Geologisk beskrivning av Viskans och Häggåns dalgångar

Mats Engdahl & Otto Pile

juni 2019

SGU-rapport 2019:11

Diarie-nr: 35-2831/2018

SGU
Sveriges geologiska undersökning

Omslagsbild: Höga vattenflöden i Viskan vid Berghem, mars 2019.
Fotograf: Mats Engdahl.

Författare: Mats Engdahl och Otto Pile.
Granskad av: Anna Hedenström.
Ansvarig enhetschef: Anna Hedenström.
Projektnamn: Geologisk beskrivning Viskans dalgång.
Projekt-id: 40235

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

www.sgu.se

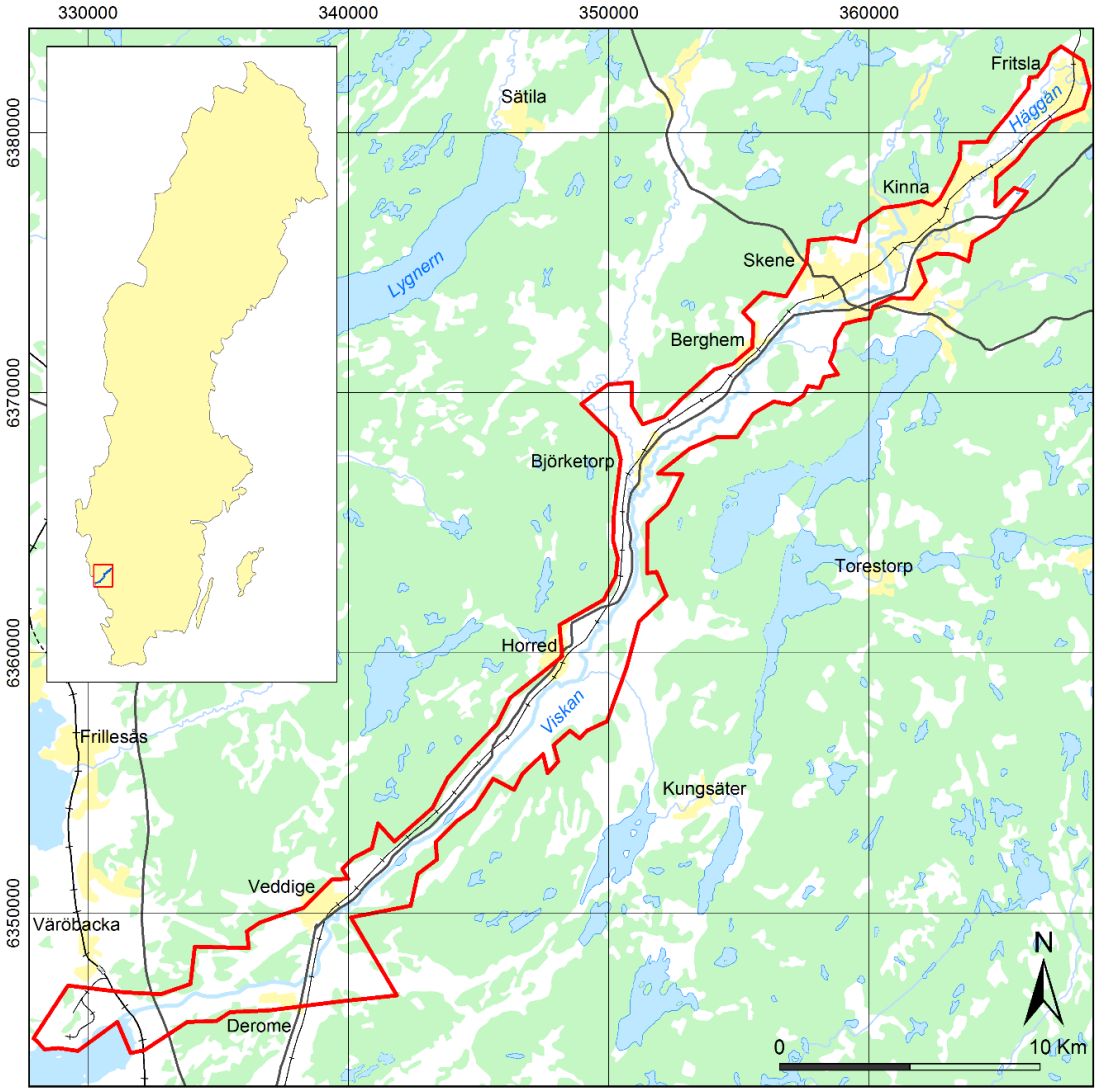
Innehåll

Syfte ... 4
Berggrundens former ... 5
Inlandsisens avsmältning ... 5
Strandförskjutningen ... 5
Avsättning av finkorniga sediment ... 8
Jordarter som överlagrar finkorniga sediment ... 10
Isälvsavlagringar i dalgångarna ... 10
Morän i dalgångarna ... 11
Jorddjupsmodell ... 11
Raviner, erosion och skredärr ... 12
Sedimentplanen längs Viskan och Häggån ... 12
Indelning i olika områden ... 13
Område A: Derome ... 13
Område B: Veddige ... 15
Område C: Veselången ... 17
Område D: Björketorp ... 19
Område E: Skene-Kinna ... 21
Område F: Fritsla ... 24
Referenser ... 26

SYFTE

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har av Statens geotekniska institut (SGI) fått i uppdrag att beskriva de geologiska förhållandena längs vattendraget Viskan från samhället Kinna till kusten och utmed vattendraget Häggån från Fritsla till Kinna (fig.1). I arbetet ingår att beskriva kohesionsjordarterna och omgivande jordarter som påverkar markstabiliteten men också att förklara de geomorfologiska förhållandena. Rapporten baseras huvudsakligen på information från SGUs jordartskartor och beskrivningar, jorddjupsmodell, strandnivåkartor, skredärr- och ravindatabasen. Utöver denna information har även vetenskaplig litteratur och Lantmäteriets höjdmodell använts.

SGU har förbättrat den jordartsgeologiska kartan i detta område med hjälp av Nationell höjdmodell och viss fältkontroll. Förbättringar har framför allt gjorts av lägesnoggrannheten men även viss anpassning till modern karteringsmetodik.



Figur 1. Översiktskarta över det uppdaterade och beskrivna området i Viskans och Häggåns dalgångar.

BERGGRUNDENS FORMER

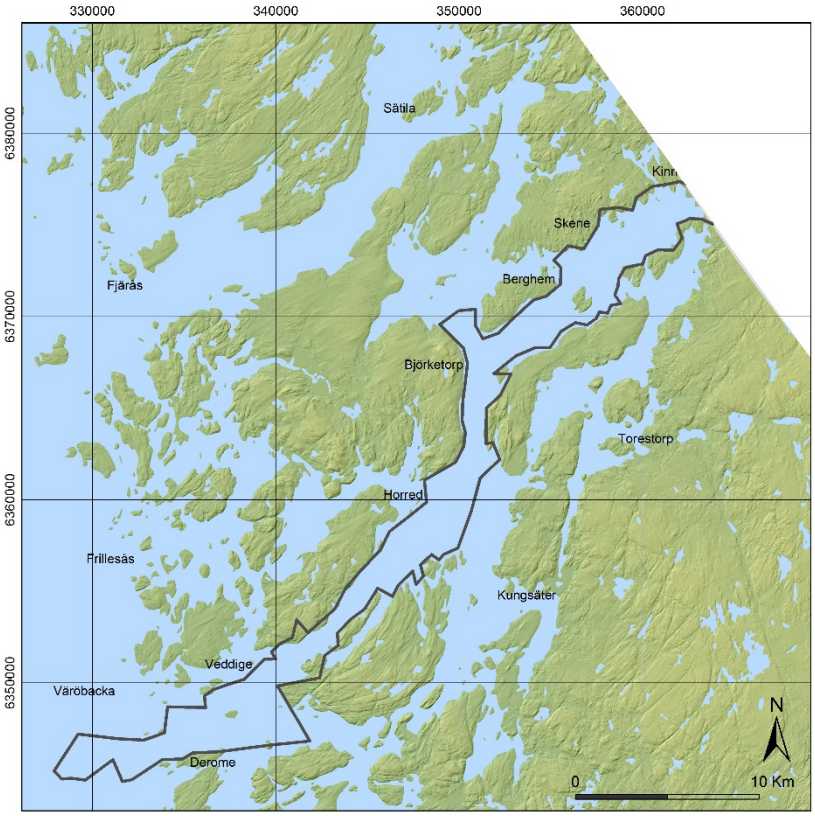
Berggrundens morfologi utgör ett sprickdalslandskap och har framförallt påverkats av utvecklingen under mesozoikum (Lidmar-Bergström 1998). Mesozoikum är en geologisk era för 245−65 miljoner år sedan. Berget är kluvet i sprickdalar, som följer ett relativt tydligt mönster (fig. 1 och 4). Centralt i bilden ligger Viskans dalgång som är orienterad i nordöst–sydväst. I området finns även sprickdalar, orienterade i mer nord–sydlig riktning. Den största dalgången med denna riktning är den som finns mellan Kungsäter via Björketorp och till öster om Sätila. Vattendragen Viskan och Häggån följer dessa två spricksystem.

INLANDSISENS AVSMÄLTNING

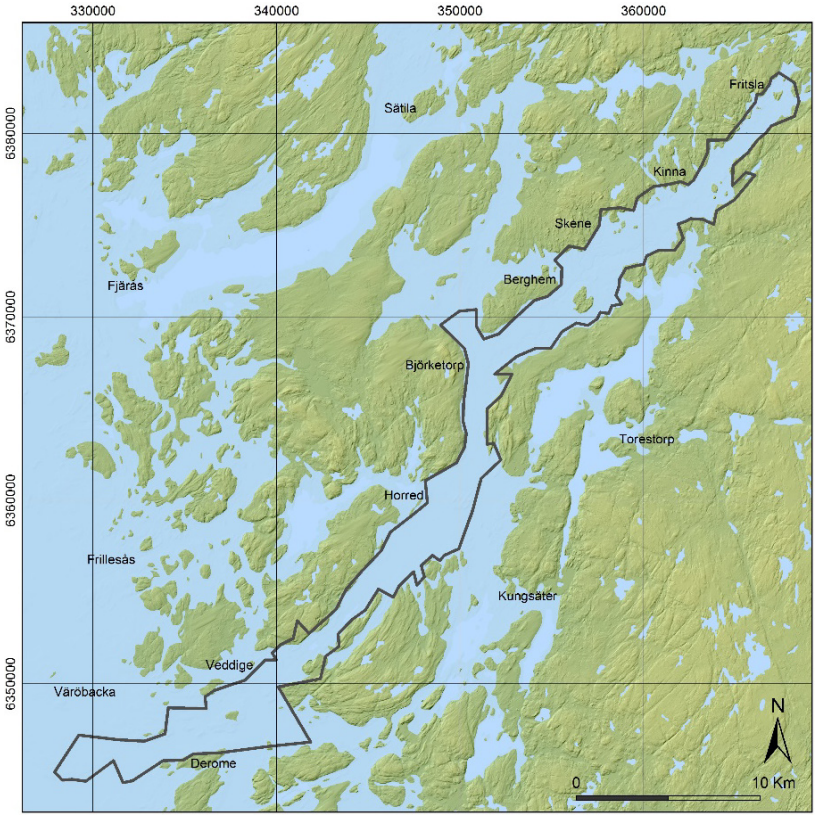
De västligaste delarna av Viskans dalgång blev isfria för ca 14 500 år sedan och området vid Fritsla ca 500 år senare.

