

LiDARstudie av glaciala landformer sydväst om Söderåsen, Skåne, Sverige

Björn Silvé

Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet,
kandidatarbete, nr 509
(15 hp/ECTS credits)



Geologiska institutionen
Lunds universitet
2017

Lidarstudie av glaciala landformer sydväst om Söderåsen, Skåne, Sverige

Kandidatarbete
Björn Silván

Geologiska institutionen
Lunds universitet
2017

Innehåll

| | |
|--|-----------|
| 1. Introduktion | 7 |
| 2. Områdesbeskrivning | 7 |
| 2.1 Landformer | 8 |
| 3. Metod | 9 |
| 3.1 LiDAR—Jordartskarta | 9 |
| 3.2 ArcGIS | 10 |
| 3.3 Landformer | 11 |
| 3.4 Fältundersökning | 13 |
| 4. Resultat..... | 13 |
| 4.1 Crag and tail | 13 |
| 4.2 Sydväst-Nordost drumliner | 13 |
| 4.3 Syd-Nordliga drumliner | 15 |
| 4.4 Storskaliga strömlinjeformade landformer | 15 |
| 4.5 Avsmältningslandformer | 15 |
| 4.5.1 Moränryggar | 15 |
| 4.5.2 Glacifluviala erosionsformer | 15 |
| 4.5.3 Deltaformer | 15 |
| 5. Diskussion | 15 |
| 5.1 Nordostframstöten | 16 |
| 5.2 Baltiska isströmmen | 16 |
| 5.3 En riktningsförändring | 16 |
| 5.4 Isavsmältningen | 16 |
| 6. Slutsatser | 17 |
| 7 Tack..... | 17 |
| 8. Referencer..... | 18 |

LiDARstudie av glaciala landformer sydväst om Söderåsen, Skåne, Sverige

Björn Silvén

Silvén, B., 2017: LiDARstudie av glaciala landformer sydväst om Söderåsen, Skåne, Sverige. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet*, Nr. 509, 18 sid. 15 hp.

Sammanfattning: Syftet med mitt arbete har varit att kartlägga dynamiken för inlandsisen i undersökningsområdet på och sydväst om Söderåsen i Skåne från senaste glaciationsmaximum (LGM) till deglaciationen. Mest fokus har lagts på att identifiera och tolka glaciala landformer från höjdm modeller och jordartskartor. Området omfattar Söderåsen, Helsingborgsryggen och Ängelholmssänkan. Dessa tre områden har olika geologi. Söderåsen är en urbergs-horst med tunt jordtäckte, Helsingborgsryggen består av mestadels jurassisk sandsten täckt av i genomsnitt 5 m lerig morän medan Ängelholmssänkan är fylld med tjocka sediment och täckt av glacial finlera av varierande tjocklek. Området är komplext med landformer som tyder på flera olika isrörelseriktningar. Målet med det här arbetet har varit främst att tolka isrörelseriktningarna utifrån kartdata och befintlig litteratur och att identifiera den kronologiska ordningen på de strömlinjeformade landformerna. Jag har även karterat en del glacialfluviala landformer för att skapa en bild av isavsmältningen i området. Litteraturen påvisar en isframstöt från nordöst med ursprung i centrala Sverige och en isframstöt från syd med Baltiskt ursprung som stannat vid Söderåsen. Genom att tolka deformationer på underliggande strömlinjeformade landformer så kan en riktningförändring från sydväst-nordost till en syd-nordlig riktning påvisas. Tack vare glacialfluviala landformer i området kan man även se spår av deglaciationen till att området var isfritt.

Nyckelord: LiDAR, Söderåsen, drumliner, crag and tail, strömlinjeformade landformer, glacialfluviala landformer

Handledare: Helena Alexanderson och Martin Bernhardson

Ämnesinriktning: Kvärtärgeologi

*Björn Silvén, Geologiska institutionen, Lunds universitet, Sölvegatan 12, 223 62 Lund, Sverige.
E-post: bj6534si-s@student.lu.se*

A LiDAR study on glacial landforms southwest of Söderåsen, Scania, Sweden

Björn Silvé

Silvé, B., 2017: LiDARstudie av glaciala landformer sydväst om Söderåsen, Skåne, Sverige. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet*, Nr. 509, 18 sid. 15 hp

Abstract: The purpose of this degree project has been to review how the Weichselian ice sheet dynamics have developed from the last glacial maximum (LGM) until the deglaciation in my examination area, on and southwest of Söderåsen in Scania Sweden. Most work has been put into the interpretations of different landforms from LiDAR based elevation models and soil maps. The area includes Söderåsen, the Helsingborg Ridge and the Ängelholm Basin. These three areas have a very different geology. Söderåsen is a horst with Precambrian bedrock and only a thin soil cover, the Helsingborg Ridge is mostly comprised of Jurassic sandstone with an average soilcover of about 5 m and the Ängelholm Basin has a thick soil cover with the top being draped in a fine glacial clay of greatly varying thickness. The area is complex, filled with landforms that tell of ice streams in different directions. The foremost question I am trying to answer in this degree project is to interpret these ice flows from elevation models, soil maps and literature, I also looked into some of the glacial landforms to start forming an idea about the deglaciation in the area. Examinations give indications of an ice stream from the northeast that originated in central Sweden and was followed by an ice stream from the south with Baltic origin that reached Söderåsen and after that changed direction from a southwest-northeast direction to a more south-north one. Thanks to the glacial landforms in the area it is possible to see traces of the deglaciation until the area was ice free.

Keywords: LiDAR, Söderåsen, drumlin, crag and tail, streamlined landforms, glacial landforms

Supervisors: Helena Alexanderson and Martin Bernhardson

Subject: Quaternary Geology

*Björn Silvé, Department of Geology, Lund University, Sölvegatan 12, SE-223 62 Lund, Sweden.
E-mail: bj6534si-s@student.lu.se*

1 Introduktion

Vid slutet av den senaste istiden (Weichsel) var större delen av Norden täckt av is, det stack upp några toppar mellan glaciärutloppen längs den norska kusten och inlandsisen sträckte sig in i västra Danmark (Houmark-Nielsen & Kjaer 2003; Ringberg 2003). I det här arbetet undersöker jag perioden från senaste nedsningsmaximum (Last Glacial Maximum, LGM) fram till deglaciationen. LGM är den tidpunkt då inlandsisen hade störst volym globalt under Weichselistiden och ägde rum ca 23-21 ka BP (Houmark-Nielsen & Kjaer 2003). Under LGM var stora delar av norra Europa täckta av inlandsis (Stroeven et al. 2016).

Efter LGM började inlandsisen dra sig tillbaka och lämnade spår efter sig i marken i form av bland annat utdragna strömlinjeformade kullar och förhöjningar av olika storlek.

Under den här tidsperioden var stora delar av södra Sverige nedtryckt under havsytan av den enorma tyngd som inlandsisen innebar. Detta gör att vi nu kan se sediment som har avsatts både i terrestra miljöer och subakvatiska miljöer framför isfronten.

Tidsperioden den här rapporten inriktar sig på är en period när stora glaciärer/inlandsisar minskade i utsträckning och volym på relativt kort tid, vilket är likt den situation vi befinner oss i nu med ökande temperaturer och smältande glaciärer (Vaughan et al. 2013). Forskning kring den här tidsperioden är därför väldigt viktig för att kunna se analoger med nutid och vad som

väntar oss i framtiden.

Syftet med det här arbetet är att undersöka isrörelseriktningarna i undersökningsområdet från LGM till avsmältningen, utifrån nya kartor baserade på LiDAR (Light Detection and Ranging), jordartskartor, litteratur och fältobservationer.

2 Områdesbeskrivning

Undersökningsområdet ligger i den nordvästra delen av Skåne (Fig. 1) och omfattar delar av en urbergs horst (Söderåsen) i nordöst med relativt tunt jordlager (Fig. 2). Väster om åsen kan man se en tydlig gräns mellan moränområdet (ljusblå i Fig. 2) på Helsingborgsryggen och ett område med glacial finlera (gult) i Ängelholmsåsen (Adriellsson et al. 1981). Helsingborgsryggen är dominerad av morän med en medelmåktighet på ca 5 m och som följer berggrundens topografi. Berggrunden består till stor del av sandsten från Jura och, i södra delen, från Trias. I Ängelholmsåsen uppgår sedimentlagrens måktighet till 35 m och domineras av glacial finlera som överlagrar morän (Adriellsson et al. 1981).

