

A geological cross-section labeled A-A' showing the stratigraphic sequence along a profile. The vertical axis represents elevation (Höjd) in meters above sea level (m ö.h.), ranging from -4 to 16. The horizontal axis represents distance along the profile (Avstånd längs profil) in meters, ranging from 0 to 124. The stratigraphic layers, from top to bottom, are: Postglacial sand (orange), Torv (grey), Gyttja (dark green), Järnsulfid (purple), Svämsediment (pink), Postglacial lera (light orange), Glacial lera (yellow), and Isälvssediment (green). The profile shows a general decrease in elevation from left to right, with a significant change in the sequence of layers around 50 meters distance.

Omslagsbild: Jordartsprofil från Viskans dalgång.
Grafik: Elin Norström

Författare: Elin Norström
Granskad av: Jonas Ising och Henrik Mikko
Ansvarig avdelningschef: Helena Kjellson
Redaktör: Åsa Gierup
Sveriges geologiska undersökning
Box 670, 751 28 Uppsala
tel: 018-17 90 00
e-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

INNEHÅLL

Sammanfattning.....	5
Inledning.....	5
Intressenter och samarbetspartner	5
Syfte.....	5
Underlag.....	7
Kartor och databaser.....	7
Litteratur och historiska dokument.....	7
Terrängläge och geologisk översikt.....	7
Jordartsgeologi.....	7
Paleosjön Veselången.....	9
Metoder.....	9
Skanning och redigering av historiska illustrationer	9
Rektifiering av historiska kartor.....	10
Geografisk lägesplacering av profiler.....	10
Digitalisering i Groundhog.....	10
Jordartsklassificering.....	11
Glacial lera	11
Postglacial lera och Gytjelera/lergyttja	12
Postglacial sand och Postglacial sand och grus.....	12
Svåmsediment.....	12
Isälvsmaterial.....	12
Modellens begränsningar och osäkerhet.....	14
Geografisk precision.....	14
Högre precision	14
Lägre precision.....	14
Precision i djupled.....	14
Jordartsklassificeringens precision.....	14
Historiska dokumentens kvalitet	14
Resultat.....	15
Digitaliserade profiler.....	15
Tre illustrerade exempelprofiler.....	16
Profil 23	16
Profil 4	16
Profil 39	18

Järnsulfider.....	18
Tack.....	20
Referenser.....	20

SAMMANFATTNING

Projektet ”Digitalisering av historiska jordartsprofiler från Viskans dalgång” presenterar stratigrafiska jordartsdata längs 22 profiler utmed Viskans dalgång i Halland och Västergötland. De digitaliserade jordartsprofilerna bygger på historiska data från kvartärgeologiska undersökningar som genomfördes i Viskans dalgång mellan åren 1932 och 1942 av kvartärgeologen Lennart von Post. Jordartsprofilerna ger en övergripande bild av stratigrafin längs dalgången. Informationen kan vara av betydelse vid planering av nya infrastrukturprojekt och klimatanpassningsåtgärder.

INLEDNING

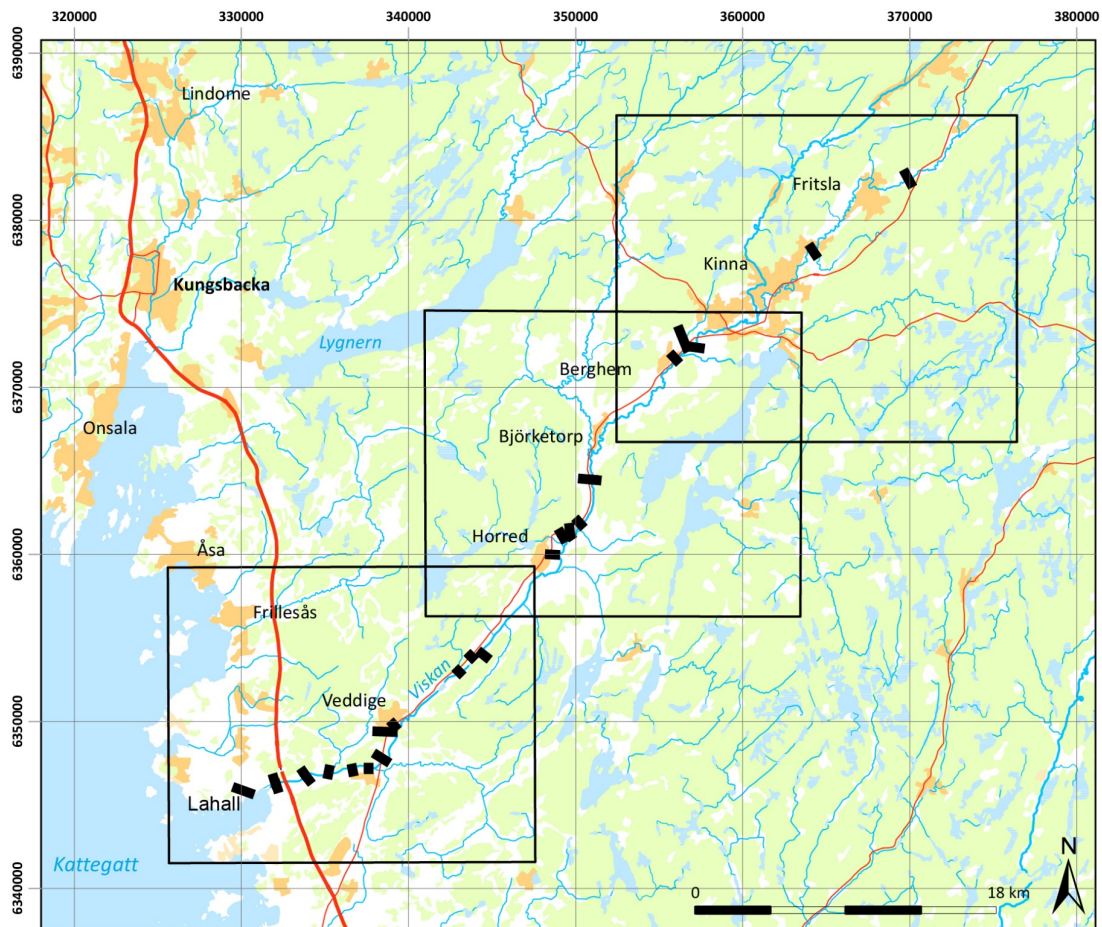
Projektet ”Digitalisering av historiska jordartsprofiler från Viskans dalgång” ger information om jordartsdata i form av digitaliserade jordartsprofiler längs Viskans dalgång. Profilerna ger en övergripande bild av jordarternas stratigrafi längs dalgången. De digitaliserade jordartsprofilerna bygger på information som samlades in av kvartärgeologen Lennart von Post under den så kallade ”Viskanexpeditionen” mellan åren 1932 och 1942. Forskarlaget borrade längs drygt 100 profiler i Viskans dalgång. Av dessa finns ett 20-tal profiler illustrerade och delvis omnämnda i vetenskapliga publikationer. Originalillustrationerna har bevarats och arkiverats vid Institutionen för naturgeografi, Stockholms universitet (SU), och har nu digitaliserats inom ramen för projektet ”Geodata i 3D”.

