# Kartläggning av Ångermanälvens bottenförhållanden från Näsåker till Nyland

Johan Nyberg, Björn Bergman & Lovisa Zillén Snowball

december 2016

SGU-rapport 2016:14





Sveriges geologiska undersökning (SGU) i samverkan med Statens geotekniska institut (SGI). Diarienummer SGU: 31-1009/2014 Diarienummer SGI: 1.1-1303-0243. SGUs projektakronym: /sgi15 SGUs projektkod: 39154

Omslagsbild: Erosionsbranter i sand och silt, så kallade nipor. Foto: Johan Nyberg, SGU.

Sveriges geologiska undersökning Box 670, 751 28 Uppsala tel: 018-17 90 00 fax: 018-17 92 10 e-post: sgu@sgu.se www.sgu.se

Granskad av: Gunnel Göransson, SGI Ansvarig enhetschef: Lovisa Zillén Snowball, SGU Redaktör: Tone Gellerstedt, SGU

# INNEHÅLL

Sammanfattning	
1. Inledning	
2. Metodik	
2.1 Hydroakustik	
2.1.1 Interferometrisk sonar (swath-sonar)	
2.1.2 Sedimentekolod	
2.1.3 Reflektionsseismik	
2.1.4 Positionering	
2.1.5 Noggrannhet för insamlade data	
2.2 Provtagning	11
2.3 Bearbetning	
3. Resultat	
3.1 Mätområde	
3.2 Redovisade sedimenttyper	
3.2.1 Morän	
3.2.2 Isälvsavlagringar	
3.2.3 Glaciallera	
3.2.4 Postglacial grus och sten	
3.2.5 Postglacial sand och grus	
3.2.6 Postglacial finsand	
3.2.7 Postglacial silt	
3.2.8 Postglacial lera, gyttjelera och lergyttja	
3.2.9 Lösa avlagringar	
3.3 Beskrivning av delområden	
3.3.1 Näsåker–Moforsen	
3.3.2 Moforsen–Forsmo	
3.3.3 Forsmo–Sollefteå–Korvsta	
3.3.4 Korvsta–Nyland	
4. Levererat material	
5. Referenser	

#### SAMMANFATTNING

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har kartlagt bottenförhållanden i Ångermanälven, från Näsåker i norr till Nyland i söder. Bottenförhållandena redovisas genom terrängmodeller, sedimentens fördelning och egenskaper både horisontellt och vertikalt samt genom förekomsten av skredärr. Sedimentens fördelning i bottenytan redovisas med två skikt. Det ena visar den sedimenttyp som dominerar i den översta metern av älvbottnen och ger älvbottnen dess allmänna karaktär i termer av ytformer, erosionsbeständighet, bärighet etc. Det andra skiktet visar tunna och osammanhängande sedimentlager i bottenytan (< 50 cm mäktighet). Dessutom redovisas bottenområden som är stor- och rikblockiga, samt där sedimenten är rörliga och sandvågor förekommer. Längs hela sträckan varierar berggrundsytans läge kraftigt från att förekomma i bottenytan till att vara på cirka 100 meters djup. I allmänhet förekommer en mer grovkornig bottenyta bestående av sten och block i området mellan Näsåker och Sollefteå, vilket kan bero på en mer ytnära berggrundsyta och rikare förekomst av morän som ursprungsmaterial. Från Sollefteå till Nyland förekommer i bottenytan mer rörliga sediment bestående av sand och grus, som sandvågor är formade i. Generellt är älvbottnen, enligt befintlig borrningsinformation och här insamlad seismisk information, uppbyggd av växellagrande lera, silt, sand och grus i de övre delarna och kan i de djupare delarna bestå av isälvsavlagringar i allmänhet och morän. Längs hela sträckan förekommer skredärr på älvbottnen, både i silt, sand, grus, sten och morän.

#### **1. INLEDNING**

Sveriges geologiska undersökning (SGU) och Statens geotekniska institut (SGI) har sedan tidigare träffat en ramöverenskommelse avseende samverkan om underlag till skredriskanalyser. SGI har identifierat ett tiotal vattendrag i Sverige som i ett klimatanpassningsperspektiv är mest prioriterade för skredriskanalys, varav Ångermanälven är ett av dessa vattendrag.

Syftet med bottenmätningarna i Ångermanälven är att tillhandahålla bottennivåer, det vill säga högupplösta terrängmodeller av bottnen refererade till höjdsystemet RH 2000, samt ett geologiskt underlag över bottenförhållandena för bland annat erosions- och stabilitetsberäkningar, lutningsanalyser, jorddjupsmodeller ingående i skedriskanalysen, enligt följdöverenskommelse SGU diarienummer 31-1009/2014 och SGI diarienummer 1.1-1303-0243.