Genom undersökningsområdet sträcker sig högsta kustlinjen (HK). Under HK har den glaciala finleran avsatts innan landhöjningen hunnit lyfta upp området. De stora delar av området som varit under HK har skapat problematik vid den här undersökningen då de har överlagrats med ett lertäcke som döljer spåren från

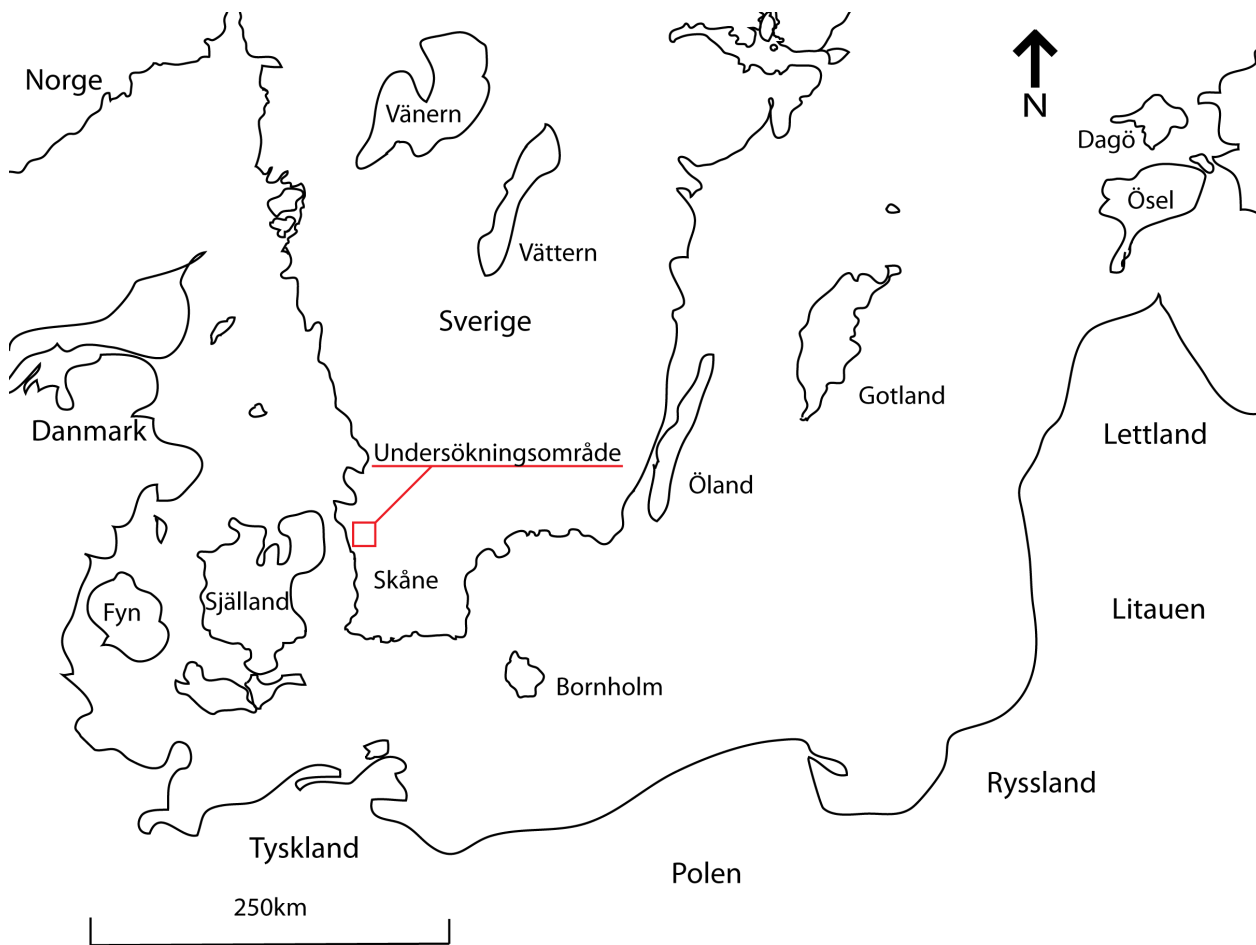


Fig. 1 Översiktsskarta med undersökningsområdet markerat.

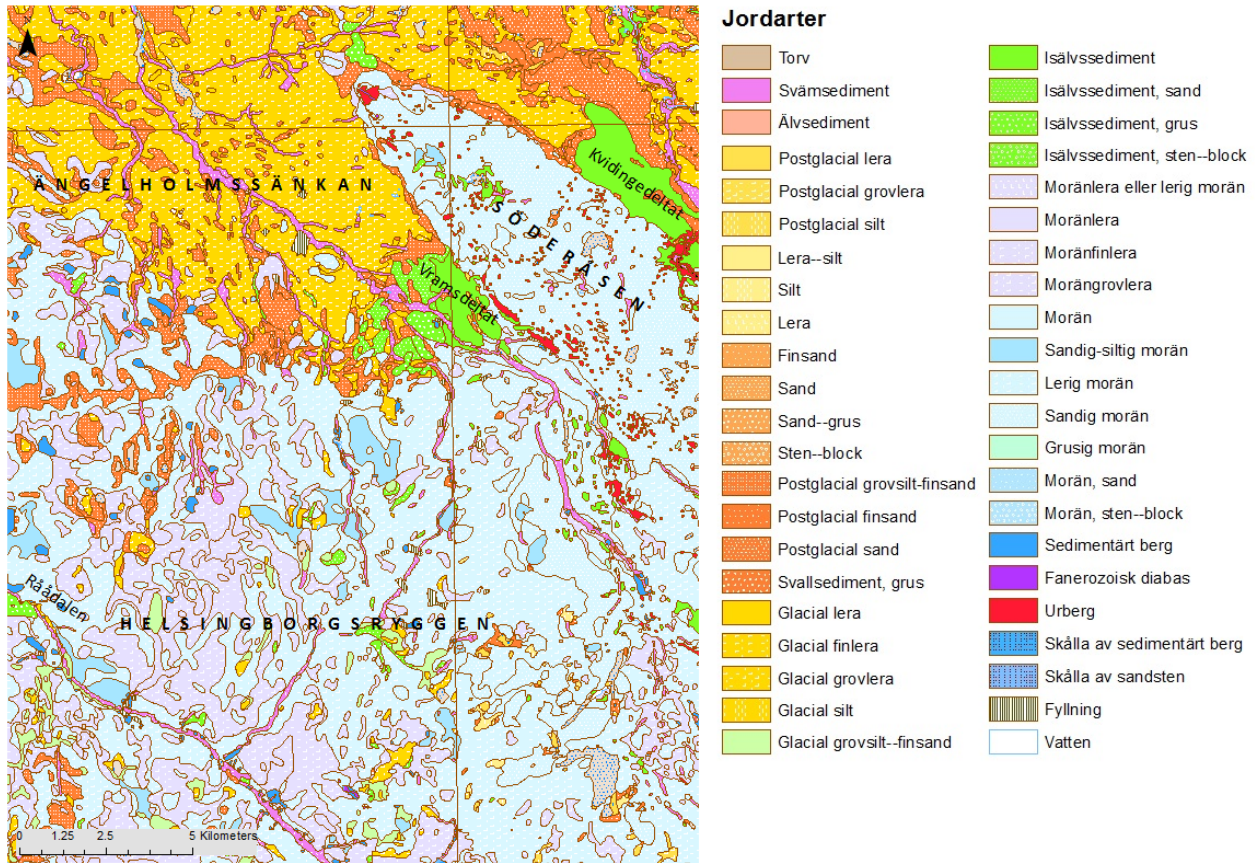


Fig. 2 Jordartskarta över undersökningsområdet. SGU Jordart 1:25 000 – 1:100 000 ©SGU (SGU 2014)

inlandsisen eller där ursprungssedimenten i svallzonen helt enkelt har omarbetats. Därför har jag valt att fokusera på de delar som är belägna över HK.

Under LGM gick isrörelseriktningen över undersökningsområdet från nordost mot sydväst, den så kallade Nordostframstötten (Houmark-Nielsen & Kjaer 2003).

Cirka 18 ka BP hade Nordostframstötten dragit sig tillbaka och en ny isframstöt rörde sig genom området via Östersjösänkan och upp norrut genom undersökningsområdet enligt Houmark-Nielsen & Kjaer (2003) och Kjaer et al. (2006). Detta bekräftas även av bergartssammansättningen i moränen (Anjar 2012). Ringberg (2003) har en mer detaljerad bild av isrörelseriktningar i området runt Söderåsen med variationer mellan N-S riktning öster om åsen till SÖ-NV väster om åsen.

2.1 Landformer

Området innehåller moränryggar, glacifluviala och strömlinjeformade landformer. Jag har valt att fokusera på de strömlinjeformade landformerna som jag valt att dela upp i drumliner utan exponerad bergskärna och drumliner av crag and tail typ.

På Helsingborgsryggen följer markytan berggrundens topografi (Adriellsson et al. 1981). I jordartskartebeskrivningen för Helsingborg NV beskrivs drumlinerna vid Hässlunda ha en N 5°-10°V orientering och med berg i dagen eller endast ett tunt jordlager (Adriellsson et al. 1981).

Vrams deltat söder om åsen mynnar ut i Ängelholmssänkan där Helsingborgsryggen möter Söderåsen (Fig. 2; Adriellsson et al 1981). Nordöst om åsen finns Kvidingedeltat som tolkas som ett glacifluvialt Gilbertdelta (Nilsson 2007).

