

# Skred i Viskans och Lärjeåns dalgångar – Strandförskjutningens, topografins och stratigrafins inverkan på skredfrekvens



**Lisa Jörgensen**

**Degree of Bachelor of Science  
with a major in Earth Sciences  
15 hec**

**Department of Earth Sciences  
University of Gothenburg  
2023 B-1227**



**UNIVERSITY OF GOTHENBURG**

# Skred i Viskans och Lärjeåns dalgångar – Strandförskjutningens, topografins och stratigrafins inverkan på skredfrekvens

Lisa Jörgensen

ISSN 1400-3821

**B1227**  
**Bachelor of Science thesis**  
**Göteborg 2023**

---

**Mailing address**  
Geovetarcentrum  
S 405 30 Göteborg

**Address**  
Geovetarcentrum  
Guldhedsgatan 5A

**Telephone**  
031-786 19 56

Geovetarcentrum  
Göteborg University  
S-405 30 Göteborg  
SWEDEN

## Tack

Jag vill börja med att rikta ett stort tack till mina handledare Mark Johnson och Martin Persson som inte bara ställde upp i sista minut, utan även guidade mig hela vägen genom detta arbete, gav mig värdefulla kommentarer och alltid var tillgängliga. Tack också till er som hjälpt förse mig med data; Axel Josefson AFRY, Tobias Thorén SGI, Victoria Svahn Stadsbyggnadskontoret och Christian Öhrling SGU.

Eftersom denna kandidatuppsats markerar slutet av min tid på GVC vill jag även passa på att tacka mina kurskamrater för de fina minnen jag har fått med er från de senaste 3 åren. Lycka till i fortsättningen!

Sist men störst, tack till min familj som stöttat mig och alltid ställt upp när jag behövt er hjälp. Framför allt Sienna och Leonie som tillåtit mig ta den tid jag behövt. Ni är bäst.

## Sammanfattning

Infrastruktur och urbanisering breder ut sig alltmer och det byggs på platser som tidigare varit obebyggda, ibland på grund av dåliga markförhållanden. Samtidigt innebär det skiftande klimatet att extremare nederbördsmonster med episoder av skyfall och torka är att vänta i Västsverige vilket leder till förändrade stabilitetsförhållanden. Mot denna bakgrund är det viktigt att ha kunskap om de faktorer och områden som påverkas för att motverka naturolyckor eller katastrofer. Den sen-kvartära geologiska utvecklingen är orsaken till den jordlagerföljd som idag återfinns i sydvästra Sverige. Leravlagringar täcker stora områden genom vilka vattendrag skurit sig ner. Sluttningar är extra känsliga för förändringar i mark- och vattenförhållanden och där skapas instabila tillstånd där skred under vissa förutsättningar kan inträffa. I den här studien har skredärr mellan den postglaciala transgressionens maximala nivå ( $PG_{max}$ ) och Högsta Kustlinjen (HK) karterats i Viskans och Lärjeåns dalgångar genom fjärranalys av Lantmäteriets höjdmodell. Vidare undersöks hur skred i dessa områden skiljer sig åt, både inom respektive dalgång och gentemot varandra. Skredfrekvens och höjdskillnader i relation till jordart och stratigrafi har studerats. Resultaten visar att skred i båda dalgångar är begränsade till vissa delar och att de framför allt sker nedströms med start vid  $PG_{max}$  vilket i båda fall sammanfaller med områdena med den största reliefen. Skred i Lärjedalen är både större och fler vilket tros bero på en där mer siltig lera med flera sandskikt som tillåter grundvatteninfiltration och transport. Interna skillnader inom respektive dalgång tros bero på lokala variationer i stratigrafi med på sina håll större och mer kontinuerliga sandskikt och följaktligen variationer i grundvattenregim.

## Abstract

Infrastructure and urbanization are constantly expanding, and places previously untouched, sometimes due to poor ground conditions, are now being constructed upon. At the same time, the changing climate means that extreme precipitation patterns with events of torrential rain and drought are expected in western Sweden which leads to changed stability conditions. Against this background, it is important to have knowledge about the factors and areas affected to prevent natural disasters or catastrophes. The late Quaternary geological evolution is the reason to the stratigraphy found in southwestern Sweden today. Clay deposits cover large areas through which streams have incised. Slopes are particularly sensitive to changes in surface sediment and water conditions and create unstable states where slides can occur under certain circumstances. In this study slide scars between the postglacial marine transgression's maximum level ( $PG_{max}$ ) and the highest coastline (HK) have been mapped in the valleys of Viskan and Lärjeån through remote sensing of the Swedish Land Survey's elevation model. Furthermore, the way in which slides in these two areas differ are compared, both within each valley respectively, and against each other. Slide frequency and relief in relation to surface sediment have been studied. The results show that slides in both valleys are limited to certain parts and that they occur primarily downstream starting from  $PG_{max}$ , which in both valleys coincide with the areas of the highest relief. Slides in the valley of Lärjeån are both larger and more numerous which is believed to be due to a siltier clay with several layers of sand allowing infiltration and transport of groundwater. Internal differences within each valley are suspected to depend on local variations in stratigraphy, with larger and more coherent layers of sand in some places, and consequently variations in the groundwater regime.

# Innehållsförteckning

<b>1. INLEDNING</b>	<b>1</b>
1.1 SYFTE OCH MÅL	1
1.2 STUDIEOMRÅDE OCH AVGRÄNSNINGAR	2
<b>2. BAKGRUND</b>	<b>4</b>
2.1 INOM STUDIEOMRÅDET VANLIGT FÖREKOMMANDE JORDARTER	4
2.2 SEN-KVARTÄRGEOLOGISK UTVECKLING VÄSTRA SVERIGE	4
2.3 SKRED	6
2.4 BESKRIVNING AV VISKANS DALGÅNG	7
2.5 BESKRIVNING AV LÄRJEÅNS DALGÅNG	14
<b>3. METOD</b>	<b>17</b>
3.1 DATA	17
3.2 ARBETSFLÖDE	18
<b>4. RESULTAT</b>	<b>22</b>
4.1 GEMENSAMMA RESULTAT	22
4.2 VISKANS DALGÅNG	22
4.3 LÄRJEÅNS DALGÅNG	26
<b>5. DISKUSSION</b>	<b>30</b>
<b>6. SLUTSATS</b>	<b>34</b>
<b>REFERENSER</b>	<b>35</b>
<b>APPENDIX I - KARTERADE SKRED LÄNGS VISKANS DALGÅNG</b>	<b>39</b>
<b>APPENDIX II - KARTERADE SKRED LÄNGS LÄRJEÅNS DALGÅNG</b>	<b>42</b>
<b>APPENDIX III - AREELL SKREDFREKVENNS LÄNGS VISKANS DALGÅNG</b>	<b>44</b>
<b>APPENDIX IV - AREELL SKREDFREKVENNS LÄNGS LÄRJEÅNS DALGÅNG</b>	<b>46</b>

## 1. Inledning

Sannolikheten för jordskred påverkas av faktorerna terränglutning, jordartsegenskaper, landhöjning, klimatförändringar och mänsklig aktivitet (SGU, u.å-e). Med de klimatförändringar som ligger framför oss förväntas nederbörden öka i större delar av Sverige genom framför allt mer frekventa och intensiva skyfall. Samtidigt är även torka att vänta då temperaturen stiger och antalet varma dagar blir fler vilket leder till lägre vattennivå i vattendrag. (Berglöv et al., 2015). Denna utveckling innebär mer erosion längs floder och dalgångar och förhöjda portryck i jorden som båda i sin tur resulterar i en ökad risk för skred. (Länsstyrelsen, 2018). Skredutlösta naturolyckor i Sverige kostar samhället runt 200 miljoner SEK årligen (SGU, u.å-d) och med ett skiftande klimat och pågående bygg- och infrastrukturprojekt är det nödvändigt att ha god kännedom om skred för att minska risken för katastrofer och olyckor. Runt 5 % av Sveriges yta består av finkorniga jordar, och av den är ungefär en fjärdedel skredbenägen (SGU, u.å-d). De flesta skred sker i områden belägna under Högsta Kustlinjen, varför Västsverige, där 10–200 m tjocka marina leravlagringar (Stevens, 1987) täcker marken, är ett utsatt område. Då de sker i sluttningar är dalgångar extra utsatta. (SGU, u.å-d; Regeringskansliet, 2007). Skred i storlek >1 ha är relativt ovanligt men sker i genomsnitt vart annat till vart tredje år i Sverige (MSB, 2020). Lärjeåns och Viskans dalgångar är två områden där skred har inträffat. Skreden i dessa dalgångar skiljer sig åt både i karaktär och lateral utbredning och är koncentrerade till vissa delar. En del av orsaken till att skreden inte sker längs hela dalgångarna tros ligga i områdenas sen-kvartärgeologiska utveckling i kombination med bland annat yt- och grundvattenförhållanden och slänters relief.

### 1.1 Syfte och mål

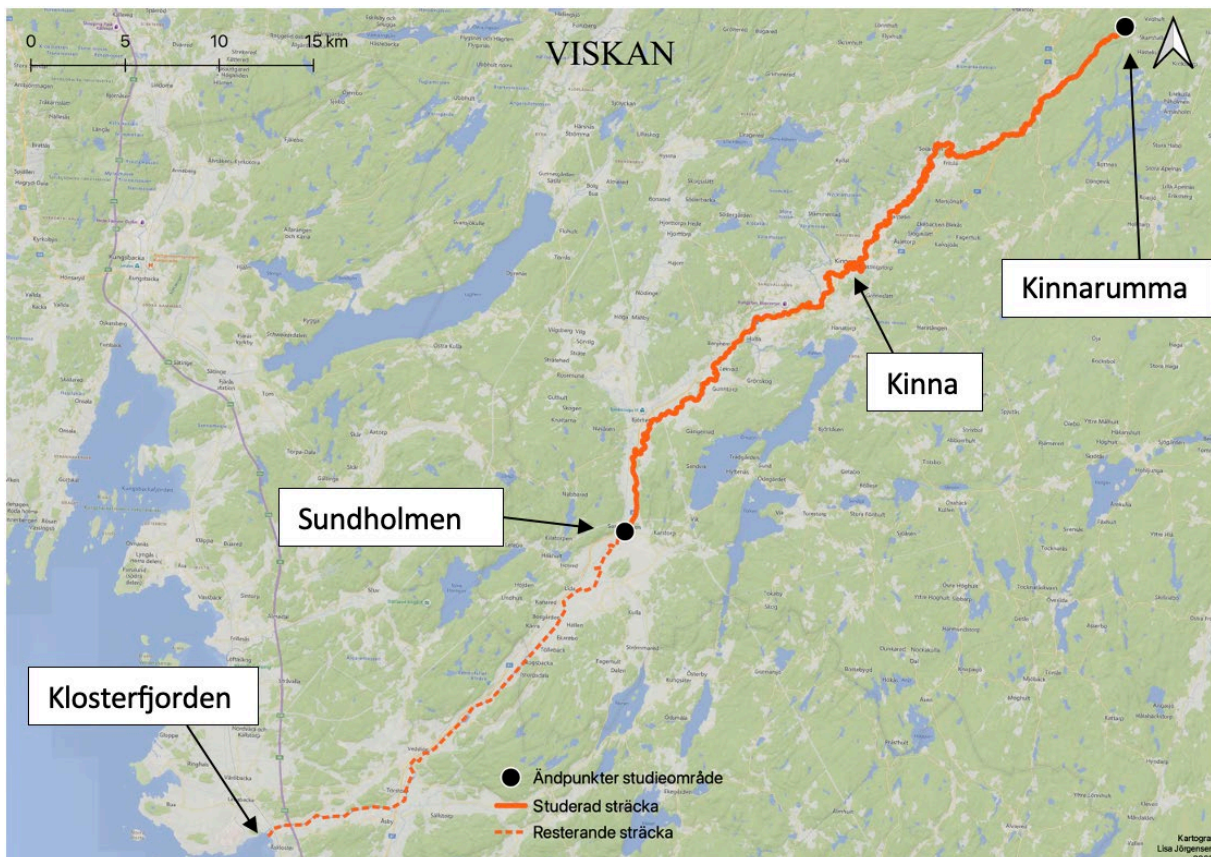
Studien ämnar undersöka hur skred skiljer sig mellan Lärjeåns och Viskans dalgångar vad gäller storlek och frekvens, samt genom att studera jordartsgeologi och relief ta reda på vad dessa eventuella skillnader beror på.

Målet är att presentera kartor på egenkarterade skredärr för sträckan belägen mellan *Högsta Kustlinjen* (HK) och *Postglaciala Transgressionens maximala nivå* ( $PG_{max}$ ) i respektive dalgång samt att diskutera betydelsen av den relief och stratigrafi som återfinns längs vattendragen. Studien kan potentiellt bidra till att förutse var framtida skred skulle kunna ske och på så sätt förhindra stora samhällsförluster.



## 1.2 Studieområde och avgränsningar

För Viskans dalgång undersöks den 61 km långa sträckan mellan Kinnarumma och Sundholmen (figur 1) vilket nivåmässigt motsvarar HK – PG<sub>max</sub>. En del av sträckan (Kinnarumma – Kinna) ligger inom vad som idag är Häggåns dalgång, men eftersom Lennart Von Post inkluderade den i sin beskrivning av *The Ancient Sea Fiord of the Viskan Valley* (Von Post, 1959) (*Den Gamla Viskanfjorden*, egen översättning), togs beslutet att göra det även i denna studie.



Figur 1. Den studerade gamla Viskadalen mellan Kinnarumma och Sundholmen markerad med heldragen orange linje. Streckad linje visar fortsättningen av Viskan till Klosterfjorden norr om Varberg. Hela studiesträckan uppmäter 61 km vattenvägen. Data: Bing Map.



För Lärjeåns dalgång undersöks sträckan mellan Gråbo och Linnarhult (28,5 km vattenvägen) vilket nivåmässigt motsvarar  $HK - PG_{max}$  (figur 2).



Figur 2. Lärjeåns dalgång mellan Gråbo och Linnarhult markerat med heldragen orange linje. Streckad linje visar fortsättningen av Lärjeån och dess utlopp i Göta Älv. Hela studiesträckan uppmäter 28,5 km vattenvägen. Data: Bing Map.

Båda sträckor har mätts i GIS längs det meandrande vattnet och inte längs dalgångarna själva. Undervattensskred har inte studerats. Linjerna för *skredärr* som karteras i denna studie dras efter *skredärrets bakre begränsningslinje*. Ett par undantag finns där hela skredområdet varit mycket tydligt eller väldokumenterat och där linjen har dragits runt hela skredområdet. Som nämns under 2.3 *Skred*, finns flera olika klassificeringstyper för skred. I denna studie görs ingen särskiljning utöver *skred* och *kvicklerskred*.

## 2. Bakgrund

### 2.1 Inom studieområdet vanligt förekommande jordarter

De jordarter som finns i Västsverige är nästan uteslutande resultatet av den senaste inlandsisen och tiden därefter (Karlsson et al., 2021). Jordarterna nedan presenteras i bildningsordning och kan relateras till den för Västsverige generaliserade stratigrafien i figur 3. Leran är i huvudsak avsatt i marint vatten.

*Morän* är storleksmässigt osorterad och oftast den jordart som direkt överlagrar berggrunden då moränen är direkt avsatt av isen (figur 3, enhet a). *Isälvs sediment*, som deponeras från isens smältvatten, består av sand och grus och kan bygga upp deltan i höjd med HK. Isälvs sediment kan överlagra morän (figur 3, enhet b), men också ligga direkt på berget. De finaste sedimenten avsätts på större vattendjup, varför framför allt *lera*, men även *silt* (figur 3, enhet b), återfinns under HK. Siltiga leror kan bli nära flytande vid höga porvattentryck. *Postglacial lera* (figur 3, enhet c), avsatt under PG, är vanligtvis homogen, medan *glacial lera*, avsatt närmast isen, kan vara varvig, med lager av finare och grövre sediment om vartannat. (Karlsson et al., 2021). I Västsverige dras generellt en gräns mellan *glacial* och *postglacial lera* i nivå med PG max (Mark Johnson, personlig kommunikation 10 maj 2023). *Varvig lera* kan, under rätt förutsättningar, underlätta grundvatteninfiltration (Martin Persson, personlig kommunikation, 8 maj 2023). I takt med landhöjningen utsattes områden under HK för processer som lett till att de finaste partiklarna från moränen många gånger svallats ur och lämnat kvar sand och grus. Exempelvis kan det översta skiktet av morän, eller tidigare isälvs sediment, ha genomgått sådana processer och resulterat i områden med *postglacial sand*. Postglacial sand återfinns ofta på lager av lera under HK (figur 3, enhet d). (Karlsson et al., 2021).