I denna rapport redovisas de moment, aktiviteter, sammanställningar, analyser och resultat som SGU utfört inom uppdraget för Ångermanälven. Fältarbete och tillhörande bearbetning har utförts av följande personal på SGU: Björn Bergman, Håkan Fröjdh, Johan Nyberg, Peter Slagbrand och Colby Smith. Johan Nyberg är huvudförfattare och även den som har framställt sedimentkartorna.

#### 2. METODIK

För mätningarna i Ångermanälven har SGU använt sin undersökningsbåt Ugglan, som är anpassad för maringeologiska undersökningar i grunda vatten. Ugglan är utrustad med hydroakustiska mätsystem som återger djupförhållanden och bottnens egenskaper, såväl vad gäller ytan som uppbyggnaden på djupet, samt positioneringssystem. Ugglan är också utrustad med provtagare samt ett undervattenskamerasystem. Efter de utförda mätningarna har data bearbetats och preliminärtolkats i syfte att bestämma platser för provtagning samt fotografering av älvbottnen. Efter provtagningsresultaten har hydroakustisk data sammanställts, analyserats och kartor framställts. Mätningarna och provtagningarna har utförts i området från Näsåker i norr till Nyland i söder (fig. 1).



Figur 1. Den resulterande sedimentkartan, som även redovisar det uppmätta området av Ångermanälvens botten, från Näsåker i norr till Nyland i söder, samt positioner där undervattensbilder och prover av älvbottnen tagits, tillsammans med Lantmäteriets terrängkarta.



Figur 2. Exempel på den uppmätta djupmodellen för älvbotten, refererad till RH 2000 och SWEREF 99 TM, precis norr om Moforsen, tillsammans med Lantmäteriets höjdmodell för land draperat på flygfoton och fastighetskartan. Pilarna visar exempel på troliga skredärr och skredmassor, och följaktligen spår av skred som förekommit på älvbottnen i området. I anslutande område i höjdmodellen syns också spår av skred på land.

# 2.1 Hydroakustik

Den använda hydroakustiska mätrustningen är följande:

#### 2.1.1 Interferometrisk sonar (swath sonar)

En interferometrisk sonar (*swath sonar*) ger både en konventionell *side scan*-sonarbild och täta vattendjupvärden inom hela sonarstråket. Djupen bestäms genom att mäta tiden mellan utsänd puls och mottaget eko och beräkning av infallsvinkeln för den reflekterade ljudpulsen. Vinkeln fås genom mätning och registrering av fasskillnader på den reflekterade ljudpulsen mellan ett antal olika mottagarelement. Dessa registreringar utförs ett antal tusen gånger per akustisk puls. Resultatet blir en batymetrisk bild av bottnen tvärs båtens färdriktning. Sammanslagning av dessa djupmätningar ger en tredimensionell bild av bottnens djupförhållanden, eller uttryckt på ett annat sätt, en terrängmodell över bottnens ytformer (fig. 2). Information från delvis överlappande stråk kombineras i ett bearbetningsskede till en heltäckande terrängmodell över det undersökta området. I fältarbetet har SGU använt en i fören på Ugglan monterad *swath sonar* av typen Geoswath Plus som arbetar med en kort 250 kHz CW (*Continous Wave*)-puls.

Vid processeringen har programvaran GS4 använts. Under denna processering är målsättningen att som resultat erhålla djupvärden som enbart representerar bottnen. Detta innebär att programvaran ger möjlighet att filtrera bort alla utanförliggande registrerade djupvärden som är orsakade av exempelvis älvens vattenyta, ljud, propellrar, elektroniskt brus etc. Generellt kan sägas att två filter används: amplitud och gränser. Djupvärdena har exporterats från GS4 till Esri ASCII-grid-format, som sedan importerats in i programvaran Esri ArcGIS som georefererade tiff-raster. Djupdatamängderna har levererats till SGI, refererade till SWEREF 99 TM och höjdsystemet RH 2000, som georefererade tiff-raster med en upplösning av 0,5 × 0,5 meter.