Råådalen är en stor erosionsform som sträcker sig



Fig. 3 Drumlinform utan exponerad bergskärna, typisk för området nedanför åsen. (55°59'45"N, 13°2'37"E) (Foto: Björn Silvéen 2017)



Fig. 4 Drumlinform av crag and tail typ, typisk för området uppe på Söderåsen. (56°5'49"N, 12°59'44"E) (Foto: Björn Silvéen 2017)

diagonalt genom den sydvästra delen av undersökningsområdet. Denna djupa dal har eroderat ner sig genom jordlagren och även ner i berggrunden (Lidmar-Bergström 1991).

3 Metodik

3.1 LiDAR—Jordartskarta

Arbetet är till stor del baserat på tolkningar av LiDAR-data då en Ny Nationell Höjdmmodell (NNH) tillhandahåller en mycket högre detaljrikedom än den tidigare digitala höjdmmodellens (GSD) höjdkarta vilken baserades på flygfoton (Dowling et al. 2013). Höjdmodellen har en exakthet på ca 0,25 m horisontellt och ca 0,05 m vertikalt under bra förhållanden, medan upplösningen på den tidigare höjdmodellen var ca 50 m (Dowling

et al. 2013). Detta gjorde det svårt och i vissa fall omöjligt att se mindre landformer. En annan fördel är att LiDAR inte är lika känslig för vegetationstäckning av marken (Dowling et al. 2013).

För att få fram information för området som undersökts vid Söderåsen användes data som bestod av Ortofoto (raster, Lantmäteriet 2015), Terrängkarta (vektor, Lantmäteriet 2014), Höjddata2m (raster, Lantmäteriet 2016), Jordartskarta (vektor, SGU 2014) och Översiktskarta (raster, Lantmäteriet 2010).

De kartor som legat till störst grund för arbetet har varit Lantmäteriets Höjddata och SGUs Jordartskarta. Höjddatan är framtagen genom användandet av LiDAR (Light Detection and Ranging). LiDAR fungerar genom att sända ut en signal i form av laser



Fig. 5 Foto av glacifluvial landform uppe på Söderåsen, visar hög sten- och blockhalt samt en gräsbevuxen sänka som visar kanalen efter det glacifluviala flödet. (56°6'9"N, 12°59'47"E) (Foto: Björn Silvéen 2017)

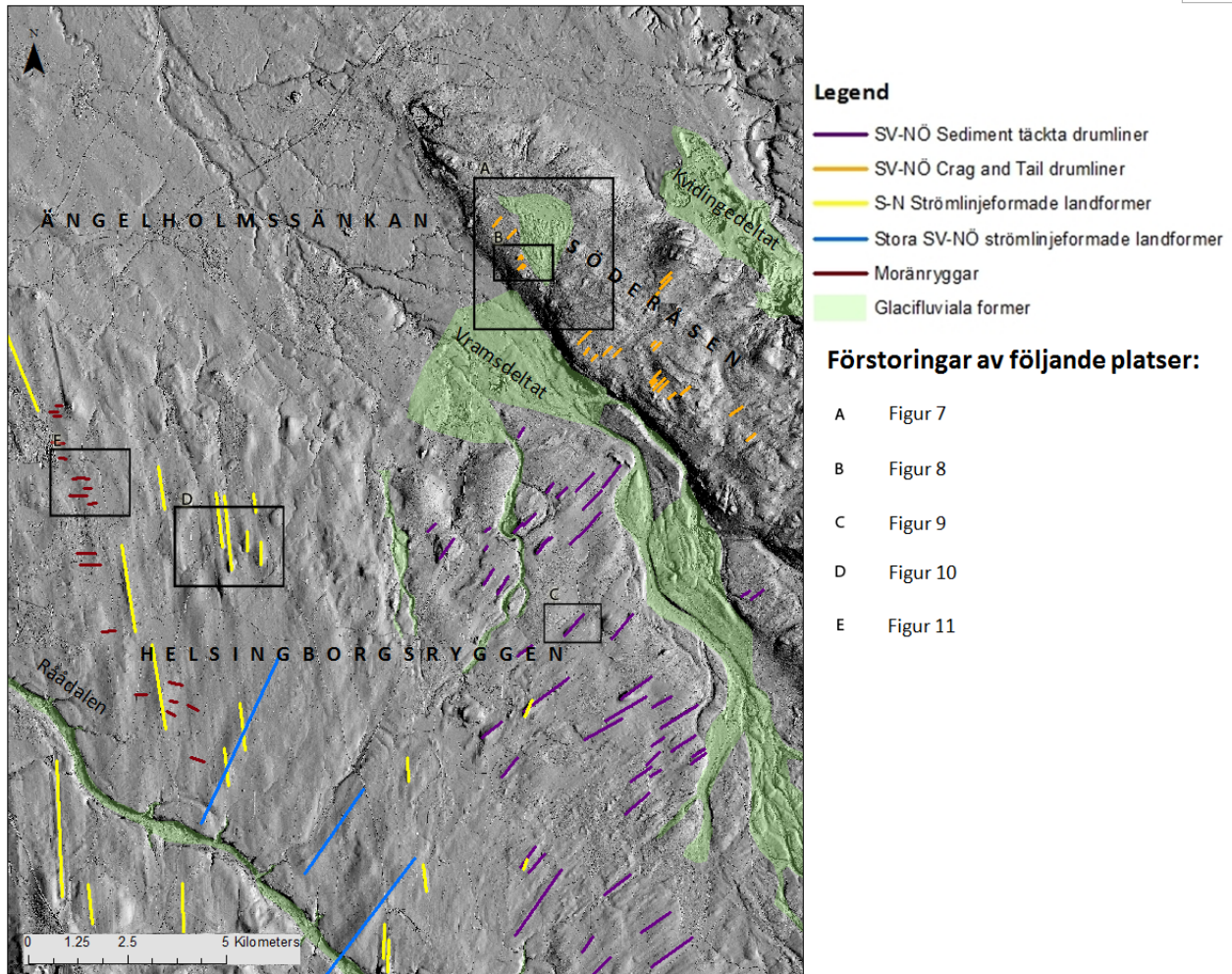


Fig. 6 Undersökningsområdet visat i ArcMap som skuggad höjdmödel med markeringar enligt legend. Skuggad höjdmödel skapad från GSD-Höjdmödel, grid 2+ ©Lantmäteriet (Lantmäteriet 2016).

och sedan mäta hur lång tid det tar för signalen att återvända. Därefter sparas mätdatan tillsammans med de geografiska koordinaterna (Dowling et al.2013).

3.2 ArcGIS

Alla kartor importerades till ArcMap 10.2.2 (del av ArcGIS) med koordinatsystemet SWEREF99TM. För att få fram en kartmodell som var enklare att arbeta med skapades två olika skuggade höjdmödel (*Hillshade*) genom att gå in på menyn ArcToolbox sedan välja *3D Analyst Tools ->Hillshade*. För att sedan skapa en skuggad höjdmödel så valdes Höjddata2m som *input raster*. *Azimuth* anger vilket väderstreck ljuset skall komma från, *Altitude* hur högt upp ljuset kommer från och *Z factor* hur mycket terrängens konturer skall förstöras.

För att få tydliga skuggade höjdmödel så ska ljuskällan komma från en ungefärligt vinkelrät position mot objektet som skall observeras. För det här arbetet var *Azimuth* 0 och 90 mest lämpliga för att få landformerna att framträda tydligt. Vidare användes *Altitude* 45 och *Z factor* 5 för att skapa *Hillshade* 0 och *Hillshade* 90 (jämför Bernhardson & Alexanderson 2017).

För att få en tydligare bild av terrängen så gjordes jordartskartan transparent och överlagrades på

de olika skuggade höjdmödelerna för att lättare kunna skilja strömlinjeformade landformer från spricksystem i berggrunden och även kunna identifiera eventuella bergskärnor i landformerna.

Kartering skedde digitalt genom att markera den maximala utsträckning på de glaciala, långsträckta landformer (drumliners, crag and tail och moränryggar) med linjer. De glaciala formerna avgränsades med polygoner efter erosionsformer och isälvsmaterial (Fig. 6). Längddata för drumliners och crag and tail togs sedan ut i tabellform avrundade till närmaste tiotal meter (Tabell 1).

Belysningsvinkel 90° har använts i de figurer som visar skuggade höjdmödel i det här arbetet.

3.3 Landformer

För att se hur inlandsisen har rört sig (framför allt dess riktning) genom området undersöktes och kartlades olika landformer. Dessa omfattar drumliners, glaciala landformer och vinkelrät mot isrörelseriktningen avsatta moränryggar.