Intressenter och samarbetspartner

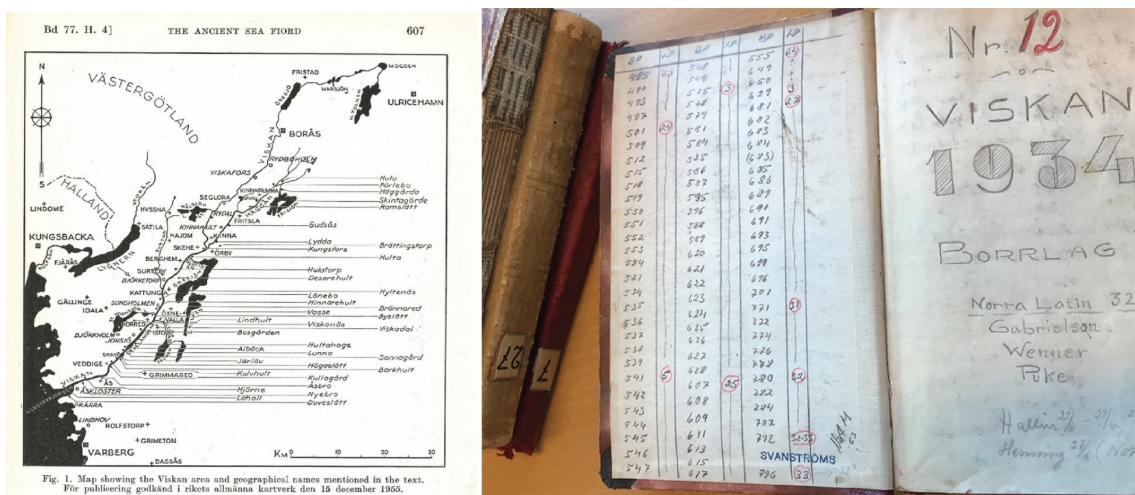
Den digitaliserade jordartsinformationen kan användas som stöd för olika aktörer vid till exempel bedömningar av skredrisk och lämplighet att anlägga infrastruktur och bebyggelse längs Viskans dalgång. Jordartsprofilerna är även av relevans för förståelsen av den kvartärgeologiska utvecklingen i området.

SYFTE

Syftet med digitaliseringen var att digitalisera historiska jordartsprofiler från Viskans dalgång i Halland och Västergötland. Viskans dalgång är intressant ur flera samhällsekonomiska aspekter, främst med avseende på risken för jordskred. Statens geotekniska institut (SGI) har, som ett led i sin klimatanpassning, rankat Viskans dalgång som ett av tio prioriterade vattendragsområden för skredriskkartering (Bergdahl m.fl. 2013). I ett förändrat klimat kan skredrisken öka i omfattning om förändringar i nederbördsmonster leder till ändrade grundvattenförhållanden och instabilitet med avseende på markförhållanden. Projektet ”Digitalisering av historiska jordartsprofiler från Viskans dalgång” ger information om jordarternas utbredning och beskaffenhet i tre dimensioner, genom digitalisering och publicering av jordartsdata från 22 profiler längs dalgången (fig. 1).



Figur 1. Översiktskarta, Viskans dalgång, med de digitaliserade profilernas ungefärliga plats. För detaljerad lägesplacering av profilerna inom varje markerat utsnitt se figur 3.



Figur 2. Översiktskarta, Viskans dalgång, publicerad av von Post 1955 (vänster). Fältdagbok från Viskanexpeditionen 1934 (höger).

UNDERLAG

Det historiska materialet som använts vid digitaliseringen av profilerna bygger på borrhningar i Viskans dalgång utförda av Lennart von Post mellan 1932 och 1942, under den s.k. Viskanexpeditionen (von Post 1955, 1956, 1968). Totalt gjorde von Posts forskarlag 1 787 borrhningar i dalgången under denna tid, vilka utgör underlag för 118 jordartsprofiler. Pollenanalyser utfördes på ca 80–90 av borrhsektionerna, i syfte att upprätta ett kronologiskt ramverk.

Det omfattande materialet från Viskanexpeditionen behandlades i 11 kapitel av von Post under titeln ”The Ancient Sea Fiord of the Viskan Valley”, men endast tre av dessa kapitel har publicerats (von Post 1955, 1956, 1968). Detta innebär att bara en bråkdel av von Posts tolkning av Viskanmaterialet finns tillgängligt. Av de totalt 118 profilerna finns 22 profiler illustrerade och omnämnda i dessa publikationer, med varierande detaljrikedom och tolkningsgrad. De flesta av illustrationerna finns dock tillgängliga i form av originalplanscher som legat arkiverade på SGU och vid SU. Borrhålsdata för resterande profiler finns bevarade i form av originalanteckningar i fältdagböcker (fig. 2), även de arkiverade vid SGU och SU.

Flera andra kvartärgeologer har arbetat med material från Viskans dalgång, med olika infallsvinklar (Gillberg 1948, Caldenius 1951, Wenner 1938).

Kartor och databaser

- SGUs jordartskarta (SGU 2020a, fig. 3)
- Befintliga borrhålsuppgifter från SGUs databaser.
- SGUs jorddjupsmodell (SGU 2020a).
- Lantmäteriets GSD-höjdmodell (NH), grid 1 × 1 m (2020).
- Lantmäteriets Ortofoto, IR, upplösning 0,5 m/pixel.
- Lantmäteriets Fastighetskarta med topografi och fastighetsindelning.

Litteratur och historiska dokument

- SGU-rapport 2019:11 (Engdahl & Pile 2019).
- Beskrivningar till jordartskartorna Varberg NO (Påsse 1990), Kungsbacka SO (Påsse 1986), Kinna SV (Engdahl 2009).
- Originalillustrationer av jordartsprofiler.
Informationen från totalt 22 illustrerade tvärsektioner från Viskanexpeditionen har använts. För vissa profiler finns originalritningarna tillgängliga i form av planscher, arkiverade av Stockholms universitet (SU) och SGU (fig. 4).
- Vetenskapliga artiklar.
För vissa profiler saknas originalritningarna och i dessa fall har publicerade figurer från von Posts vetenskapliga artiklar använts (von Post 1955, 1956, 1968). I dessa publikationer finns även mer eller mindre detaljerade kartor som visar den geografiska sträckningen av profilerna.

TERRÄNGLÄGE OCH GEOLOGISK ÖVERSIKT

Jordartsgeologi

Vattendraget Viskan ligger under högsta kustlinjen (HK) och sträcker cirka 46 km, från högländet nordöst om Borås i Västergötland, till mynningen i Klosterfjorden ca 14 km norr om Varberg,

Halland (fig. 1). De största biflödena är Surtan, Häggån och Slottsån. Högsta kustlinjen (HK) ligger mellan ca 65 och 85 m ö.h. i området.

Jordarterna längs Viskans och Häggåns dalgångar har presenterats i detalj av Engdahl och Pile (2019). Informationen i följande sammanfattning är till stor del hämtad från denna rapport, samt från beskrivningar till SGUs jordartskartor (Engdahl 2009, Påsse 1986, 1990).

Viskans dalgång utgör ett typiskt glacialeroderad U-form, flankerad av branta bergssidor i ytterområdena. Morän förekommer på sluttningarna i dalgången främst vid Horred, Björketorp och Berghem (fig. 3). Isälvsmaterial finns främst i form av Göteborgsmoränen i Veddige (morän och isälvs sediment), Berghemsmoränen i Berghem (morän och isälvs sediment), terrassbildning vid Haby (isälvs material) och deltabildning vid Kinna (isälvs material).