Den konventionella *side scan*-sonarbild som fås med den interferometriska sonarn ger en redovisning, som kan liknas vid en flygbild, av bottnens struktur, textur och hårdhet baserad på ekosvarets signalstyrkevariation över tiden. Signalstyrkan registreras med fasta (mycket korta) tidsintervall och ger information om ekosvarets energiinnehåll (backscatter och amplitud). Mätdata har korrigerats för *slant range* (sträckan längs botten har räknats fram och redovisas istället för sträckan mellan mätinstrument och botten), georefererats, transformerats till geotiff-format med 10 cm pixelstorlek och sammanfogats till heltäckande mosaikbilder, se exempel i figur 3. Vid denna processering har programvaran GS4 använts.



Figur 3. Korrigerad backscatterbild av älvbottnen vid Ungholmen. Förändringar och fördelning av ytsedimentens hårdhet, struktur och textur, samt företeelser som sandvågor och block, syns mycket tydligare än i enbart djupdata. Generellt representerar de mörkare ytorna hårdare, grövre och/eller mer osorterat material, och vice versa.

#### 2.1.2 Sedimentekolod

Sedimentekolodet är utformat för att ge en högupplöst digital profil genom bottnar bestående av finkorniga sediment, se exempel i figur 4. Lodet har i detta fall arbetat med vågformen av en så kallad Rickerpuls med centerfrekvensen 10 kHz. Ljudpulserna är anpassade till att penetrera bottenytan och underliggande finkorniga material med partiell reflektion vid de skiktgränser som ljudet tränger igenom. Upplösningen som erhålls är god. Strukturer i botten med en separation av några decimeter kan vanligen särskiljas. Penetrationsdjupet kan uppgå till drygt 50 meter i leriga sediment, men är mindre i grövre jordarter innehållande grovsand, sten, grus och block. Sedimentekolodet som använts i detta projekt är Kongsberg Topas 120.

#### 2.1.3 Reflektionsseismik

Vid reflektionsseismiska undersökningar av den typ som nyttjas för SGUs maringeologiska undersökningar används ett frekvensband på 1–6 kHz. Ljudsignalen har ett avsevärt större frekvens- och energiinnehåll än sedimentekolodet och har på så vis ett penetrationsdjup som gör det möjligt att erhålla profiler genom hela lagerföljden, från bottenytan ner till berggrundsytan. Ljudreflektionerna från bottenytan tas emot av en separat linjehydrofon. Upplösningen som fås är sämre än den från sedimentekolodet, men i gengäld kan grovkorniga skikt och ibland även sedimentär berggrund penetreras. I detta projekt har en *Applied Acoustics boomer* med 1-kanals linjehydrofon använts. Seismiksystemet genererar data i form av profiler över sedimentens uppbyggnad.

Både sedimentekolod- och seismikdata lagras i SEG-Y-format. Efter processeringen har datamängden transformerats till rasterformat och lästs samt tolkats i programvaran MDPS. Sedimentekolods- och seismisk data har tolkats samtidigt, och djup- samt backscatterdata har – tillsammans med annan relevant information – använts inläst i programvaran. Den akustiska stratigrafin har tolkats och översatts till sedimentlagerföljder (se fig. 5). Dessa har sedan exporterats till tabeller i ASCII-format i vilka de olika sedimentlagrens överytor och berggrundsytans djup i meter visas i varje skottpunktsposition, det vill säga den position där en ljudpuls skickas ut (tabell 1 och 2). Tolkningarna har även transformerats till *shape*-format med tillhörande lyrfil (se till exempel figur 17).

aben n Exemper på när den tokade sedimentingen ogden redovisas i taben om i 1500 Asen format.										
S p n	kott- ounkts- oum- ner	E (SWEREF 99 TM)	N (SWEREF 99 TM)	Antal sedi- ment lager	Kod för sedi- ment- lager 1	Djup till överyta (m)	Kod för sedi- ment- lager 2	Djup till öve- ryta (m)	Kod för sedi- ment- lager 3	Djup till överyta (m)
	2612	602267.573	7025361.468	3	41	4,276	100	5,404	99	25,707
	2613	602268.296	7025361.000	3	41	4,295	100	5,409	99	25,297
	2614	602269.017	7025360.529	3	41	4,312	100	5,413	99	24,843

Tabell 1. Exempel på hur den tolkade sedimentlagerföljden redovisas i tabellform i SGU-ASCII-format.

Tabell 2. Tabell som används för översättning från sedimentkoder i den seismiska tolkningen till sediment.