I arbetet tolkas strömlinjeformade kullar med en identifierad stötsida och en läsida som drumliners trots att Dowling (2016) argumenterar för en tydligare definition av drumlinoida strukturer. Genom att studera drumliners (Fig. 3) så kan isrörelseriktningen identifieras då isen kommit från den riktning vilken

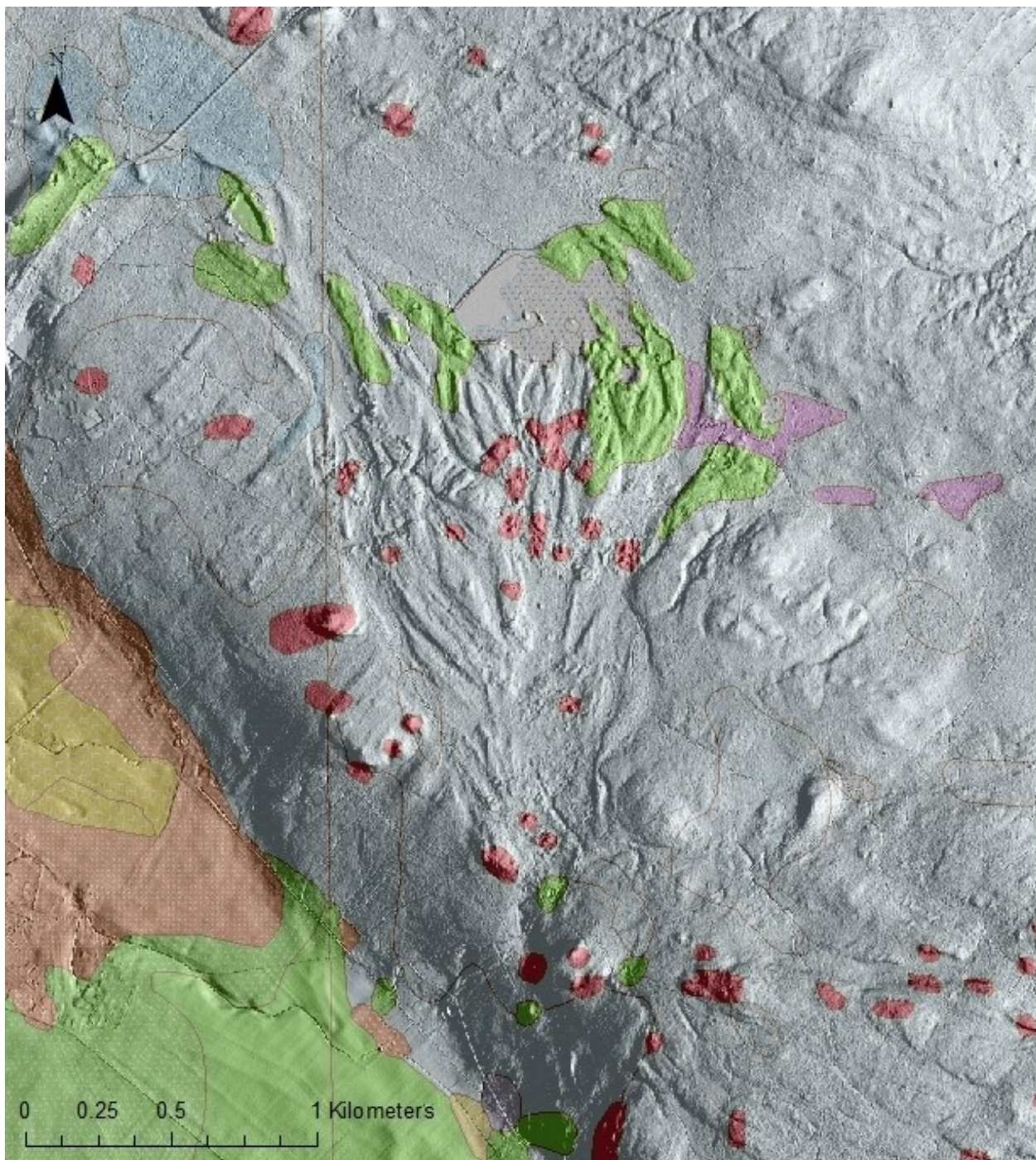


Fig. 7 Skuggade höjdmodeller över det glacifluviala området uppe på Söderåsen enligt röd markering i Fig. 6 med överlagrad Jordartskarta, för teckenförklaring se Fig. 2. Skuggad höjdmodell skapad från GSD-Höjdkarta, grid 2+ ©Lantmäteriet (2016) & Jordartskarta skapad från fil SGU Jordart ©SGU

drumlinen har sin brantaste sida (stötsidan) riktad mot (Andréasson 2015).

De drumliner som har en exponerad bergskärna benämns crag and tail (Fig. 4), medan de utan synlig bergskärna fortsatt kallas drumliner (Fig. 3).

Drumliner utan synlig bergskärna (Fig. 3) och crag and tail drumliner (Fig. 4) har identifierats på olika platser i undersökningsområdet. De glacifluviala landformerna visar var isälvar dränerats ut ur inlandsisen vid deglaciationen. Genom att se på jordartskartan kan man se var utloppen från isälvarna som löpt under isen mynnat och bildat glacifluviala landformer fram-

för iskanten i form av glacifluviala erosionsformer (Fig. 7) och deltan. Med hjälp av jordartskartan (Fig. 2) och skuggad höjdmodell (Fig. 6) kan man tydligt se spår från hur isälvarna eroderat ner i marken (Fig. 12) och bildat deltan vid iskanten. Vid avsmältningen har även moränryggars avsatts vinkelrät mot den förmodade isrörelseriktningen (Fig. 11).

3.4 Fältundersökning

Fältundersökningen gjordes genom att åka till området och undersöka de olika landformer som identifierats på

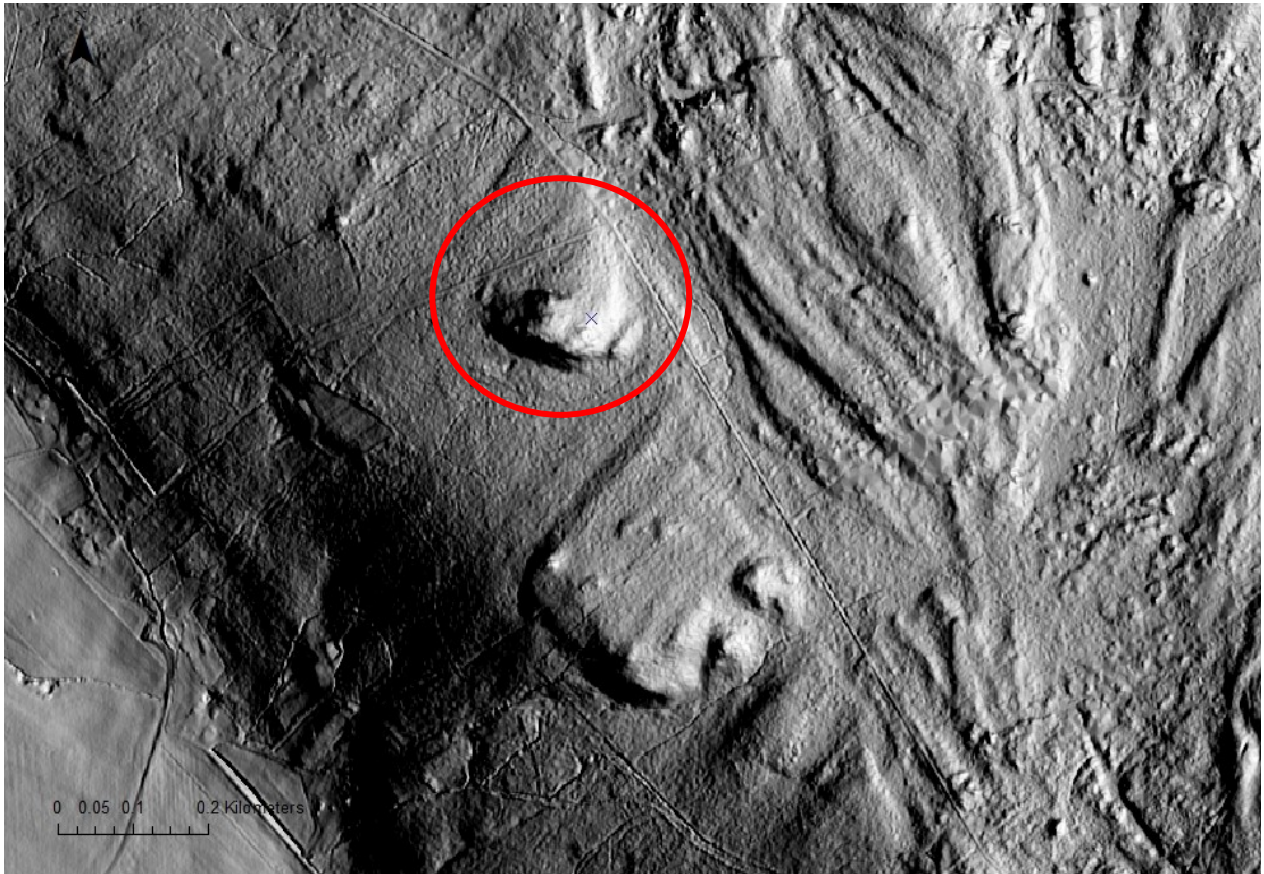


Fig. 8 Crag and tail landform på Söderåsen, för kartposition se Fig 6 (foto av markerad landform i Fig. 4). Skuggad höjdmodell skapad från GSD-Höjdskarta, grid 2+ ©Lantmäteriet (Lantmäteriet 2016).