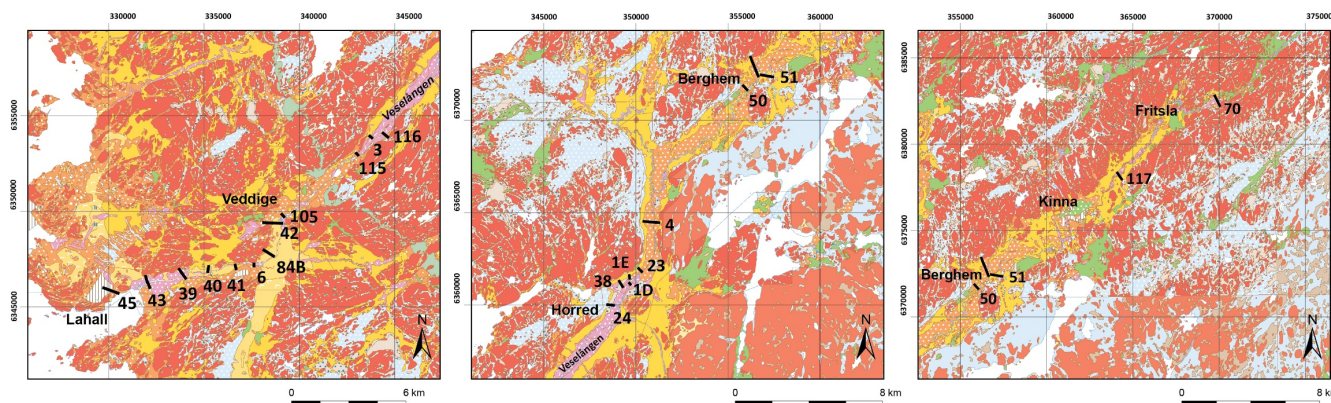
Viskanområdet blev isfritt för ca 14 500 år sedan. Under isavsmältningen och en tid därefter avsattes de glaciala lerorna, ibland varvade eller underlagrade av silt. Den glaciala leran förekommer på nivåer upp till 75 m ö.h., med störst mäktighet mellan Veddige och utloppet i havet (fig. 3).

Gränsen mellan glacial lera och postglacial lera definieras av förändring i sammansättningen av snäckskal, dvs. en succesiv övergång från arktiska snäckskal (glacialt) till mer värmeteroleranta snäckor (postglacialt). I den glaciala leran förekommer marina arter i större utsträckning längre ner i dalgången, eftersom miljön uppströms haft en lägre salthalt p.g.a. utspädning med sötvatten under isavsmältningen. I den postglaciala leran finns en större mängd marina fossil än i den glaciala leran (von Post 1955).

Landhöjningen som följde efter isens reträtt gav upphov till regression, dvs. att havsnivån sjönk i förhållande till land, och en arkipelag av öar i torrlades i området. För ca 13 000 år sedan bestod Viskans dalgång av ett fjordlandskap avgränsat av fastland och omgivande öar. I den vattenfyllda dalgången avsattes allteftersom olika typer av postglaciala sediment. På de torrlagda områdena intill havet bildades sumpiga miljöer där torvmarker kunde utvecklas. Vissa områden översvämmades ofta och gjorde det möjligt för svämsediment att avsättas. På havsbotten avsattes samtidigt den postglaciala leran. Postglacial lera förekommer i markytan mellan Veddige och Viskans mynning. Den finns även under svämsedimenten i området Veselången, dvs. mellan Veddige och Horred. Den postglaciala leran överlagras också torv och svämsediment i vissa områden som ligger upp till 17 m ö.h., dvs. områden påverkade av den postglaciala transgressionen.

Landhöjningen avtog för ca 10 000 år sedan. Området påverkades därefter av den postglaciala transgressionen, då havsnivån återigen steg 15 m över områden som tidigare torrlagts (Påsse 1986). För ca 8 600 år sedan nådde havsnivån som högst i Viskans dalgång, upp till den nivå som i dag motsvarar 17 m ö.h. (Påsse 1986). Detta innebär att områden som ligger under 17 m ö.h. kan ha påverkats av transgressionen. Den postglaciala transgressionen kom att ha stor inverkan på jordartsstratigrafin i området, genom överlagring och sekundär påverkan på de sediment (torv, svämsediment) och landformer (flodfåror, deltan, levéer) som bildades då området var relativt torrt. Exempelvis kan man i Viskans dalgång finna områden där deltaavlagringar (sand), torv och svämsediment har överlagrats av postglacial lera som avsatts under och efter den postglaciala transgressionen. Området vid Sundholmen har en övergångszon där vattendraget Viskan bildat deltan i både marin och lakustrin miljö (von Post 1955), i nordöst avsattes deltasediment i marin fjordmiljö, och i sydöst i sjön Veselången.

De senaste 8 000 åren har landhöjningen lett till en allt lägre liggande strandlinje. De yngre jordarterna som bildats under denna tid överlagras den postglaciala leran. Dessa kan vara t.ex. torv, svämsediment (osorterad) och svallsediment (främst sand). Ibland kan ett skikt mellan postglacial sand och lera innehålla frön från sjögräs (*Ruppia maritima*) vilket indikerar att



Figur 3. Jordartskarta över Viskans dalgång, med de digitaliserade profilernas sträckning markerad. Sträckan Lahall–Veddige–Södra Veselången, med profilerna 45, 43, 39, 40, 41, 6, 84B, 42, 105, 115, 3, 116 (till vänster). Sträckan Veselången–Horred–Björketorp, med profilerna 24, 38, 1D, 1E, 23, 4, 50, 51 (i mitten). Sträckan Berghem–Kinna–Fritsla, med profilerna 50, 51, 117, 70 (till höger).

Jordartsprofil	Lera-silt	Morän omväxlande med sorterade sediment
Torv	Postglacial finsand	Morän
Mossetorv	Postglacial sand	Sandig morän
Kärrtorv	Svallsediment, grus	Berg
Svåmsediment, ler-silt	Glacial lera	Urberg
Svåmsediment, sand	Glacial silt	Fyllning
Postglacial grovlera	Isålvsediment	Vatten

avsättningen skett i en grund brackvattenmiljö. Detta kan troligtvis definieras som gyttjelera, dvs. en lera med högre halt av organiskt material än övrig postglacial lera.

Paleosjön Veselången

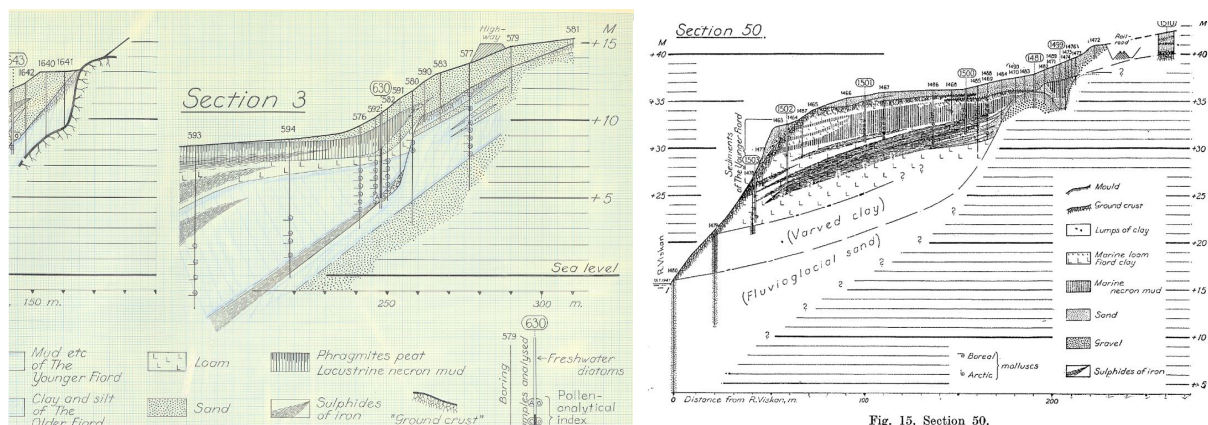
Veselången är ett område mellan Veddige och Horred som i ett geologiskt perspektiv periodvis varit en sjö, men som nu är torrlagd. Då sjön var som störst sträckte den sig upp till Sundholmen norr om Horred (fig. 1). Minskningen av sjöstadiet berodde delvis på ojämnhöjning längs dalgången, men också på deltaavlagringar som bildades längs en sträcka på ca 5 km under 3 000–4 000 år (von Post 1955). Denna komplexa bildningshistoria har lett till en unik jordarts-sammansättning i detta område. I en av exempelprofilerna i avsnittet *Resultat* beskrivs detta mer i detalj. Under mitten av 1800-talet genomfördes omfattande sänkningar av sjön (von Post 1955). I dag är området helt torrlagt som ett resultat av utdikning. Området översvämmas dock regelbundet vid höga vattenstånd i Viskan.