Sedimentkod	Sediment	Sedimentkod	Sediment
10	postglacial lera, gyttjelera och lergyttja	57	isälvsavlagring i allmänhet
19	glaciallera	72	diamikton och fyllning
31	postglacial finsand	76	morän
41	postglacial sand och grus	99	kristallin berggrund
51	postglacial grus och sten	100	lösa avlagringar



#### 2.1.4 Positionering

Under undersökningarna lägesbestämdes Ugglan, samt mätsystemens sensorpositioner ombord och utanför båten, kontinuerligt med hjälp av *Real Time Kinematic* (RTK), vilket är en noggrann form av positionsmätning med *Global Navigation Satellite System* (GNSS). Varje mätpuls är på detta sätt lägesbestämd i koordinatsystemet SWEREF 99 TM med en nominell noggrannhet bättre än 1 decimeter.

#### 2.1.5 Noggrannhet för insamlade data

Noggrannheten för insamlade data beror främst på kvaliteten av GNSS-data, precisionen på rörelsesensorerna, ljudkällans frekvens, ljudhastighetsförhållanden i vattnet, bottnens akustiska hårdhet och struktur samt störningskällor. Ugglans GNSS är kapabel till en noggrannhet på ett par centimeter i horisontal såväl som vertikal led när RTK-korrektioner kan tas emot över mobildatanätet. Vid frånvaro av mobiltäckning sänds korrektioner för positionen från satelliter, noggrannheten minskar då till 6–8 decimeter i horisontalled och till någon meter i vertikalled.

Ugglans rörelsesensor har en precision på 0,1 grad. Det motsvarar cirka 2 mm per meter från mätinstrumentet. Frekvens på Ugglans mätsystem varierar, 250 kHz för *swath*-sonarn, cirka 2–30 kHz för sedimentekolodet, och cirka 3,5 kHz för seismiken. Den teoretiska vertikala upplösningsförmågan är en fjärdedel av ljudets våglängd. För en typisk ljudhastighet i vatten på 1450 m/s blir den vertikala upplösningen cirka 1,5 mm för *swath*-sonarn, 1,2–18 cm för sediment-ekolodet, samt 10 cm för seismiken. Skillnaden mellan den antagna och verkliga ljudhastigheten i vatten är den största felkällan eftersom den är linjär med differensen. Ett medelfel på en procent (1,45 m/s) ger ett motsvarande fel på avståndet mellan källan och bottnen. I Ångermanälven varierar ljudhastigheten, som beror framför allt på temperatur och salthalt, bara några meter per sekund mellan vattenytan och bottnen och mindre mellan uppströms och nedströms. I djupbassängerna i den nedre delen av älvens sträckning varierar ljudhastigheten något mer och har där mätts med en ljudhastighetsprofilerare.

Storleken på objekt som kan detekteras med *swath*-sonarn beror på hur tätt ljudpulserna från mätsystemet sänds ut och mottages. I Ångermanälven har *swath*-sonarn sänt minst en ljudpuls var 14 cm längs mätlinjen. Störningskällor som ljud från omgivningen, båtens motor och skrov samt turbulens runt instrumenten kan orsaka fel i detektionerna av bottensvaren från mätinstrumentens ljudpulser. För att filtrera bort dessa fel används metoder baserade på statistik på data. Alla reflektioner på ett kvadratiskt område jämförs och det mest representativa värdet används för djupmodellen.

#### 2.2 Provtagning

Ugglan (fig 6.) är utrustad med ett undervattenskamerasystem och provtagare såsom gripskopa och stötlod. För att verifiera de hydroakustiska undersökningarna har 37 platser i kartområdet besökts för provtagning och fotografering av bottensediment för sedimentklassificering (fig. 1). Bottnen fotograferades på alla platser. Upptagning av prover på däck med gripskopa lyckades på 25 platser. Gripskopan fångade prov i de översta 10 till 25 cm av bottnen. Upptagning av prover misslyckades på 12 platser där bottenmaterialet var alldeles för hårt och grovkornigt. Okulära bedömningar av bottensedimenten vid alla platser i undervattensbilder har utförts och dokumenterats. Vidare har, för upptagna prover, en okulär bedömning av jordart, tillsammans med eventuell mäktighet, samt fotografering och dokumentation utförts. Tio prov lämnades till SGIs laboratorium (sträckan Nyland–Sollefteå) och åtta prov lämnades till MRMs laboratorium (sträckan Sollefteå–Näsåker).



Figur 6. SGUs undersökningsbåt Ugglan är anpassad för maringeologiska undersökningar i grunda vatten och är utrustad med bland annat undervattenskamerasystem, provtagare och hydroakustiska mätsystem. På bilden sjösätts Ugglan i Ångermanälven. Foto: Björn Bergman.