### 2.2 Sen-kvartärgeologisk utveckling Västra Sverige

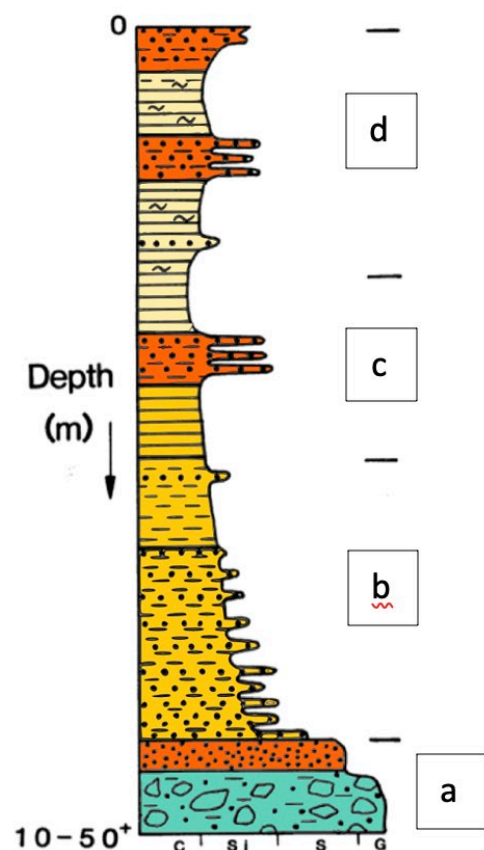
Sen-kvartärgeologisk historia innefattar i detta fall tiden efter starten av senaste inlandsisens reträtt. Sydvästra Sverige blev isfritt för drygt 13 500 år sedan (Påsse, 1986, 1990; Engdahl et al., 2019) då isen drog sig tillbaka i NNO riktning (Hillefors, 1979; Bergström et al., 2022). Av avsmältningen skapades stora mängder vatten och havet nådde ända fram till området framför isen där endast de högst belägna topparna stack upp som öar i en skärgårdsliknande miljö. I takt med att isen drog sig tillbaka lättade trycket på jordskorpan, som steg allt eftersom. Samtidigt steg även havsnivån på grund av ökade mängder vatten. Landhöjningen var under den första

tiden snabbare än havsnivåhöjningen vilket gjorde att kustlinjen drog sig utåt och tidigare havsbotten blev land. (Engdahl et al., 2019). Den smältande isen försåg landskapet med vatten och sediment genom isälvar. Närmast iskanten avsattes grus och sand, medan silt och lera avsattes i havet på djupare och lugnare vatten. HK representerar den högsta nivå i terrängen dit havet nådde. Områden över HK har således inte stått under vatten efter senaste nedisningen medan de under HK utgjort olika djup av havsbotten. HK varierar mellan ca 170 m.ö.h. i norra Bohuslän och 55 m.ö.h. i södra Halland. (Andréasson, 2015). Under en tidsperiod på knappt 2500 år som startade ca 9 000 år före nutid (exakt tid beror på latitud) (Engdahl et al., 2019; Magnusson, 1978; Påsse, 1986, 1990) skapades genom en nedsaktad landhöjning och snabbare havsnivåstigning en transgression som nådde upp till den nivå som kallas  $PG_{max}$ , där havet drog in över land och torrlagda ytor åter blev havsbotten. (Påsse, 1990). Lagerföljden under  $PG_{max}$ , den geografiska punkt där havet under  $PG$  nådde som längst, är generellt mer komplicerad då den varit havsbotten och blivit torrlagd om vartannat ett flertal gånger.

Den generella stratigrafin i Västsverige visas i figur 3. Med start från botten, efter ett lager morän (a, turkos), återfinns ofta ett sandskikt (a, orange) som i sin tur överlagras av glaciala sediment (b) där kornstorleken minskar uppåt. Därpå ses glacial lera (c) avsatt långt ifrån isen och som därför är mycket finkornig. Mot toppen av lagerföljden hittas leror (d, gul) avsatta i grunda havsmiljöer från tiden för  $PG$  och här förekommer ofta sand- och siltskikt (d, orange) som avsattes längs kusten innan och efter  $PG$ . (modifierad från Stevens et al., 1991).

*Kvicklera* är en högsensitiv, speciell typ av lera som skapas genom att grundvatten lakat saltet ur marint avsatta finkorniga sediment och den har per definition en skjuvhållfasthet  $<0,4$  kPa och en sensitivitet  $>50$  (SGI, 2023). Närvaron av silt och sand i leran gynnar

*grundvattenströmning* vilket underlättar kvicklerbildningen. (Hillefors, 1979; Quinn, 2009; Gatubolaget, 2009). Utöver i leran inbäddade silt- och sandskikt presenterar Quinn (2009) flera parametrar kopplade till grundvatten som påverkar hastigheten och graden av urlakning av



Figur 3. Generaliserad stratigrafi för sydvästra Sverige. Modifierad från Stevens et al., 1991.

leran. Bland dessa nämns *artesiska förhållanden, höjd över havet och vattnets kemiska sammansättning*. *Artesiska förhållanden* kan skapas där grundvatten genom vattenförande skikt eller sprucket berg på högre höjd, exempelvis längs dalsidor, infiltrerar marken och kommer i kontakt med lera på lägre höjd där ett övertryck skapas.

### 2.3 Skred

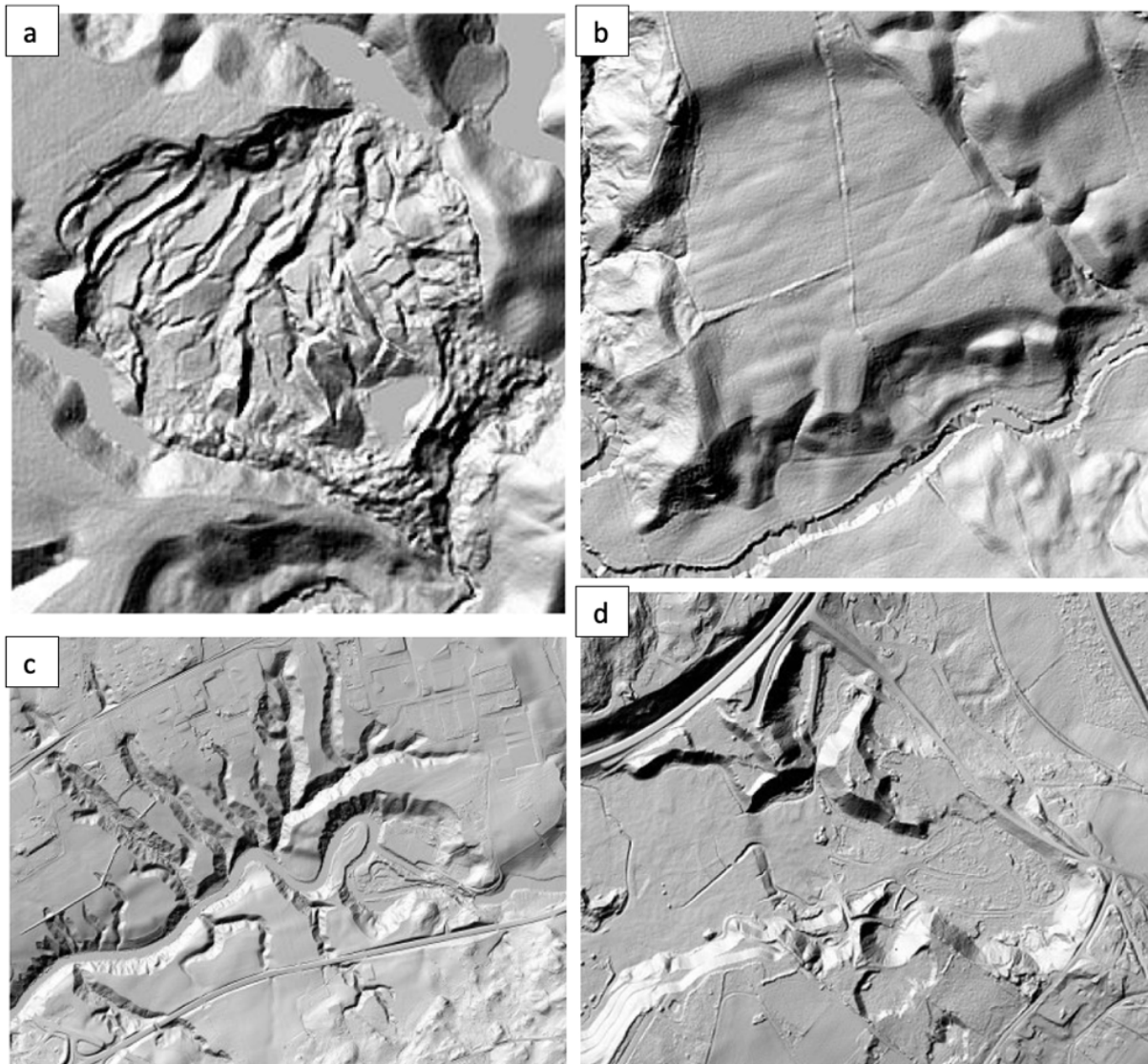
Skred är en typ av massrörelse som sker i sluttningar. Flera olika klassificeringssystem existerar för skred och andra massrörelser varav ett av de mest använda är det av Cruden & Varnes (1996) där massrörelser delas där in i typerna *falls, topples, slides, spreads* och *flows* (*ras, störtning, skred, spridning* och *strömmar* på svenska (Persson, u.å)). Fortsatta indelningar av ovan kategorier existerar, men i denna studie görs ingen vidare distinktion med undantaget *kvicklerskred* som med sitt karaktäristiska flaskhalsformade utseende är relativt lätta att identifiera. Till skillnad från *ras*, där lösa partiklar rör sig (SGU, u.å-d), sker skred genom att en sammanhängande massa förflyttar sig (Karlsson et al., 2021). Skred sker primärt i lera belägen i dalgångar och framför allt längs vattendrag som genom att ha skurit sig ner i lera skapat sluttande ytor (Karlsson et al., 2021). Glacial lera som höjts mer över havsytan och ofta följaktligen urlakats av saltjoner i större omfattning är extra skredbenägen (SGU, u.å-d).

Majoriteten av de skred i Sverige som fått stora konsekvenser har helt eller delvis varit kvicklerskred (Viberg, 1982). Skred i kvicklera växer ofta bakåt från ett litet initialscred och kan då ske i flackare terräng än vad som normalt krävs (Andréason, 2015). Små skred kan vara svåra att skilja från *erosion*, en annan sluttningrelaterad process som sker längs vattendrag där vattnet skär genom fint sediment (SGU, 2020). Erosion är mycket vanligt längs utsidan av meandrande vattendrag.

Utseendemässigt är ett färskt skred ojämnt i sin form (figur 4 a), och även om marken med tiden avrundas genom både naturliga processer (erosion) och mänsklig påverkan (åkerbruk), blir den sällan helt utjämnad, utan en viss vågighet kvarstår (figur 4 b). *Raviner* kan till utseendet påminna om skred men är skapade genom en betydligt långsammare process där ett vattendrag skurit sig ner i finsediment som kan spåras som en linje genom ravinen (figur 4 c). (SGU, u.å-d). På grund av antropogena aktiviteter kan former bildas som på LiDAR-bilder



liknar skredärr, men dessa har oftast raka och onaturliga gränser (jämför figur 4 d och Viberg, 1982).

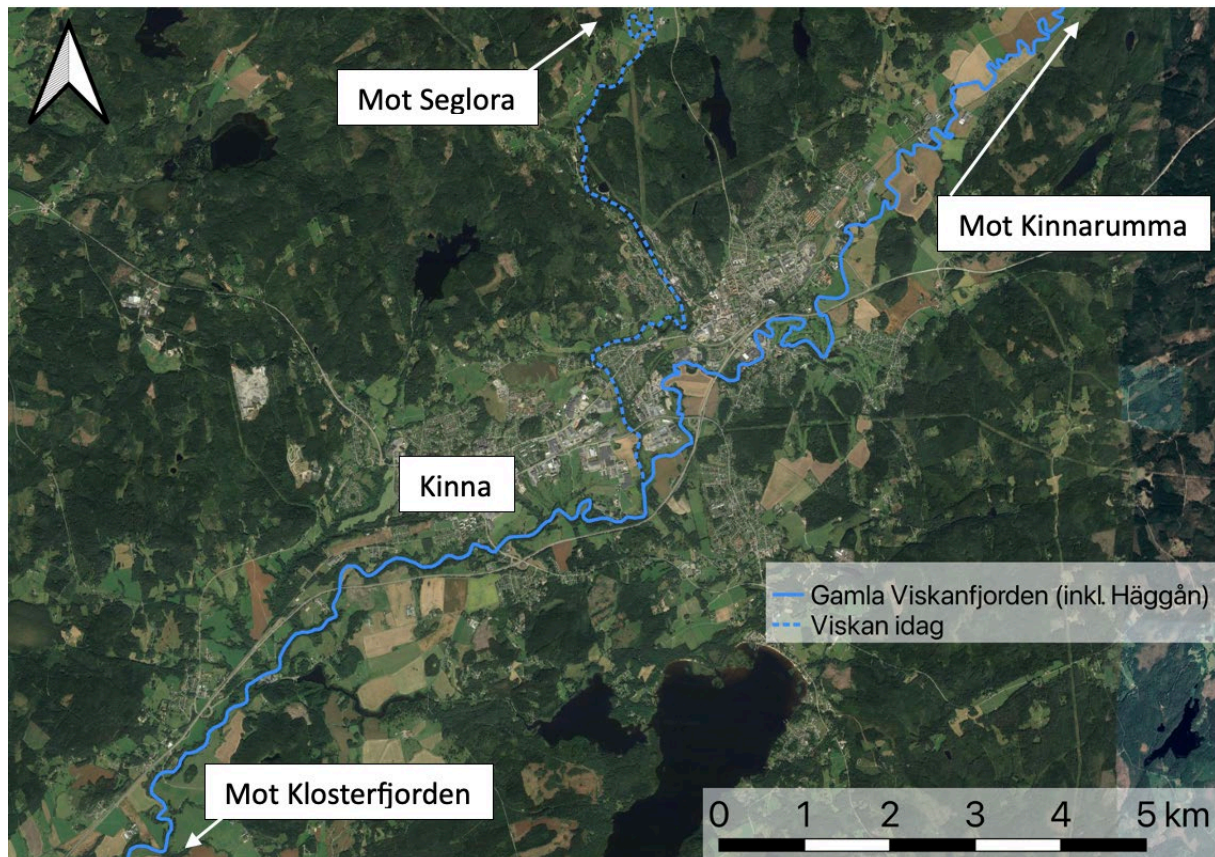


Figur 4 a - d. a) Ett färskt skred med skarpa, ojämna kanter. b) visar ett äldre, mer utjämnat skred, men fortfarande med antydning till vågighet. c) Ett typiskt utseende för raviner, med V-former och förgreningar. d) En antropogent skapad depression, troligtvis ett grustag, med raka, onaturliga gränser, som på LiDAR-bilder kan misstas för ett skred. Data: © Lantmäteriet, u.å.

#### 2.4 Beskrivning av Viskans dalgång

Viskan, i dess egentliga mening, sträcker sig från sjön Tolken via Seglora till Klosterfjorden, ca 14 km norr om Varberg. Ett av dess huvudbiflöden är Häggån som kopplas på i höjd med Kinna Kyrka. *Den Gamla Viskanfjorden* (Von Post, 1955) motsvarar dock inte exakt den dalgång genom vilken ån Viskan rinner idag. En del av sträckan (Kinnarumma – Kinna) ligger inom vad som nu kallas Häggåns dalgång, men eftersom Von Post inkluderade den i sin studie (1955) togs beslutet att göra det även här. Anledningen som Von Post nämner är att Viskans naturliga fortsättning uppströms från Kinna är den dal genom vilken Häggån idag flyter (figur

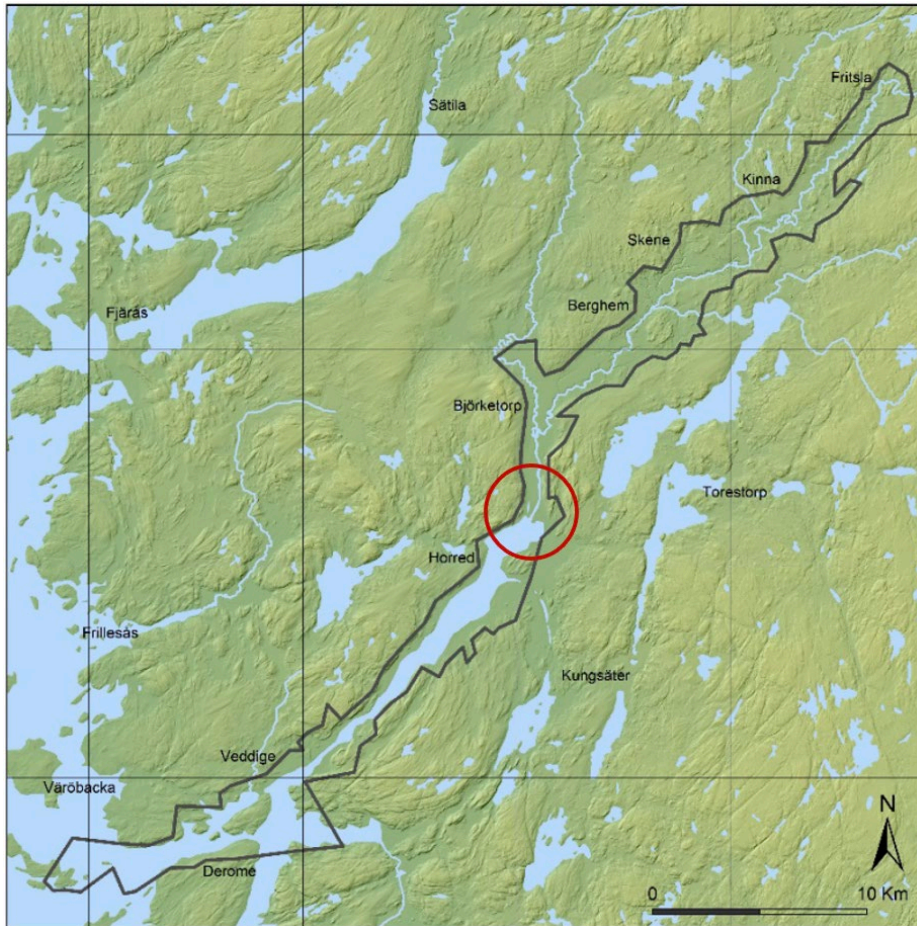
5; 1955). Den del av Viskan som vid Häggåns påkoppling uppströms viker av mot Seglora beskrivs som endast en kort förgrening till den gamla Viskanfjorden (Von Post, 1955). *Viskans dalgång* innefattar därför den Gamla Viskansfjordens dalgång i den här studien.