Strandförskjutningen

Vid isavsmältningen var jordskorpan nedpressad långt under havsnivån, vilket gjorde att havet kom att täcka väldigt stora delar av landskapet. Efter det att isen lämnat området höjdes jordskorpan relativt snabbt. Samtidigt höjdes också havsnivån genom allt smältvatten som tillfördes havet. Detta har skapat en successiv förändring av havsstrandens nivå som fortfarande pågår. De förändringar av landskapet som skett visas här med hjälp av en serie strandnivåkartor som framställts med en modell som utvecklats på SGU (Påsse & Andersson 2005). Inledningsvis ser vi ett skärgårdslandskap som successivt övergår till ett fjordlandskap för ca 13 000 år sedan (fig. 2−3).



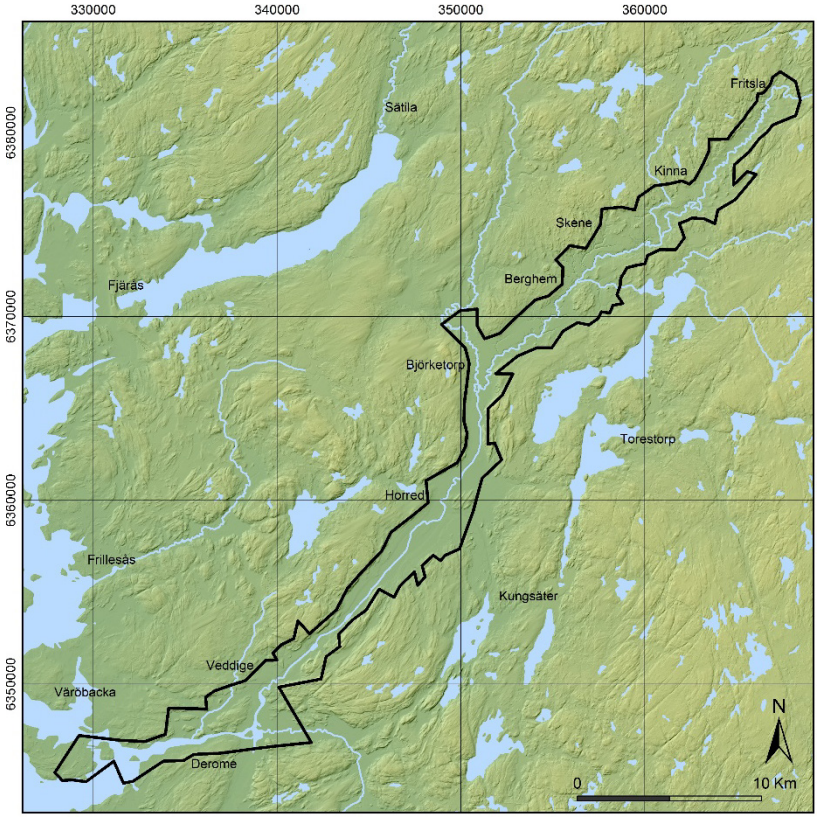
Figur 2. Fördelningen av land och vatten för ca 13 800 år sedan när inlandsisen fortfarande fanns kvar i nordöstra delen av området (övre högra hörnet).



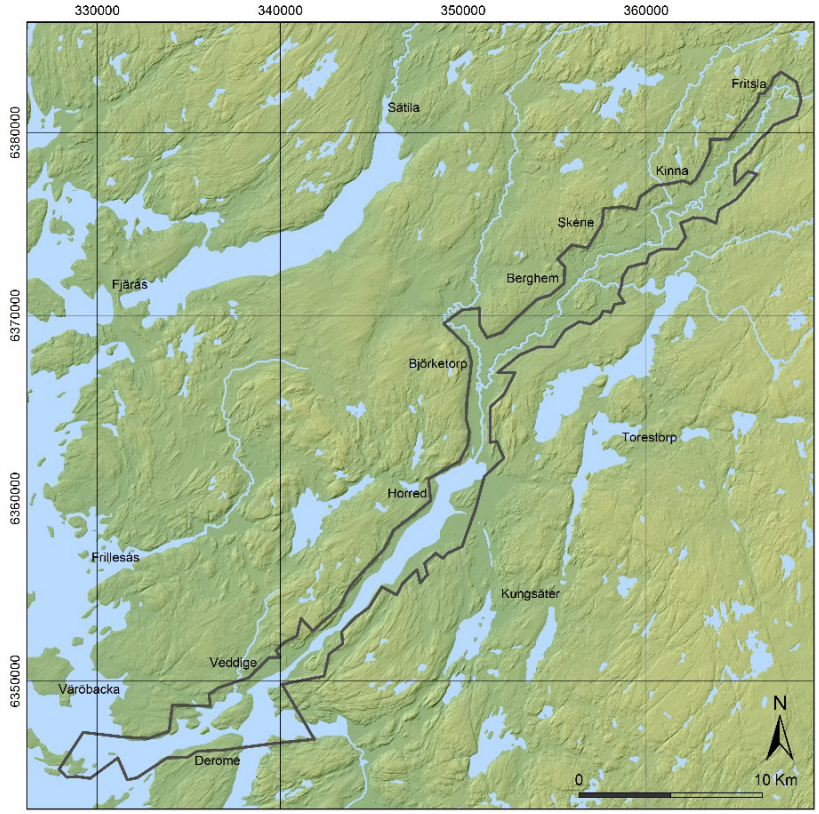
Figur 3. Fördelningen av land och vatten för ca 13 600 år sedan.

Den högsta nivån för havets utbredning efter isavsmältningen kallas Högsta kustlinjen (HK). Havet nådde denna nivå just när isen smält bort (fig. 3). I Fritsla är HK beläget ca 80 m ö.h.

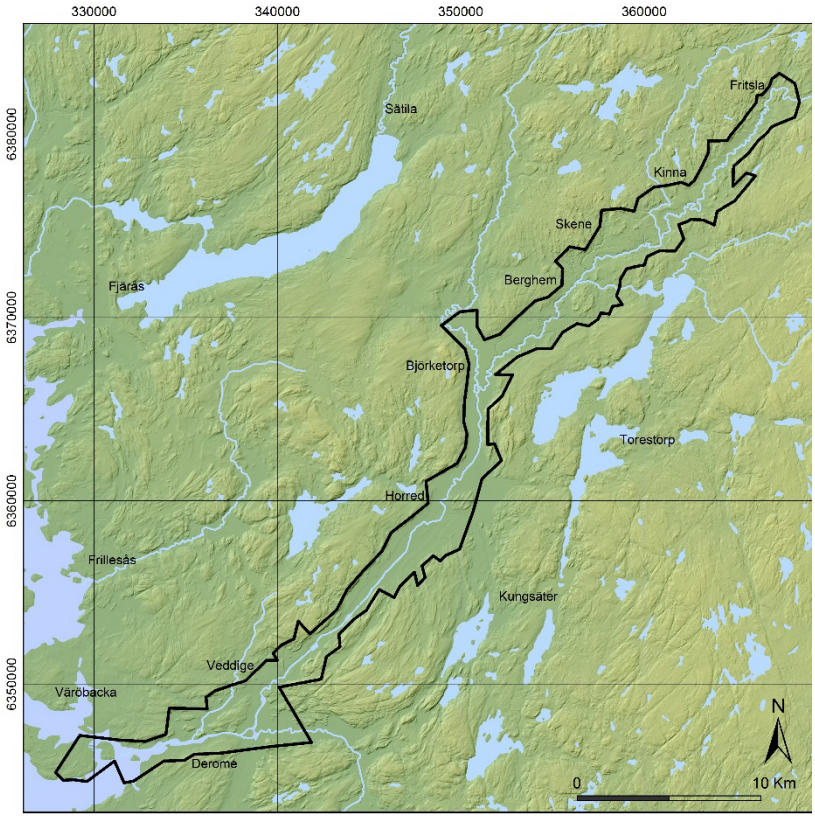
Tiden efter HK fram till ca 10 000 år sedan kännetecknas av en relativt snabb landhöjning (fig. 4). För ca 10 000 år sedan stannade strandförskjutningen (regressionen) av och i Viskans mynningsområde var då havsytan ca 2 m över nuvarande havsyta. Strax efter denna tidpunkt hade landhöjningshastigheten minskat så att hastigheten av havets stigning översteg landets rörelse, s.k. transgression. Detta innebar att havsstranden under en period kom att stiga till högre höjder igen och tidigare torrlagda områden hamnade under havsytan (fig. 5). Denna period benämns som den postglaciala transgressionen (PG). Havsnivåhöjningen i Viskans dalgång nådde som högst en nivå av ca 17 m ö.h. för ca 8 600 år sedan (Påsse 1986) vilket är den postglaciala transgressionens maximum.



Figur 4. Fördelning av land och vatten för ca 10 000 år sedan.



Figur 5. Fördelning av land och vatten för ca 8 600 år sedan vid tiden för den postglaciala transgressionens maximum.