METODER

Arbetet har i stor utsträckning följt SGUs ”Översiktligt arbetsflöde vid explicit geologisk 3D-modellering” version 1.0. Modelleringsarbetet har gjorts i Groundhog® v. 1.10, BGS. Eftersom projektet består av historiska källor är metodiken dock anpassad i viss grad.

Skanning och redigering av historiska illustrationer

Illustrationerna har skannats in för högsta möjliga upplösning. Redigering i bildhanteringsprogram innefattade främst homogenisering av x-axeln, då denna ofta illustrerats med varierande skala inom samma profil, bl.a. beroende på avstånd mellan borrhöjningar.



Figur 4. Exempel på illustrationer som används i studien. Skannad detalj från originalplansch (vänster) respektive skannad figur från tidskrift (höger) (von Post 1955, 1968).

Rektifiering av historiska kartor

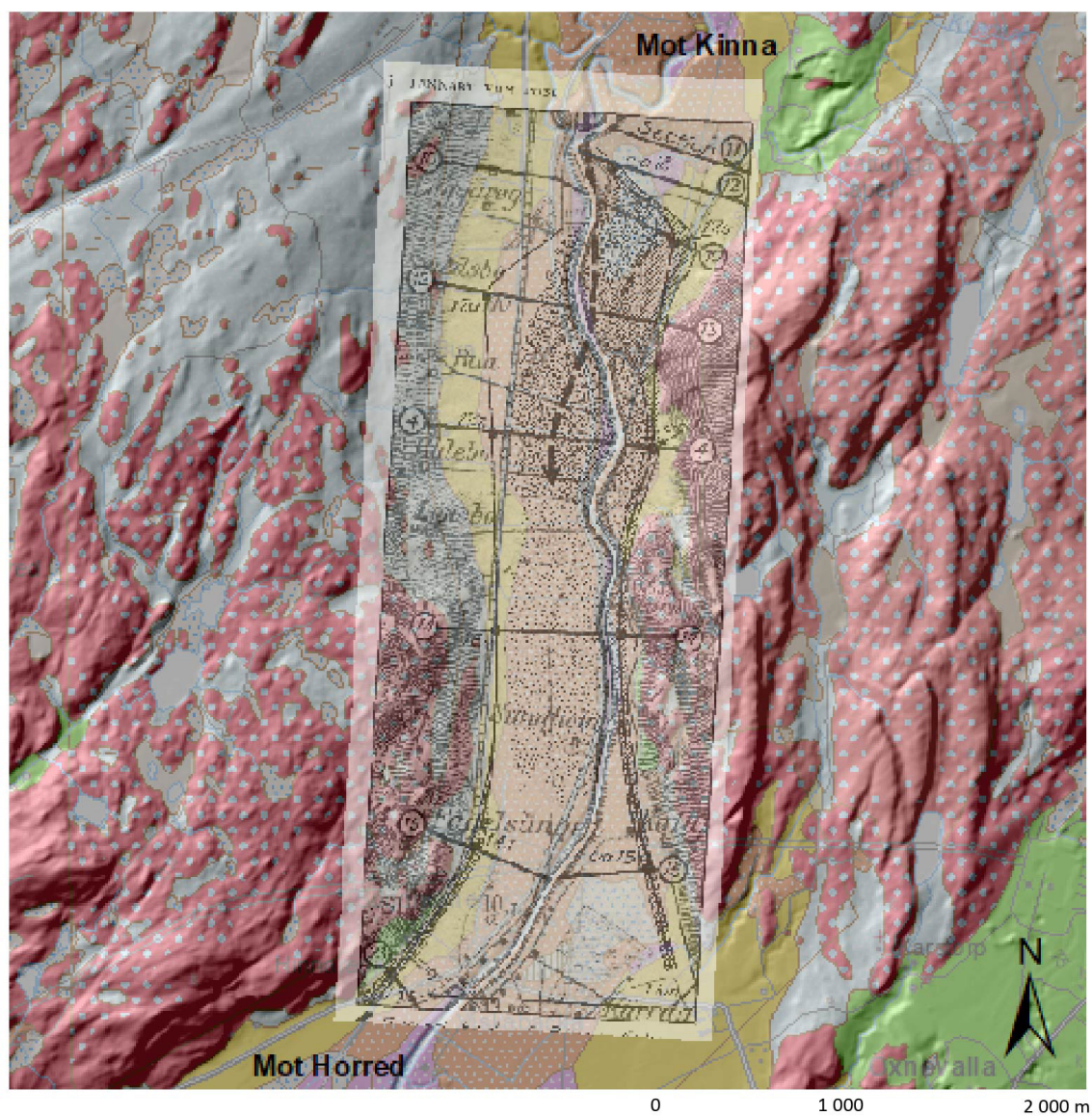
Rektifiering av historiska kartor mot projicerat koordinatsystem (SWEREF 99 TM) (fig. 5). De historiska kartorna finns publicerade (von Post 1938, 1955, 1956, 1968) och visar den geografiska sträckningen av borrhprofilerna, dock med varierande skala och precision (skala mellan ca 1:200 000 och 1:5 000). Rektifieringen har gjorts med hjälp av tillgängliga GIS-skikt och länkning till objekt som varit statiska över tid, såsom järnvägar och vissa vägsträckningar.

Geografisk lägesplacering av profiler

- Identifiering av profilernas geografiska läge och bestämning av x-y-h-koordinater i ändborrpunkterna har gjorts med hjälp av rektifierade historiska kartor och beskrivningar i texten för de lokaler som finns publicerade. Dessutom har hänsyn tagits till tillgängliga GIS-skikt (jordart, jorddjup, topografi/höjddata, fastighetskarta, ortofoto, moderna borrhdata mm).
- Digitalisering av profilernas sträckning i ArcMap (SHP-fil).
- Import av SHP-fil till Groundhog för geografisk sträckning av profilerna.
- Vissa sträckningar har i stället digitaliserats direkt i Groundhog, med de rektifierade historiska kartorna som underlagsskikt.

Digitalisering i Groundhog

- Import av skannade bilder av profilerna (PNG-fil)
- Digitalisering av jordartsprofil i Groundhog, upplösningen på underliggande höjddatagrid på 10 × 10 m.
- Vid oklar nedre jordartsgräns, dvs. för det understa redovisade lagret i von Posts profiler, har en uppskattning gjorts med interpolering mellan borrhkärnornas djup. Den nedre gränsen innebär alltså inte att det undre lagret når ner till berg, utan endast att tillgänglig information sträcker sig till detta djup.
- Harmonisering av jordartsklassificeringen i det historiska dataunderlaget. Klassificeringen av jordarter skiljer sig mellan olika illustrationer och publikationer med avseende på terminologi och precision. I de digitaliserade profilerna i Groundhog har jordartsklassificeringen därför anpassats och modifierats till viss del. I avsnittet *Jordartsklassificering* beskrivs detta mer detaljerat.



Figur 5. Exempel på rektifiering av historisk karta (von Post 1968) mot topografiska kartan och jordartskartan. Tillsammans med annan information har sedan den historiska kartan använts för att identifiera profilernas geografiska sträckning.

Jordartsklassificering

I de digitaliserade profilerna har jordarterna delvis klassats om till en mer harmoniserad terminologi, i linje med den klassificering som används i dagens moderna jordartskartor (tabell 1). Detta har i vissa fall inneburit att vissa av von Posts klasser slagits samman i den digitaliserade datamängden.

Glacial lera

Glacialeran är som mäktigast i centrala delen av dalgången. Den karaktäriseras av hög silthalt. I ett fåtal profiler hänvisar von Post till lager med "Silt" på djup där snarare den glaciala leran borde dominera, i linje med övriga profiler. I dessa fall har detta siltlager klassats som glacial lera.

