Tandådalen, Utvärdering av vattentillgången. Falun. *Ref nr Georegistret 4106*. s 42.