#### 2.3 Bearbetning

I det slutliga tolkningssteget, utfört vid SGU i Uppsala, samlades all framtagen relevant information i undersökningsområdet, såsom backscattermosaiker, terrängmodeller, tolkningar av seismik- och sedimentekoloddata, provtagningsresultat, beskrivningar och bilder av bottenytan, omkringliggande landgeologi, resultat från borrningar och provtagningar på land, flygfoton, etc., i CAD- och GIS-miljö. Med stöd av underlagsinformationen framställdes bland annat sedimentkartor, profilkartor som visar älvbottnens geologiska uppbyggnad, samt kartskikt som visar förekomsten av blockbottnar, sandvågor och skredärr.

Sedimentkartorna har en redovisningsform som bygger på den som används för jordartsinformationen på land. Det innebär att en geologisk terminologi används, samt att sedimentens fördelning är uppdelade i två skikt. Det ena skiktet visar den sedimenttyp som dominerar i den översta metern av älvbottnen och kallas för huvudjordart. Denna huvudjordart ger älvbotten dess allmänna karaktär i termer av ytformer, erosionsbeständighet, bärighet, etc. Det andra skiktet visar tunna och osammanhängande sedimentlager i bottenytan (< 50 cm mäktighet) och kan vara grövre residualmaterial från morän och isälvsmaterial, eller tunna – både rörliga och ackumulerade – sand-, silt- och lerlager som ibland likt en slöja överlagrar underliggande sediment.

Blockbottnar är markerade där block syns i backscatterbilden, i djupdata samt i sedimentekolodsdata. Sandvågor (*ripples*) är markerade där sandvågor syns både i sonargrammet och i djupdata. Skredärr är markerade där tolkade skredärr tillsammans med spår av skredmassor förekommer.

# **3. RESULTAT**

# 3.1 Mätområde

Den hydroakustiska mätningen av Ångermanälven har utförts i ett område från Näsåker och nedströms till Nylandsbron. Sträckan är cirka 80 km (fig. 1). Mätningarna har så långt som möjligt täckt hela vattenområdet in till älvstranden. Mätlinjer har körts med ett tillfredsställande överlapp till närliggande linje. I grunda vattenområden (< 2 m) har täckningen dock kommit att bli begränsad på grund av att Ugglan inte kan gå grundare än cirka 3 m för att inte riskera att skada mätinstrumenten. Täckningen på dessa djup är då beroende av hur långt *swath*-sonarn nått, vilket i sin tur beror på den aktuella bottentopografin. Den resulterande sedimentkartan av bottnen redovisar mätningarnas täckning.

# 3.2 Redovisade sedimenttyper

#### 3.2.1 Morän

I de områden där *moränen* finns i bottenytan är finmaterialet i ytan på många ställen ursköljt. Moränen utgörs då av ett *residualsediment* bestående av grövre material. Detta innebär att där morän påträffas på älvbotten är det mestadels större blockansamlingar på ytan (fig. 7A). Morän har även påträffats under tunna skikt av postglacial lera, silt, sand, grus och sten. I dessa områden kan därför block sticka upp i en bottenyta bestående av finkorniga sediment (fig. 7B).

Morän förekommer rikligt i bottenytan i de norra delarna av området från Näsåker till Moforsen, från Översel till Kullbacken samt östra sidan av bottnen vid Skarped. Moränens mäktighet verkar variera mellan någon och några meter, vilket innebär att där morän förekommer i ytan finns även en ytnära berggrundsyta.

#### 3.2.2 Isälvsavlagringar

I de redovisade kartorna differentieras isälvsavlagringarna inte, utan markeras som *isälvsavlagring i allmänhet.* Isälvssediment ger normalt en god akustisk respons. En mer eller mindre tydlig lagring kan i en del områden observeras djupare ned i de reflektionsseismiska profilerna, och kan tolkas som isälvssediment.

Inom kartområdet har isälvsavlagringar påträffats i bottenytan strax öster om Sollefteå och Ungholmen. Enligt den akustiska signaturen förekommer förmodligen isälsavlagringar också längre ned i jordlagerföljderna.

# 3.2.3 Glaciallera

Den *glaciala leran* har påträffats på tre provtagningsplatser i bottenytan i de södra delarna av kartområdet, från Ungholmen till Nyland. Dessutom finns indikationer i de hydroakustiska signaturerna på att denna jordart förekommer ganska frekvent i älvbottnen här. När den glaciala lerans överyta utgör bottenytan ger den generellt en förhållandevis säregen akustisk signatur i backscatterdata, en signatur som återfinns här. De penetrerande mätningarna (seismik och sedimentekolod) redovisar här också samma bandade och konforma textur som glaciallera ger i andra områden. Där glaciallera är bedömd att förekomma är bottnen dessutom trappstegsliknande eroderad i terrängmodellen. Glaciallera eroderas längs avsatta varv, vilket kan ge en trappstegsliknande form. Av dessa fyra anledningar redovisas förekomst av glaciallera från Ungholmen till Nyland. Fler provtagningar och borrningar bör utföras för att verifiera denna bedömning.