Postglacial lera och Gytjelera/lergyttja

I materialet av von Post har gränsen mellan postglacial lera och gytjelera inte alltid noterats i de illustrerade profilerna. Däremot finns denna gräns dokumenterad i vissa borrhålsdata som publicerats separat (von Post 1968). I publikationerna redovisas (i vissa fall) fossil och organisk halt i sedimentet för dessa borrhål, vilket är till hjälp för att identifiera gränsen mellan gytjelera och postglacial lera. Eftersom denna information bara finns tillgänglig för en bråkdel av borrhållspunkterna har det inte varit möjligt att konsekvent skilja dessa klasser åt i de digitaliserade profilerna. Därför ingår gytjelera i klassen postglacial lera.

På vissa platser innehåller de postglaciala lerorna stråk av järnsulfid (se avsnittet *Järnsulfid*).

Postglacial sand och Postglacial sand och grus

I Viskans dalgång förekommer postglacial sand och grus som deponerats längs med och i Viskans flodbädd. Jordarterna kan innefatta både svämsediment och alluvium i form av svämsediment. Von Post hänvisar oftast till lager bestående av ”Sand”, alternativt lager med både ”Sand och grus”. Vid digitaliseringen har vi behållit denna klassindelning. Ytterst sällan hänvisas till enbart grusfraktionen, den har därför fått ingå i klassen Postglacial sand och grus.

Svämsediment

Svämsediment är vanligt förekommande i dalgångens låglänta områden (fig. 1). Dessa består oftast av olika proportioner av sand, silt och lera samt en varierande grad av organiskt material. Von Post använder framför allt termen ”Loam” i detta sammanhang. Även vissa områden som von Post klassat som ”Postglacial sand” kan troligen definieras som svämsediment.

Isälvsmaterial

Isälvsmaterial finns i form av glacifluviala sediment som härrör från avsättningar från vattendrag i anslutning till en smältande is. Von Post identifierar vid enstaka tillfällen (profil 6 och profil 50 i tabell 2) förekomsten av ”Fluvoglacial sand och grus” under den glaciala leran. Dessa har klassats som isälvsmaterial.

Tabell 1. Jordartsklassificering. Följande jordartsklasser har använts i de digitaliserade profilerna, efter översättning från engelskan och modifiering av von Posts terminologi.

Jordarter digitaliserade profiler	Kod SGUs geologiska ramverk	Beskrivning (till 3D-visare)	Terminologi enl. von Post	Kommentar (till 3D-visare)
Svämsediment	g_SVÄM_L-Si-S	Dåligt sorterad avlagring som bildats då mark tillfälligtvis översvämmas av vatten.	-Loam	Oftast sand, silt, lera, samt varierande grad av organiskt material.
Gyttja	G_GYTT_gytt	Organisk jordart som avsatts i lakustrin miljö (sjöar). Låg grad av minerogent innehåll.	-Necron mud -Lacustrine necron mud -Marine necron mud	Fossila frön: <i>Nuphar</i> <i>Nymphaea</i> <i>Potamogeton</i>
Torv	g_TORV_karr	Organisk jordart bildad vid ackumulation av förmultnade växtdelar, såsom vass och/eller kärrväxter.	-Fen peat, (Kärrtorv) -Phragmites peat (vasstorv) -Alluvial peat	Vanligast förekommande är kärrtorv och vasstorv.

Jordarter digitaliserade profiler	Kod SGUs geologiska ramverk	Beskrivning (till 3D-visare)	Terminologi enl. von Post	Kommentar (till 3D-visare)
Postglacial sand och grus	g_PRGSED_S-G	Alluvium bestående av sand och grus som bildats ur sediment i rinnande vatten och avlagrats ur vattenflöde.	-Sand and gravel -Alluvia of the riverbed	
Postglacial Sand	g_PRGSED_S	Alluvium bestående av sand som bildats ur sediment i rinnande vatten och avlagrats ur vattenflöde.	-Sand -Sand of deltas and beaches	
Postglacial lera (inkl. gyttjelera)	g_PGSED_L	Lera med varierande grad av organiskt innehåll. Fossila frön och snäckskal (mollusker) indikerar att avsättningen är postglacial. Även gyttjelera ingår i denna klass.	-Mud of the younger fiord -Mud etc. of the younger fiord -Lumps of clay -Mud (lera/gyttja) Fossila frön: <i>Ruppia maritima</i> (gyttjelera) Mollusca: North sea species (postglacial lera)	Fossila frön från växten <i>Ruppia maritima</i> indikerar bräckvattenmiljö där gyttjelera avsatts. Snäckskal med ursprung från Nordsjön indikerar avsättning i ett varmare klimat.
Glacial lera	g_GSED_L-S	Lera och silt avsatt vid isavsmältningen på relativt djupt vatten. Fossil från snäckor (mollusker) indikerar att avsättningen är från glacial tid.	-Clay and silt of the older fiord -Varved glaci- geneous clay Mollusca: Arctic and Boreal species	Förhållandet mellan ler och silt varierar. Vissa profiler dominerar silt över lera (t.ex. profil 45, Lahall). Snäckskal med arktiskt el. nordatlantiskt (borealt) ursprung indikerar att avsättning skett i ett kallt, glacialt klimat.
Isälvsmaterial	g_ISALV_S-G	Glacifluvialt sand och grus. Sand och grus avsatt av glacialt smältvatten.	-Fluviglacial sediments	
Morän	g_MORAN_S	Osorterad jordart som transporterats och avsatts av inlandsisen.	-Morain	Huvudsakligen sandig morän.
Urberg	URBERG		-Bedrock	
Järnsulfid	g_FeS_L	Järnsulfidhaltig jord (FeS), även kallad sulfidjord. Sulfidjordar kan vid kontakt med syre oxideras och bilda sura sulfatjordar.	-Sulphides of iron -Black soil	Förekommer här främst i postglacial (gyttje)lera, men även i svämsediment.

MODELLENS BEGRÄNSNINGAR OCH OSÄKERHET

Geografisk precision

Den geografiska precisionen varierar beroende på tillgänglig information om historisk data. Man kan dela in precisionsgraden enligt följande:

Högre precision

Högre precision uppnås där publicerade lokala kartor finns tillgängliga, dvs. där profilerna finns uppritade i detaljkartor (skala ca 1:5 000) som går att koppla till moderna kartor. I dessa fall har en precision på uppskattningsvis ± 50 m kunnat uppnås vid den geografiska placeringen av profilerna. Även i vissa andra fall, där nyckelpunkter finns markerade i de historiska illustrationerna, har en precision i denna storleksordning kunnat uppnås.

Lägre precision

I de fall då placeringen av profilerna är baserade på von Posts översiktskartor är lägesprecisionen sämre (von Post 1968). I dessa fall har hjälp även tagits från beskrivningar i texten och olika GIS-skikt för att matcha företeelser i den historiska profilen (topografi, jordarter, jorddjupsmodellen, Lantmäteriets Ortofoto och Fastighetskartan). I dessa fall uppskattas precisionen till ca ± 500 m. De digitaliserade jordartsprofilerna kan här ses som en indikation på jordartssammansättningen i djupled inom ett större område kring profilens plats. De flesta profiler faller inom denna kategori.

Precision i djupled

Precisionen i djupled varierar mellan profiler. Antalet borrhöjdpunkter i varje profil varierar mellan 9 st. (profil 3 i tabell 2) och 69 st. (profil 39 i tabell 2). Graden av interpolering mellan borrhöjdpunkterna varierar därför kraftigt mellan profiler. Även begränsningarna i geografiska platsangivelsen medför osäkerheter i djupled då topografin på grund av detta inte alltid matchar fullt ut med de historiska profilerna. Detsamma gäller för förändringar som skett i landskapet över tid, som kan vara plats-specifika och ha olika påverkan beroende på jordart. Dikning kan t.ex. leda till kompaktion av vissa lager (t.ex. torv) medan andra lager påverkas i mindre utsträckning (t.ex. sand). I genomsnitt uppskattas precisionen i djupled till ca ± 1 m.