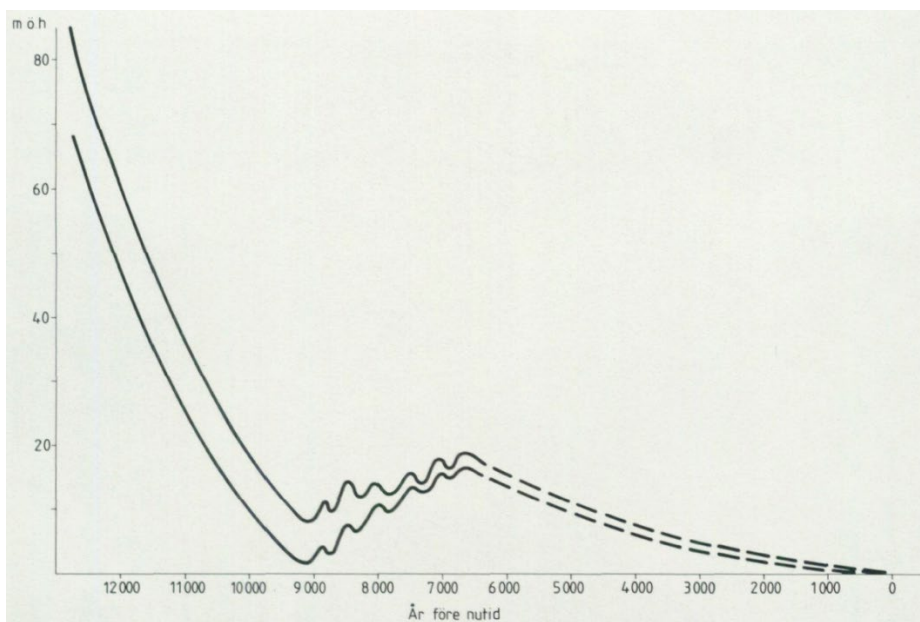
Figur 5. Satellitkarta över Kinna samhälle och dagens Häggåns påkoppling vid Kinna kyrka där streckad linje möter heldragen. Heldragen blå linje motsvarar Viskans väg genom Gamla Viskadalen och den streckade Viskans egentligen väg uppströms från Kinna mot Seglora. Satellitbild från Google Satellite.

HK längs Viskan är belägen vid 85 m.ö.h. i Kinnarumma. Även om Von Post föreslår att  $PG_{\max}$  finns i höjd med Berghem (1955) menar nyare studier att den återfinns vid ungefär 17 m.ö.h. vid Viskabacka strax söder om Björketorp (figur 6; Engdahl et al., 2019; Påsse, 1986). Figur 7 visar strandförskjutningskurvor genom vilka höjd och tid för HK och  $PG_{\max}$  framgår.



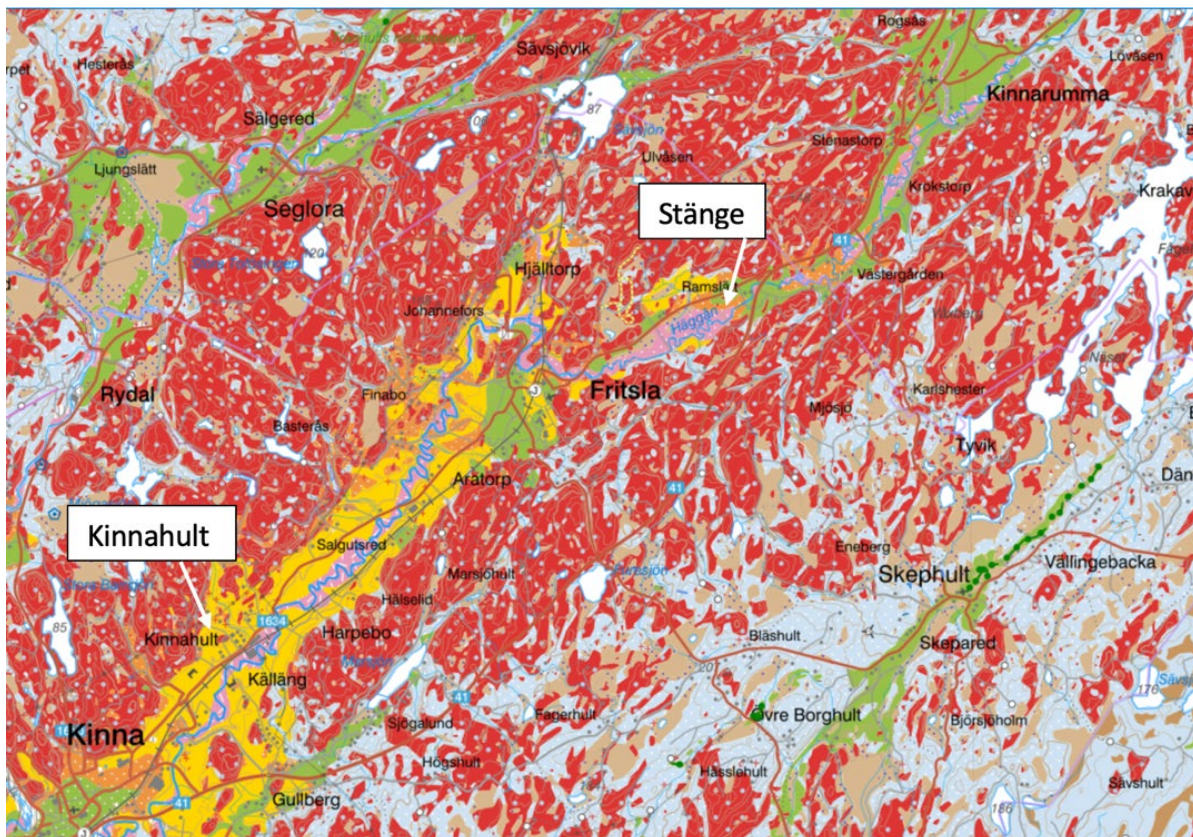


Figur 6. Modellerad karta över Viskans dalgång (inom svart markering) för ca 8600 år sedan. Röd cirkel visar var  $PG_{max}$  är beläget. Källa: Engdahl et al., 2019.



Figur 7. Strandförskjutningskurvor för området kring Viskan. Den övre kurvan representerar strandförskjutningen i norra delen av området och den undre södra. HK återfinns där linjerna startar till vänster och  $PG_{max}$  toppen av området där kurvorna vänder upp en kortare period. Källa: Pässe, 1986.

Mellan Kinnarumma och strax norr om Fritsla finns inga på ytan registrerade leravlagringar, utan området består till stora delar av isälvs- eller svämsediment. Dalen är här dessutom trängre, med närliggande berg på bägge sidor. (figur 8).



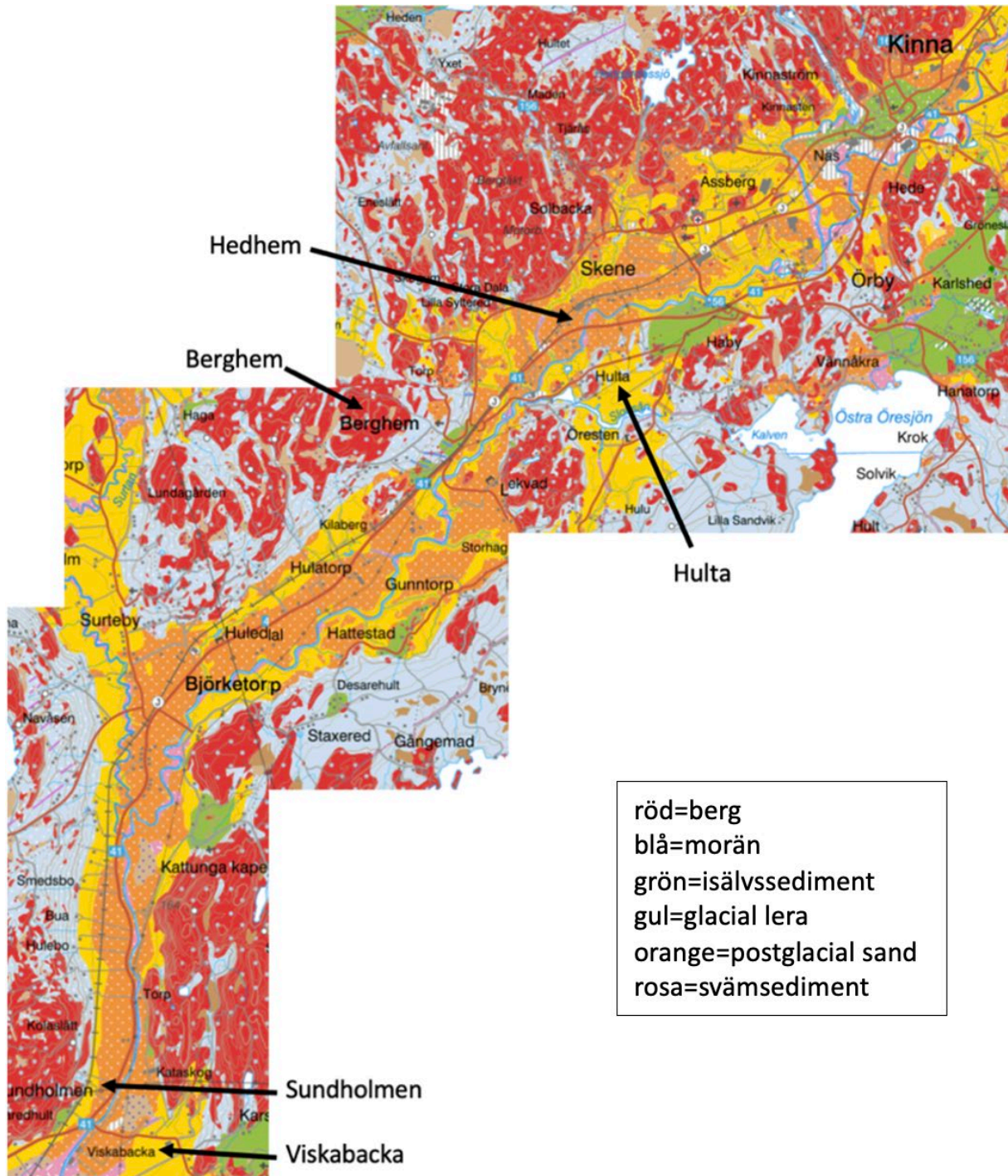
Figur 8. SGU:s jordartskarta över området mellan Kinnarumma och Kinna. Ett ytlager av isälvs- eller svämsediment dominerar sträckan från Kinnarumma till Fritsla där den glaciala leran tar över. Röd=berg, blå=morän, grön=isälvs- eller svämsediment, gul=glacial lera, orange=postglacial sand, rosa=svämsediment. Från Stänge och Kinnahult finns information om stratigrafi på djupet genom borrhningar från Lennart Von Posts Viskanexpedition som ses i figur 10. Källa: © SGU, u.å-b.

Från Fritsla nedström liknar stratigrafin generellt den som visas i figur 3 med undantaget att ett lager postglacial sand överlagrar leran på sina håll (figur 9). Leran, som sträcker sig från Fritsla, kantar dalgången hela vägen ner till Sundholmen (figurer 8 och 9). Blomberg (1883) nämner att leran ofta är varvig och återfinns på båda sidor dalgången hela vägen vidare ner till utloppet i havet. Framför allt området mellan Skene och Sundholmen täcks av ett lager postglacial sand (figur 9) och längs sträckan Kinna - Berghem har SGU även karterat stora isälvsavlagringar vid Kinna, Haby, Berghem och Örby (figur 9).

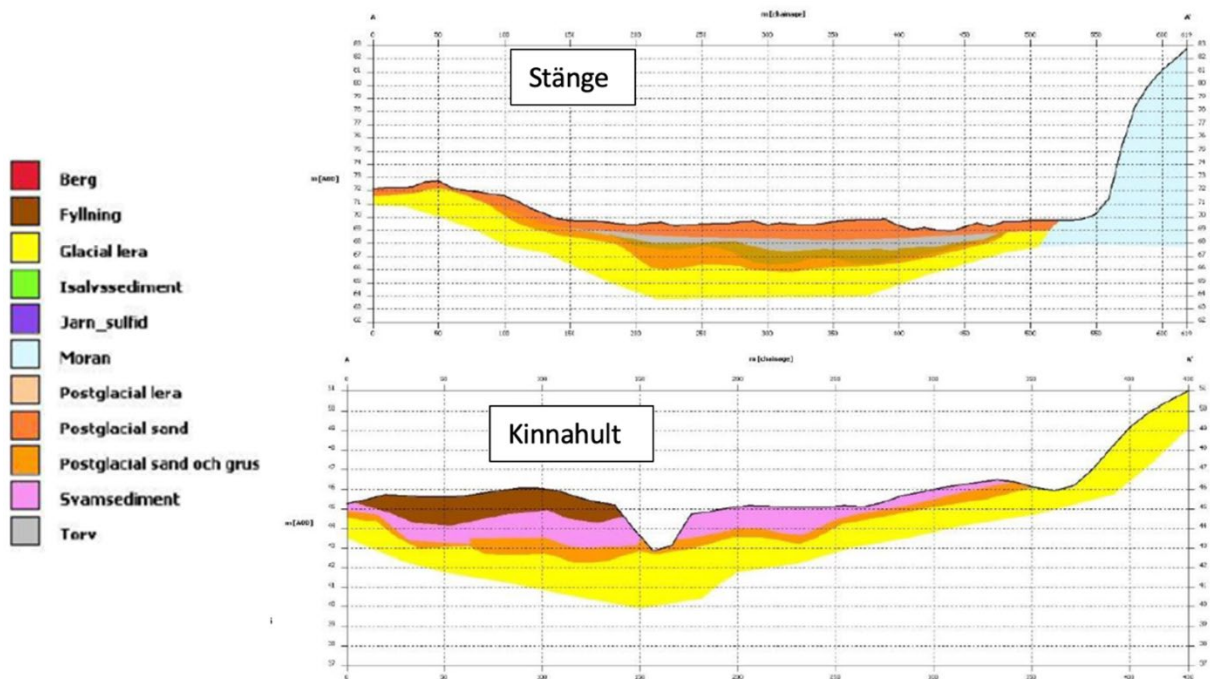
Detaljerad information om stratigrafi under ytan finns endast på specifika platser, bland annat från borrhningar vid Kinnahult, Stänge, Hulta och Berghem, utförda av Von Post (Norström, 2021) och Hedhem och Viskabacka, utförda av SGI (2022). I Kinnahult och Stänge, söder, respektive norr om Fritsla (figur 8), återfinns ett lager av sand (0,5–2 m) ovanpå glacial lera



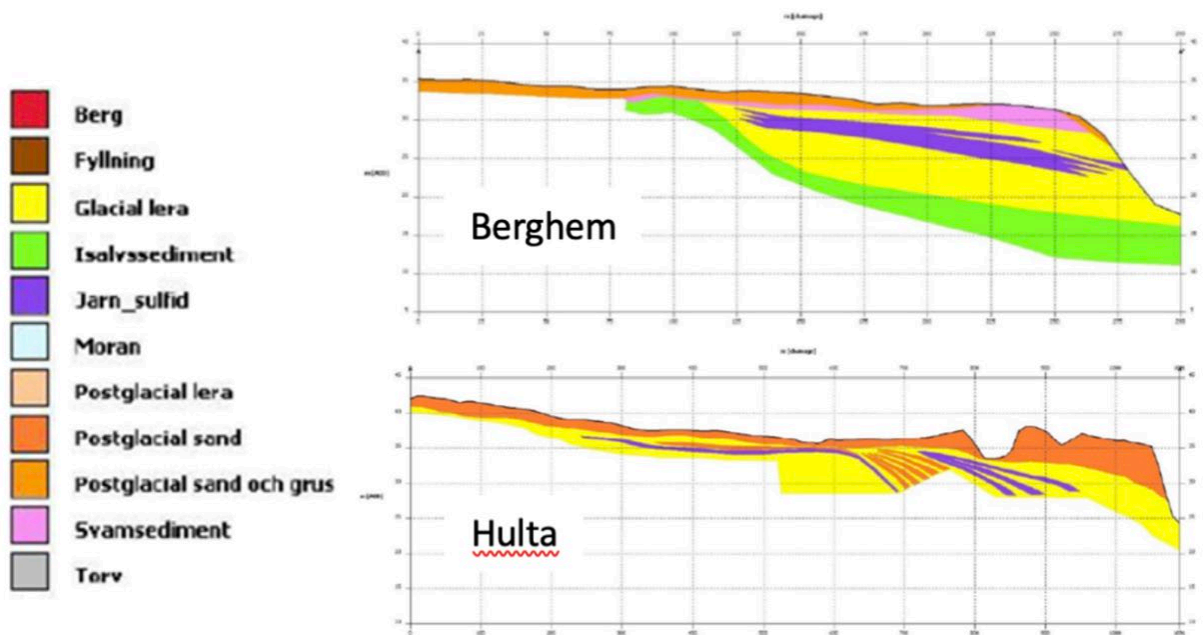
(figur 10). Från borrhningar i Hulta (figur 9 och 11; SGU, u.å-a) och Hedhem (figur 9 och 12; SGI, 2022), båda i höjd med Skene, finns information om att flera meter sand överlagrar den glaciala leran. Sandlagret i Hedhem har en mäktighet på minst 7 m.



Figur 9. SGU:s jordartskarta för sträckan Kinna – Viskabacka. Den postglaciala sanden (orange) täcker stora delar av dalgången. Från Berghem (figur 11), Hulta (figur 11), Hedhem (figur 12) och Viskabacka (figur 12) finns information om stratigrafi på djupet. Isälvssavlagringar hittas vid Kinna, Haby, Berghem och Örby. Källa: © SGU, u.å-b.