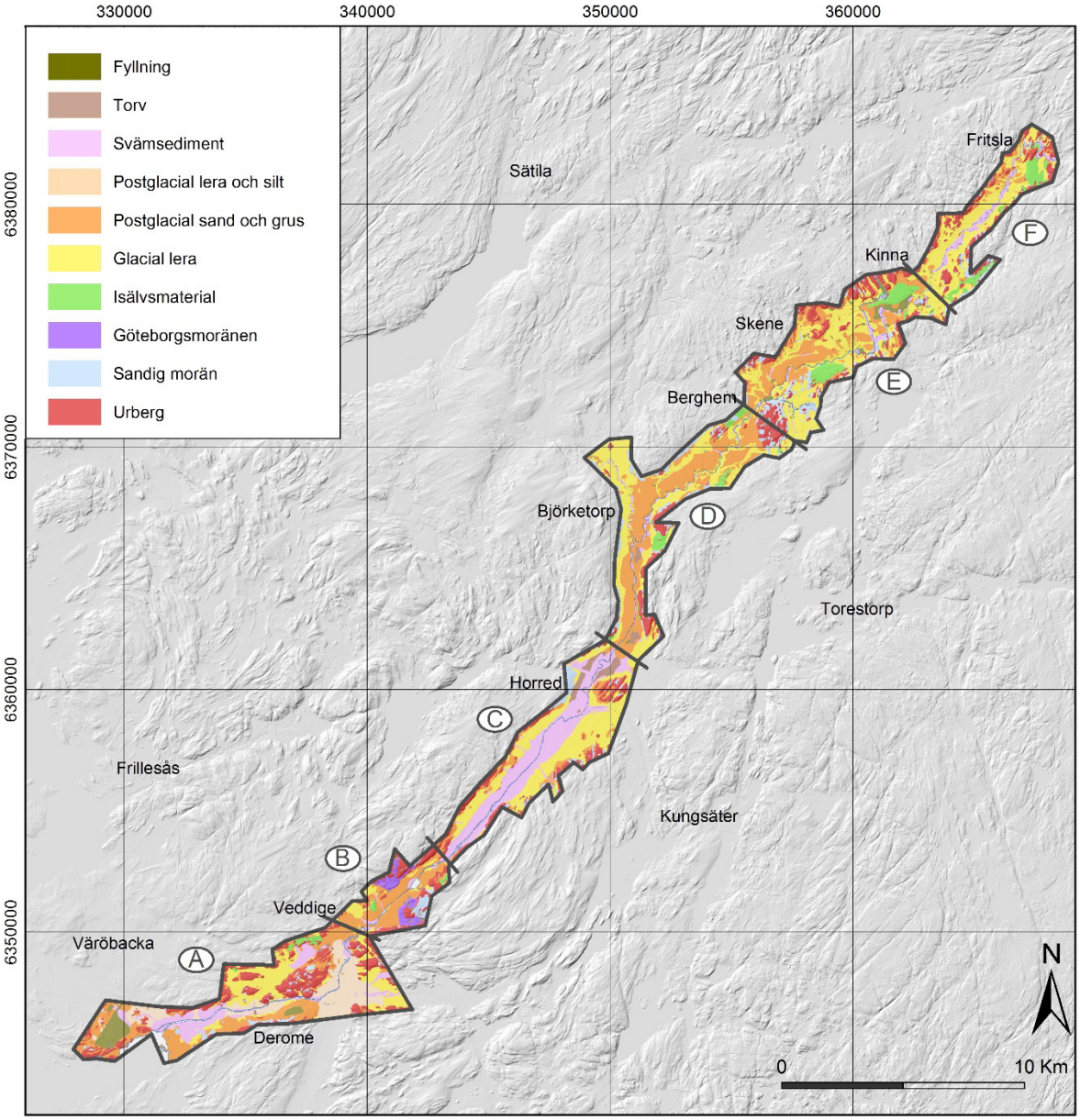


Figur 6. Fördelning av land och vatten för ca 2 000 år sedan.

Från ca 8 000 år sedan och fram till idag har strandlinjen intagit allt lägre nivåer. För ca 2 000 år sedan var havsytan åter ca 2 m över nuvarande havsyta (fig. 6). Den nuvarande landhöjningen i området är ca 2,5 mm/år.

Avsättning av finkorniga sediment

Den glaciala leran, som utgör huvuddelen av de finkorniga sedimenten i Viskans dalgång, avsattes vid isavsmältningen och en tid därefter i ett arktiskt hav under en period av ca 4 000 år. Leran och silten i dalgången, som i flera andra dalgångar i Västsverige, har avsatts i tre olika avsättningsmiljöer som resulterat i att olika jordarter bildats (Stevens 1987, Stevens m.fl. 1991). Miljöerna är proximal glaciomarin (glacial lera), distal glaciomarin (glacial lera) och grund marin (huvudsakligen postglacial lera). Lera bildad i en proximal glaciomarin miljö innehåller ofta skikt och lager av sand och silt i den undre delen av profilen. Skjuvhållfastheten ökar generellt med djupet i denna lersekvens (Stevens m.fl. 1991). Denna enhet kan särskiljas från de som bildas i de två övriga avsättningsmiljöerna genom geotekniska borrningar och analyser. Lerorna bildade i distal glaciomarin miljö respektive grund marin miljö kan också innehålla skikt av silt och finsand som en följd av tillfälliga förändringar i klimat och vattendjup. Till utseendet skiljer sig inte dessa två leror nämnvärt åt. Den enda säkra metoden att skilja lerorna åt är genom fossilfynd, t.ex. skal av musslor, snäckor eller foraminiferer. Foraminiferer är encelliga djur som lever i havet och har ett kalkskal. Olika arter trivs i olika miljöer, t.ex. salthalt och vattendjup. Skal som påträffas i sediment kan dateras och artbestämmas. Fördelningen av de finkorniga sedimenten syns i jordartskartan (fig. 7).



Figur 7. Jordartskarta i Viskans och Häggåns dalgångar och de delområden som beskrivningen är uppdelad i.

Glacial lera och silt finns i Häggåns dalgång på nivåer upp till ca 75 m ö.h. Mäktigheten på de finkorniga sedimenten på dessa höga nivåer är dock begränsad. De största mäktigheterna, ca 70 m lera, har identifierats i borrningar mellan Veddige och utloppet i havet vid Åskloster, centralt i dalgången. Mäktigheten minskar generellt mot kanterna av dalgången. Största identifierade mäktighet på leran i Skene samhälle är ca 40 m.

Den postglaciala transgressionen på ca 15 m innebar att havets nivå under en period kom att stiga över områden som tidigare varit land (Påsse 1986). Transgressionen kan ha påverkat områden under ca 17 m ö.h. genom att tidigare landytor, med exempelvis torvbildning eller avsättningar av svämsediment, har överlagrats av postglacial lera.

Postglacial lera påträffas i markytan från Viskans mynning upp till Veddige. Postglacial lera påträffas också under svämsedimenten i Veselången (utdikad sjö längs Viskan) mellan

Veddige och Horred. Postglacial lera, som avsatts i samband med transgressionen, kan också förekomma under postglacial sand på marknivåer 20–25 m ö.h. mellan Horred och Björketorp.

Mäktigheten på den postglaciala leran är sällan över 2 m (Påsse 1986). De skal som påträffats i den postglaciala leran utgörs av mer värmekrävande arter än vad man påträffar i glaciala leror, bl.a. har ostronskal påträffats.

Den postglaciala och glaciala leran kan ibland skiljas åt på stratigrafiska grunder. Den postglaciala leran underlagras ställvis av organogena sediment såsom lergyttja och ibland torv. Under dessa organogena sediment påträffas glacial lera, ofta med stor mäktighet.

Vanligen är den glaciala leran en tämligen homogen finlera med successivt avtagande lerhalt mot djupet. Lerhalten varierar mellan 30 och 60 % och färgen är grå. I undre delen av lerlagerföljden är den genomsnittliga lerhalten normalt lägre, eftersom det finns skikt av sand och silt i leran. Leran kan innehålla kalciumkarbonat på djupet, som i ytan är bortvittrat. Leran är normalkonsoliderad till svagt överkonsoliderad. Den svagt överkonsoliderade leran finns framför allt på kustslätten. Framryckningar av lokala glaciärer över tidigare avsatta sediment kan vara en orsak till överkonsolideringen.

Den postglaciala leran har en lerhalt mellan 20 och 50 % och färgen är mörkgrå, orsakat av 1–2 % organiskt material.

Jordarter som överlagrar finkorniga sediment

Den postglaciala och glaciala leran överlagras på många platser av yngre jordarter. Sådana jordarter är svämsediment med olika kornstorlekssammansättning samt svallsediment, företrädesvis sand. Mäktigheten är ofta 1–5 m. I flacka områden där det förekommer postglacial silt och finsand i markytan finns lera på djupet. Silten och finsanden är avsatta av havsströmmar i grunda havsvikar.

Isälvsavlagringar i dalgångarna

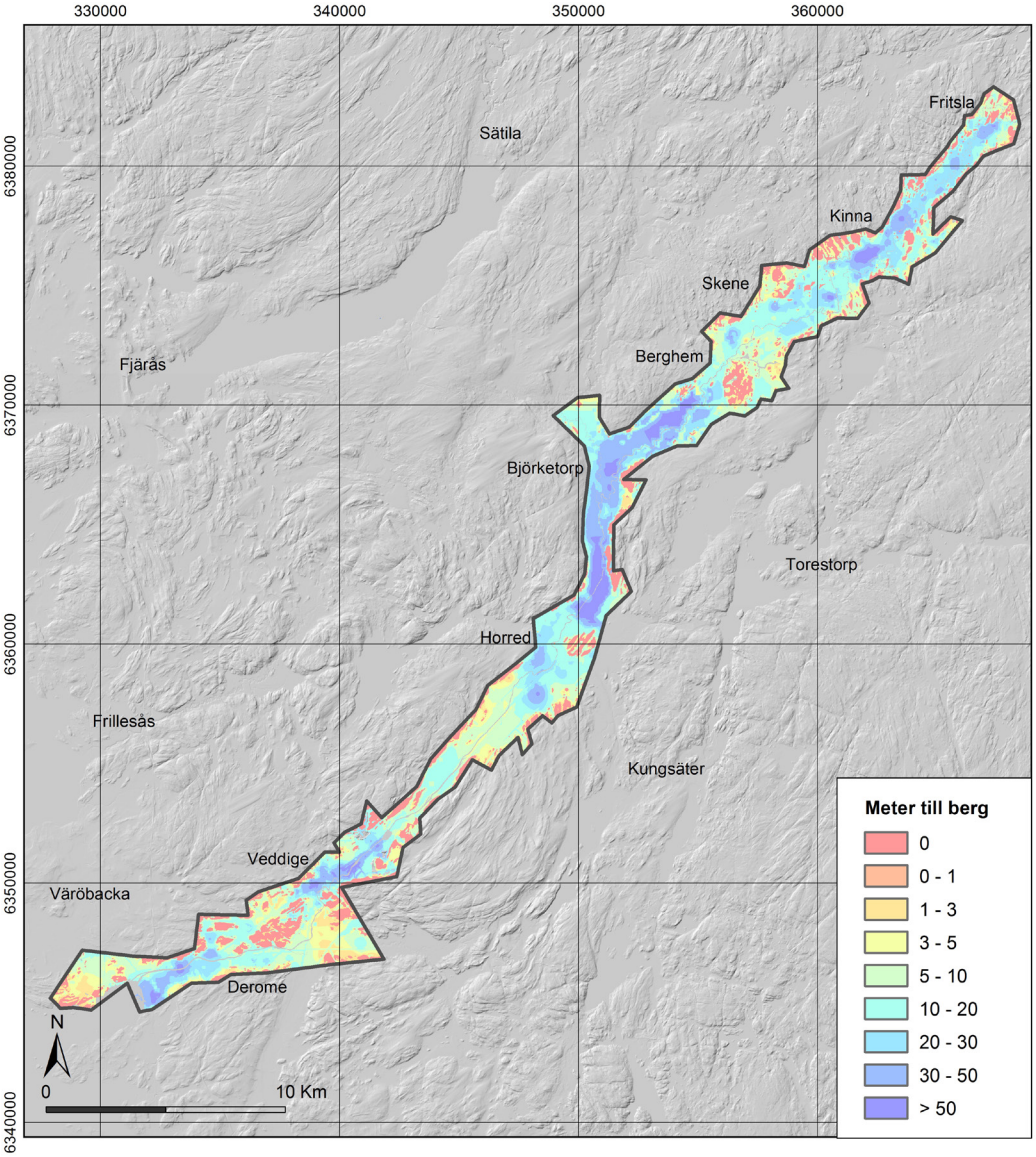
I Viskans dalgång, mellan kusten och Kinna, finns tre ansamlingar av isälvssediment, i form av randbildningar, lateralterraser och deltan. Dessa är randbildningarna Göteborgsmoränen i Veddige och Berghemsmoränen i Berghem, isälvsavlagringarna vid Haby (terrass) och den isälvsavlagringen som Kinna samhälle ligger på (delta). Göteborgsmoränen är en komplex avlagring, som i det här området mestadels består av isälvssediment, men morän kan förekomma. Avlagringen är bildad framför isen för ca 11 000 år sedan. Berghemsmoränen är också komplex med morän och isälvssediment (Ronnert 1989). Dessutom finns isälvsavlagringar som ligger i angränsande sidodalar, som öster om Horred och öster om Björketorp. Sand och grus är dominerande fraktioner i dessa isälvsavlagringar i Viskans dalgång. I Häggåns dalgång finns ett delta i Fritsla, som är uppbyggt till ca 80 m ö.h., vilket är nivån på HK i området. Öster om Kinna finns isälvssediment i en sidodalgång till Häggåns dalgång. Grundvattenbildningen är stor i isälvsavlagringar och grundvattnet strömmar vanligen genom avlagringarna. I de flesta fall följer grundvattnet markytans lutning. I de distala delarna av isälvsavlagringarna fortsätter en del grundvatten ut i skikten av sand och silt i leran. Mer information om grundvattnet och grundvattenmagasinen i dalgångarna finns i kartor och beskrivningar (Karlqvist m.fl. 1985, Engqvist & Műllern 1998, Lång & Lindh 2015 a, b och c).