Fig. 9 Drumlin utan synlig bergskärna i SV-NO riktning närmast åsen, för kartposition se figur 6. Skuggad höjdmodell skapad från GSD-Höjdskarta, grid 2+ ©Lantmäteriet (Lantmäteriet 2016).

Tabell 1 Längder och medellängd (i meter, avrundade till närmsta tiotal) på de olika strömlinjeformade landformerna i undersökningsområdet. Färgkodning enligt kartering i Fig. 6.

| S-N Västra | | SV-NÖ på Söderåsen | | SV-NÖ vid Söderåsen | |
|------------|-------|--------------------|-------|---------------------|-------|
| | Längd | | Längd | | Längd |
| | 2,170 | | 300 | | 870 |
| | 3,450 | | 380 | | 890 |
| | 2,170 | | 370 | | 660 |
| | 2,230 | | 440 | | 1,190 |
| | 1,910 | | 260 | | 470 |
| | 1,380 | | 260 | | 350 |
| | 980 | | 160 | | 300 |
| | 1,200 | | 360 | | 620 |
| | 470 | | 410 | | 650 |
| | 2,660 | | 340 | | 410 |
| | 1,500 | | 180 | | 240 |
| | 690 | | 230 | | 670 |
| | 810 | | 280 | | 430 |
| | 900 | | 420 | | 320 |
| | 1,030 | | 180 | | 1,110 |
| | 620 | | 200 | | 830 |
| | 470 | | 270 | | 650 |
| | 280 | | 380 | | 640 |
| | 1,120 | | 190 | | 620 |
| | 890 | | 110 | | 390 |
| | 1,310 | | 300 | | 480 |
| | 1,910 | | 270 | | 140 |
| Medel: | 1,370 | | 100 | | 590 |
| | | | 50 | | 120 |
| | | Medel: | 270 | | 270 |
| | | | | Medel: | 650 |

LiDAR-kartan. Två olika typer av drumlinier identifierades, dels de utan synlig bergskärna (Fig. 3) nedanför åsen och dels de av crag and tail typ (Fig. 4) uppe på Söderåsen.

4 Resultat

4.1 Crag and tail

Strömlinjeformade landformer återfinns främst på sydvästra halvan av åsen (Fig. 8). De drumlinier som identifierats uppe på Söderåsen domineras av crag and tail drumlinier, med relativt kort längd. De är i genomsnitt 270 m långa (Tabell 1).

4.2 Sydväst-nordostliga drumlinier

Sydsydväst om åsen kan man se strömlinjeformade landformer med samma eller liknande riktning som de man kan se på åsen (Fig. 9). De identifierade och kartlagda drumlinerna närmast sydväst om Söderåsen med en sydvästlig - nordöstlig riktning har en medellängd på 650 m (Tabell 1). Ingen deformation har

observerats bland de SV - NÖ landformerna närmast eller på Söderåsen.

4.3 Syd-nordliga drumlinier

Längst västerut syns tydliga strömlinjeformade landformer (Fig. 10) som har en syd- till nordlig utsträckning med en medellängd på 1370 m (Tabell 1). Dessa landformer ser ut att överlagra större strömlinjeformade landformer som har en sydvästlig till nordöstlig sträckning (se 4.4), d.v.s. en liknande orientering som de tidigare nämnda strömlinjeformade landformerna på och intill Söderåsen.

4.4 Storskaliga strömlinjeformade landformer

De tre västligaste av de SV-NÖ strömlinjeformade landformerna har markerats separat (Fig. 12) då de avviker från de övriga i storlek och även är separerade geografiskt från de övriga i samma orientering. Längderna (avrundade till närmaste tiotal) på dessa tre är

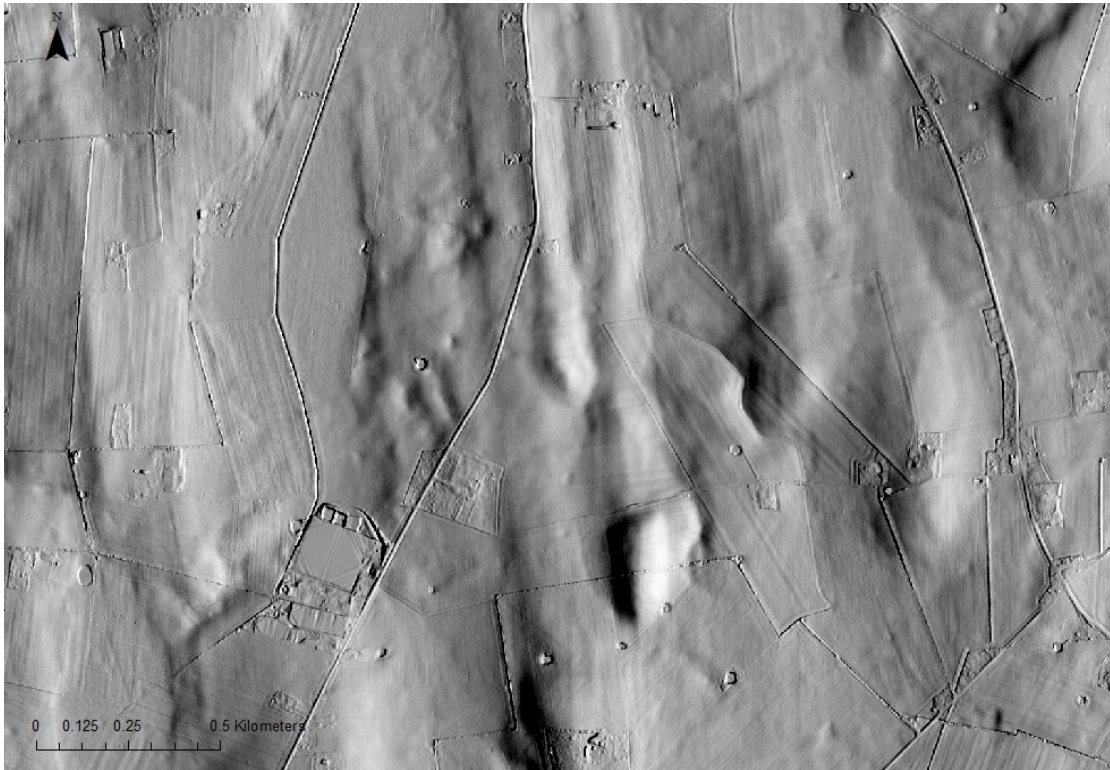


Fig. 10 Crag and tail landform på Söderåsen, för kartposition se Fig 6 (foto av markerad landform i Fig. 4). Skuggad höjdmodell skapad från GSD-Höjdkarta, grid 2+ ©Lantmäteriet (Lantmäteriet 2016).