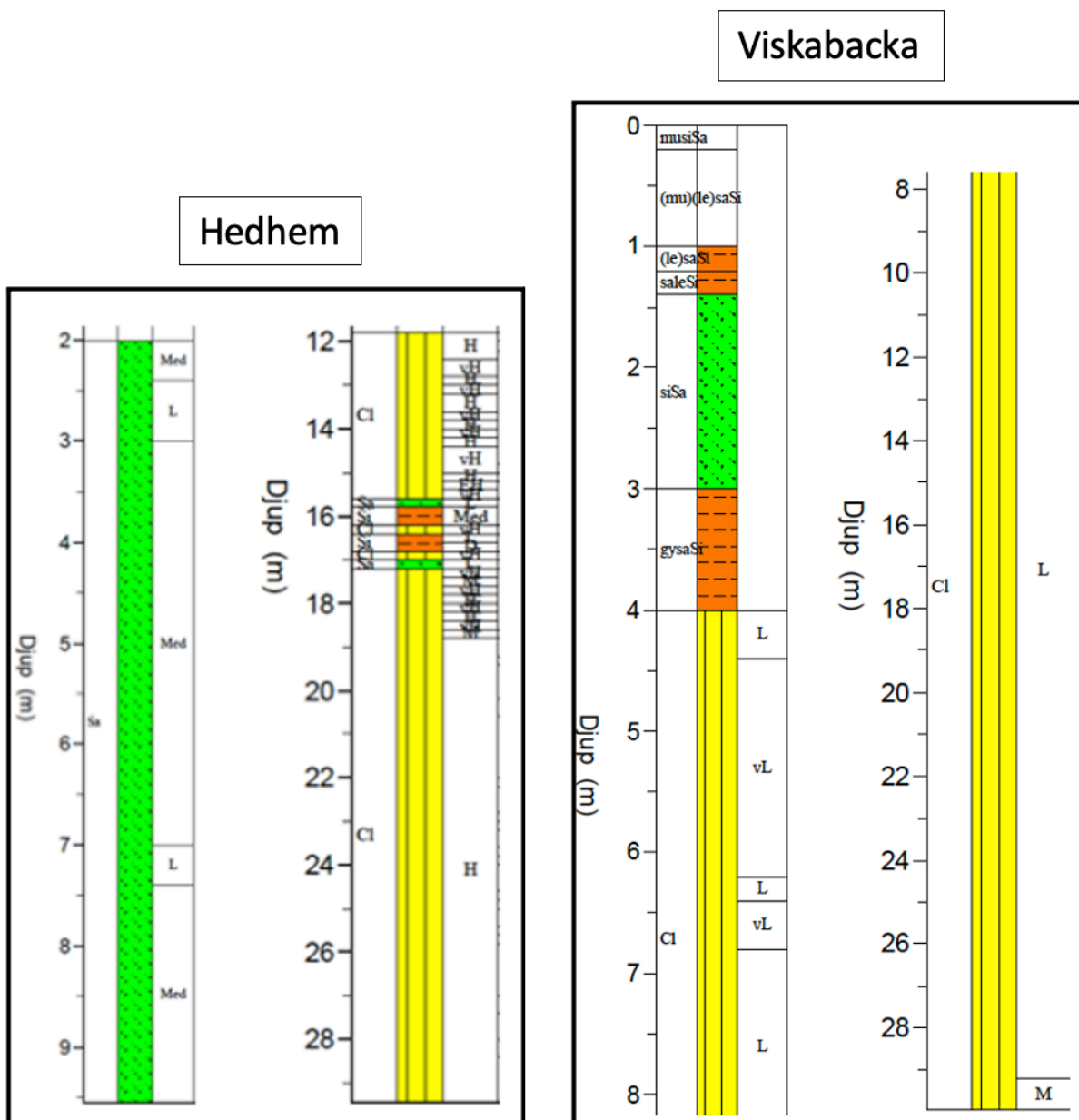


Figur 10. Digitaliserade tvärsektioner ursprungligen från Von Posts Viskanexpedition från Stänge och Kinnahult i närheten av Fritsla (se geografiskt läge i figur 8). Glacial lera på djupet (gul) toppas av postglacial sand (orange) och i Kinnahult även framför allt svämsediment (rosa). Källa: © SGU, u.å-a.



Figur 11. Digitaliserade tvärsektioner ursprungligen från Von Posts Viskanexpedition från Berghem och Hulta (se geografiskt läge i figur 9). I Berghem syns isälvsavlagringar (grön) som överlagras av glacial lera (gul). I Hulta saknas isälvsavlagringarna och den glaciala lera överlagras av postglacial sand (orange). Källa: © SGU, u.å-a.

Vid Berghem (figur 9) hittade Von Post ett flera meter tjockt täcke av glacial lera ovanpå det isälvssediment som han tolkade som avsatt som en del av Berghems israndsposition (figur 11). Det metertjocka sandlagret som överlagrar leran några kilometer uppströms (Hulta och Hedhem) är här mycket sparsamt. SGI:s borrhning i Hedhem (figur 12) visar vidare att ett par sandiga och siltiga skikt vid 16–17 m djup skär genom leran. Dessa skikt saknas i en borrhkärna från Viskabacka (figur 12), ett tiotal meter nedströms från Sundholmen (SGI, 2022), där  $PG_{max}$  återfinns.

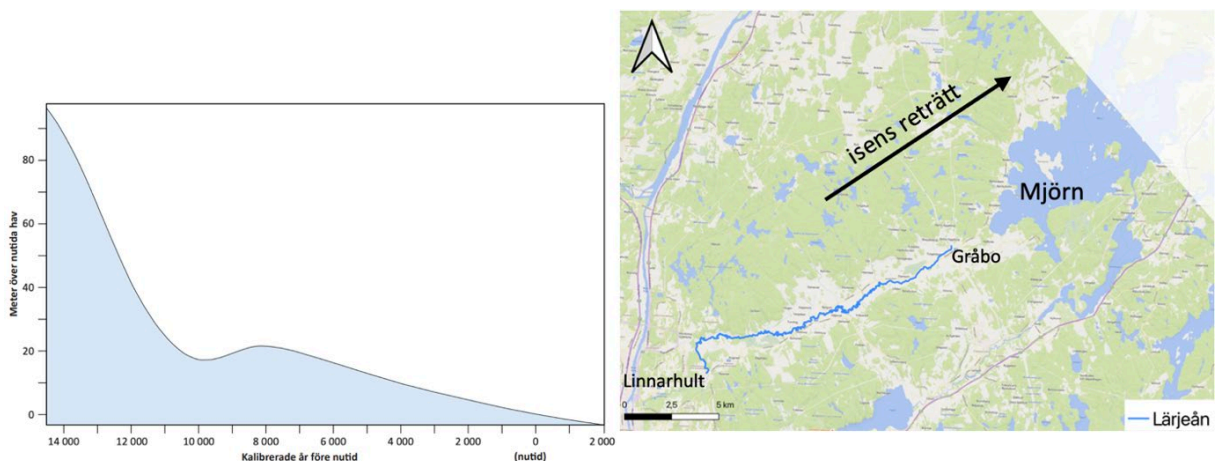


Figur 12. Loggar från SGI:s borrhningar i Hedhem och Viskabacka. Flera meter sand (grön) överlagrar leran (gul) i Hedhem. I Viskabacka är de översta fyra metrarna mer komplex med silt och sand i olika kombinationer. I Hedhem genomskärs leran vid 16–17 m djup av siltiga (orange) och sandiga (grön) lager som saknas i borrhkärnan från Viskabacka. I borrhkärnan från Hedhem saknas information om djupet mellan 9,5 och 12 m. Källa: SGI, 2022.



## 2.5 Beskrivning av Lärjeåns dalgång

Lärjeåns dalgång breder ut sig mellan Gråbo och Göta Älv i nivå med Alelyckan (figur 2). HK för området återfinns på ca 100 m.ö.h. vid Gråbo (figur 2 och 13; Bergström et.al, 2021; Magnusson, 1978) vilket innebär att hela Lärjedalen var täckt av hav efter isens avsmältning. PG max är beläget vid ungefär 25 m.ö.h. (Magnusson, 1978), vilket motsvarar en plats i Linnarhult (figur 2 och 13), där också SGU dragit gränsen mellan glacial och postglacial lera. Figur 13 visar en strandförskjutningskurva för hela Göteborgsområdet.



Figur 13. Till vänster en generaliserad strandförskjutningskurva för hela Göteborgsområdet. Lärjeån återfinns i nordöstra Göteborg varför de högsta siffrorna för HH och  $PG_{max}$  är att vänta. Källa: Bergström et al., 2022. Till höger ses Mjörns position nordväst om Lärjedalen och Gråbo med en modellerad iskant nordöst om sänkan. Vid isens avsmältning var sänkan belägen mellan isen och dalgången. Ungefärlig riktning för isens reträtt indikerad med pil. Data: Bing Map.

I stora drag liknar Lärjedalens stratigrafi den generaliserade jordlagerföljden som visas i figur 3 där tjocka lertäcken överlagras grövre sediment som i sin tur ligger på berg (Stadsbyggnadskontoret, 2011). Sänkan i vilken sjön Mjörn idag är belägen har troligtvis spelat stor roll för vilken typ av sediment som deponerats i Lärjeåns dalgång (Magnusson, 1978). Depressionen är belägen direkt nordost om Gråbo och Lärjedalens östra ände vilket innebär att den vid ett skede låg mellan dalgången och iskanten (figur 13). Den har således fångat upp grövre sediment från isens smältvatten och skapat en lugn avsättningsmiljö i Lärjedalen, där silt och lera kunnat deponera. (Hillefors, 1979).

Med undantag för de djupaste delarna av dalgången där leran ofta ligger direkt på berggrunden (Hillefors, 1979) finns generellt, och i synnerhet i trakterna kring Angered (Magnusson, 1978), ett sandlager på mellan 0,2 och 2 m mellan berget och leran som släpper igenom grundvattentrycket (Hillefors, 1979; Stadsbyggnadskontoret, 2011). I stora områden längs



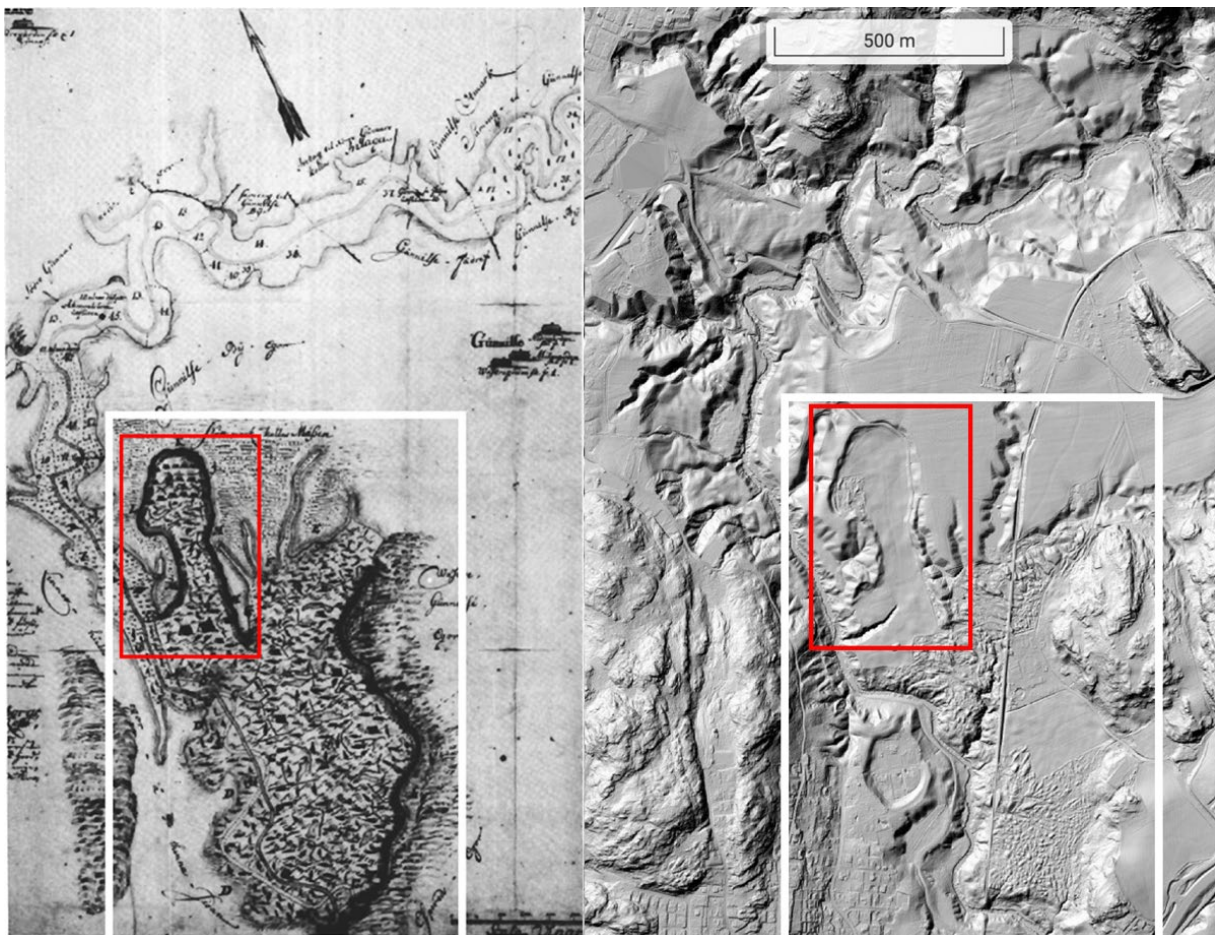
dalgången är lertäcket mer än 40 m tjockt (Hillefors, 1979; Gatubolaget, 2009) och mäktigheter på upp till 65 m har påträffats (Bergström et al., 2022), framför allt i området kring Gunnilse och Angered (Magnusson, 1978). Det är vanligt med sand- siltskikt i leran (figur 14; Hillefors, 1979, Larsson, 2008; Gatubolaget, 2009) och från Stadsbyggnadskontorets stabilitetsutredning (2011) framkommer att leran i hela dalen över lag är siltig. Den beskrivs oftast som mellan-, och på sina håll högsensitiv, men generellt inte av kvicklerkaraktär. Ett par lokala undantag har dock registrerats där sandiga, vattenförande skikt i leran underlättat urlakning (Gatubolaget, 2009; Stadsbyggnadskontoret, 2011) och kvicklera utvecklats.



Figur 14. Till vänster: varvig lera återfinns på flera håll i Lärjedalen. Här i höjd med Linnarhult, i närheten av ett av de stora skredena. Foto: Mark Johnson. Till höger: Artesiskt grundvatten längs Lärjeån. Vatten som infiltrerat på högre höjd sipprar ut på ytan av leran längre ner i dalgången. Foto: Lisa Jörgensen

Vid Gråbo vid Mjörns sydvästra hörn har ett delta av isälvsmaterial byggts upp som en del av Berghems israndspänning (Mark Johnson, personlig kommunikation 19 maj 2023). Utöver detta delta återfinns av SGU karterade isälvsavlagringar bland annat i trakterna kring Angered kyrka, Torvhög, Bergum, Ytterstad och Stannum som troligtvis representerar kortare israndspänningar (Mark Johnson, personlig kommunikation 19 maj 2023). Den relativa mäktigheten på leran och sandlagren varierar följaktligen längs dalen som på sina håll är mer sandrik. Artesiskt grundvatten (figur 14) förekommer på sina håll där grundvatten via sprucket berg på högre höjd infiltrerar och ansluter till leran längre ner i dalen. (Stadsbyggnadskontoret, 2011).

Flera skred skett har skett längs Lärjeån, och även om de flesta är små inträffade ett mycket stort kvicklerskred, varav en del har ett typiskt flaskhalsutseende, i Gunnilse 1730 (figur 15; Hillefors, 1979). I Krokryd (figur 4 a) gick 2008 ett annat stort skred, om än 10 gånger mindre än det i Gunnilse, där leran, efter geotekniska mätningar, bedömdes till största del inte vara kvick (Gatubolaget, 2009).



Figur 15. Området kring Gunnilse och Angered. Till vänster originalkarta av lantmätare Wilhelm Kruse efter skredet 1730 (Hillefors, 1979) och till höger modern LiDAR-bild för samma område (© Lantmäteriet, u.å). Hela skredets utbredning återfinns inom vit markering, och flaskhalsdelen av skredet inom röd.

## 3. Metod

### 3.1 Data

Följande data importerades till QGIS:

- *Jordartskarta 1:25 000 – 1:100 000* (grundlager) från SGU via WMS server. Jordarten som visas är den som återfinns i eller nära markytan på ca 0,5 m djup och som förväntas ha en mäktighet på minst 0,5 m.
- *LiDAR-data* (Markhöjdmodell Nedladdning, grid 50+) från Lantmäteriet via WMS server.
- Shapefilen *Jordskred och raviner* från SGU. SGU:s kartering av skred (och raviner) har gjorts genom bildtolkning på skärm av Lantmäteriets Höjddata, grid 2+ tillsammans med information från SGU:s jordartsgeologiska databaser. I denna fil har SGU karterat endast de skredärr som har en linjelängd på (ca) minst 30 m.
- Shapefilen *HK* (Högsta Kustlinjen) från SGU. Denna fil erhöles genom personlig kontakt med SGU då den inte fanns tillgänglig online.
- *Bing Map* från Bing genom QMS.
- *Google Satellite* från Google genom QMS.
- *OpenStreetMap* från OpenStreetMap genom QMS.

Flygfoton från Lantmäteriet från 1960, 1975 och 2022 konsulterades genom Lantmäteriets tjänst *Min Karta*. En jämförelse mellan flygfoton och LiDAR skedde kontinuerligt under hela karteringen. Syftena var att 1) se huruvida det gick att åldersbedöma skreden, 2) genom flygfotona från 2022 se huruvida det gick att upptäcka nya skred som uppkommit efter LiDAR-bilderna.

I syfte att försöka åldersbedöma skred för att skapa skredfrekvens över tid genomsöktes även äldre kartor som finns över områdena i SGU:s databas *GeoLagret* i hopp om att finna skredärr markerade på kartorna. För kartorna, som ses i tabell 1, konsulterades även de tillhörande beskrivningarna som hittas i samma databas. Undantaget var beskrivningen till *Ac 4 Geologiska Kartbladet Göteborg* från 1901 som saknades.