Morän i dalgångarna

Sandig morän förekommer på sluttningarna i dalgången. Större ansamlingar finns vid Horred, öster om Björketorp och på bägge sidor av dalgången vid Berghem. Dessa moränansamlingar fortsätter in under leran och möjliggör ett grundvattenflöde under leran. Grundvattenbildningen till jordlagren under leran i Viskans dalgång bedöms vara betydligt större i dessa områden jämfört med de delar där dalgången begränsas av berg eller tunna jordtäcken.

JORDDJUPSMODELL

SGU har utvecklat en karttjänst för att visa jorddjupsförhållanden (Daniels & Thunholm 2014). Jorddjupsuppgifterna kommer huvudsakligen från SGUs brunnsarkiv och insamling från geoarkiv i samband med jordartskartläggning. Genom en interpolering av de faktiska jorddjupen samt information om berg i dagen, hämtad från jordartskartor, har en modell tagits fram. Osäkerheten i modellen ökar med ökat avstånd från observationspunkterna.



Figur 8. Jorddjupsmodellen. De djupaste jorddjupen finns i mörkblå områden. Gula områden indikerar små jorddjup och röda områden är berg i dagen eller berg med tunt jordlager. Modellen uppdateras årligen.

Inom området finns ett stort antal borruppgifter, men de är ojämnt fördelade. Borrpunkterna redovisas inte i rapporten, men finns tillgängliga via SGUs databaser och webbtjänst Kartvisaren (www.sgu.se). De flesta borrpunkterna kommer från dalgångens sidor, medan borruppgifter från dalgångens mitt är sparsamt förekommande. De modellerade värdena för den centrala delen av dalgången är därför osäkra. Trots det går det att göra en översiktlig analys av förhållandena (fig. 8). Orsaken till detta är att jorddjupsmodellen sällan överdriver djupet. Saknas borrningar kan man anta att modellen visar för låga värden.

Med utgångspunkt från detta resonemang kan man förmoda att de stora jorddjup (> 50 m) som modellerats är representativa för dalgången. Minst fem djupa bassänger där jorddjupet är mer än 50 m finns mellan Åskloster och Fritsla. I jämförelse med huvuddalgången är jorddjupen vanligen betydligt mindre i sidodalarna.

RAVINER, EROSION OCH SKREDÄRR

De flesta raviner och skredärr finns i glacial lera, eller åtminstone nedskurna i leran. Orsaken till detta är i första hand det topografiska läget i dalgången. Områden med glacial lera har höjts mer över havsytan än områden med postglacial lera.

Bergqvist (1990) definierar raviner som små dalformer utbildade i lätteroderade jordlager, företrädesvis silt och finsand. Det är endast i dessa jordar som de utvecklar de karakteristiska och rikt förgrenade formerna. SGU har en kompletterande definition ”att sidorna ska vara branta”. Raviner bildas även i styv lera, men eftersom leran står emot erosion bättre blir sådana raviner korta och utvecklar inte system av förgreningar. Raviner bildas av grundvatten eller små tillfälliga rännilar. Även erosion längs vattendrag och släntskred bidrar. I Viskans dalgång förekommer raviner och aktiv erosion i lermark från område Björketorp och norrut (fig. 7). I begreppet lermark ingår postglacial sand och svämsediment som överlagrar lera.

Skredärr, oftast små släntskred, förekommer framförallt mellan Viskabacka och Skene. I samma område finns också spår av några halvstora skred.

Raviner och skredärr finns tillgängliga i SGUs kartvisare ”Jordskred och raviner” och i databaser.

SEDIMENTPLANEN LÄNGS VISKAN OCH HÄGGÅN

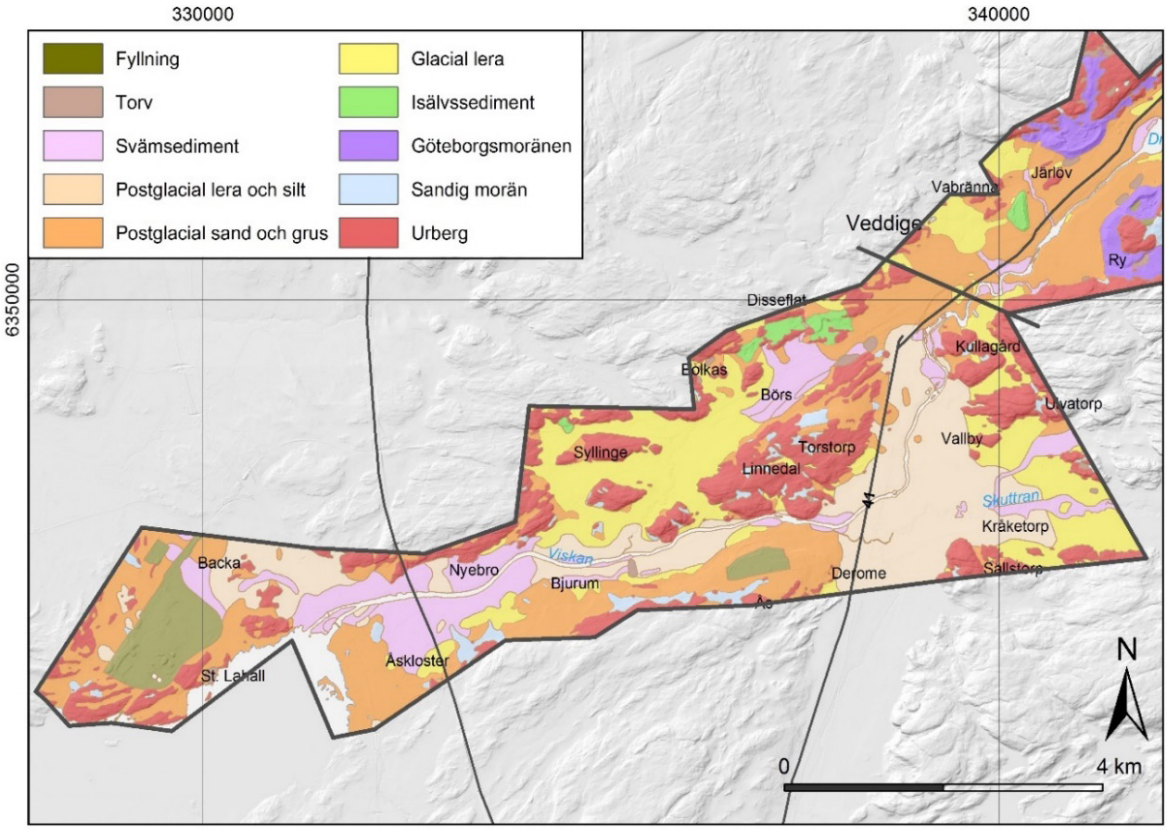
Runt vattendragen förekommer sedimentplan av olika åldrar. De äldre, högst belägna ytorna, uppvisar spår av erosion medan de yngre, lägre belägna ytorna, är nästan helt intakta och i vissa fall präglas dessa av mycket ung sedimentation. Svämsediment bildas fortfarande, framförallt längs Viskans nedre delar. Vid utloppet i havet finns marsktorv som bildas vid havsstranden, på en nivå som motsvarar havets medelvattenstånd eller något över denna. Marsk består av finsand med skikt och lager av organiskt material. Marsktorven är en lätteroderad jordart och med stigande havsnivå kommer dessa områden vid Viskans utlopp i havet påverkas (Malmberg Persson m.fl. 2019).

INDELNING I OLIKA OMRÅDEN

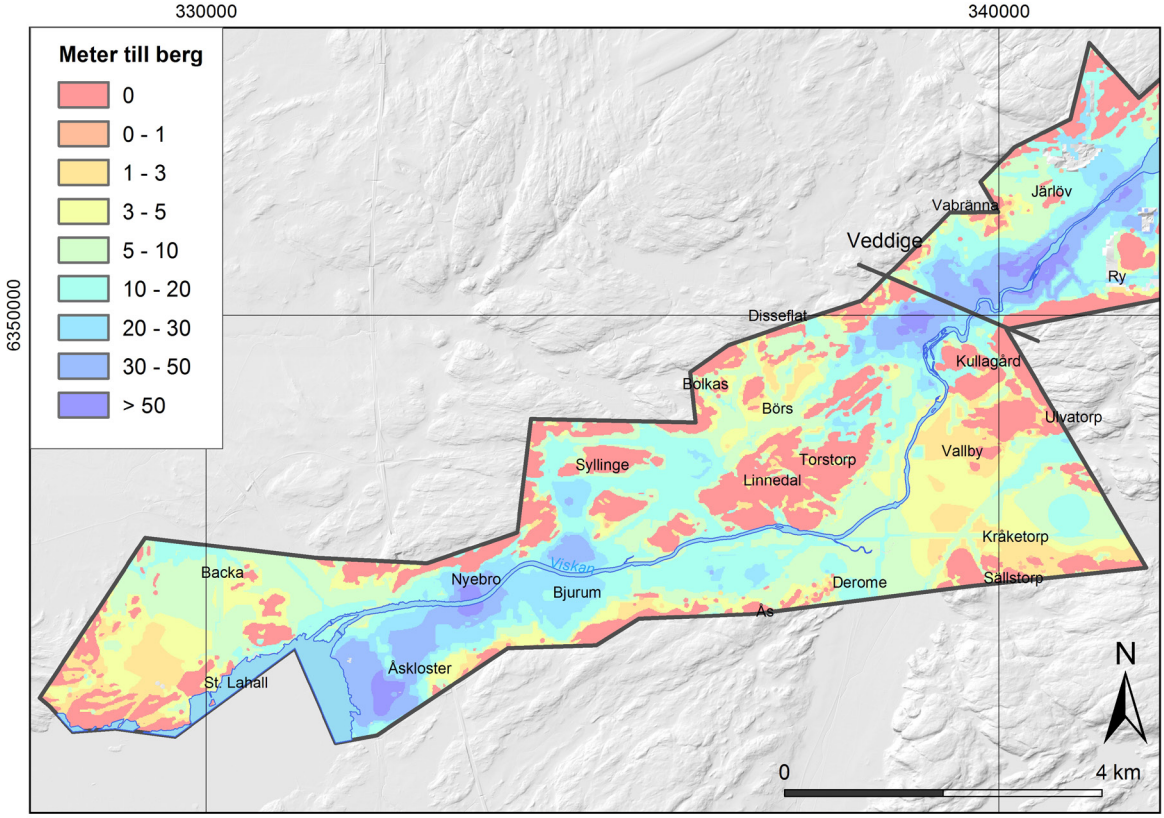
De geologiska och morfologiska förhållandena längs Viskan och Häggån, mellan utloppet i havet och till Fritsla, gör att området kan delas in i sex olika typmiljöer (fig. 7) där område A ligger närmast mynningen och område F är längst från kusten vid Häggån. Främst jordarter, jorddjup och erosionsförhållanden har påverkat indelningen. Sidodalgångarna, som är två stycken till Viskan, har liknande miljö och beskrivs i anslutning till den del i huvuddalgången de mynnar.