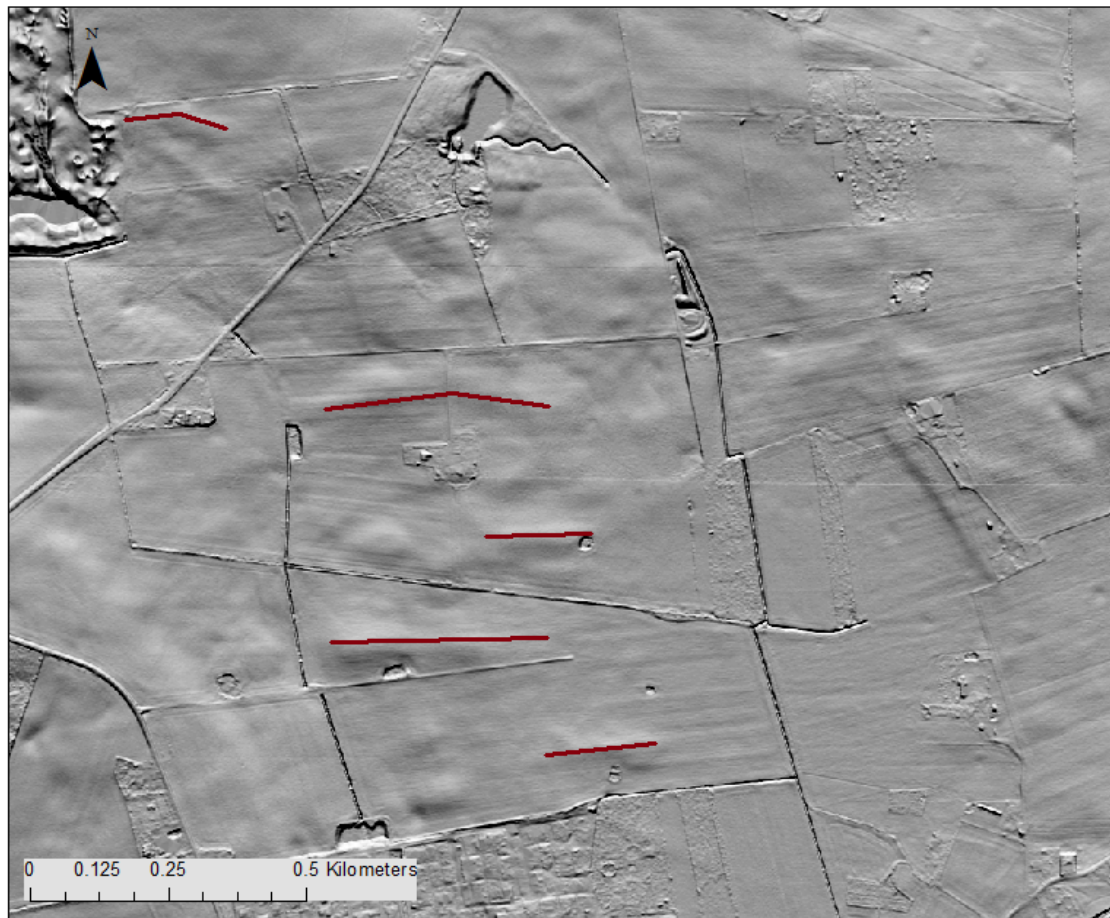


Fig. 11 Moränryggar avsatta vinkelrät mot den S-N isrörelseriktningen i västra delen av undersökningsområdet för kartposition se Fig 6. Skuggad höjdmodell skapad från GSD-Höjdkarta, grid 2+ ©Lantmäteriet (Lantmäteriet 2016).

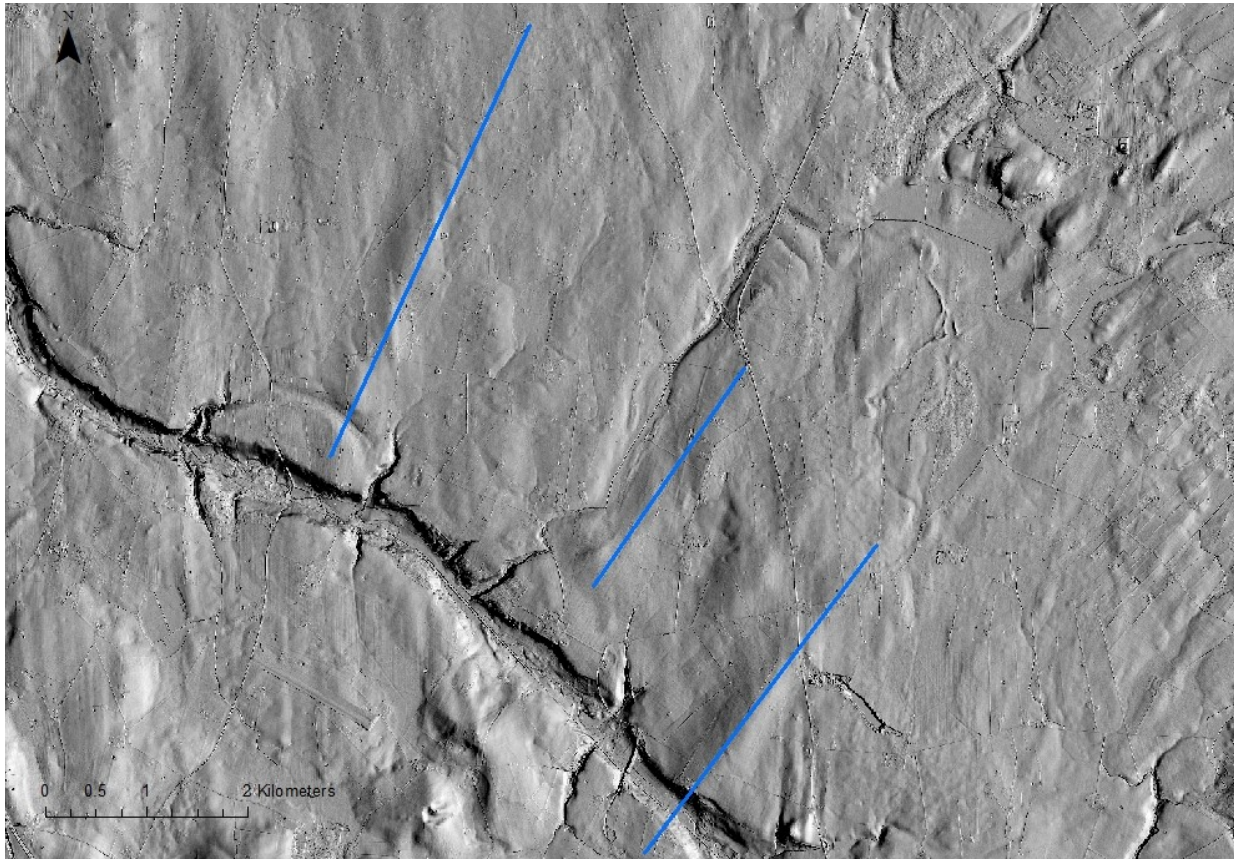


Fig. 12 Förstoring av de 3 stora strömlinjeformade landformerna i SV-NO riktning med en del av Råådalen som skär genom landskapet i nästan rät vinkel mot dem. Skuggad höjdmödel skapad från GSD-Höjddkarta, grid 2+ ©Lantmäteriet (Lantmäteriet 2016).

4090 m, 2890 m, och 2500 m.

4.5 Avsmältningslandformer

4.5.1 Moränryggar

De mörkröda linjerna i Fig. 6 är moränryggar som ser ut att vara avsatta vinkelrätt mot den förmodade isrörelseriktningen (Fig 11).

4.5.2 Glacifluviala erosionsformer

Närmast åsen kan man se djupt eroderade former som mynnar ut i Vramsdelat. Genom området med SV-NO drumliner sträcker sig en ravin i syd-nordlig riktning rakt söder om Vramsdelat som mynnar ut i isälvs-material i Ängelholmssänkan och även en mindre erosionsform väster om den tidigare nämnda erosionsformen (Fig. 6). Från SÖ upp mot NV sträcker sig en stor erosionsform (grönmarkerat i Fig. 6). Dessa landformer nämns även i Adrielsson et al (1981).

I området uppe på åsen (Fig. 7) kan man se spår efter glacifluvial erosion. Där har observerats hög sten- och blockhalt, vidare är partiklarna relativt kantiga (Fig. 5). Som man kan se på jordartskartan (Fig. 2) är det inte så stora isälvsavlagringar från det glacifluviala flödet uppe på Söderåsen.

4.5.3 Deltaformer

Det finns glacifluviala landformer både norr och söder om Söderåsen (grönmarkerade i Fig. 6). Dessa är deltaformer uppbyggda av isälvs-sediment, men ligger delvis både utanför undersökningsområdet och arbetets

fokus.

5 Diskussion

I undersökningsområdet finns många generationer av isframstötter och deglaciation. I följande diskussion redogör jag för min tolkning av händelseförloppet i området från LGM till deglaciationen.

5.1 Nordöstframstötten

Under LGM (23-21 ka BP) nådde Nordöstframstötten som längst, den sträckte sig då in i centrala Jylland och ned till norra Tyskland (Houmark-Nielsen & Kjaer 2003). De tre stora SV-NÖ landformerna (blå i Fig. 6) i södra centrala delen, kan vara kvar från Nordöstframstötten då de har en mycket större skala än resterande SV-NÖ landformer (lila och orangea) som finns närmare och ovanpå Söderåsen.

Storleksskillnaden tyder på att de tre större landformerna har skulpterats under lång tid eller under en snabb isström (Benn & Evans 2010). Då de har en mycket större sträckning än övriga strukturer i samma orientering så föredrar jag tolkningen att de är från den tidigare isframstötten 23-21 ka BP. Smed (2014) visar även att moränavlagringar från den här framstötten funna i Danmark innehåller material från både centrala Sverige och från Söderåsenområdet.

5.2 Baltiska isströmmen

Efter Nordöstframstötten under LGM så började deglaciationen. Detta ledde troligen till en kollaps av is-

domen som sedan kom att producera LBIS (lågaltiska isströmmen). Denna fick sin största utsträckning för ca 18 ka BP (Ringberg 2003) och beskrivs som en relativt tunn glaciär som rör sig snabbt över långa sträckor men tack vara att den inte är så mäktig har den svårare att forcera topografiska hinder (Benn & Evans 2010; Adrielsson 2017).

Denna andra isframstöt i området har kommit från sydväst och rört sig i nordöstlig riktning upp mot åsen enligt de lila markeringarna i Fig. 6. Den ser även ut att ha nått upp på Söderåsen då det finns crag and tail drumliner med samma orientering på södra sidan av åsen (orangea markeringar Fig. 6). Att crag and tail landformer endast återfunnits på den sydvästra halvan av Söderåsen tolkar jag som att LBIS inte nått över åsen utan stannat när den nått upp på den. Tolkningen att LBIS inte nått över Söderåsen stöds även av att det minerogena materialet i sedimenten norr om åsen har sitt ursprung i centrala Sverige medan sedimenten söder om åsen har baltiskt ursprung (Smed 2014).