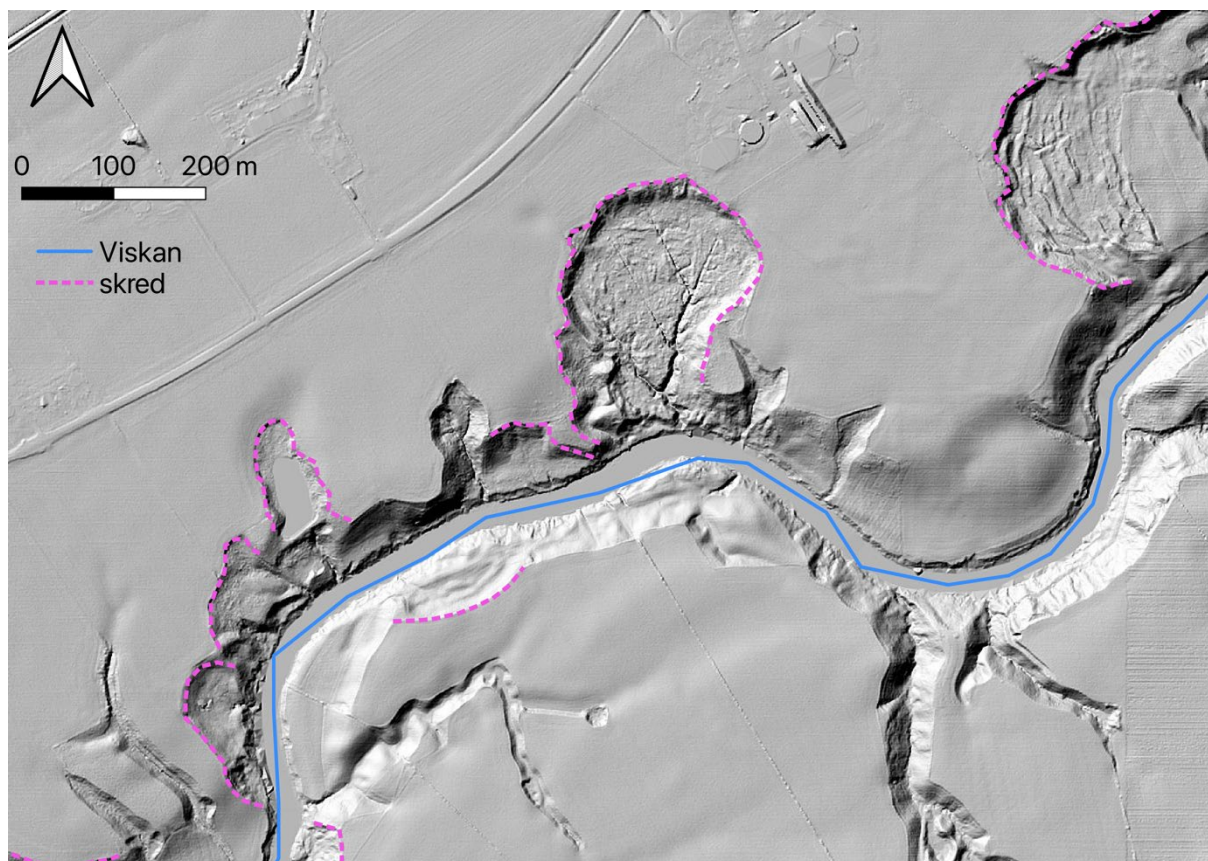
Tabell 1. Äldre kartor från SGU som undersöktes i syfte att finna markeringar för skredärr.

<b>Lärjeån</b>	<b>Viskan</b>
<i>Ab 7 Geologiska Kartbladet Borås 1884</i>	<i>Aa 41 Geologiska Kartbladet Wiskafors 1870</i>
<i>Ac 4 Geologiska Kartbladet Göteborg 1901</i>	<i>Ab 10 Geologiska Kartbladet Kungsbacka 1884</i>
<i>Aa 173 Geologiska Kartbladet Göteborg 1931</i>	
<i>Ae 26 Jordartskatan 7b Göteborg SO 1976</i>	

### 3.2 Arbetsflöde

En kopia skapades av filen *jordskred och raviner* från vilken alla ”raviner” raderades. Därefter skapades fem nya fält; *referens*, *klass*, *längd*, *x* och *y*. Alla tidigare, av SGU karterade, skredärr gavs referensen ”SGU” i syfte att särskilja de från skredärren som skulle karteras i denna studie. Fältet *klass* skapades för att dela upp de nya skredärren i två olika klasser av visshet, där *otydliga* skred inte lika säkert är faktiska skredärr som *tydliga*. Det tredje fältet *längd* skapades med avsikt att mäta skredärrslinjens längd och fälten *x* och *y* för att ange linjens x- och y-koordinater (för mittpunkten på skredlinjen). Därefter kunde karteringen i QGIS starta.

Lantmäteriets markhöjdmodell, LiDAR, användes som bakgrund. Alla landformer som tolkades som möjliga skredområden drogs som linjer (figur 17), oavsett hur SGU karterat.



Figur 16. Exempel på skredärrskartering längs Viskan. Misstänkta skredärr markerade i rosa. Källa: © Lantmäteriet u.å.

Skredärr av alla storlekar registrerades i ett första skede, men de med en linjelängd  $<30$  m sällades senare bort eftersom SGU:s kartering tagit hänsyn endast till skred av minst den längden. De nya skredärren tilldelades en ny *referens* och en *klass* beroende på hur vissheten uppfattades. Längden på varje skredärrslinje registrerades i fältet *längd* och koordinaterna för mittpunkten för varje linje togs fram. De allra största skreden, med en linjelängd  $>400$  m exporterades sedan till nya lager för att kunna tydliggöras genom ett särskilt utseende. Samma sak gjordes med de allra minsta skreden ( $<75$  m). I syfte att undersöka den areella skredfrekvensen delades båda sträckor in i 1000-meterssektioner. Varje sektion multiplicerades med två för att tillgodose bägge sidor av vattendraget. För varje sektion mättes sedan delsträckorna som skredat för att därefter divideras med totalen (2000 m). De skredade delsträckorna mättes genom att hela sträckorna även delades in i 100-meters sektioner som lätt kunde adderas. Då ändarna av skredärrslinjerna endast i några få fall går ändå ner till ån drogs en imaginär linje från ändarna ner till ån för att uppskatta deras läge. Profiler för var fjärde kilometer (vattenvägen) skapades i syfte att se utvecklingen i höjdskillnad mellan ån och den intilliggande lerplatån längs dalgången.

Lantmäteriets flygfoton från 1960, 1975 och 2022 användes till viss del för jämförelse när LiDAR-bilderna inte var tydliga och viss osäkerhet uppstod. Lantmäteriets *Min Karta* visar även höjddata vilket nyttjades för att se skillnader i relief då denna kan avslöja detaljer om landformen och därmed huruvida det rör sig om ett skred.

Skredade områden besöktes fysiskt, både i Viskans (3:e april 2023; figur 17) och Lärjeåns (24:e april 2023; figur 18) dalgångar. Målet var att genom att se terrängen i fält kunna koppla verkligheten till den kartering i GIS som skedde parallellt. I samband med besöken vid skredärren utfördes ytlig borring på runt 1 m djup i syfte att undersöka jordart i översta skiktet.



Figur 17. Besök vid två olika skredärrens längs Viskans dalgång 3:e april 2023. Till vänster - foto taget nerifrån botten av ett skredärre. Till höger - foto taget uppifrån lerplatån längs skredärret. Foton: Lisa Jörgensen.





*Figur 18. Besök vid två olika skredärr längs Lärjeåns dalgång 24:e april 2023. Till vänster – erosion längs vattnet och ett mindre skred som tagit med sig ett träd ut i ån. Till höger – delar av skredmassorna från Krokrydskredet. Foton: Lisa Jörgensen.*

## 4. Resultat

### 4.1 Gemensamma resultat

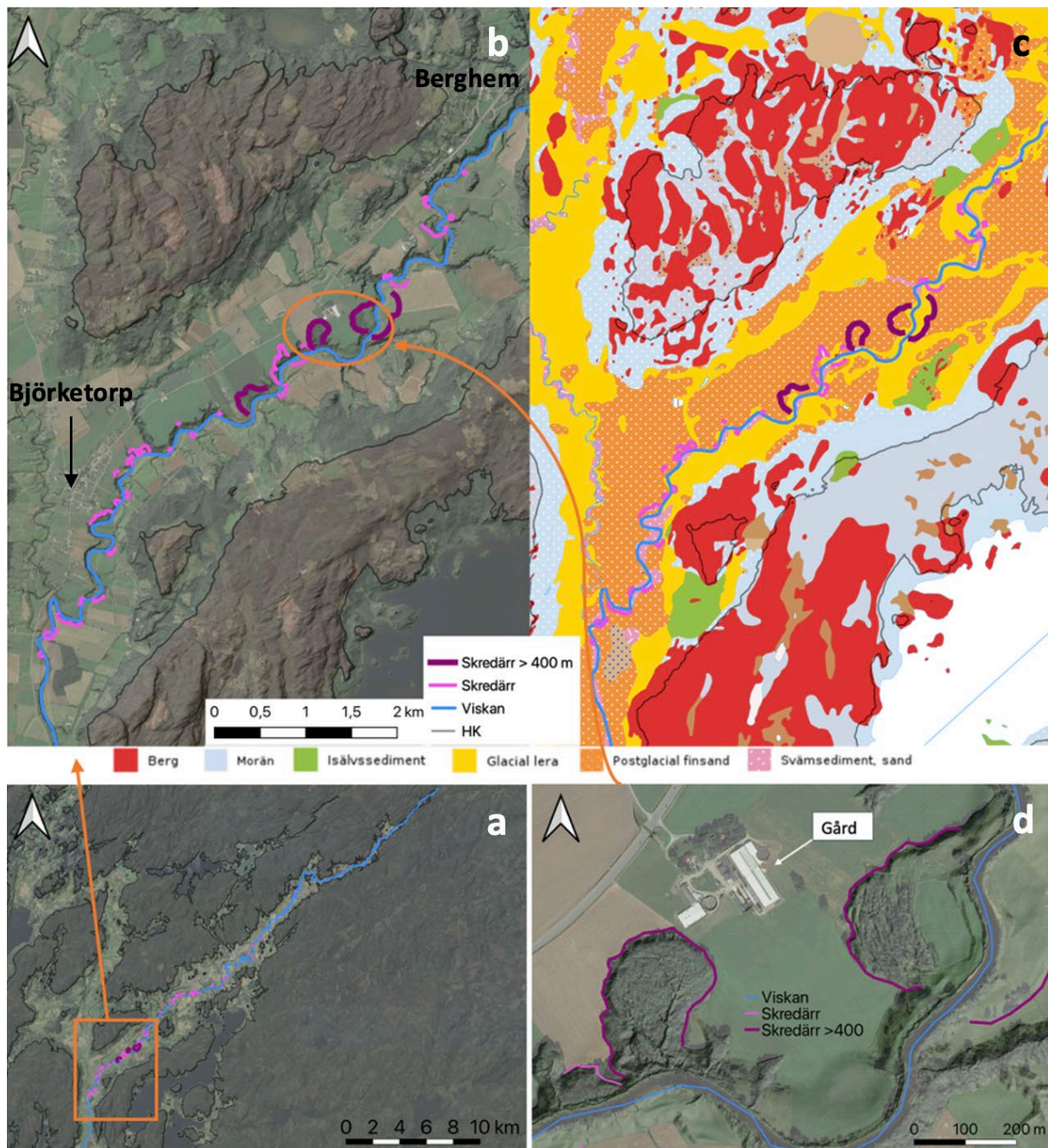
Majoriteten av skreden i båda dalgångar, i synnerhet de större, är äldre än från 1960. Utöver Krokrydskredet i Lärjeåns dalgång identifierades genom flygbilder endast ett fåtal yngre skred.

### 4.2 Viskans dalgång

Alla i denna studie karterade skred inklusive referens, klass, typ och längd, samt x- och y-koordinater för Viskans dalgång hittas under *Appendix I*.

För Viskans dalgång karterades 93 skredär. En klar majoritet av skreden finns i ett samlat område på den södra halvan av sträckan som framgår i figur 19 a. Figur 19 b och c visar en mer detaljerad bild på den allra mest påverkade delen mellan Berghem och Björketorp. Alla de totalt fyra stora skred som identifierades längs Viskan återfinns här och de har alla troligtvis skett där ett täcke postglacial sand överlagrar leran. En närbild på två av de stora skredärren finns i figur 19 d, varav ett har ett flaskhalsformat utseende. Totalt tre % av skreden i hela det studerade området karterades som flaskhalsskred.

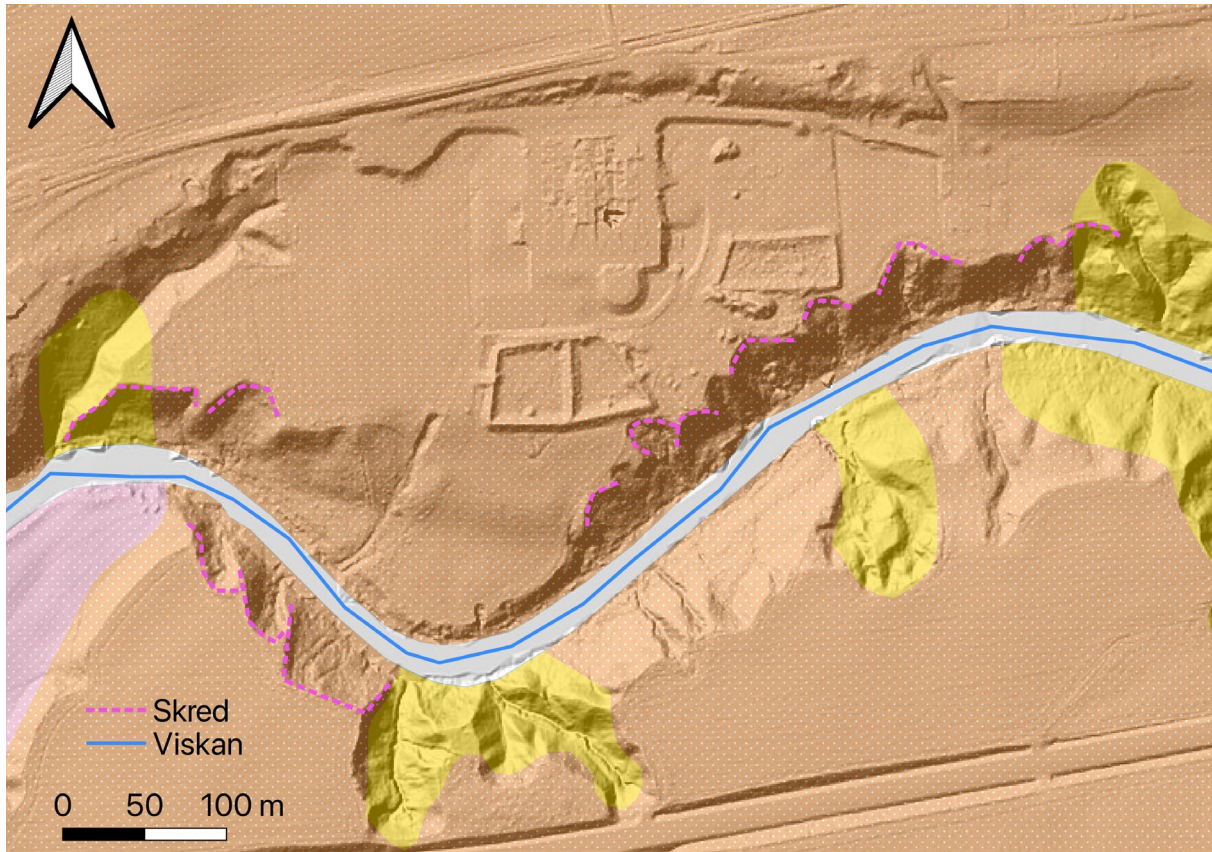




Figur 19 a-d. a) Visar hela Viskadalens utsträckning mellan Sundholmen och Kinnarumma och området inom orange markering som är det mest utsatta sträckan mellan Björketorp och Berghem. b) Närbild på den mest utsatta sträckan mellan Björketorp och Berghem där de 4 stora skreden finns. c) SGU:s jordartskarta för området mellan Björketorp och Berghem visar en dalgång täckt av postglacial sand kantad av glacial lera. d) visar närbild på två av de stora skreden varav det vänstra har ett flaskhalsformat utseende. Data: Google Satellite; © SGU, u.å-b; © SGU, u.å-c; © Lantmäteriet u.å.

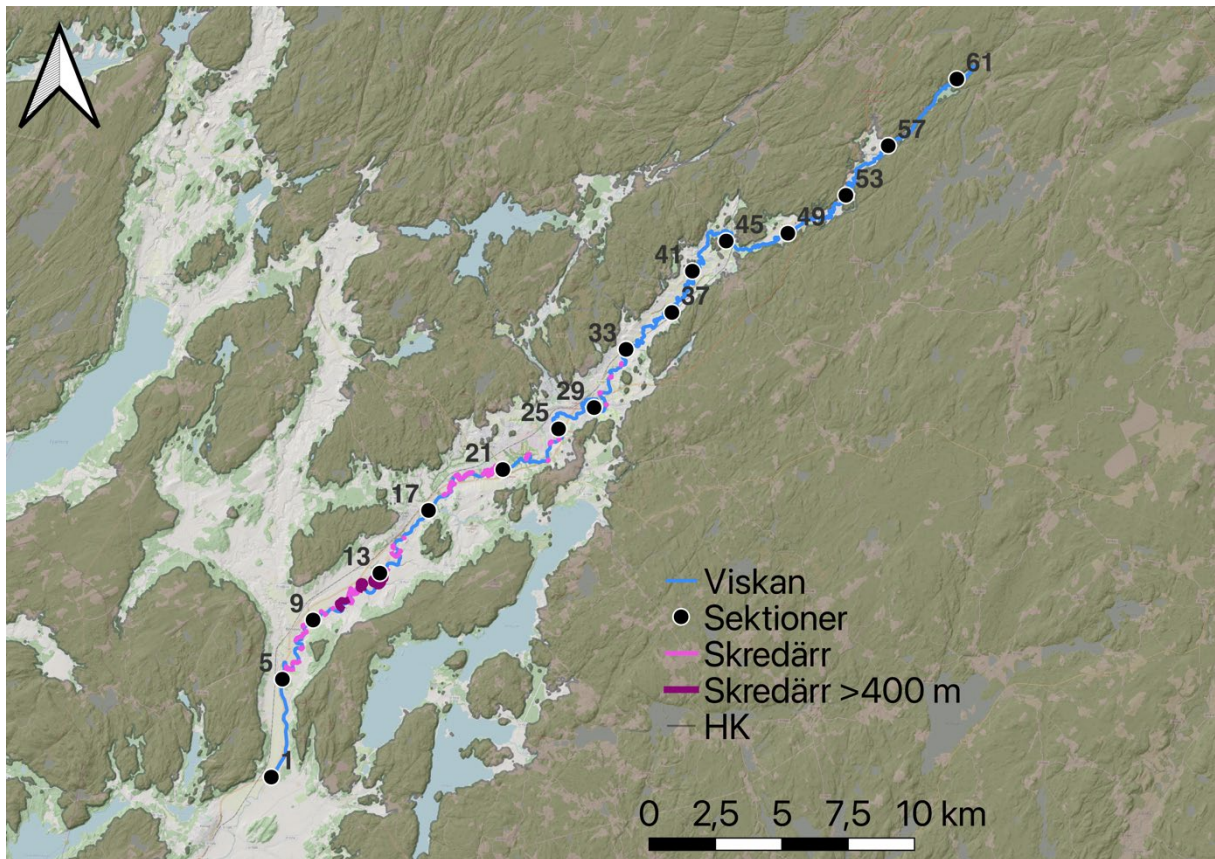
En mängd skred har även skett i området runt Skene (figur 20), men majoriteten av dessa är små och har en skredlängd <75 m. Totalt sett faller drygt hälften av skreden längs Viskan inom den storleksklassen medan fyra % klassas som stora (>400 m).