Område A: Derome

Området karakteriseras av flack terräng runt Viskan med jordarter som svämsediment, postglacial lera och postglacial sand (fig. 9). Terrängen längs Viskan översvämmas ibland. Branta slänter saknas och det förekommer inga raviner och skredärr. Jorddjupen bedöms vara stora i Åskloster och strax söder om Veddige (fig. 10). Vid Viskans utlopp i havet finns marker med marsktorv som översvämmas vid högvatten, som inträffar vid stormar eller liknande.



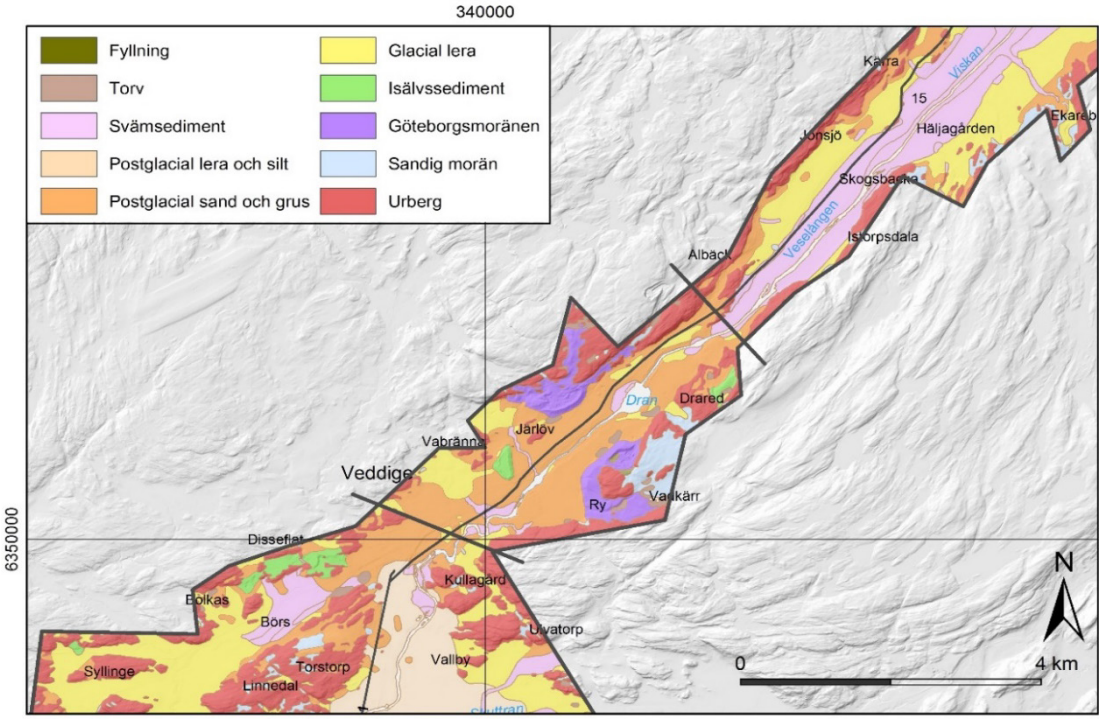
Figur 9. Jordartskarta över Deromeområdet.



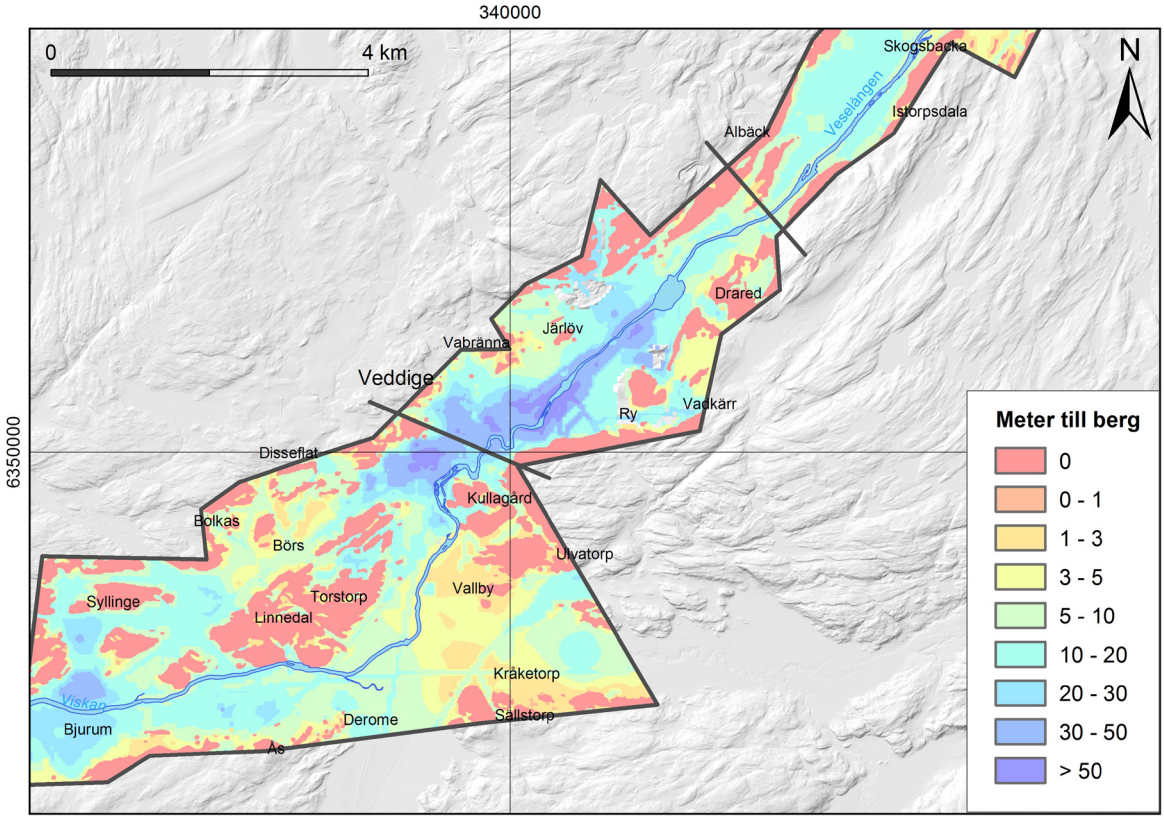
Figur 10. Jorddjupsmodell över Deromeområdet.

Område B: Veddige

Området kännetecknas av Göteborgsmoränens avlagringar på bägge sidor av Viskan i Veddige (fig. 11). Göteborgsmoränen är här huvudsakligen uppbyggd av grus och sand och täktverksamhet har under lång tid bedrivits i avlagringen. I mitten av dalgången överlagras Göteborgsmoränen av lera och postglacial sand. Stora jorddjup, ca 80 m, finns centralt i området (fig. 12). Grundvattenbildningen är stor i grusförekomsterna och grundvattnet strömmar mot de centrala delarna av dalgången. Viss erosion förekommer längs Viskans stränder i området. Skredärr saknas i detta område.



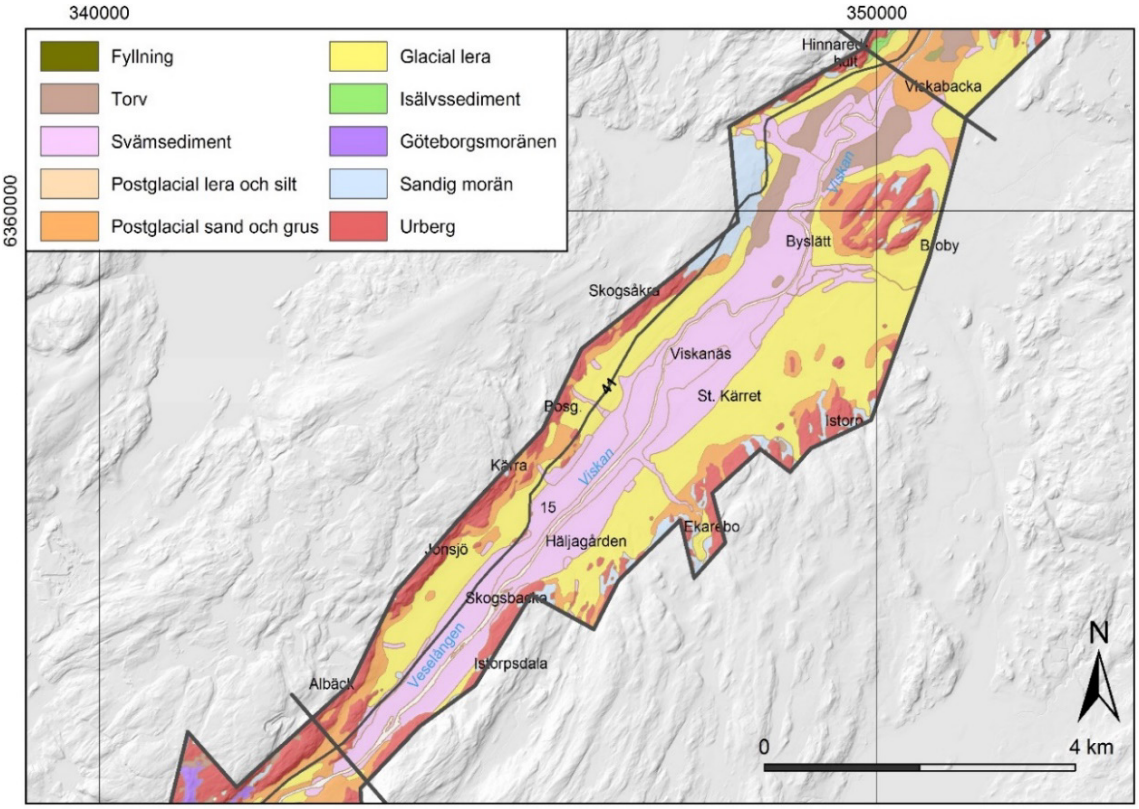
Figur 11. Jordartskarta över Veddigeområdet.