Jordartsklassificeringens precision

Jordartsklassificeringens precision skiljer sig från moderna jordartskartors. Därför har en omvärdering gjorts av von Posts klassificering (se tabell 1). Detta kan potentiellt leda till lägre upplösning i det digitaliserade materialet jämfört med de ursprungliga historiska profilerna. Detta har ändå varit nödvändigt för att få en samstämmig klassificering rakt igenom den nya datamängden.

Historiska dokumentens kvalitet

Presentationen av det historiska materialet har vissa brister vilket gör informationen i många fall svårbedömd, både rent visuellt, och tolkningsmässigt. Beskrivning och tolkning av de historiska profilerna förekommer i vissa fall i litteraturen, men är oftast mycket knapphändig eller saknas helt. Särskilt problematiskt är t.ex. inkonsekvens i längd- och höjdskalorna, inkonsekvens i klassificeringen av jordarter och osäkerheter i bedömning av variationer i topografi. För de profiler som inte finns tillgängliga som planscher, utan enbart från figurer i publicerade tidskrifter, är det ibland svårt att tyda teckenförklaring och detaljer i illustrationen p.g.a. bristfällig upplösning i de gamla tidskrifterna.

Förändringar i landskapet över tid

Förändringar i landskapet under de nästan 100 år som gått sedan Viskanexpeditionen, gör jämförelsen med den historiska datamängden komplicerad. I områden påverkade av bebyggelse och infrastrukturprojekt är topografin och jordartskartan svårare att koppla till de historiska profilerna (t.ex. området vid Horred och Lahall). Vissa områden är helt eller delvis utdikade, vilket har lett till sänkning av markytan genom bortförel av vatten och kompaktion av jordarna (t.ex. området runt Veselången).

Den postglaciala landhöjningen i Halland är ca 2,5 mm/år (Vestøl m.fl. 2019), vilket ger en förändring i markytans relation till havsnivån på cirka + 225 mm sedan Viskanexpeditionen genomfördes. Detta är försumbart i förhållande till precisionen i hela datamängden.

RESULTAT

Digitaliserade profiler

De digitaliserade profilerna finns publicerade i SGUs 3D-visare som nås via <https://www.sgu.se/produkter/kartor/geologi-i-3d/jordartsgeologi-i-3d/>. I tabell 2 ges en sammanfattande beskrivning av metadata för de digitaliserade profilerna. I avsnittet *Tre illustrerade exempelprofiler* finns en detaljerad beskrivning av utvalda profiler.

Tabell 2. Sammanfattande data för digitaliserade profiler, Viskans dalgång. Profilerna är listade i geografisk ordning, från profil 70 (Stänge) i dalgångens nordöstra del, till profil 45 (Lahall) i sydväst, vid utloppet i Klosterfjorden.

Profil (nr)	Profil (namn)	Antal borrpunkter	Längd (m)	Datatäthet (m/borrhål)	Max höjd över havet (m)
70	Stänge	12	620	52	82
117	Kinnahult*	21	430	20	51
51_väst	Hulta	50	1100	35	42
51_öst			630		60
50	Berghem	35	300	9	35
4_väst	Ancient Veselången*	40	630	20	20
4_öst			170		18
23	Segerstad - Sundholmen*	12	230	19	15
1D	Hinnarehult	15	70	5	14
1E	Hinnarehult	15	106	7	14
38	Vasse fields	23	340	15	13
24	Horred	18	325	18	17
116	Hultahage	39	310	8	20
3	Albäck	13	124	10	15
115	Lunna	14	120	9	15
42	Tåstorp	13	155	12	7
105	Kullagård	45	930	21	15
84B	Torstorp	61	600	10	16
6	Åsbro	9	80	9	8
41	Nyebro-Åsbro_3	12	180	15	7
40	Nyebro-Åsbro_2	23	260	11	4
39_öst	Nyebro-Åsbro_1	69	290	7	5
39_väst			210		4
43_öst	Åskloster	46	245	12	6
43_väst			300		9
45	Lahall	32	790	25	7

*högre geografisk precision

Tre illustrerade exempelprofiler

Profil 23

Profilen ligger på gränsen mellan Veselången och Björketorp, cirka 2 km nordöst om Horred (fig. 6). Den är 230 m och sträcker sig i nordväst–sydöstlig riktning, med avslut vid Viskans västra strand. Den stratigrafiska informationen är baserad på analys av jordarter och fossil i 12 borrhälsar, tagna från markytan ner till mellan 7 och 1,5 m djup (von Post 1968).

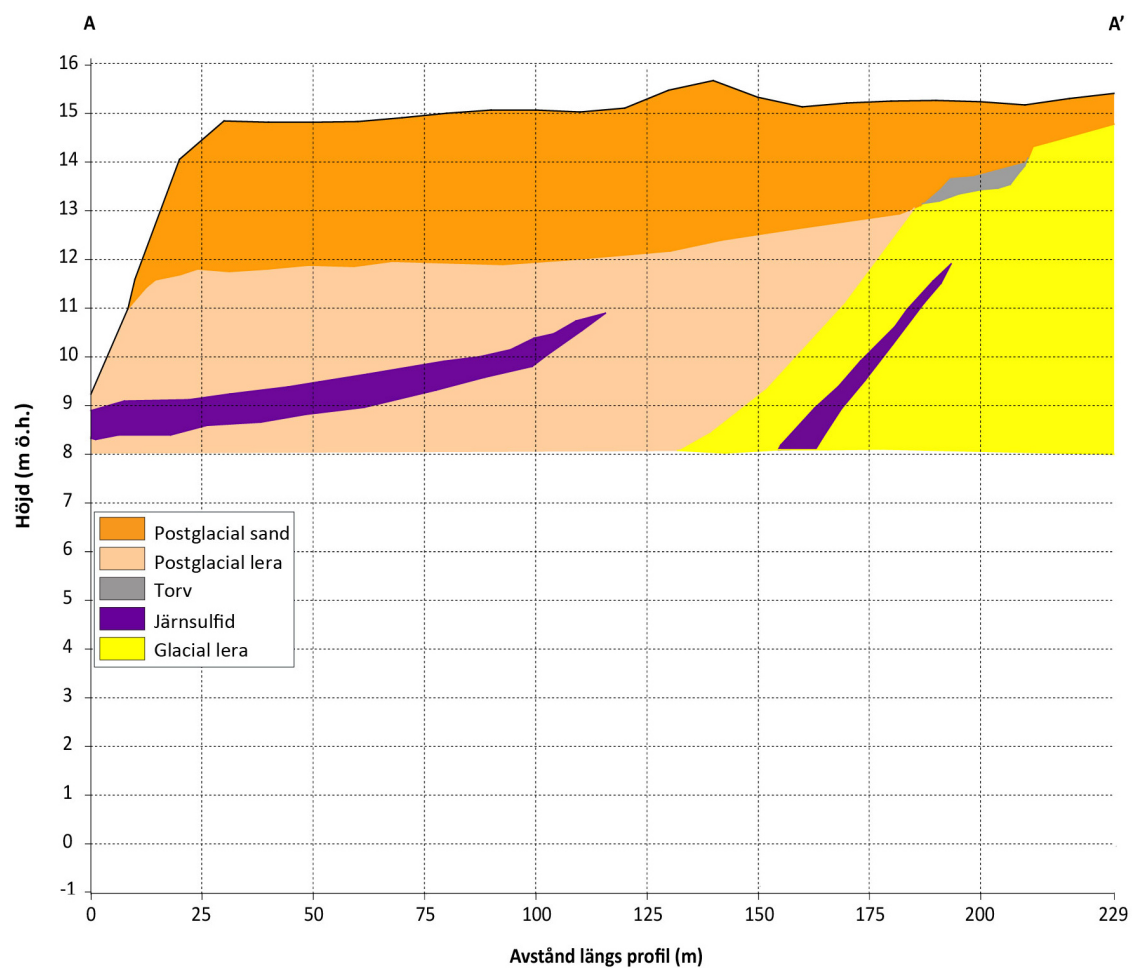
Det översta jordartslagret består av postglacial sand, vars mäktighet avtar med avståndet från dalgångens centrala delar, från ca 3 m till 0,5 m mäktighet. Sanden underlagras av postglacial (gyttje)lera och glacial lera med inslag av silt. Gränsen mellan dessa definieras av förändringen i sammansättning av snäckskal, dvs. en succesiv övergång från arktiska snäckskal (glacialt) till mer värmetoleranta snäckor (postglacialt). I ett skikt mellan postglacial sand och lera indikerar frön från sjögräs (*Ruppia maritima*) att avsättningen skett i en grund bräckvattenmiljö. Detta lager är cirka 1–0,5 m tjockt och kan troligtvis definieras som gyttjeler, dvs. med högre halt av organiskt material än övrig postglacial lera.