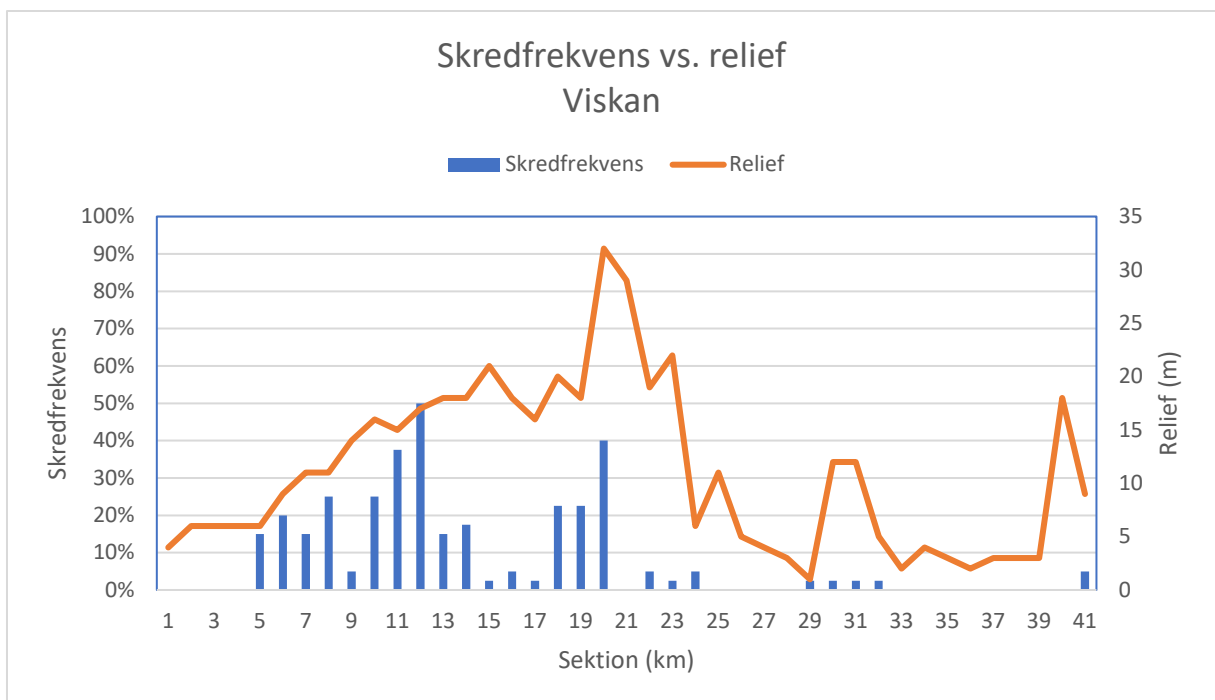


Figur 20. Flertalet mindre skred längs Viskan i höjd med Skene. Majoriteten av de har skett där SGU karterat postglacial sand som översta lager. Flera raviner syns i området. Data: © SGU, u.å-b; © Lantmäteriet, u.å.

Viskan är uppdelad i 62 enkilometerssektioner som räknas uppströms (figur 21) och där en sektionens längd utgör båda sidor av vattendraget (1 km x 2). Areell skredfrekvens och relief (höjdskillnad mellan lerplatån och dalgångens botten) har uppmätts för varje sektion och visas mot varandra i figur 22. På grund av den totala avsaknaden av karterade skred samt det faktum att leran är mycket knapp öster om Fritsla och att dalgången kantas av berg, visas sektioner 42–62 inte i diagrammet. Skredfrekvensen skiljer sig mellan olika delar av sträckan. De första 4 kilometrarna uppvisar inga skred. Det drabbade området mellan sektioner 5 (Björketorp) och 20 (Skene) har en medelskredfrekvens på 20% och den absolut mest utsatta sammanhängande delen (sektioner 10–12) 38 %. Sektion 12 har den för Viskan största siffran där halva sträckan har skredat. Bland sektioner 21–62 har endast åtta en skredfrekvens >0 %, men de är alla lägre än fem %. Alla siffror för areell skredfrekvens och relief för Viskans dalgång hittas i Appendix III.



Figur 21. Viskan indelad i 1-km-sektioner för skredfrekvens och reliefmätningar. Var fjärde km visas i bilden. Data: OpenStreetMap; © SGU, 2014; © SGU, u.å-c; © Lantmäteriet, u.å.



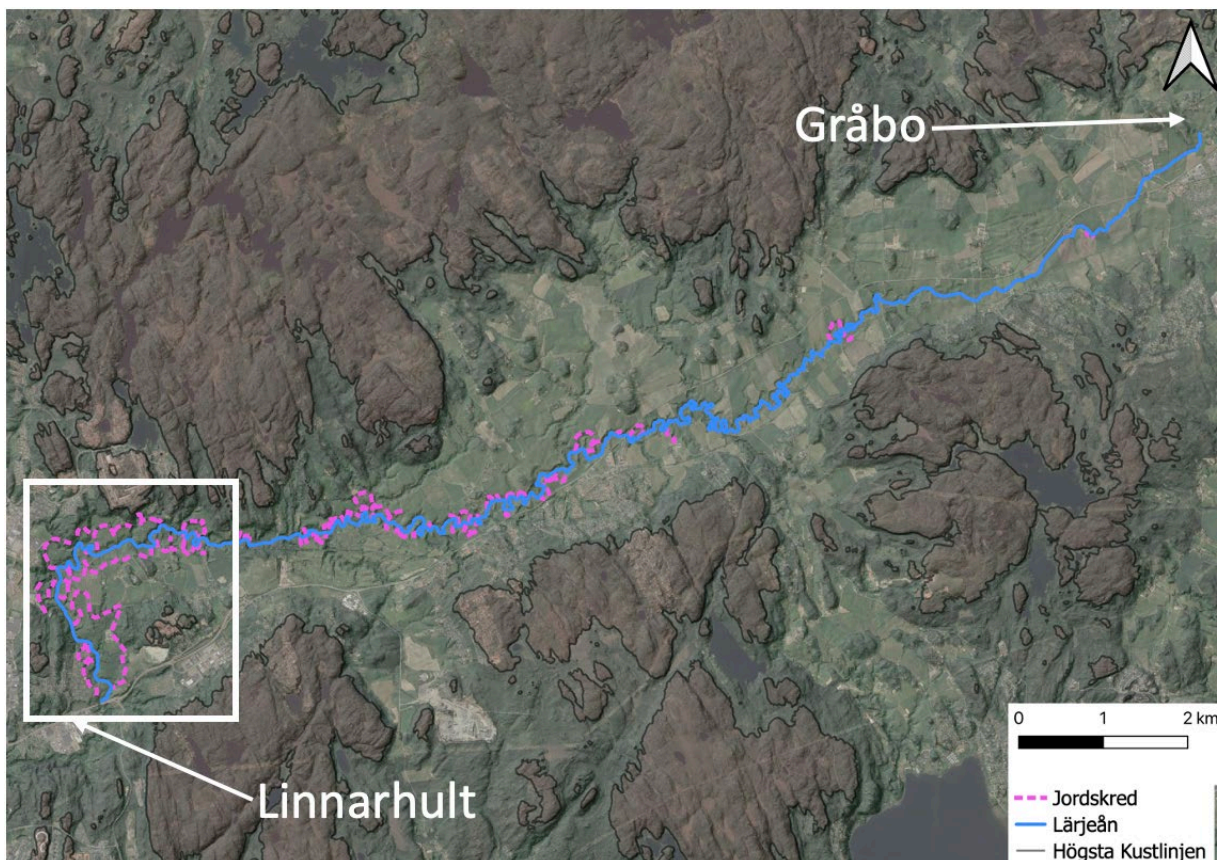
Figur 22. Diagrammet visar hur den areella skredfrekvensen för Viskans dalgång samspelar med reliefen. Sträckan är mätt från  $PG_{max}$  uppströms. Reliefen ökar gradvis mot mitten av den skredade delen av sträckan för att de sista 17 km, med ett par undantag, vara relativt flack. Sektioner 42–62 visas inte p.g.a. avsaknad av skred och lera i dalgången och förekomsten av berg på båda sidor.



### 4.3 Lärjeåns dalgång

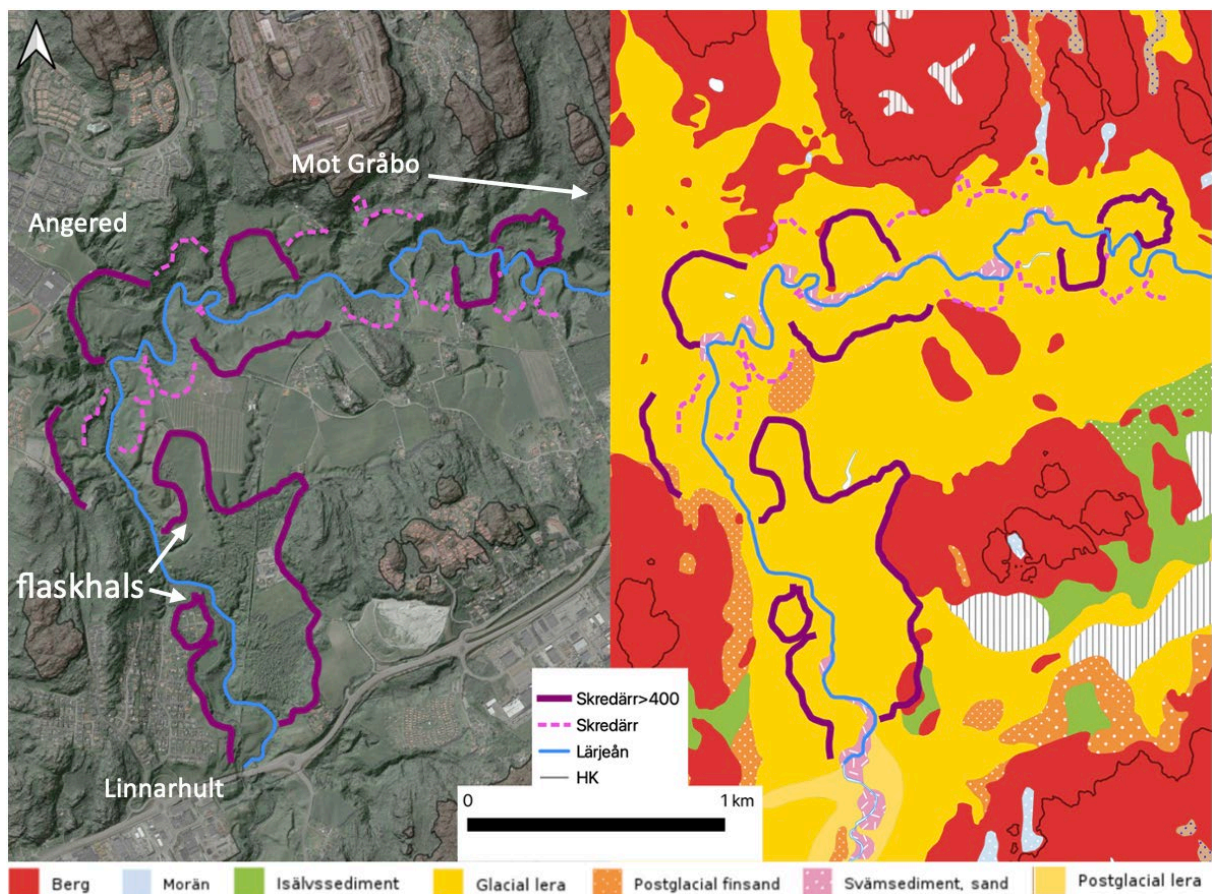
Alla i denna studie karterade skred inklusive referens, klass, typ och längd, samt x- och y-koordinater för Lärjeåns dalgång hittas under *Appendix II*.

Längs med Lärjeån karterades 79 skred. Majoriteten av skreden är belägna på den västra halvan av sträckan (figur 23). Figur 24 visar en mer detaljerad bild på den mest påverkade delen mellan Linnarhult och Gunnilse, runt kröken vid Angered. Elva stora skredärr (>400 m) karterades i Lärjedalen vilket är 14 % av totalt antal skred. Av dessa återfinns nio inom det mindre området varav alla där SGU karterat glacial lera på ytan. I detta område ses även två av åtta flaskhalsformade skredärr som påträffades längs dalen. Övriga 6 finns utspridda längs den resterande delen av den västra halvan av Lärjeån. 20 % av alla skredärr klassades som små (<75 m) och är relativt jämnt fördelade längs den skredade halvan av dalen. Det stora skredet från 1730 står själv för 13 % av den totala skredärrslängden. Samma siffra för de stora sammanlagt elva stora skreden är 43 %.



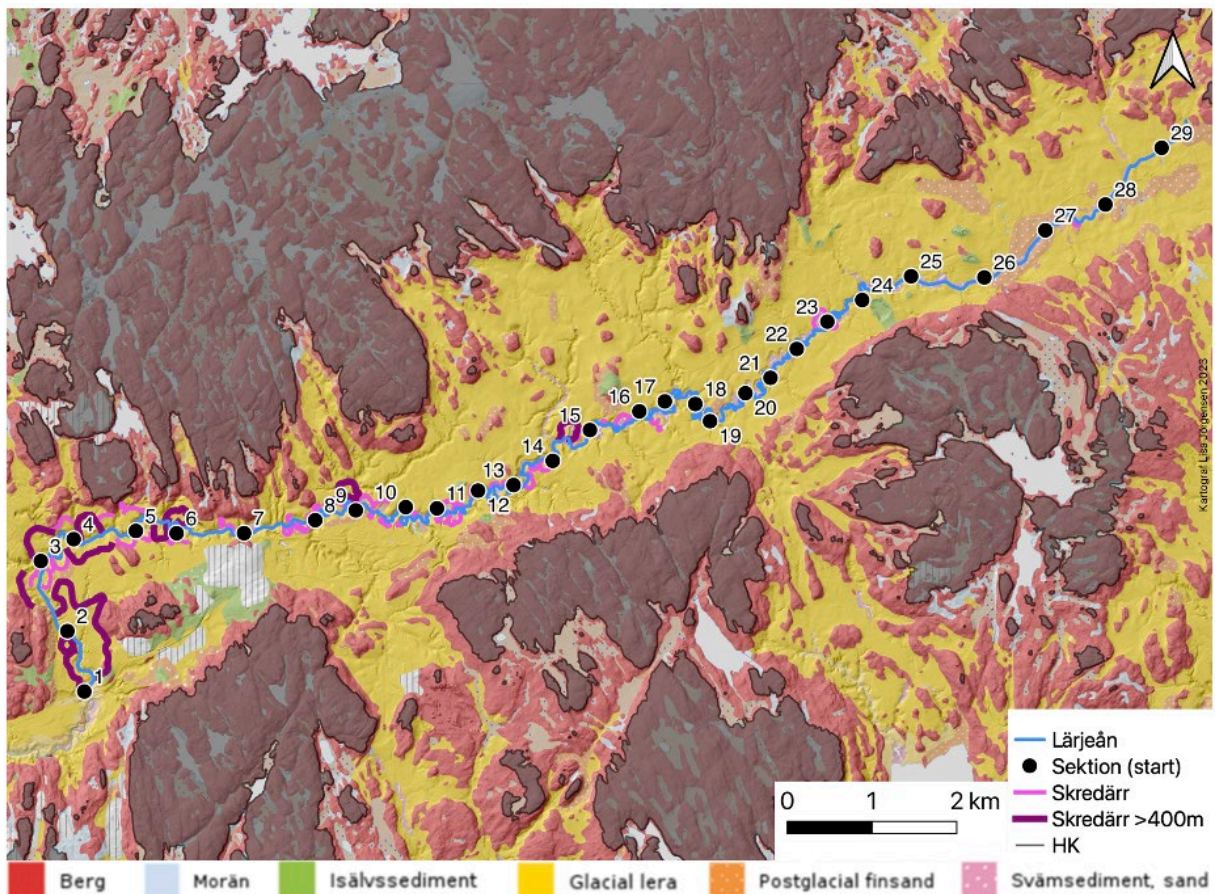
Figur 23. Hela sträckan mellan Linnarhult och Gråbo med skred på västra halvan och särskilt inom vit markering mellan Linnarhult och Gunnilse, vid kröken runt Angered. Det särskilt utsatta området ses i figur 24. Källa: Google Satellite; © SGU u.å-c; © Lantmäteriet, u.å.