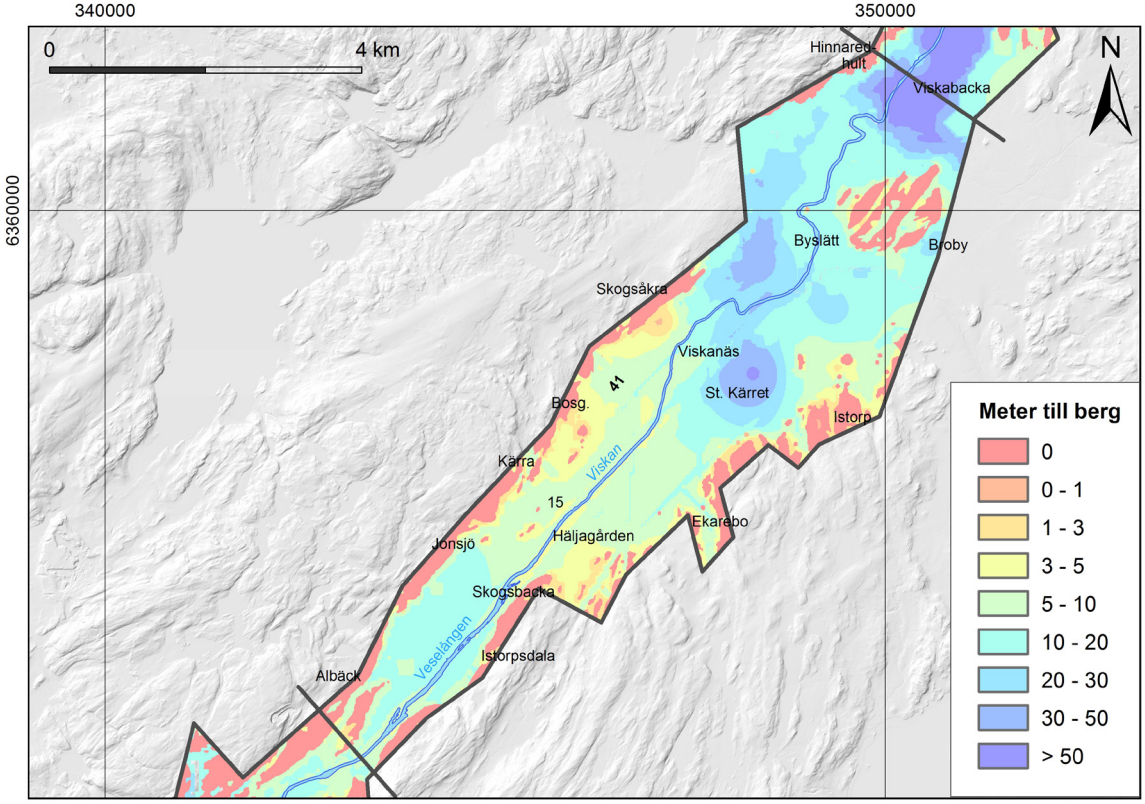
Figur 12. Jorddjupsmodell över Veddigeområdet.

Område C: Veselången

Området längs Viskan är här mycket flackt och består av svämsediment i markytan (fig. 13). Närmast Viskan är det grovsilt-finsand med ett påtagligt organiskt innehåll. Levéer förekommer i dessa sediment. Levéer är låga ryggar med finsand på ömse sidor om vattendraget och bildas vid översvämningar. Svämsediment med något finare sammansättning, silt-lera, förekommer på bägge sidorna innanför levéerna. Stora delar av området har tidigare varit en sjö, Veselången, men är utdikad och idag torrlagd. Lergyttja och postglacial lera förekommer under svämsedimenten (von Post 1968, Påsse 1986). Området översvämmas när det är högvatten i Viskan. Jorddjupen är störst i området där dalgången är bredast och i Viskabacka (fig. 14). Enstaka raviner finns i små biflöden till Viskan.



Figur 13. Jordartskarta över området vid Veselången.

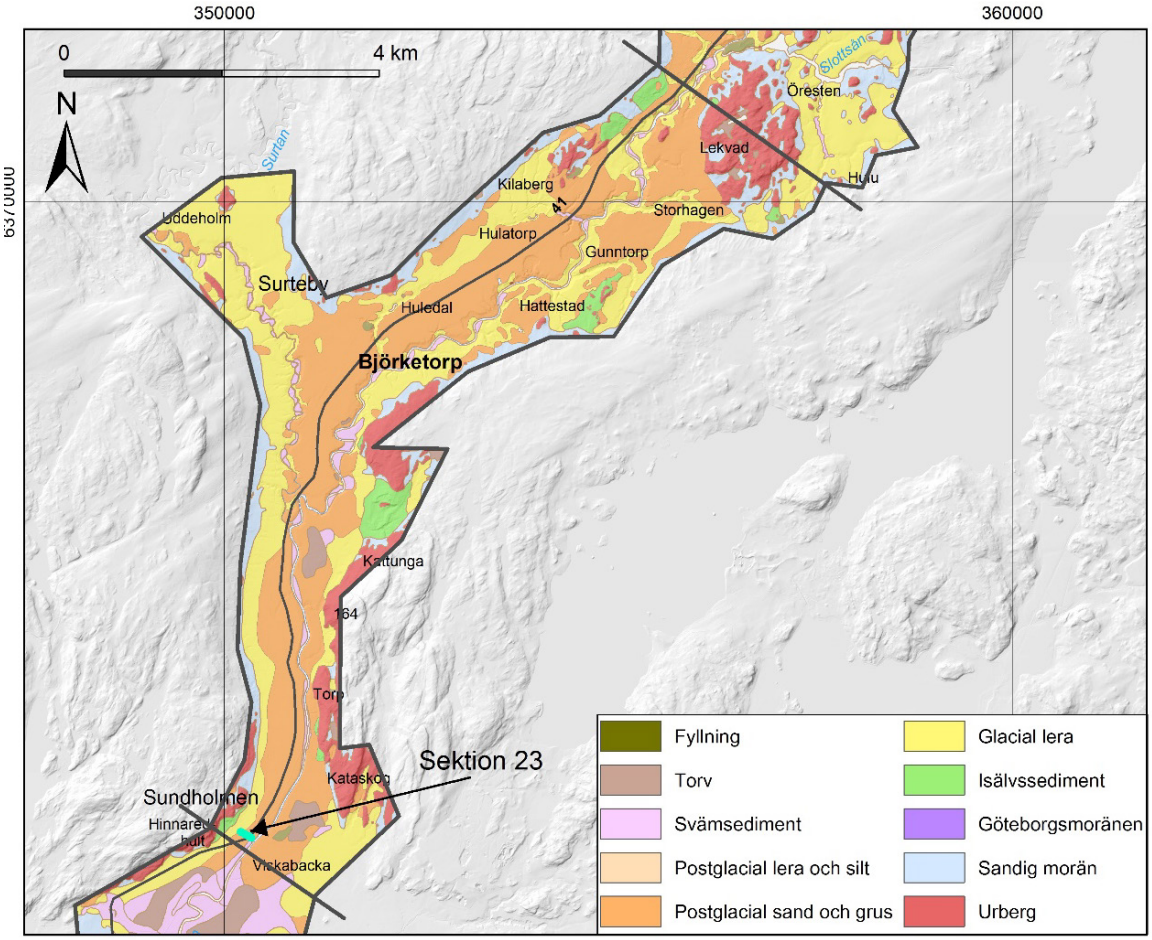


Figur 14. Jorddjupsmodell över området vid Veselången.

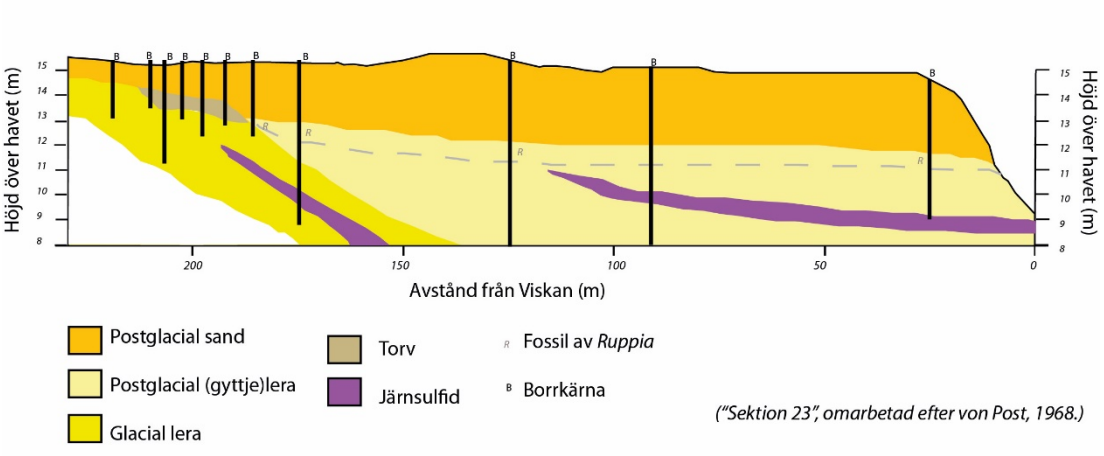
Område D: Björketorp

Landhöjningen och Viskans erosion har gjort att omgivande mark inom detta delområde ligger 3−10 m högre än Viskans yta. Störst höjdskillnad är det i norra delen av området. Omgivande mark består mestadels av postglacial sand (fig. 15 och 16). Sanden har en mäktighet på ca 4 m i Björketorp. Mellan sanden och den glaciala leran finns torvlager (fig. 16). Framför allt i den postglaciala gyttjeleran förekommer skikt och lager av järnsulfidhaltig gyttja eller gyttjelera. Dessa lager kan med stor sannolikhet påverka markstabiliteten i området och om de syresätts även bidra till försurning. Raviner, skredärr och pågående erosion förkommer längs Viskan, med ökad omfattning norrut i området. I dalgången vid Surteby rinner biflödet Surtan ut i Viskan. Glacial lera är dominerande jordart i ytan i Surtans dalgång.