Glacialleran överlagras oftast av tunna rörliga ler-, silt-, sand-, och gruslager, eller av residualmaterial bestående av sand och grus (fig. 8). Mäktigheten av glacialleran varierar. Glacialleran är ställvis påverkad så att bandningen lutar (fig. 9).



Figur 7A. Exempel på rik- och storblockig morän mellan Näsåker och Moforsen. Bottnar som liknar dessa är i kartan benämnda med morän som huvudjordart och postglacial grus och sten som tunt lager, samt är i kartskiktet för bottentyp markerat som blockig botten.



Figur 7B. Morän med ett överlagrande tunt lager av postglacial sand och grus.



Figur 8. Bedömd glaciallera i bottenytan vid Nyland med ett överlagrande tunt osammanhängande lager postglacial sand och grus.





# 3.2.4 Postglacial grus och sten

Postglacial *grus och sten* förekommer på delar av älvbotten som under lång tid utsatts för strömmar som eroderat och transporterat bort finkornigare sediment. Denna bildning är oftast ett residualmaterialfrån morän, glaciallera eller isälvsmaterial.

Inom kartområdet är detta sediment vanligt förekommande i bottenytan, både som tunna skikt, upp till några decimeter (fig. 10), men även som huvudjordart med någon meters mäktighet.

#### 3.2.5 Postglacial sand och grus

Postglacial *sand och grus* kan uppträda som residualmaterial, som sediment under transport, samt som ett ackumulerande sediment där strömexponeringen är relativt lägre. Inom kartområdet uppträder postglacial sand och grus rikligt som huvudjordart och sporadiskt som tunt skikt överlagrandes annan jordart (fig. 11). Mäktigheten kan uppgå till flera meter och växellagras med lera och silt. Postglacial sand och grus bildar sandvågor i den södra delen av kartområdet.

# 3.2.6 Postglacial finsand

*Postglacial finsand* förekommer i mindre exponerade lägen där strömpåverkan är mindre. Finsanden överlagrar normalt annan jordart, men den kan i vissa fall underlagra finkornigare sediment om avlagringsmiljön ändrats till en mindre exponerad miljö. Sorteringsgraden är normalt hög. Avlagringar av finsand är mycket jämnkorniga och har normalt en mycket slät överyta, vilket leder till en svag och strukturlös akustisk signatur. I många fall förekommer sandvågor (*ripples*) på överytan (fig. 12).

Inom kartområdet har postglacial finsand påträffats som tunt lager i bottenytan, framför allt i mindre strömexponerade lägen (fig. 13).



Figur 10. Tunt lager av postglacial grus och sten på älvbottnen vid Näsåker.



Figur 11. Postglacial sand och grus, bedömd som huvudjordart vid Omnäs.



Figur 12. Postglacial finsand med sandvågor (*ripples*).

# 3.2.7 Postglacial silt

Postglacial *silt* är en produkt som omlagrats till följd av våg- och strömpåverkan. Till skillnad från den postglaciala sanden avsätts postglacial silt i områden med relativt låg energi och mindre starka bottenströmmar (exempelvis i vikar). Silt kan också förekomma i områden där bottenströmmens styrka varierar från tid till annan. Halten av dött organiskt material kan i vissa fall vara så betydande att sedimentet får en gyttjig karaktär. Siltbottnar är normalt jämna och strukturlösa (fig. 14), vilket bland annat leder till en mindre kraftig akustisk respons.

Postglacial silt förekommer framför allt i bottenytan som tunt lager på annan jordart, men kan i kartområdet även förekomma rikligt längre ned i lagerföljden och växellagra med andra jordarter.

# 3.2.8 Postglacial lera, gyttjelera och lergyttja

Detta sediment förekommer i skyddade vikar och bakvatten där strömexponeringen är låg, lägre än i områden där postglacial finsand förekommer. Beroende på inblandningen av dött organiskt material indelas detta finkorniga sediment i *postglacial lera, gyttjelera eller lergyttja*. I den redovisade kartan särskiljs inte dessa lertyper.