Cirka 200 m från Viskans strand, på ca 2–3 meters djup, underlagras den postglaciala sanden av organiskt material i form av ett 0,5 m tjockt lager vasstörv. Djupliggande organiska skikt av denna typ förekommer även på andra platser i de centrala delarna av Viskans dalgång (delområdena C och D enl. Engdahl och Pile (2019)). Två stråk av järnsulfid har identifierats: på ca 5 m djup i den nordvästra delen och mer ytligt nära Viskans strand. Dessa lager uppvisar ca 0,5–1 m i mäktighet.

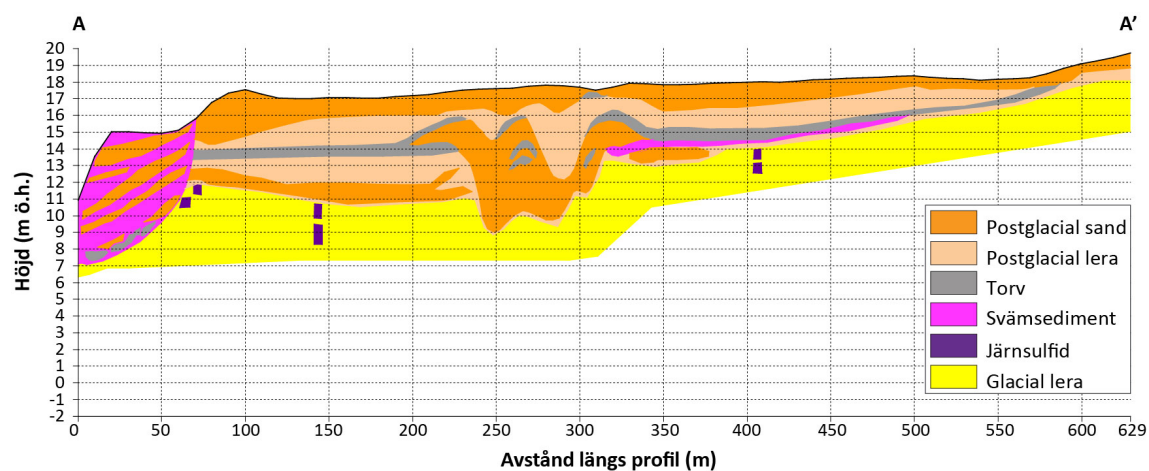
Den geografiska sträckningen av denna profil är bekräftad med hjälp av detaljkarta, vilket ger en relativt god precision. En recent borrhäls strax norr om profilen bekräftar dessutom jordlagerföljden 2,2 m svallsediment (sand), 2,3 m lergyttje–gyttjeler (lera) och 10,5 m (ishavs-) lera.

Profil 4

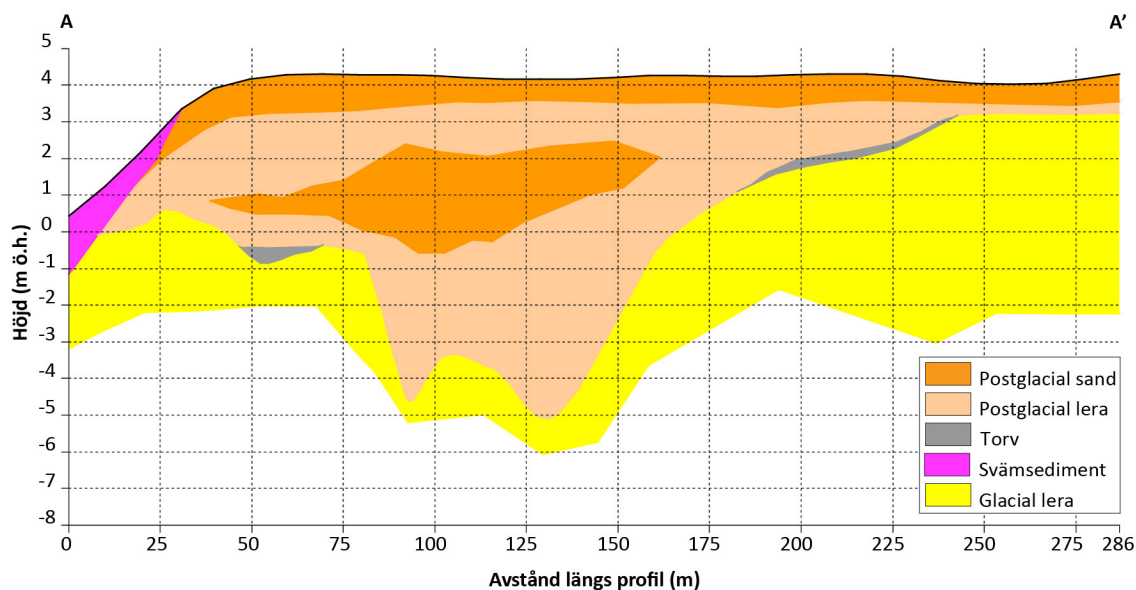
Denna profil är belägen mellan Horred och Berghem, dvs. i ett område som kvartärgeologiskt påverkats av Veselångens sjöstadium. Historiskt sträckte sig sjön Veselången strax norr om läget för profil 4. I profilen (fig. 7) syns deltasand från andra marina transgressionen som är underlagrad av postglacial lera och under den äldre deltamaterial. Enligt von Post kommer både sandlagren, torven och svämsedimenten från en deltamiljö från tiden för transgressionen. En gammal flodbädd som eroderat ner i de äldre sedimenten kan urskiljas. Erosionsterrasser har arbetat sig ner genom den gamla lera, och skapat en skarp gräns mot dessa sediment (von Post 1968). Stråk av s.k. "pitchy soil" eller "forest peat" som återfinns i profilen härrör från den period då området var översvämmat av Veselången, då växtlighet som deponerades på botten bevarades för att så småningom bilda en torvliknande jordart p.g.a. den syrefattiga miljön. Detta lager är klassat som torv i den digitaliserade profilen. Sjöstadiet vid Veselången varade i ca 1 000 år inklusive övergången från den äldre marina fjorden.



Figur 6. Profil 23 Segerstad/Sundholmen. Profilen sträcker sig från öst till väst (koordinater: A: N 6 361 799, E 350 307, A': N 6 361 970, E 350 153).



Figur 7. Profil 4 Ancient Veselången. Profilen är illustrerad i sträckning från öst till väst (koordinater: A: N 6 364 470, E 351 060, A': N 6 364 518, E 350 433).



Figur 8. Profil 39 Nyebro–Åsbro 1. Profilen illustreras i sträckning från nord till syd (koordinater: A: N 6 346 739, E 333 862, A': N 6 346 507, E 334 028).