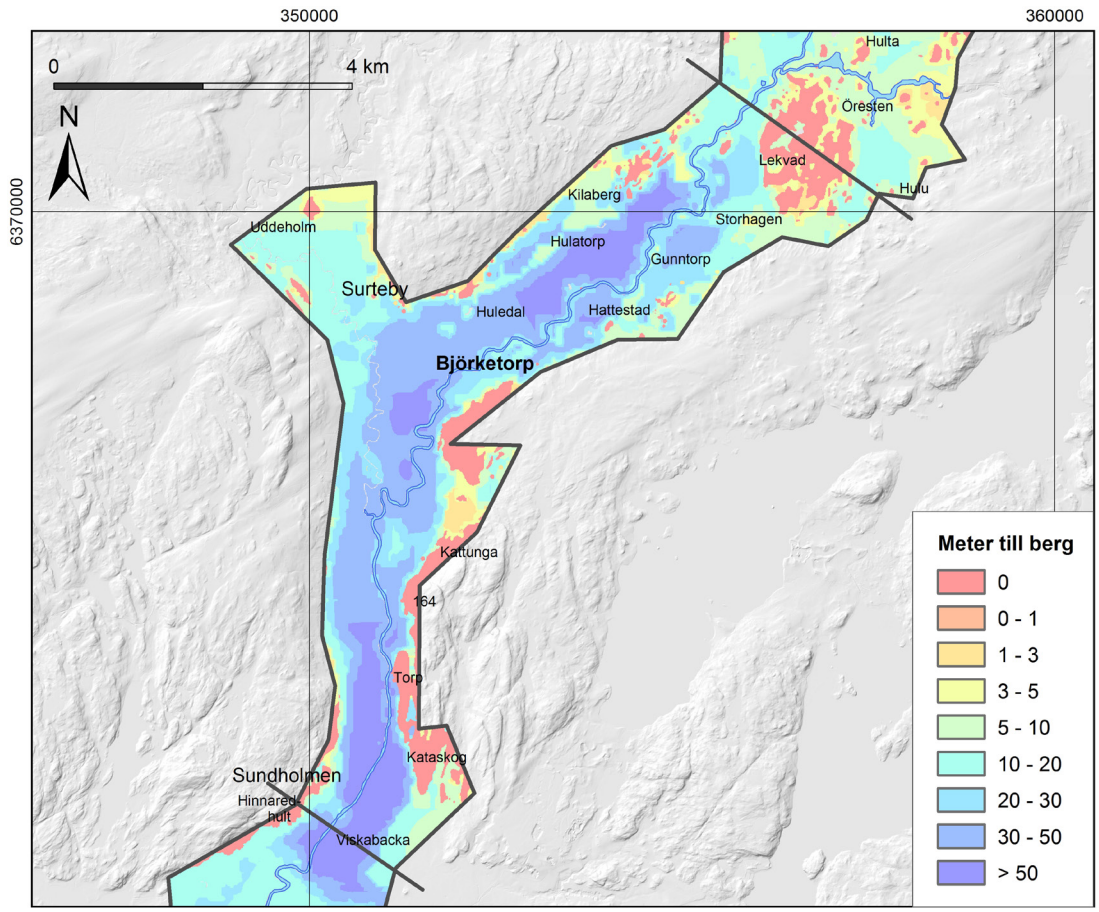
Stora jorddjup finns centralt i Viskans dalgång i hela området (fig. 17). Grundvattenbildningen bedöms vara stor från moränterrängen väster och nordväst om området. Öster om Viskan finns två stora isälvsavlagringar som gränsar till lermarken. Grundvattnet strömmar från isälvsavlagringarna mot de centrala delarna av dalgångarna.



Figur 15. Jordartskarta över området vid Björketorp.



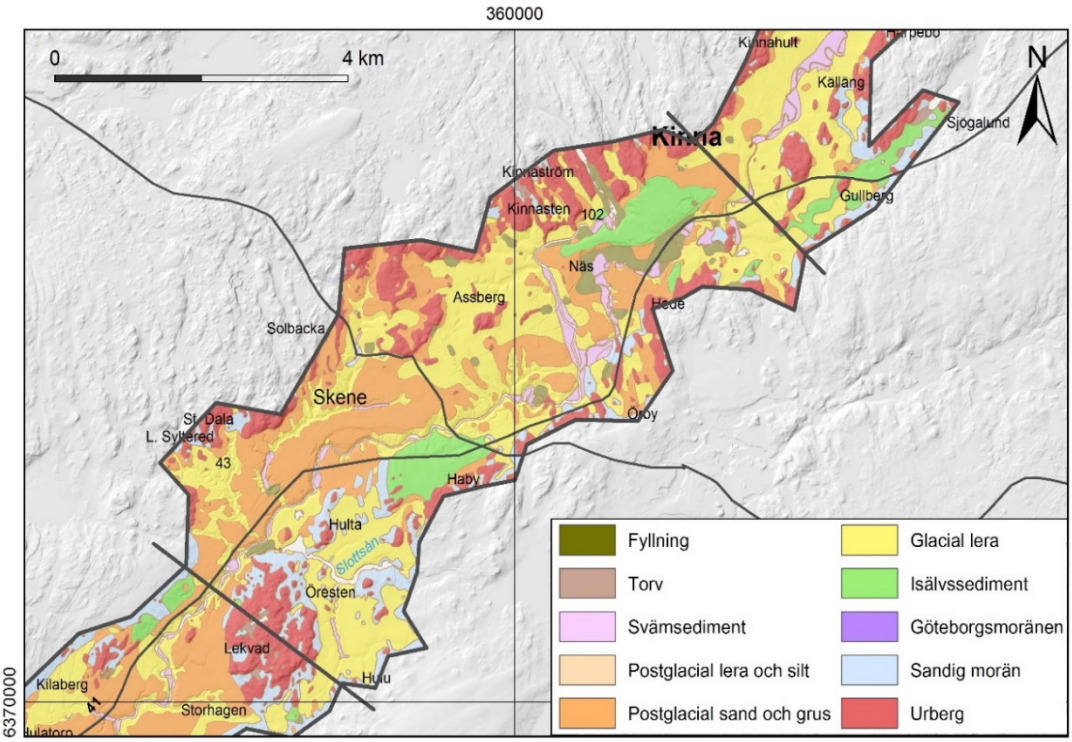
Figur 16. Profil från von Post (omarbetad av Elin Norström, statsgeolog vid SGU).



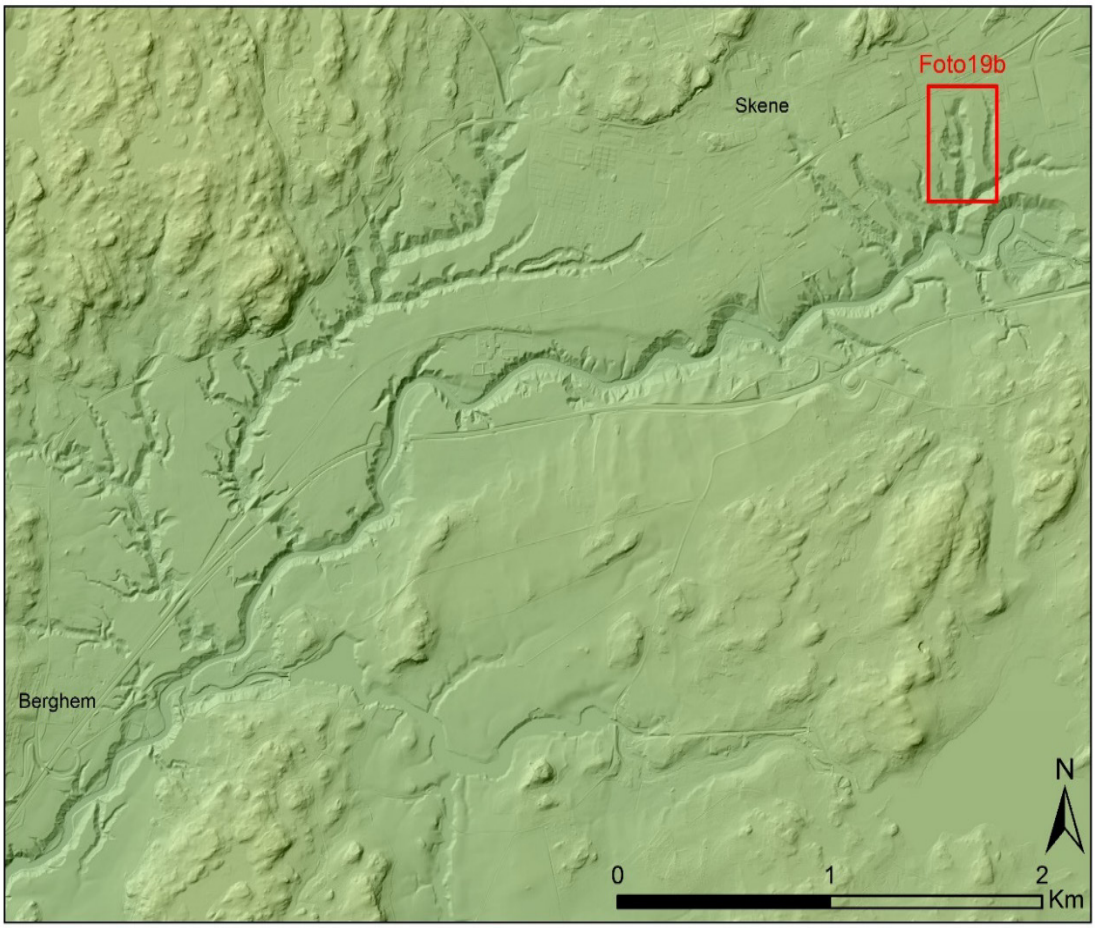
Figur 17. Jorddjupsmodell över området vid Björketorp.

Område E: Skene-Kinna

De jordartsgeologiska förhållandena i detta område är varierande (fig. 18). Två stora isälvs-avlagringar finns, med stor grundvattenbildning. Isälvsavlagringen, som består av sand med en mäktighet av ca 20 m, vid Kinna underlagras av lera och bör karakteriseras som ett postglacialt delta, eftersom marknivån är ca 55 m ö.h. Glacial lera och postglacial sand finns centralt i dalgången och på kanterna av den samma. Längs Viskan och biflödet Häggån finns svämsedimentplan. Skredärr och raviner förekommer rikligt i området (fig. 19 a och b). Måttliga–stora jorddjup finns centralt i dalgången (fig. 20).

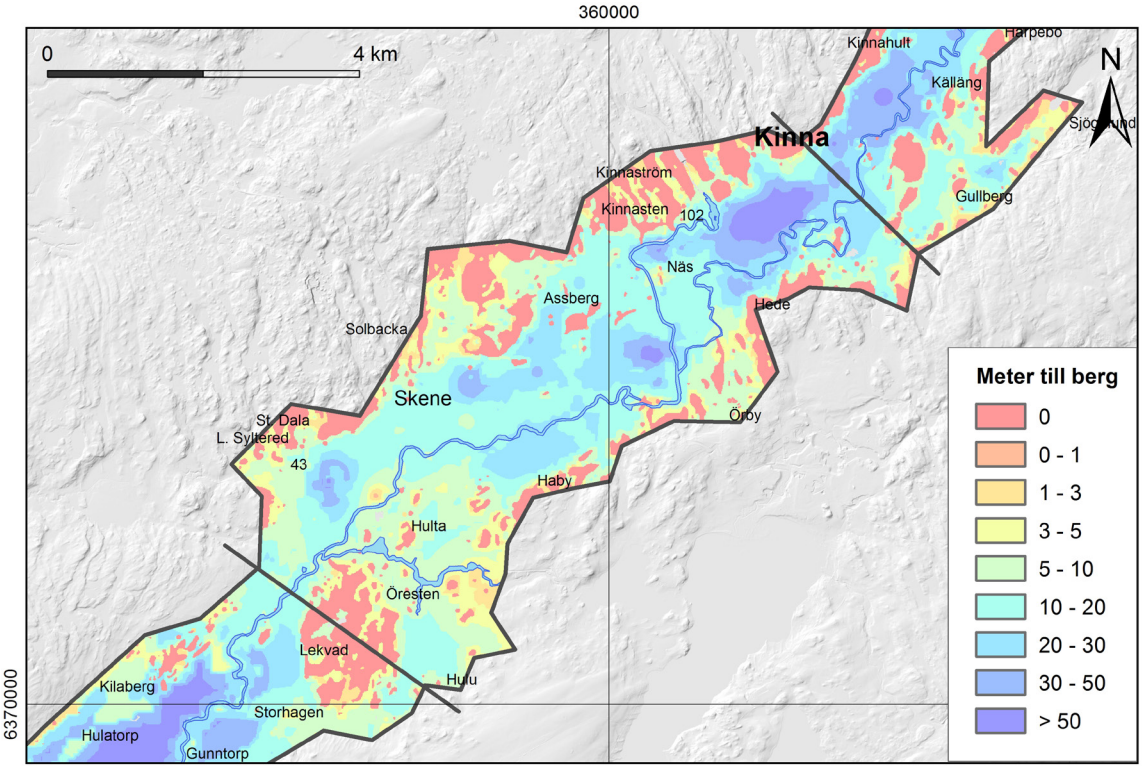


Figur 18. Jordartskarta över området Skene-Kinna.