De ytligaste sedimentlagren är mycket lösa och håller normalt en vattenhalt som överstiger 75–80 procent (fig. 15). Något djupare ned är konsistensen geléartad. Inom mäktigare avlagringar kan halten av metangas vara betydande. De postglaciala lerorna uppvisar normalt en jämn och strukturlös yta i älvbottnen. De postglaciala lerorna har normalt en svag akustisk signatur som karaktäriseras av en inte alltid synlig horisontellt lagrad struktur som till skillnad från den glaciala leran inte följer underlaget. Förekommer gas bildar denna en akustisk barriär i leran som ger upphov till en kraftig akustisk respons, vilket i sin tur medför att strukturer normalt inte kan ses djupare ned i lagerföljden.

Norr om Sollefteå förekommer postglaciala leror, gyttjeleror och lergyttjor i bottenytan, både som tunt skikt över annan jordart och som huvudjordart i områden med begränsad strömexponering. Postglacial lera förekommer dock även rikligt längre ned i lagerföljden i områden med större jorddjup, i hela det undersökta området, och kan växellagra med andra jordarter.

# 3.2.9 Lösa avlagringar

Inom stora delar av kartområdet finns ingen dokumenterad information om lagerföljder från borrningar. Eftersom de övre delarna av älvbottnen över stora områden består av block och sten som dämpar ljudsignalen, finns inte heller sådana registrerade reflektorer, det vill säga synliga skift mellan sediment, och inte heller förändringar av struktur och textur i seismiska profiler från bottenytan ned till den kristallina berggrundsytan, som kan ge information om jordart och lagerföljder. Därför har vi valt att benämna de jordarter som finns i lagerföljden i dessa områden som *lösa avlagringar*. Lösa avlagringar innehåller förmodligen växellagrande lera, silt, sand och grus i de övre delarna och kan i de djupare delarna bestå av isälvsavlagringar i allmänhet och morän. Framtida borrningar och eventuella kompletterande hydroakustiska mätningar får förbättra den stratigrafiska kunskapen här.

# 3.3 Beskrivning av delområden

# 3.3.1 Näsåker–Moforsen

Längs långa sträckor i detta område är berggrunden nära bottenytan (fig. 16 och 17). Morän ligger direkt på berggrunden och dominerar delar av älvbottnen. Bottenytan är därför rik- och storblockig i stora områden. Skredärr och skredmassor förekommer längs hela sträckan, särskilt i ett område strax norr om Moforsen där sand och silt dominerar älvens bottenyta.



Figur 13. Postglacial finsand i ett mindre strömexponerat läge.



Figur 14. Postglacial silt vid Holme.



Figur 15. Mjuk postglacial gyttjelera i ett mindre strömexponerat område strax norr om Sollefteå.



Figur 16. Resulterande sedimentkarta för älvbottnen mellan Näsåker och Moforsen, samt positioner för skredärr på bottnen, upptäckta i hydroakustiska data. Huvudjordart visar den sedimenttyp som dominerar i den översta metern av älvbottnen. Det andra skiktet visar tunna och osammanhängande sedimentlager i bottenytan (< 50 cm mäktighet). Kartskikt, där bottenområden är stor- och rikblockiga, samt där sedimenten är rörliga och sandvågor förekommer, visas också.



Figur 17. Älvbottnens schematiska uppbyggnad på djupet mellan Näsåker och Moforsen. Profilerna är 20 gånger överförhöjda. Moränen är upp till cirka 3 meter mäktig och berggrundsytan är på cirka 60 meters djup på det djupaste stället i området.



Figur 18. Den resulterande sedimentkartan för älvbottnen mellan Moforsen och Forsmo, samt positioner för skredärr på bottnen, upptäckta i hydroakustiska data. Kartskikt, där bottenområden är stor- och rikblockiga samt där sedimenten är rörliga och sandvågor förekommer, visas också.

# 3.3.2 Moforsen–Forsmo

Berggrundsytan varierar mer längs denna stäcka jämfört med sträckan norrut, och ligger i vissa områden på cirka 100 meters djup. I den södra delen av området är berggrunden ytlig och morän förekommer direkt på den (fig. 18 och 19). I den nordligaste delen, söder om Moforsen, har den seismiska signaturen indikationer på isälsavlagringar. Här återfinns isälvsmaterial även på land. Skred förekommer längs hela sträckan både i silt, sand, grus, sten och morän. Där moränen uppträder är älvbottnen rik- och storblockig. I den mellersta delen av området förekommer sandvågor.