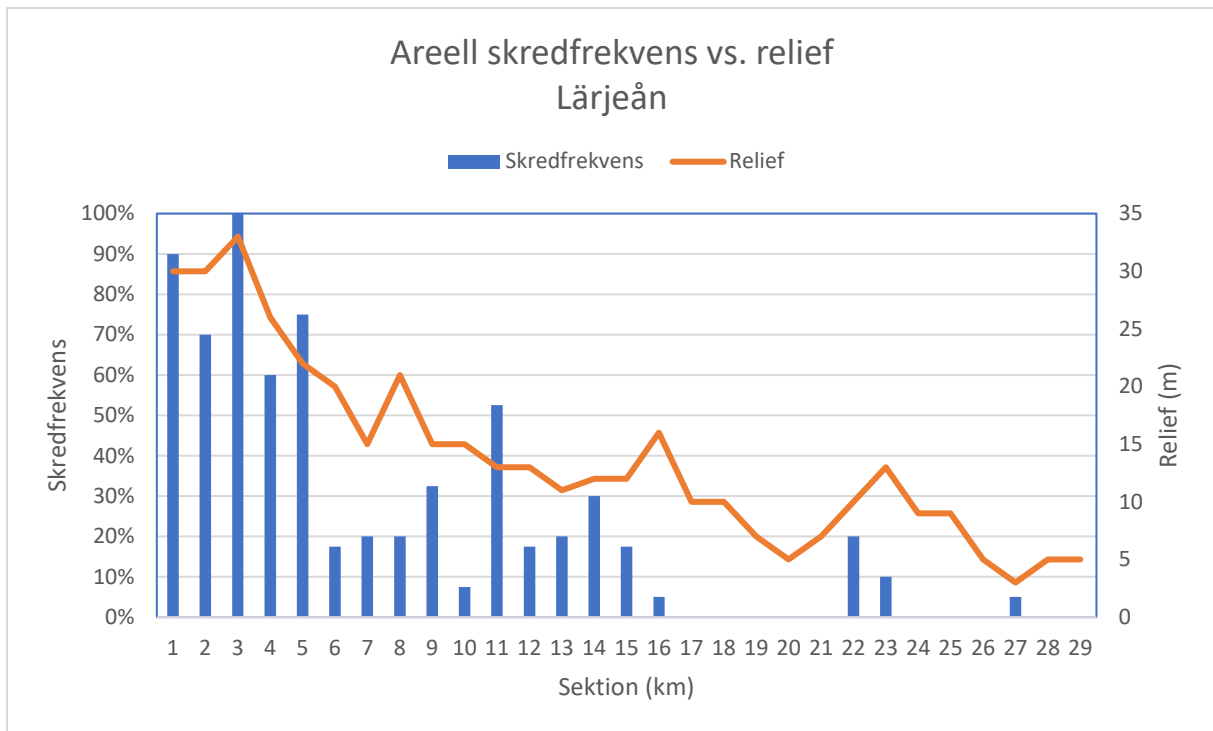
Figur 24. Det mest utsatta området mellan Linnarhult och Gunnilse där majoriteten av de stora skreden skett. Glacial lera dominerar dalgången. Källa: Google Satellite; SGU, u.å-c; © Lantmäteriet, u.å.

Lärjeån är uppdelad på 29 enkilometerssektioner som räknas uppströms (figur 25). Areell skredfrekvens har tagits fram för varje sektion där en sektionslängd utgör båda sidor av vattendraget (1 km x 2). Relief (höjdskillnad mellan lerplatån och dalgångens botten) har uppmätts för varje sektion.



Figur 25. Lärjeån indelad i 1-km-sektioner för skredfrekvens och reliefmätningar. Data: © SGU, 2014; © SGU, u.å.-c; © Lantmäteriet u.å.

Areell skredfrekvens och relief visas mot varandra i figur 26. Skredfrekvensen skiljer sig stort mellan de olika delarna; framför allt de första 5 km skiljer sig markant från större delar av resterande sträcka med ett medelvärde på nästan åttio procent. Sektion tre utgör en sträcka där hela båda sidor skredat. Mellan sektioner 16 och 29, längs de sista 13,5 km (enkelväg), är skredsträckan knappt 700 m lång vilket ger en skredfrekvens på 3 %. Reliefen är som störst de första tre km på runt 30 m och minskar sedan uppströms. Vid sektion 14, där ett av de stora skreden (>400 m) har skett, är reliefen ungefär 10 m och därefter är terrängen mestadels mycket flack. Alla siffror för areell skredfrekvens och relief för Lärjeåns dalgång finns i Appendix IV.



Figur 26. Diagrammet visar hur den areella skredfrekvensen för Lärjeåns dalgång avtar med reliefen. Sträckan är mätt från  $PG_{max}$  uppströms. Störst skredfrekvens finns de första fem kilometrarna där också reliefen är som störst.



## 5. Diskussion

### ***Skillnader inom Viskans dalgång***

Det är tydligt att skred längs Viskans dalgång inte sker överallt, utan är koncentrerade framför allt till den sydvästra tredjedelen, mellan Björketorp och Skene. Resterande del är endast delvis påverkad och den mest nordöstra tredjedelen är dessutom helt fri från skredärr. Skredens ojämna fördelning beror rimligtvis på flera faktorer. SGU:s jordartskartor visar att den del av dalgången där flest skredärr är lokaliserade består av ett grundlager postglacial sand, vilket skiljer sig från resten av dalgången. Norr om Kinna slutar det postglaciala sandlagret och det är också där som skreden nästintill upphör. Det finns därför anledning att tro att en del av svaret ligger i närvaron av det detta överliggande lager sand. SGI:s borringar från Hedhem (2022) och Von Posts från Hulta (SGU, u.å-a) visar att flera meter postglacial sand överlagrar leran i området kring Skene där flera mindre skred skett. Sand på ytan kan vara ett indirekt bevis för att sandskikt även finns djupare ner och om sådana skikt är inbäddade i den underliggande leran kan den genom under rätt förutsättningar underlätta genomströmning av grundvatten som möjliggör urlakning av salt. Även artesiska förhållanden kan skapas i leran som då får ett förhöjt porvattentryck och därmed lättare kan skreda.

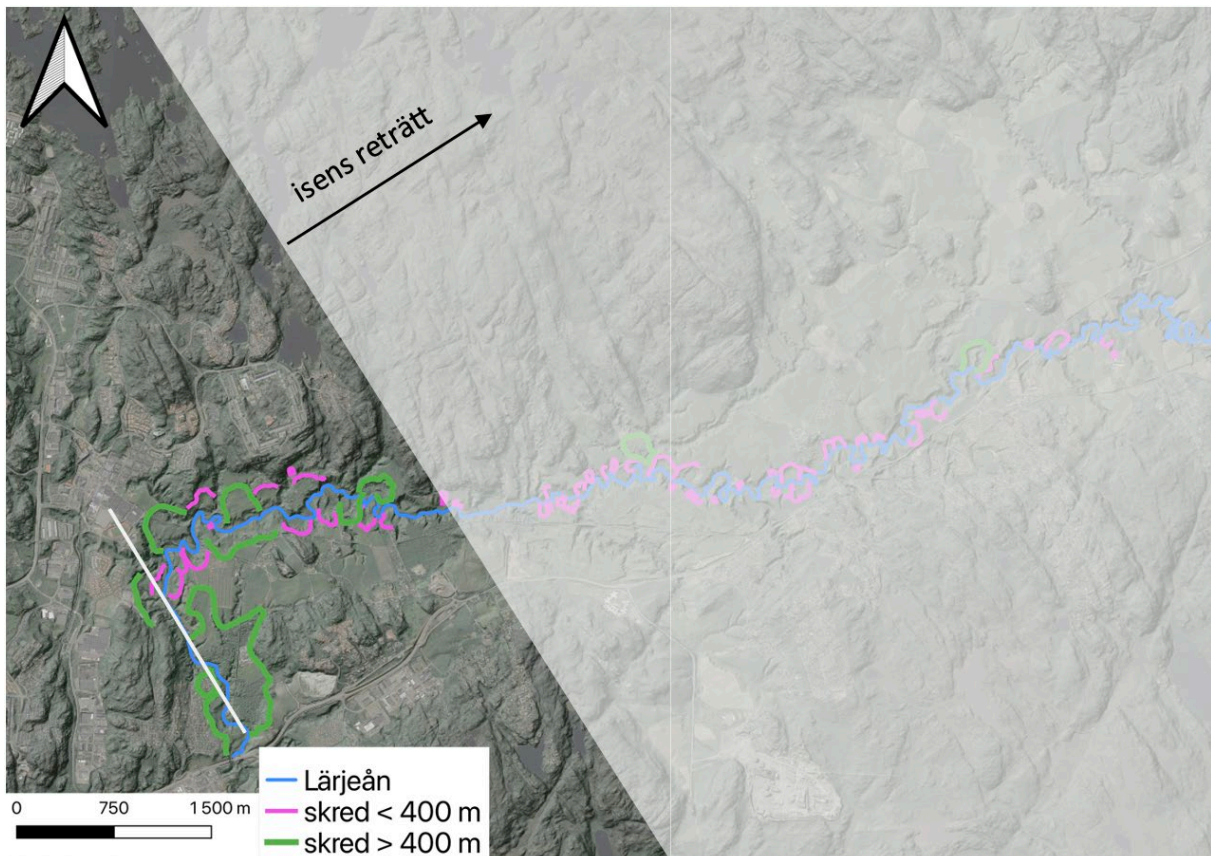
Av de fyra stora skreden återfinns tre där SGU karterat postglacial sand som översta lager i stratigrafi. Det fjärde skredärrret hittas på glacial lera, men ärrets utsträckning går precis vid gränsen för var glacial lera i sidled möter postglacial sand, vilket indikerar att det överliggande sandlagret försvunnit med skredet och blottat den underliggande leran. Det finns därför anledning att tro att den överliggande sanden, under blöta förhållanden skapat förutsättningar för höga portryck i leran vilket resulterat i att sanden i slutningen glidit ner över leran. Även relief verkar spela en viktig roll. Trenden i figur 22 visar att skredfrekvensen ökar med reliefen och att den över lag är liten längs sträckan där endast ett fåtal skred skett.

### ***Skillnader inom Lärjeåns dalgång***

Skred i Lärjeåns dalgång sker framför allt på den västra halvan (figur 23). Den allra mest påverkade delen mellan Linnarhult och Gunnilse, runt kröken vid Angered (sektioner 1–5; figur 24), där skredfrekvensen nästan är 80 % kan jämföras med den östra halvan (sektioner 16–29) som har en frekvens på ca tre %. Flaskhalsskred är sällsynta, och de som finns är utspridda längs hela den skredade sträckan. Förutsatt att alla kvicklerskred är flaskhalsformade stämmer resultatet med tidigare undersökningar som rapporterat en sparsam mängd kvicklera i dalgången (Gatubolaget, 2009; Stadsbyggnadskontoret, 2011).



Eftersom jordart i stort inte verkar skilja sig nämnvärt i Lärjeåns dalgång och leran längs hela dalen från många håll benämns som generellt siltig och dessutom innehållandes lager av silt och sand, finns anledning att tro att olikheterna inom dalgången beror på mer lokala variationer där vissa områden, exempelvis de runt de stora isälvsavlagringarna från israndpositioner, innehåller mer silt och sand. En teori är att det, runt området där majoriteten av de stora skreden skett, finns ett mer kontinuerligt sandlager på djupet som avsatts då isen stått stilla under en längre period. Den första sträckan av Lärjeån uppströms från  $PG_{max}$ , mellan Linnarhult och Angered, går i nordvästlig riktning innan den svänger av mot öst. Isens kant hade vid sin reträtt ungefär samma riktning vilket innebär att den delen av Lärjeån vid ett tillfälle var belägen ungefär parallellt med isranden (figur 27).



Figur 27. Modellering av israndpositionen ungefär parallellt med första sträckan av Lärjeån (indikerat med vitt streck). Det är möjligt att ett mer kontinuerligt sandlager återfinns i denna utsträckning som motsvarar området för de största skreden längs Lärjeån.

Med tanke på Mjörnsänkans roll i Lärjedalen, bör dessutom de västra delarna av dalen generellt vara rikare på större sedimenten än de östra. När isen passerade Mjörnsänkan österut avtog tillförsel av stora sediment till dalgången troligtvis markant och de mest östra delarna, närmast

sänkan, utsattes därför inte under lika lång period för deponering av dessa sediment. Mer silt och sand nedströms kan genom artesisiska förhållanden ha skapat förhöjda portryck i leran som underlättat erosion och följaktligen skred. Dessutom kan sand inbäddad i leran underlätta grundvattengenomströmning som möjliggör urlakning av salt, vilket i sin tur kan leda till kvicklerbildning.

Även reliefen verkar spela en viktig roll då den tydligt minskar uppströms med skredens både antal och storlek, även om avvikelser finns.

Med totalt 14 % stora skred (>400 m) och 20 % små skred (<75 m) verkar ingen slående skillnad i skredstorlek finnas i dalgången. Det är dock viktigt att notera att om skred <30 m var inkluderade skulle andelen små skred troligtvis vara betydligt större.

### ***Jämförelse mellan Viskans och Lärjeåns dalgångar***

Stratigrafin i båda dalgångar ser i grova drag ut som den generaliserade i figur 3 i det att lager av grövre sediment återfinns under fler meter glacial lera. Sedimentavsättningen har troligtvis liknat varandra i de två dalgångarna fram till det skede då isen, vid sin reträtt, passerat Mjörnsänkan, nordost om Lärjedalen. Eftersom Lärjeåns dalgång under den perioden var en relativt lugn avsättningsmiljö genom att sand och grus från smältvattnet fångades upp i sänkan (Hillefors, 1979), finns inte lika stora mängder postglacial sand på ytan där som i Viskans dalgång. I Viskadalen har det rimligtvis, på grund av avsaknad av en sådan sänka, funnits en kontinuerlig tillförsel av stora sediment som fortsatt förse landskapet med sand under hela perioden då området påverkades av avsmältningen. Lerlagren är av den anledningen mäktigare i Lärjeåns dalgång än i Viskans.

Skredutbredning i de två dalgångarna liknar varandra på så sätt att skreden är koncentrerade endast till den del av sträckan som är närmst PG. För Lärjedalen är det den västra halvan och för Viskadalen den västra tredjedelen. Det är dessutom värt att poängtera, även om det är utanför studieområdet, att skred i båda dalgångar i princip upphör att existera nedströms från var  $PG_{max}$  uppskattas vara belägen. Det är därför mycket tydligt att glacial lera är mer skredbenägen, som ett resultat av att den höjts mer över havet och urlakats under en längre tid (SGU, u.å-d), än postglacial lera. Det är dock oklart på vilket sätt närheten till  $PG_{max}$  har påverkat området.

Vidare finns, inom respektive påverkad del av dalgångarna, en sträcka som är extra utsatt där också majoriteten av alla stora skred (>400 m) skett. Det finns därför anledning att tro att lokala variationer, så som i grundvattenregim och med sandskikt inbäddade i leran, är av stor betydelse för skillnader inom dalgångarna.

Det finns en tydlig korrelation mellan skredfrekvens och relief i båda dalgångar. Denna, i kombination med ovan nämnda faktorer är troligtvis avgörande för var skred sker och vilken storlek de resulterar i.

I Viskadalen finns en skarp kontrast mellan stora (5 %) och små (54 %) skred, medan skredstorleken i Lärjedalen är mer jämnt fördelad med 20 % stora och 14 % små. Den areella skredfrekvensen är högre i Lärjeåns dalgång vilket beror på både fler och större skred jämfört med Viskan. Sex sektioner i Lärjedalen har en skredfrekvens på över 50%, varav de flesta passerar 70%, medan det i Viskadalen endast finns en sektion som når upp till 50%. Dessutom är Viskan mer än dubbelt så lång vilket blir tydligt när skredfrekvensen för den totala sträckan, på 6% jämförs med 23% vid Lärjeån. Viskadalens 3 % karterade flaskhalsskred och Lärjedalens 10% var alla utspridda över ett större område och därför ses inget mönster där.

### ***Värdering av undersökning***

På grund av viss subjektivitet i bildtolkningen, är det möjligt att enstaka skred kan ha missats eller att andra formationer felaktigt blivit karterade som skredärr. Att särskilja mellan erosion och skred, samt mellan ett stort och flera mindre skred, var stundtals problematiskt. Det är därför rimligt att något skred av större storlek karterats som flera mindre, och vice versa.

Subjektiviteten och problematiken beskriven ovan kan, i form av ett större och mer tidskrävande projekt, betydligt förbättras genom en ökad användning av fältbesiktning av landformerna.

Skredfrekvens över tid bedömdes inte vara givande av flera anledningar. Majoriteten av skreden av betydande storlek i båda dalgångar påträffades, genom flygbilder, vara äldre än 1960. Dessutom är flygbilderna tagna från en tid på året då lövverk från träd täcker markytan längs långa sträckor intill åarna, vilket innebär att eventuella mindre skred inte är synliga. Utöver ovan nämnda faktorer saknas information om skred både i de konsulterade äldre kartorna och deras tillhörande beskrivningar. Flygfoton i syfte att dokumentera skredärr bör med fördel tas då varken trädkronor eller snö täcker marken.

## 6. Slutsats

Sammanfattningsvis visar studien att Lärjeåns dalgång är mer skredbenägen än Viskans vilket till viss del tros bero på en lera med fler vattenförande sandskikt i den förstnämnda. Skreden där är både fler och större vilket ger en hög areell skredfrekvens. Kviklerskred är inte vanligt förekommande i någondera dalen och de som identifierats är jämnt utspridda. Längs både Viskan och Lärjeån är skreden tydligt koncentrerade till avgränsade delar av dalgångarna. Gemensamma faktorer för båda delar är en hög nivåskillnad mellan dalbotten och bredvidliggande lerslätt samt närheten till  $PG_{max}$ . Inga skred längs Viskan, och endast ett fåtal längs Lärjeån, har uppmärksammats under  $PG_{max}$ , vilket bekräftar, som tidigare känt, att den glaciala leran är betydligt mer skredbenägen. Tydliga interna skillnader i stratigrafi finns i Viskans dalgång där majoriteten av skred inträffat där postglacial sand överlagrar glacial lera. Längs med hela Lärjeån är leran siltig och där tros mer lokala variationer i jordartssammansättning med på sina håll större vattenförande sandskikt inbäddade i leran spela en viktig roll. Vidare är det rimligt att grundvattenregimen har en stor betydelse. Där rätt förutsättningar finns kan leran urlakas snabbare och eller utsättas för högre porvattentryck vilket ökar skredrisken. Studien har potential att utvecklas genom djupare undersökning av just grundvattenregimen i respektive dalgång. De områden som i denna studie pekats ut som mest skredutsatta de senaste 13 500 åren bör även i dag och framöver betraktas som extra känsliga för erosion, laster och mänskliga ändringar av relief. En ökad försiktighet krävs således i dessa områden.



## Referenser

Andréasson, P.G. (2015). *Geobiosfären, en introduktion* (2 uppl.). Studentlitteratur.

Berglöv, G., Asp, M., Berggren-Clausen, S., Björck, E., Axén Mårtensson, J., Nylén, J., Ohlsson, A., Persson H., Sjökvist, E. (2005). *Framtidsklimat i Västra Götalands Län – enligt RCP-scenarier* (Klimatologi 24). SMHI. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:948126/FULLTEXT01.pdf>

Bergström, U., Pile, O., Curtis, P., Eliasson, T. (2022). *Göteborgsområdets berggrund, jordarter och geologiska utveckling* (2021:31). SGU.

Blomberg, A, 1883: Beskrivning till Kartbladet Kungsbacka. *Sveriges geologiska undersökning Ab 10*.

Cruden, D. M & Varnes D. J. (1996). *Landslides: Investigation and mitigation*. Transportation Research Board.