Figur 19 a. Raviner och skredärr syns tydligt i Lantmäteriets höjdmodell mellan Berghem och Skene.

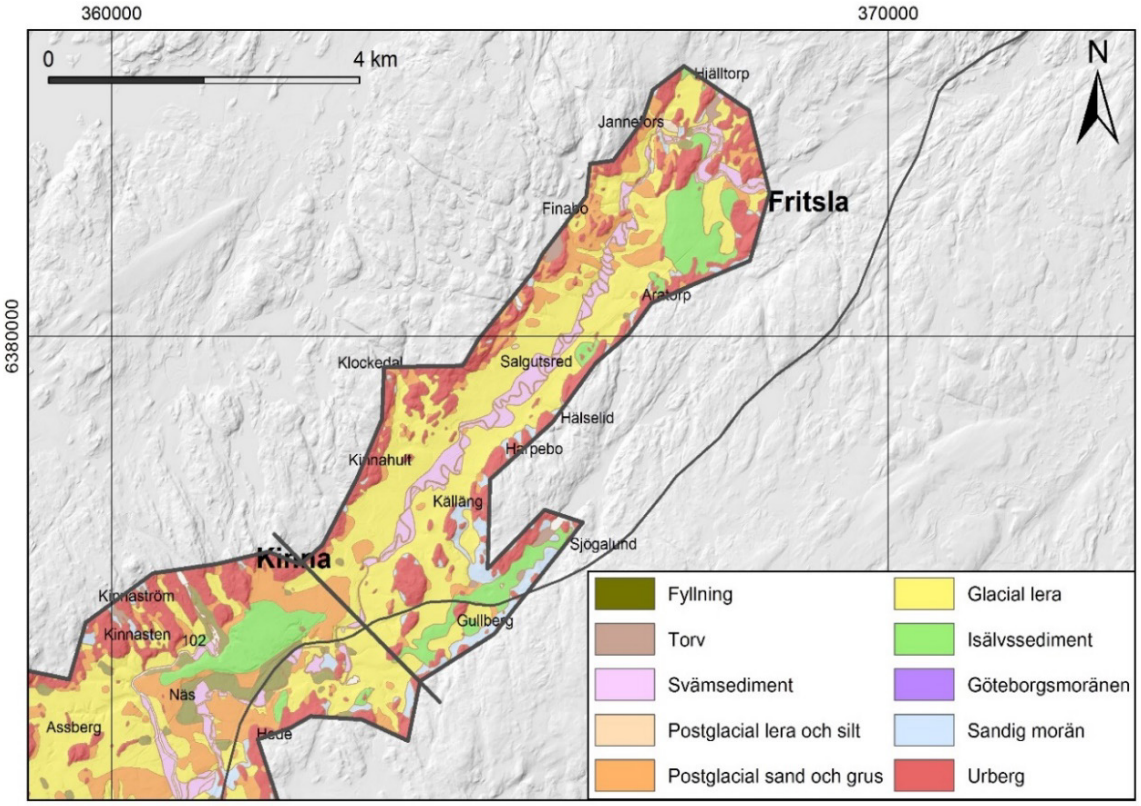
Figur 19 b. Assbergs raviner i Skene. Fotografiet är taget mot norr med drönare av Christian Öhrling 2019.



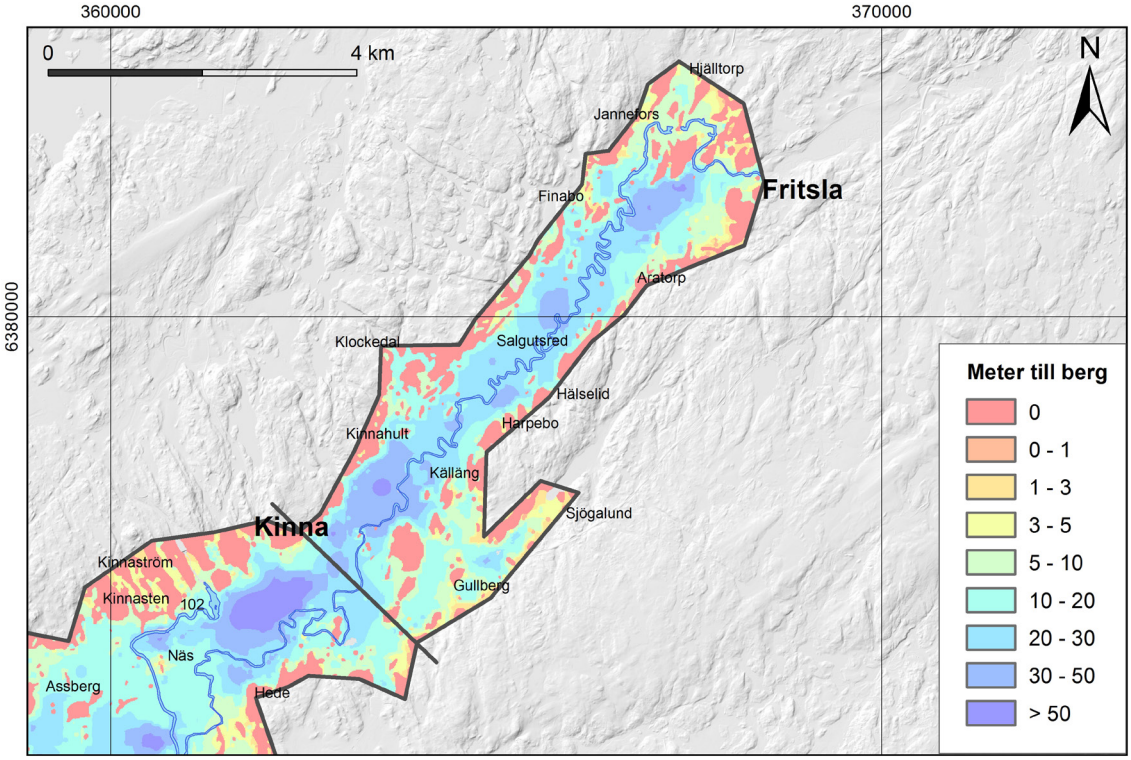
Figur 20. Jorddjupsmodell över området.

Område F: Fritsla

Häggåns dalgång kännetecknas av en mot söder svagt sluttande markyta och ett meandrande flöde. Marken består mestadels av glacial lera, men i området vid utflödet till Viskan återfinns en helt flack yta med svämsediment (fig. 21). Stora isälvsavlagringar finns på två ställen i området. Grundvattenbildningen är stor i dessa avlagringar. Grusavlagringen vid Fritsla är ett HK-delta. Jorddjupen är måttliga i denna del av dalgången (fig. 22). Den glaciala lerans mäktighet är begränsad norr om Fritsla. Raviner förekommer i biflöden till Viskan i området.



Figur 21. Jordartskarta över Fritslaområdet.



Figur 22. Jorddjupsmodell över Fritslaområdet.

REFERENSER

Bergqvist, E., 1990: Nip- och ravinlanskap i södra och mellersta Sverige. *Rapport nr 77,* Uppsala universitet, naturgeografiska institutionen.

Daniels, J. & Thunholm, B., 2014: Rikstäckande jorddjupsmodell. *SGU-rapport 2014:14,* Sveriges geologiska undersökning.

Engdahl, M., 2009: Beskrivning till jordartskartan Kinna NV. *Sveriges geologiska undersökning K 124.*

Engqvist, P. & Műllern, C.-F., 1998: Beskrivning till kartan över grundvattnet i Västra Götalands län, mellersta delen, f.d. Älvsborgs län. *Sveriges geologiska undersökning Ah 13.*

Hilldén, A. & Sundevall, S. E., 2010: Beskrivning till jordartskartan Kinna SV. *Sveriges geologiska undersökning K 260.*

Karlqvist, L., De Geer, J., Fogdestam, B. & Engqvist, P., 1985: Beskrivning och bilagor till hydrogeologiska kartan över Hallands län. *Sveriges geologiska undersökning Ah 8.*

Lidmar-Bergström, K., 1998: Berggrundens ytformer. I Berg och jord. *Sveriges nationalatlas.* Red. Fredén, C.

Lång, L.-O. & Lindh., Å., 2015 a: Grundvattenmagasinet Kinnarumma – Ramslätt. *Sveriges geologiska undersökning K 482.*

Lång, L.-O. & Lindh., Å., 2015 b: Grundvattenmagasinet Risäng. *Sveriges geologiska undersökning K 489.*

Lång, L.-O. & Lindh., Å., 2015 c: Grundvattenmagasinet Öxnevalla. *Sveriges geologiska undersökning K 518.*

Malmberg Persson, K., Ising, J., Goodfellow, B, Magnusson, E. & Smith, C., 2019: Erosionsförhållanden längs södra Hallands kust. *SGU-rapport 2019:07,* Sveriges geologiska undersökning.

von Post, L., 1955: The Ancient Sea Fiord of the Viskan Valley. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 77.*

von Post, L., 1956: The ancient sea fiord of the Viskan valley. Chapter II: The shore marks. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 78.*

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.*

Påsse, T., 1983: Havsstrandens nivåförändringar i norra Halland under holocen tid. *Göteborgs universitet. Geologiska institutionen, publ. A 45.*

Påsse, T., 1986: Beskrivning till jordartskartan Kungsbacka SO. *Sveriges geologiska undersökning Ae 56.*

Påsse, T., 1990: Beskrivning till jordartskartan Varberg NO. *Sveriges geologiska undersökning Ae 102.*

Påsse, T. & Andersson, L., 2005: Shore-level displacement in Fennoscandia calculated from empirical data. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar, 127,* 250–268.

Ronnert, L., 1989: The deglaciation of the Berghem area, south-western Sweden. *Göteborgs universitet. Geologiska institutionen, A 64.*

Stevens, R., 1987: Glaciomarine fine sediments in south-western Sweden: *Göteborgs universitet. Geologiska institutionen A 54.*

Stevens, R., Rosenbaum, M. & Hellgren, L.G., 1991: Origins and engineerings hazards of Swedish glaciomarine and marine clays. *Quaternary engineering geology. Geological Society London Engineering Geology Special Publications. Publ. 7, s 257-264.*