Profil 39

Profil 39 är belägen i den nedre delen av Viskans dalgång (fig. 3). Det digitaliserade datat är uppdelat i två delprofiler: profil 39_väst (200 m) och profil 39_öst (275 m). I figur 8 visas profilen från östra stranden. Stratigrafien i denna profil visar vad det historiska sjöstadiet innebar för denna del av Viskans dalgång. Profil 39 (samt profil 40 och 41) visar till exempel en gammal flodfåra som fyllts upp med marina avlagringar. Lager av vasstorf (*Phragmites*) indikerar hur området torrlagts med möjlighet för denna typ av miljöer att bildas i strandnära områden, varefter transgressionen ledde till att detta överlagrades av postglaciala leror. Mäktiga sandlager i den postglaciala leran markerar övergången mellan postglacial lera och postglacial gyttjeleror (det senare är inte klassificerat separat). Denna övergång indikerar förmodligen transgressionen, då området efter att ha varit ett vattendrag (delta, alluviala avlagringar) återigen lades under vatten men med relativt grund miljö, där gyttjeleran kunde avsättas.

Detaljerad information från tre borrhål från profil 39 finns beskrivna i en av von Posts publikationer (1968). Dessa klargör en del oklarheter och visar hur man generaliserat jordartstratifieringen i den slutliga profilen. Till exempel syns i borrhprofilen tydligt hur den organiska halten minskar markant i det nedre postglaciala lerlagret under sanden, vid ca 3,5 m djup.

Järnsulfider

Von Post identifierar stråk av järnsulfid (FeS) i flera av jordartsprofilerna främst i den postglaciala leran. Avsättningarna som innehåller FeS är oftast ca 0,5–1 m mäktiga (tabell 3). De hittas på 4–5 m djup i övre delen av dalgången där FeS är representerad (Hulta, Björketorp, Horred) till på ca 1 m djup på två platser något längre nedströms (Albäck, Lunna).

Jord som innehåller järnsulfider kan omvandlas till sura sulfatjordar i kontakt med syre. Detta kan leda till att vattenkemin påverkas negativt i form av sänkt pH och förhöjda koncentrationer av metaller. Förekomsten av sulfidjordar innebär alltså att det finns en potentiell föroreningsrisk om dessa jordar skulle exponeras för luft, till exempel i samband med skred eller grundvattensänk-

ningar kopplade till byggnation, jordbruk etc.

I stratigrafierna från Viskans dalgång återfinns FeS framför allt i två typer av miljöer:

- Oftast hittas FeS som horisonter i postglacial lera, gyttja eller svämsediment. I dessa fall vittnar von Post om att hela lager av jord är svartfärgade (von Post 1955). Järnsulfiderna är då kopplade till avsättningar som bildats under postglaciala transgressionen. Det skapas en grund bräckvattenmiljö när havet stiger över tidigare torrlagda områden. Mycket hög organisk halt och syrefattig miljö i de översvämmade områdena ger goda förhållanden för anaeroba bakterier. Sulfatreducerande bakterier förekommer allmänt i denna typ av syrefria miljöer.
- I vissa fall hittas FeS i övergången mellan varvig och homogen lera. Enligt Caldenius (i von Post 1955) ersätts typisk årliga varv succesivt uppåt i stratigrafin med infärgade och rytmiskt återkommande lamineringar bestående av FeS. Dessa sediment överlagras av homogen grå-blå lera. Den underliggande processen i detta fall är att fjordstadiet är på väg att övergå i sjöstadium, dvs. då sjön Veselången bildades genom landhöjning, innan postglaciala transgressionen. Alltmer organiskt material mixas in i leran och bildar ibland gyttjelera (von Post 1955). En grund bräck/sötvattenmiljö kan ha lett till minskad vattencirkulation och på så sätt lägre syrenivåer, vilket lett till att organiskt material i leran inte oxiderades (Munster & Ström 1939, von Post 1955).

Tabell 3. Omfattningen av järnsulfider (FeS) i von Posts jordartsprofiler från Viskans dalgång.

Profil	FeS Jorddjup (m)	FeS Mäktighet (m)	Överlagrande jordart(er)	Kommentar
50 Berghem	5	1–3	Sand och lera	Osäkerhet p.g.a. svårtolkad teckenförklaring.
51 Hulta	3–10	0,5	Sand	Även FeS i gamla tegelbrukets lertag.
S4 Ancient Lake V.	4	1	Sand	FeS-lager exponerat vid (östra) flodbanken.
23 Segerstad/Sundholmen	5	1	Sand och lera.	FeS-lager exponerat vid flodbanken.
S1E Hinnarehult	3	0,5	Svämsediment, torv, lera.	
24 Horred	4	<0,5	Sand, torv, lera.	
116 Hultahage	4	0,5–1	Torv och ler/gyttja	
3 Albäck	1	1	Torv och gyttja	
115 Lunna	1	1–2	Torv och lergyttja	115 Lunna

TACK

Tack till Institutionen för naturgeografi, Stockholms universitet, som tillhandahållit originalplanschererna och dagböckerna från Viskanexpeditionen. Särskilt tack till Martina Hättestränd, Stefan Wastegård och Sven Karlsson som sett till att dokumenten bevarats vid Stockholms universitet. Lars Rodhe, SGU, initierade projektet.

REFERENSER

- Bergdahl, K., Cederbom, C. & Göransson, G., 2013: Prioritering av områden för skredriskanalys. Klimatanpassningsanslag 2013. Statens geotekniska institut, SGI. *Publikation 6*, Linköping, 20 s.
- Caldenius, 1951: Några geokronologiska profiler i Viskandalen. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 73, 423–433.
- Engdahl, M., 2009: Beskrivning till jordartskartan Kinna NV. *Sveriges geologiska undersökning K 124*, 14 s.
- Engdahl, M. & Pile, O., 2019: Geologisk beskrivning av Viskans och Häggåns dalgångar. *SGU-rapport 2019:11*. Sveriges geologiska undersökning, 27 s.
- Gillberg, G., 1948: Den glaciala premarina utvecklingen inom den senkvartära Viskafjordens sidodalar. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 70, 437–486.
- von Post, L., 1938: Isobasytor i senkvartära Viskandalen. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar* 60, 435–456.
- von Post, L., 1947: Hallands Marina fornstränder. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar* 69, 293–320.
- von Post, L., 1955: The Ancient Sea Fiord of the Viskan Valley. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar* 77, 595–632.
- von Post, L., 1956: The Ancient Sea Fiord of the Viskan Valley. Chapter II: The shore marks. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 78, 101–121.
- von Post, L., 1968: The Ancient Sea Fiord of the Viskan Valley Chapter X: Stages of Ancient Lake Veselången. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 90, 37–110.
- Påsse, T., 1983: *Havsstrandens nivåförändringar i norra Halland under holocen tid*. Doktorsavhandling, Göteborgs universitet, 174 s.
- Påsse, T., 1986: Beskrivning till jordartskartan Kungsbacka SO. *Sveriges geologiska undersökning Ae 56*, 107 s.
- Påsse, T., 1990: Beskrivning till jordartskartan Varberg NO. *Sveriges geologiska undersökning Ae 102*, 119 s.
- SGU, 2020a: Jorddjupsmodell – databas. Halland, Västergötland. 2020-01-20.
- SGU, 2020b: Brunnar – databas. Halland, Västergötland. 2020-01-20.
- SGU, 2020c: Jordarter 1:25 000–1:100 000 – databas. Halland, Västergötland. 2020-01-20.
- Vestøl, O., Ågren, J., Steffen, H., Fierulf, H. & Tarasov, L., 2019: NKG2016LU: A new land uplift model for Fennoscandia and the Baltic region. *Journal of Geodesy* 93, 1759–1779.
- Wenner, C.-G., 1938: Årsvarvighet i Viskans subrecenta delta. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 60, 519–542.
- Wenner, C.-G., 1950: The Deltas And Terraces of the River Viskan Between Berghem and Horred. *Geografiska Annaler* 32, 60–81.
- Wood, B., Richmond, T., Richardson, J. & Howcroft, J., 2017: BGS Groundhog® Desktop Geoscience Information System v. 1.8.0. External User Manual. British Geological Survey Internal Report, OR/15/046, 174 s.