Engdahl, M. & Pile, O. (2019). *Geologisk beskrivning av Viskans och Häggåns dalgångar* (2019:11). SGU.

Gatubolaget. (2009). *Skredet i Krokryd 2018-12-08* (590/08).

Hillefors, Å. (1979). *The landslide at Gunnilse in the Lärje valley western Sweden*. [Doktorsavhandling, [Lunds Universitet].

Karlsson, C. et al. (2021). *Handledning för jordartsgeologiska kartor och databaser över Sverige* (2021:17). SGU.

Lantmäteriet. (u.å). *Markhöjdmmodell Nedladdning, grid 50+*. [Kartografiskt material]. <https://maps.slu.se>

Larsson, O. (2008). *Skredet vid Krokryd, Lärjeåns dalgång, Göteborg kommun* (2008:35). SGU.

Länsstyrelsen. (2018). *Information klimatanpassning Viskans vattenråd.*

<https://rib.msb.se/filer/pdf/24695.pdf>

Magnusson, E, 1978: Beskrivning till jordartskartan Göteborg SO. *Sveriges geologiska undersökning Ae 26.*

MSB. (17 januari 2020). *Ras och skred.* <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/naturolyckor-och-klimat/skred-ras-och-erosion/>

Norström, E. (2021). *Geologisk 3D-modell. Digitalisering av historiska jordartsprofiler från Viskans dalgång (2021:26).* SGU.

Persson, M. (u.å). *005 Ras och Skred.* [PowerPoint-presentation]. Göteborgs Universitet.

<https://canvas.gu.se/courses/65304/files/folder/Martin/F%C3%B6rel%C3%A4sningar?preview=6974862>

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.*

Quinn, P. E. (2009). *LARGE LANDSLIDES IN SENSITIVE CLAY IN EASTERN CANADA AND THE ASSOCIATED HAZARD AND RISK TO LINEAR INFRASTRUCTURE.*

[Doktorsavhandling, Queen's University].

Regeringskansliet. (2007). *Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter*

(2007:60). <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/statens-offentliga-utredningar/2007/10/sou-200760/>

SGI. (2007). *Översiktlig bedömning av jordrörelser vid förändrat klimat (571).*

SGI. (22 augusti 2019). *Skredrisk Viskan – pågående*.

<https://www.sgi.se/sv/samhallsplanering--sakerhet/skredriskutredningar/skredrisk-viskan/>

SGI. (2022). *Klimatanpassning – Skredriskkartering, Viskan – Steg 1. Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik (04RA03C01)*.

SGI. (11 januari 2023). *Vägledning för kartläggning av kvicklera*.

<https://www.sgi.se/sv/samhallsplanering--sakerhet/kartlaggning-av-kvicklera/vagledning/>

SGU. (u.å-a) *Geologi i 3D [Karta]*. <https://apps.sgu.se/sgu3d/?page=jordarter>

SGU. (u.å-b) *Jordarter 1:25 000 - 1:100 000 [Karta]*.

<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>

SGU. (u.å-c). *HK (Högsta Kustlinjen)*. [Kartografiskt material]. I författarens ägo.

SGU. (u.å-d). *Skred och ras*. <https://www.sgu.se/samhallsplanering/risker/skred-och-ras/>

SGU. (u.å-e). *Skredrisken påverkas av landhöjning, klimatförändringar och mänsklig aktivitet*. <https://www.sgu.se/samhallsplanering/risker/skred-och-ras/skredrisken-paverkas-av-landhojning-klimatforandringar-och-mansklig-aktivitet/>

SGU. (2020). *Erosion*. <https://www.sgu.se/om-geologi/jord/fran-istid-till-nutid/erosion-och-igenvaxning/erosion/>

Stadsbyggnadskontoret. (2011). *Översiktlig stabilitetsutredning inom Göteborgs Stad – delområden N21 – N101*.

Stevens, R. (1987). *Glaciomarine fine sediments in Southwestern Sweden: late Weichselian – [Doktorsavhandling, Göteborgs Universitet]. Holocene lithostratigraphy, depositional environments and varve formation*. [Doktorsavhandling, Göteborgs Universitet].



Stevens, R., Rosenbaum, M., Hellgren, L. (1991). Origins and engineering hazards of Swedish glaciomarine and marine clays. *Geological Society, London, Engineering Geology Special Publications*, 7, 257-264.

Viberg, L. (1982). *Kartering och klassificering av lerområdets stabilitetsförutsättningar* (15). Statens Geotekniska Institut.

Von Post, L. (1955). The Ancient Sea Fiord of the Viskan Valley. *Geologiska Föreningen I Stockholm Förhandlingar*, 77(4), 595-632, <https://doi.org/10.1080/11035895509451754>

## Appendix I - Karterade skred längs Viskans dalgång

X- och Y-koordinater anges i SWEREF99 TM.

ID	referens	klass	typ	langd	x	y
90	Lisa	otydlig		54	337401	6413268
89	Lisa	tydlig		84	331105	6410378
88	Lisa	tydlig		86	331048	6410392
86	Lisa	tydlig		53	330362	6410210
85	Lisa	tydlig		32	331010	6410225
84	Lisa	tydlig		69	329991	6410012
83	Lisa	tydlig		50	330146	6409788
82	Lisa	tydlig		42	328984	6410066
81	Lisa	tydlig		42	329176	6409994
78	Lisa	tydlig		49	328753	6410028
72	Lisa	tydlig		48	328408	6409868
76	Lisa	tydlig		95	328344	6409818
77	Lisa	tydlig		49	328447	6409955
75	Lisa	tydlig		66	328262	6409672
70	Lisa	tydlig		119	328339	6409661
68	Lisa	tydlig		63	328215	6409689
65	Lisa	tydlig		72	328101	6409610
64	Lisa	tydlig		37	327410	6409728
63	Lisa	tydlig		49	327429	6409731
61	Lisa	tydlig		50	327326	6409796
60	Lisa	tydlig		35	327461	6409693
59	Lisa	tydlig		125	326916	6409883
58	Lisa	tydlig		61	326701	6409534
57	Lisa	tydlig		61	326851	6409547
55	Lisa	tydlig		103	326644	6409571
56	Lisa	tydlig		62	326439	6409559
53	Lisa	tydlig		69	326255	6409926
52	Lisa	tydlig		72	326224	6409477
51	Lisa	tydlig		49	325703	6409834
50	Lisa	tydlig		50	325951	6409844
49	Lisa	tydlig		57	325043	6409604
54	Lisa	otydlig	flaskhalsformad	139	325303	6409055
48	Lisa	otydlig		67	325413	6409207
47	Lisa	tydlig		82	325115	6409126
44	Lisa	tydlig	flaskhalsformad	84	324976	6408955
40	Lisa	tydlig		111	325873	6408874
39	Lisa	tydlig		40	325547	6408016
38	Lisa	otydlig		303	325480	6408229

37	Lisa	otydlig		240	331545	6410754
36	Lisa	otydlig		71	325438	6409792
34	Lisa	tydlig		562	325522	6409528
35	Lisa	tydlig		665	329847	6409964
33	Lisa	tydlig	flaskhalsformad	703	325346	6409222
32	Lisa	tydlig		135	325738	6409374
30	Lisa	tydlig		286	326146	6409978
29	Lisa	tydlig		163	326394	6409909
28	Lisa	tydlig		230	329401	6409730
27	Lisa	otydlig		219	330004	6409791
26	Lisa	tydlig		604	330106	6409980
24	Lisa	tydlig		101	332494	6410842
22	Lisa	otydlig		42	332423	6410919
21	Lisa	tydlig		182	334512	6412052
20	Lisa	tydlig		53	328651	6410039
19	Lisa	tydlig		92	328550	6409951
15	Lisa	tydlig		91	328148	6409651
13	Lisa	tydlig		81	328105	6409809
14	Lisa	tydlig		37	331000	6410383
17	Lisa	tydlig		35	330978	6410391
18	Lisa	tydlig		36	330560	6410221
10	Lisa	tydlig		331	330577	6410217
11	Lisa	tydlig		82	330019	6409736
2	Lisa	tydlig		68	329091	6409808
3	Lisa	tydlig		194	329212	6409759
4	Lisa	tydlig		199	329246	6409736
5	Lisa	tydlig		134	329286	6409710
1	Lisa	tydlig		74	329596	6409862
7	Lisa	tydlig		60	329877	6409765
6	Lisa	tydlig		37	330261	6410153
8	Lisa	tydlig		165	330516	6409966
9	Lisa	otydlig		82	330513	6410199
92	Lisa	otydlig		51	330647	6410213
12	Lisa	otydlig		98	330673	6410239
16	Lisa	tydlig		49	330704	6410227
23	Lisa	otydlig		32	331023	6410379
25	Lisa	otydlig		50	331472	6410953
31	Lisa	otydlig		156	331851	6410955
45	Lisa	otydlig		50	332076	6411027
46	Lisa	otydlig		70	334361	6412225
67	Lisa	otydlig		89	328736	6410106
87	Lisa	otydlig		43	337401	6413268



91	Lisa	otydlig		110	331105	6410378
93	Lisa	otydlig		46	331048	6410392
43	Lisa	otydlig		77	330362	6410210
42	Lisa	otydlig		40	331010	6410225
41	Lisa	otydlig		77	329991	6410012
62	Lisa	tydlig		40	330146	6409788
66	Lisa	tydlig		73	328984	6410066
69	Lisa	otydlig		206	329176	6409994
73	Lisa	otydlig		84	328753	6410028
74	Lisa	otydlig		80	328408	6409868
80	Lisa	otydlig		35	328344	6409818
79	Lisa	otydlig		33	328447	6409955

## Appendix II - Karterade skred längs Lärjeåns dalgång

X- och Y-koordinater anges i SWEREF99 TM.

ID	referens	klass	typ	langd	x	y
76	Lisa	tydlig		164	337401	6413268
67	Lisa	tydlig		266	331105	6410378
66	Lisa	otydlig		82	331048	6410392
54	Lisa	tydlig		175	330362	6410210
62	Lisa	tydlig		318	331010	6410225
51	Lisa	otydlig		339	329991	6410012
50	Lisa	tydlig		159	330146	6409788
39	Lisa	otydlig		353	328984	6410066
40	Lisa	otydlig		256	329176	6409994
38	Lisa	otydlig		228	328753	6410028
34	Lisa	otydlig		101	328408	6409868
33	Lisa	otydlig		107	328344	6409818
35	Lisa	otydlig	flaskhalsformad	211	328447	6409955
31	Lisa	otydlig		73	328262	6409672
32	Lisa	otydlig		169	328339	6409661
30	Lisa	otydlig	flaskhalsformad	194	328215	6409689
28	Lisa	tydlig		231	328101	6409610
25	Lisa	tydlig		60	327410	6409728
26	Lisa	tydlig		61	327429	6409731
24	Lisa	tydlig	flaskhalsformad	209	327326	6409796
27	Lisa	tydlig		49	327461	6409693
23	Lisa	otydlig		677	326916	6409883
21	Lisa	tydlig		338	326701	6409534
22	Lisa	tydlig		171	326851	6409547
20	Lisa	otydlig		478	326644	6409571
16	Lisa	otydlig		292	326439	6409559
18	Lisa	otydlig		206	326255	6409926
15	Lisa	tydlig		305	326224	6409477
11	Lisa	tydlig		607	325703	6409834
14	Lisa	tydlig		182	325951	6409844
9	Lisa	otydlig		651	325043	6409604
6	Lisa	tydlig		251	325303	6409055
8	Lisa	otydlig		365	325413	6409207
5	Lisa	otydlig		255	325115	6409126
4	Lisa	otydlig		425	324976	6408955
2	Lisa	tydlig	flaskhalsformad	2457	325873	6408874
1	Lisa	otydlig		577	325547	6408016
3	Lisa	tydlig	flaskhalsformad	523	325480	6408229

69	Lisa	otydlig		242	331545	6410754
10	Lisa	otydlig		304	325438	6409792
12	Lisa	tydlig		55	325522	6409528
77	Lisa	tydlig		97	329847	6409964
7	Lisa	tydlig		206	325346	6409222
13	Lisa	tydlig		684	325738	6409374
17	Lisa	tydlig		106	326146	6409978
19	Lisa	otydlig		32	326394	6409909
45	Lisa	otydlig		69	329401	6409730
48	Lisa	otydlig		119	330004	6409791
51	Lisa	otydlig		184	330106	6409980
73	Lisa	otydlig	flaskhalsformad	107	332494	6410842
72	Lisa	otydlig		137	332423	6410919
76	Lisa	otydlig		210	334512	6412052
37	Lisa	tydlig		194	328651	6410039
36	Lisa	tydlig		118	328550	6409951
29	Lisa	tydlig		132	328148	6409651
78	Lisa	tydlig		119	328105	6409809
64	Lisa	tydlig		79	331000	6410383
63	Lisa	tydlig		41	330978	6410391
56	Lisa	tydlig		69	330560	6410221
57	Lisa	tydlig		56	330577	6410217
49	Lisa	otydlig		189	330019	6409736
41	Lisa	tydlig		102	329091	6409808
42	Lisa	tydlig	flaskhalsformad	156	329212	6409759
43	Lisa	tydlig		105	329246	6409736
44	Lisa	otydlig		62	329286	6409710
46	Lisa	tydlig		105	329596	6409862
47	Lisa	otydlig		132	329877	6409765
53	Lisa	tydlig		193	330261	6410153
58	Lisa	otydlig		79	330516	6409966
55	Lisa	tydlig		61	330513	6410199
59	Lisa	otydlig		40	330647	6410213
60	Lisa	tydlig		46	330673	6410239
61	Lisa	otydlig		53	330704	6410227
65	Lisa	otydlig		53	331023	6410379
68	Lisa	tydlig	flaskhalsformad	630	331472	6410953
70	Lisa	tydlig		110	331851	6410955
72	Lisa	otydlig		366	332076	6411027
74	Lisa	otydlig		390	334361	6412225
79	Lisa	tydlig		755	328736	6410106



## Appendix III - Areell skredfrekvens längs Viskans dalgång

Viskan	km	totalsträcka (m)	skredsträcka total (m)	skredfrekvens	relief (m)
sektion 1	1	2000	0	0%	4
sektion 2	2	2000	0	0%	6
sektion 3	3	2000	0	0%	6
sektion 4	4	2000	0	0%	6
sektion 5	5	2000	300	15%	6
sektion 6	6	2000	400	20%	9
sektion 7	7	2000	300	15%	11
sektion 8	8	2000	500	25%	11
sektion 9	9	2000	100	5%	14
sektion 10	10	2000	500	25%	16
sektion 11	11	2000	750	38%	15
sektion 12	12	2000	1000	50%	17
sektion 13	13	2000	300	15%	18
sektion 14	14	2000	350	18%	18
sektion 15	15	2000	50	3%	21
sektion 16	16	2000	100	5%	18
sektion 17	17	2000	50	3%	16
sektion 18	18	2000	450	23%	20
sektion 19	19	2000	450	23%	18
sektion 20	20	2000	800	40%	32
sektion 21	21	2000	0	0%	29
sektion 22	22	2000	100	5%	19
sektion 23	23	2000	50	3%	22
sektion 24	24	2000	100	5%	6
sektion 25	25	2000	0	0%	11
sektion 26	26	2000	0	0%	5
sektion 27	27	2000	0	0%	4
sektion 28	28	2000	0	0%	3
sektion 29	29	2000	50	3%	1
sektion 30	30	2000	50	3%	12
sektion 31	31	2000	50	3%	12
sektion 32	32	2000	50	3%	5
sektion 33	33	2000	0	0%	2
sektion 34	34	2000	0	0%	4
sektion 35	35	2000	0	0%	3
sektion 36	36	2000	0	0%	2
sektion 37	37	2000	0	0%	3
sektion 38	38	2000	0	0%	3
sektion 39	39	2000	0	0%	3

sektion 40	40	2000	0	0%	18
sektion 41	41	2000	100	5%	9
sektion 42	42	2000	0	0%	
sektion 43	43	2000	0	0%	
sektion 44	44	2000	0	0%	
sektion 45	45	2000	0	0%	
sektion 46	46	2000	0	0%	
sektion 47	47	2000	0	0%	
sektion 48	48	2000	0	0%	
sektion 49	49	2000	0	0%	
sektion 50	50	2000	0	0%	
sektion 51	51	2000	0	0%	
sektion 52	52	2000	0	0%	
sektion 53	53	2000	0	0%	
sektion 54	54	2000	0	0%	
sektion 55	55	2000	0	0%	
sektion 56	56	2000	0	0%	
sektion 57	57	2000	0	0%	
sektion 58	58	2000	0	0%	
sektion 59	59	2000	0	0%	
sektion 60	60	2000	0	0%	
sektion 61	61	2000	0	0%	
sektion 62	62	2000	0	0%	
total				6%	

## Appendix IV - Areell skredfrekvens längs Lärjeåns dalgång

Lärjeån	Km	totalsträcka (m)	skredsträcka total (m)	skredfrekvens	relief (m)
sektion 1	1	2000	1800	90%	30
sektion 2	2	2000	1400	70%	30
sektion 3	3	2000	2000	100%	33
sektion 4	4	2000	1200	60%	26
sektion 5	5	2000	1500	75%	22
sektion 6	6	2000	350	18%	20
sektion 7	7	2000	400	20%	15
sektion 8	8	2000	400	20%	21
sektion 9	9	2000	650	33%	15
sektion 10	10	2000	150	8%	15
sektion 11	11	2000	1050	53%	13
sektion 12	12	2000	350	18%	13
sektion 13	13	2000	400	20%	11
sektion 14	14	2000	600	30%	12
sektion 15	15	2000	350	18%	12
sektion 16	16	2000	100	5%	16
sektion 17	17	2000	0	0%	10
sektion 18	18	2000	0	0%	10
sektion 19	19	2000	0	0%	7
sektion 20	20	2000	0	0%	5
sektion 21	21	2000	0	0%	7
sektion 22	22	2000	400	20%	10
sektion 23	23	2000	200	10%	13
sektion 24	24	2000	0	0%	9
sektion 25	25	2000	0	0%	9
sektion 26	26	2000	0	0%	5
sektion 27	27	2000	100	5%	3
sektion 28	28	2000	0	0%	5
sektion 29	29	500	0	0%	5
<b>total</b>				<b>23%</b>	