De drumliner som markerats med lila och orange i Fig. 6 med en SV-NO orientering kan ha sitt ursprung i den tidigare Nordostframstöten som gick i NO-SV riktning och sedan omstöpts av den SV-NO isrörelseriktningen.

Att jag tolkar den SV-NÖ riktningen som tillhörande den andra isframstöten i området beror på att de tre stora strömlinjeformade landformerna med en SV-NO orientering (blå Fig. 6) har överlagrats av de landformer i en mer S-N orientering (gula Fig. 6). Att drumlinerna med SV-NO (lila i Fig. 6) orientering finns bevarade tolkar jag som att isrörelseriktningen förändrats utan att deformera dessa.

Ringbergs (2003) modell ser ut att vara den som passar bäst ihop med hur jag tolkat landformerna.

Dock ska nämnas att Kjaer et al. (2003) som studerat den danska inlandsisen föreslår två framstötter under Baltiska isströmmen som kan ha påverkat undersökningsområdet efter LGM. Kjaer et al (2003) föreslår ett dödislandskap mellan dessa två framstötter, Bälthavs- och Östjylländska framstöten. Båda dessa framstötter har till stor del följt topografin vilket tyder på att de var relativt tunna (Kjaer et al. 2003).

5.3 En riktningssändring

Strömlinjeformade landformer som visar på att isen rört sig från SV-NO (blå i Fig. 6) ser ut att vara överlagrade av en N-S isrörelseriktning (gula i Fig. 6) i västra delen av undersökningsområdet, vilket tyder på att isen ändrat rörelseriktning. Orsakerna bakom detta kan vara att LBIS inte var mäktig nog att ta sig över Söderåsen, eller så har den mött en isström från nordöst (Smed 2014) vilket fått den SV-NO isrörelseriktningen att övergå till en mer S-N isrörelseriktning.

Den nordliga orienteringen avviker från den mer väst-östliga riktning som visas i artikeln från Houmark-Nielsen & Kjaer (2003), dock visar den en mycket översiktlig bild.

De skiljande medellängderna mellan SV-NÖ drumlinerna och S-N drumlinerna tolkar jag som att isströmmen med en SV-NÖ riktning hade en lägre flödes hastighet eller kortvarigare avsättningstid än den S-N isriktningen längre väster ut på Helsingborgsryggen.

Den syd-nordlig riktning i den västra delen av undersökningsområdet överensstämmer med Ringberg

(2003) som även nämner att det lokalt finns drumliner med en nordlig orientering.

5.4 Isavsmältningen

Uppå åsen kan man se spår av ett glaciälvialt flöde (Fig. 7). Detta kan vara sammankopplat med de stora isälvsavlagringar som går att återfinna intill åsen. De fluviala erosionsformerna på åsen tolkar jag som början på isavsmältningen, inlandsisen bör då ha varit tryckt mot Söderåsen för att det glaciälviala flödet skulle skapas uppe på åsen istället för att följa markens topografi.

Moränryggarna (röda Fig. 6) som avsatts vinkelrätt mot isframstöten associerar jag med den lågaltiska isströmmen, LBIS. Dessa ryggar kan tolkas som ändmoräner eller, enligt Adrielsson (2017), som sprickfyllnadsryggar. Sprickfyllnadsryggarna kan ha uppstått när den lågaltiska isströmmen stannat av. Ändmoräner med så täta mellanrum skulle betyda en gradvis tillbakadragning av svämningen med nya avsättningar framför isen under växelvis tillväxt och tillbakadragande, vilket inte verkar troligt.

Kjaer et al. (2003) föreslår två tunna framstötter under tiden för den Baltiska isströmmen. Dessa följer topografin, vilket kan överensstämma med teorin om att det var en svämning och de vinkelräta mot isriktningen bildade moränkullarna är sprickfyllnadsryggar.

6 Slutsatser

- Området visar spår av tre olika isriktningar, den första associerad med Nordöstframstöten vid LGM 22 ka BP (Houmark-Nielsen & Kjaer 2003) och har en nordöstlig – sydvästlig riktning.
- Den andra isriktningen associerar jag med den lågaltiska isströmmen vid 18 ka BP (Ringberg 2003) och har en motsatt riktning, från sydväst mot nordöst.
- Den lågaltiska isströmmen har ändrat riktning efter att den nått Söderåsen till en S-N riktning på grund av en mötande glaciär från NÖ eller för att Söderåsen var ett för stort topografiskt hinder.

7 Tack

Stort tack till Helena Alexanderson för fantastisk handledning och feedback när förvirringen slagit rot.

Tack Martin Bernhardson för stort tålamod och hjälp i GiS.

Extra tack till Lena Adrielsson som bidragit med en fantastisk kunskap, glöd för ämnet och givande diskussion och feedback på mina funderingar om dynamiken i området.

Jag vill även tacka Robert Almgren, Tim Andersson, Linda Antonsson, Marcus Balazs, Elio Garcia,

Anders Lindskog och Elin Persson för deras stöd och
uppmuntran under arbetets gång.

8 Referenser

- Adriellsson, L. 2017. Pensionerad Lektor Lunds Universitet [Personlig kommunikation].
- Adriellsson, L., Mohrén, E. & Daniel, E., 1981: Beskrivning till jordartskartan Helsingborg SV. Sveriges Geologiska Undersökning.
- Andréasson, P.-G., 2015: *Geobiosfären : en introduktion*. Lund : Studentlitteratur, 2015 (Polen) 2., uppdaterade och utök. uppl.
- Anjar, J., 2012: *The Weichselian in southern Sweden and southwestern Baltic Sea : glacial stratigraphy, palaeoenvironments and deglaciation chronology*. Lund : Quaternary Sciences, Department of Geology, Lund University, 2012.
- Benn, D. I. & Evans, D. J. A., 2010: *Glaciers and Glaciation*. Hodder Education.
- Bernhardson, M. & Alexanderson, H., 2017: Early Holocene dune field development in Dalarna, central Sweden: A geomorphological and geophysical case study: *Earth Surface Processes and Landforms*. doi: 10.1002/esp.4141
- Dowling, T. P. F., Alexanderson, H. & Moller, P., 2013: The new high-resolution LiDAR digital height model (Ny Nationell Höjdmmodell) and its application to Swedish Quaternary geomorphology: *GFF 135*, 145-151. doi: 10.1080/11035897.2012.759269
- Houmark-Nielsen, M. & Kjaer, K. H., 2003: Southwest Scandinavia, 40-15 kyr BP; palaeogeography and environmental change: *Journal of Quaternary Science 18*, 769-786. doi: 10.1002/jqs.802
- Kjaer, K. H., Houmark-Nielsen, M. & Richardt, N. 2003: Ice-flow patterns and dispersal of erratics at the southwestern margin of the last Scandinavian Ice Sheet: signature of palaeo-ice streams: *Boreas 32*, 130-148. doi: 10.1080/03009480310001074
- Kjaer, K. H., Lagerlund, E., Adriellsson, L., Thomas, P. J., Murray, A. & Sandgren, P., 2006: The first independent chronology for middle and late Weichselian sediments from southern Sweden and the Island of Bornholm: *GFF 128*, 209-220. doi: 10.1080/11035890601283209
- Lantmäteriet, 2010: Produktbeskrivning: GSD-Översiktskartan, raster.
- Lantmäteriet, 2014: Produktbeskrivning: GSD-Höjdkurvor, 5 m ekvidistans.
- Lantmäteriet, 2015: Produktbeskrivning: GSD-Ortofoto och GSD-Ortofoto25.
- Lantmäteriet, 2016: Produktbeskrivning: GSD Höjddata Grid 2+. Lantmäteriet.
- Lidmar-Bergström, K. E., Christian., Ringberg, B., 1991. Landforms in Skåne, South Sweden: *Geografiska Annaler. Series A, Physical Geography 73*, 61-91.
- Nilsson, P., 2007: Kvidingedeltat - bildningsprocesser och arkitektonisk uppbyggnadsmodell av ett glacifluvialt Gilbertdelta: *Examensarbeten i Geologi vid Lunds universitet - Kvartärgeologi 211*.
- Ringberg, B., 2003: Readvance and retreat of the Late Weichselian Low Baltic ice stream in southernmost Sweden - a review: *GFF 125*, 169-176
- SGU, 2014: Jordarter 1:25 000-1:100 000. Sveriges Geologiska Undersökning.
- Smed, P., 2014: Weichselistiden på Sjælland.: *Geologisk Tidsskrift 2013*, 1-42.
- Stroeven, A. P., Hättestrand, C., Kleman, J., Heyman, J., Fabel, D., Fredin, O., Goodfellow, B. W., Harbor, J. M., Jansen, J. D., Olsen, L., Caffee, M. W., Fink, D., Lundqvist, J., Rosqvist, G. C., Strömberg, B. & Jansson, K. N., 2016: Deglaciation of Fennoscandia: *Quaternary Science Reviews 147*, 91-121. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.09.016>
- Vaughan, D. G., Comiso, J. C., Allison, I., Carrasco, J., Kaser, G., Kwok, R., More, P., Murray, T., Paul, F & Ren, J., 2013; Observations: cryosphere: *Climate change 2103*, 317-382.