Figur 19. Älvbottnens schematiska uppbyggnad mellan Moforsen och Forsmo. Profilerna är 20 gånger överförhöjda. Berggrundsytan är på cirka 100 meters djup på det djupaste stället i området.

# 3.3.3 Forsmo–Sollefteå–Korvsta

Mellan Forsmo och Sollefteå förekommer morän i bottenytan i områden där även berggrunden ligger ytligt, det vill säga längs älvkanterna och strax norr om Sollefteå. Längs sträckan Forsmo–Sollefteå förekommer även ackumulation av finkorniga sediment i områden med mindre strömexponering (fig. 20). Enligt den seismiska signaturen kan isälvsmaterial förekomma lite djupare ned i sedimentlagerföljden både vid Forsmo och öster om Sollefteå, där det även uppträder i älvbottenytan (fig. 21). Eventuellt kan isälvsmaterial även förekomma på andra ställen norr om Sollefteå (fig. 20).

Bedömd glaciallera förekommer från Mobacken och österut. Berggrundsytans läge varierar kraftigt i området, från cirka 100 meters djup till bottenytan, vid exempelvis Ungholmen.

Skred förekommer längs denna sträcka både i silt, sand, grus, sten och morän. Älvbottnen är stor- och rikblockig där moränen och berggrunden uppträder. Sandvågor förekommer mer frekvent, framför allt från Mobacken och österut.

# 3.3.4 Korvsta–Nyland

Längs denna sträcka dominerar sand och grus som huvudjordart, men bedömd glaciallera förekommer också (fig. 22). Berggrundsytans läge varierar i området, och mycket av stratigrafin är lagd som lösa avlagringar (fig. 23). Den dokumenterade informationen om lagerföljder från borrningar är bristfällig och reflektorer eller förändringar av struktur och textur i de seismiska profilerna är inte synliga. Framtida borrningar och eventuella kompletterande hydroakustiska mätningar får förbättra kunskapen om jordart och lagerföljder här.

Skred förekommer längs hela sträckan och sedimenten är rörliga här, något som sandvågorna över stora delar av bottenytan indikerar.











Figur 22. Den resulterande sedimentkartan för älvbottnen mellan Korvsta och Nyland, samt positioner för skredärr på bottnen, upptäckta i hydroakustiska data. Kartskikt, där bottenområden är stor- och rikblockiga samt där sedimenten är rörliga och sandvågor förekommer, visas också.



Figur 23. Älvbottnens schematiska uppbyggnad mellan Korvsta och Nyland. Profilerna är 20 gånger överförhöjda. Berggrundsytan ligger på cirka 100 meters djup på det djupaste stället i området.

# 4. LEVERERAT MATERIAL

Benämning	Beskrivning	Leveransformat
Djupmodell	Mätområdets bottentopografi refe- rerad i SWEREF 99 TM och RH 2000.	Esri floating point tiff-raster i 0,5 x 0,5 meters gridstorlek.
Sedimentkarta	Två skikt refererade i SWEREF 99 TM:	Esri shape-filer med lyr-filer.
	1. MATR, dominerande sediment (huvudjordart) i översta metern av älvbottnen.	
	2. MATL, de tunna skikt (< 50 cm) som förekommer direkt i bottenytan.	
Bottentyp	Två skikt (BOTP) refererade i SWEREF 99 TM:	Esri shape-filer med lyr-filer.
	1. Blockbotten.	
	2. Sandvågor ( <i>ripples</i> ).	
Skred	Ett skikt (skred) refererat i SWEREF 99 TM:	Esri shape-fil med lyr-fil.
	Skredärr.	
Profiler	En profil längs hela mätområdet	Esri shape-fil med lyr-fil samt
	från Näsåker till Nyland som visar älvbottnens uppbyggnad i geologisk nomenklatur.	ASCII-tabeller som visar i varje skottpunkts position de olika sedimentlagrens överytor och berggrundsytans djup i meter. En track-fil i shape-format som visar var sedimentekolods- data och seismik är insamlat.
Provdata	Resultat från provtagning av botten- sediment.	Exceltabell och pdf-dokument med positioner samt okulära bedömningar av bottensediment och dess mäktighet, både synliga i under- vattensbilder och upptagna på däck. Esri shape-fil med positioner samt provnamn.
Bottenbilder	Alla undervattensbilder tagna vid varje provlokal.	JPEG-format.

Tabell 3. Material levererat till SGI.

# 5. REFERENSER

Smith, C.A., Mikko, H., 2016: Beskrivning av jordarterna i Ångermanälvens dalgång. SGUrapport 2016:13.