**Tidigare skrifter i serien
”Examensarbeten i Geologi vid Lunds
universitet”:**

459. Aguilera Pradenas, Ariam, 2015: The formation mechanisms of Polycrystalline diamonds: diamondites and carbonados. (15 hp)
460. Viehweger, Bernhard, 2015: Sources and effects of short-term environmental changes in Gullmar Fjord, Sweden, inferred from the composition of sedimentary organic matter. (45 hp)
461. Bokhari Friberg, Yasmin, 2015: The paleoceanography of Kattegat during the last deglaciation from benthic foraminiferal stable isotopes. (45 hp)
462. Lundberg, Frans, 2016: Cambrian stratigraphy and depositional dynamics based on the Tomten-1 drill core, Falbygden, Västergötland, Sweden. (45 hp)
463. Flindt, Anne-Cécile, 2016: A pre-LGM sandur deposit at Fiskarheden, NW Dalarna - sedimentology and glaciotectonic deformation. (45 hp)
464. Karlatou-Charalampopoulou, Artemis, 2016: Vegetation responses to Late Glacial climate shifts as reflected in a high resolution pollen record from Blekinge, south-eastern Sweden, compared with responses of other climate proxies. (45 hp)
465. Hajny, Casandra, 2016: Sedimentological study of the Jurassic and Cretaceous sequence in the Revinge-1 core, Scania. (45 hp)
466. Linders, Wictor, 2016: U-Pb geochronology and geochemistry of host rocks to the Bastnäs-type REE mineralization in the Riddarhyttan area, west central Bergslagen, Sweden. (45 hp)
467. Olsson, Andreas, 2016: Metamorphic record of monazite in aluminous migmatitic gneisses at Stensjöstrand, Sveconorwegian orogen. (45 hp)
468. Liesirova, Tina, 2016: Oxygen and its impact on nitrification rates in aquatic sediments. (15 hp)
469. Perneby Molin, Susanna, 2016: Embryologi och tidig ontogeni hos mesozoiska fisködlor (Ichthyopterygia). (15 hp)
470. Benavides Höglund, Nikolas, 2016: Digitization and interpretation of vintage 2D seismic reflection data from Hanö Bay, Sweden. (15 hp)
471. Malmgren, Johan, 2016: De mellankambriska oelandicuslagren på Öland - stratigrafi och faciestyper. (15 hp)
472. Fouskopoulos Larsson, Anna, 2016: XRF-studie av sedimentära borrhärnor - en metodikstudie av programvarorna Q-spec och Tray-sum. (15 hp)
473. Jansson, Robin, 2016: Är ERT och Tidsdomän IP potentiella karteringsverktyg inom miljögeologi? (15 hp)
474. Heger, Katja, 2016: Makrofossilanalys av sediment från det tidig-holocena undervattenslandskapet vid Haväng, östra Skåne. (15 hp)
475. Swierz, Pia, 2016: Utvärdering av vattenkemisk data från Borgholm kommun och dess relation till geologiska förhållanden och markanvändning. (15 hp)
476. Mårdh, Joakim, 2016: WalkTEM-undersökning vid Revingehed provpumpningsanläggning. (15 hp)
477. Rydberg, Elaine, 2016: Gummigranulat - En litteraturstudie över miljö- och hälsopåverkan vid användandet av gummigranulat. (15 hp)
478. Björnfors, Mark, 2016: Kusterosion och äldre kustdyners morfologi i Skälderviken. (15 hp)
479. Ringholm, Martin, 2016: Klimatutlöst matbrist i tidiga medeltida Europa, en jämförande studie mellan historiska dokument och paleoklimatarkiv. (15 hp)
480. Teilmann, Kim, 2016: Paleomagnetic dating of a mysterious lake record from the Kerguelen archipelago by matching to paleomagnetic field models. (15 hp)
481. Schönström, Jonas, 2016: Resistivitets- och markradarmätning i Ängelholmsområdet - undersökning av korrosiva markstrukturer kring vattenledningar. (15 hp)
482. Martell, Josefin, 2016: A study of shock-metamorphic features in zircon from the Siljan impact structure, Sweden. (15 hp)
483. Rosvall, Markus, 2016: Spår av himlakroppskollisioner - bergarter i nedslagskratrar med fokus på Mien, Småland. (15 hp)
484. Olausson, My, 2016: Resistivitets- och IP-mätningar på den nedlagda deponin Gustavsfält i Halmstad. (30 hp)
485. Plan, Anders, 2016: Markradar- och resistivitetsmätningar – undersökningar utav korrosionsförhöjande markegenskaper kring fjärrvärmeledningar i Ängelholm. (15 hp)
486. Jennerheim, Jessica, 2016: Evaluation of

- methods to characterise the geochemistry of limestone and its fracturing in connection to heating. (45 hp)
487. Olsson, Pontus, 2016: Ekologiskt vatten från Lilla Klåveröd: en riskinventering för skydd av grundvatten. (15 hp)
488. Henriksson, Oskar, 2016: The Dynamics of Beryllium 10 transport and deposition in lake sediments. (15 hp)
489. Brådenmark, Niklas, 2016: Lower to Middle Ordovician carbonate sedimentology and stratigraphy of the Pakri peninsula, north-western Estonia. (45 hp)
490. Karlsson, Michelle, 2016: Utvärdering av metoderna DCIP och CSIA för identifiering av nedbrytningszoner för klorerade lösningsmedel: En studie av Färgaren 3 i Kristianstad. (45 hp)
491. Elali, Mohammed, 2016: Flygsanddyners inre uppbyggnad – georadarundersökning. (15 hp)
492. Preis-Bergdahl, Daniel, 2016: Evaluation of DC Resistivity and Time-Domain IP Tomography for Bedrock Characterisation at Önnestöv, Southern Sweden. (45 hp)
493. Kristensson, Johan, 2016: Formation evaluation of the Jurassic Stø and Nordmela formations in exploration well 7220/8-1, Barents Sea, Norway. (45 hp)
494. Larsson, Måns, 2016: TEM investigation on Challapampa aquifer, Oruro Bolivia. (45 hp)
495. Nylén, Fredrik, 2017: Utvärdering av borrhålskartering avseende kalksten för industriella ändamål, File Hajdarbrottet, Slite, Gotland. (45 hp)
496. Mårdh, Joakim, 2017: A geophysical survey (TEM; ERT) of the Punata alluvial fan, Bolivia. (45 hp)
497. Skoglund, Wiktor, 2017: Provenansstudie av detritala zirkoner från ett guldförande alluvium vid Ravlunda skjutfält, Skåne. (15 hp)
498. Bergerantz, Jacob, 2017: Ett fönster till Kattegatts förflutna genom analys av bottenlevande foraminiferer. (15 hp)
499. O'Hare, Paschal, 2017: Multiradionuclide evidence for an extreme solar proton event around 2610 BP. (45 hp)
500. Goodship, Alastair, 2017: Dynamics of a retreating ice sheet: A LiDAR study in Värmland, SW Sweden. (45 hp)
501. Lindvall, Alma, 2017: Hur snabbt påverkas och nollställs luminiscenssignaler under naturliga ljusförhållanden? (15 hp)
502. Sköld, Carl, 2017: Analys av stabila isotoper med beräkning av blandningsförhållande i ett grundvattenmagasin i Älvkarleby-Skutskär. (15 hp)
503. Sällström, Oskar, 2017: Tolkning av geofysiska mätningar i hammarborrhål på södra Gotland. (15 hp)
504. Ahrenstedt, Viktor, 2017: Depositional history of the Neoproterozoic Visingsö Group, south-central Sweden. (15 hp)
505. Schou, Dagmar Juul, 2017: Geometry and faulting history of the Long Spur fault zone, Castle Hill Basin, New Zealand. (15 hp)
506. Andersson, Setina, 2017: Skalbärande marina organismer och petrografi av tidigcampanska sediment i Kristianstadsbassängen – implikationer på paleomiljö. (15 hp)
507. Kempengren, Henrik, 2017: Förorenings-spridning från kustnära deponi: Ap-plicering av Landsim 2.5 för modellering av lakvattentransport till Östersjön. (15 hp)
508. Ekborg, Charlotte, 2017: En studie på samband mellan jordmekaniska egenskaper och hydrodynamiska processer när erosion påverkar släntstabiliteten vid ökad nederbörd. (15 hp)
509. Silvén, Björn, 2017: LiDARstudie av glaciala landformer sydväst om Söderåsen, Skåne, Sverige. (15 hp)



LUNDS UNIVERSITET

Geologiska institutionen
Lunds universitet
Sölvegatan 12, 223 62 Lund

