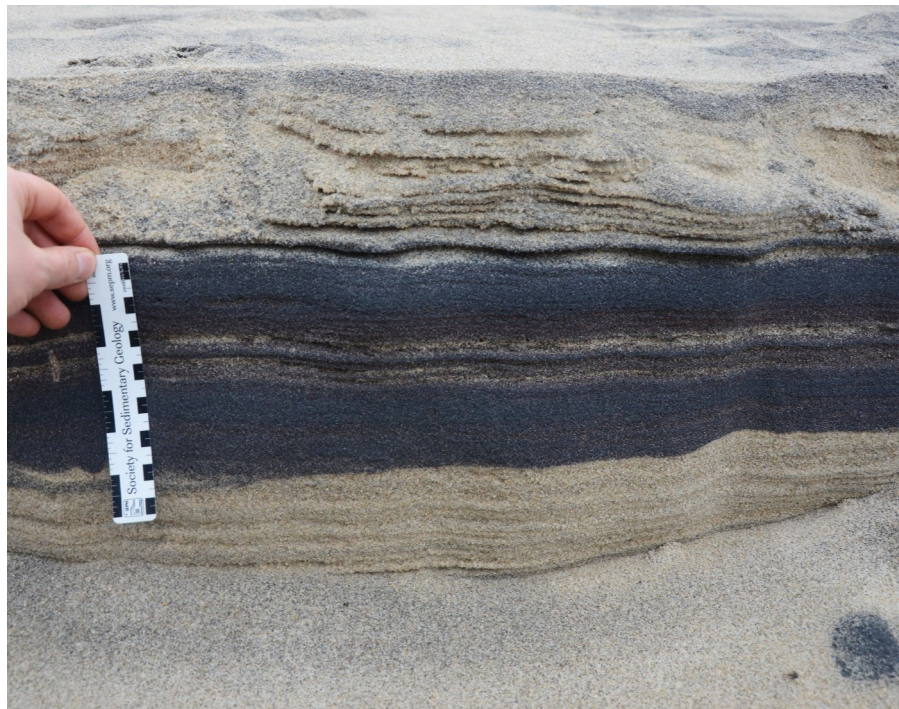


Provenansstudie av detritala zirkoner från ett guldförande alluvium vid Ravlunda skjutfält, Skåne

Wiktor Skoglund

Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet,
kandidatarbete, nr 497
(15 hp/ECTS credits)



Geologiska institutionen
Lunds universitet
2017

Provenansstudie av detritala zirkoner från ett guldförande alluvium vid Ravlunda skjutfält, Skåne

Kandidatarbete
Wiktor Skoglund

Geologiska institutionen
Lunds universitet
2017

Innehåll

1	Introduktion	7
1.1	Tidigare utförda studier i området	7
2	Kända svenska guldförekomster	7
3	Regional geologi	8
3.1	Transskandinaviska magmatiska bältet	8
3.2	Hallandiska orogenesisen	8
3.3	Svekonorvegiska orogenesisen	8
3.4	Tornqvistzonen	8
4	Beskrivning av fältlokal	8
4.1	Jordarter	8
4.2	Berggrund	9
4.3	Provtagningsplats	12
5	Metodik	12
5.1	Jordarter	12
5.2	Preparering av prov och extraktion av zircon	12
5.3	SEM	12
5.3.1	Funktion	12
5.3.2	Utförande	12
5.4	LA-ICP-MS	13
5.4.1	Funktion	13
5.4.2	Utförande	13
5.5	Data från LA-ICP-MS	13
6	Resultat	13
6.1	SEM	13
6.1.1	Zirkoneras textur	13
6.1.2	Tungmineralsandens mineralogy	13
6.1.3	Guldets morfologi	15
6.2	LA-ICP-MS	15
7	Diskussion	16
7.1	Fältplatsens geologi	16
7.2	Metodik	16
7.3	Resultat	19
7.3.1	Åldersfördelning	19
8	Vidare undersökningar	19
9	Slutsatser	20
10	Tack	20
11	Referenser	21
Bilaga 1		22

Provenansstudie av detritala zirkoner från ett guldförande alluvium vid Ravlunda skjutfält, Skåne.

WIKTOR SKOGLUND

Skoglund, W., 2017: Provenansstudie av detritala zirkoner från ett guldförande alluvium vid Ravlunda skjutfält, Skåne. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet*, Nr. 497, 22 sid. 15 hp.

Sammanfattning: 2014 höll Sveriges geologiska undersökning (SGU) tävlingen ”Mineraljakten” med syfte att engagera allmänheten och utöka förståelsen kring hur olika metaller och mineral används i vår vardag. Till tävlingen kom det in ett fynd av vaskguld från Skåne som premierades med fjärde pris för den ovanliga fyndplatsen. Då det inte finns några kända förekomster av guld i Skåne är det av intresse att försöka spåra källan. Den här studien presenterar resultat av ålderdateringar av zirkoner som förekommer i den guldförande alluviala avlagringen. Från den alluviala avlagringen plockades zirkoner för att U-Pb dateras och relatera till berggrunden i södra Sverige. Zirkonerna har analyserats i svepelektronmikroskop (SEM) med katodluminiscens och *backscatter electron imaging* för att undersökas textuellt och utgöra underlag för vidare analys. *Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (LA-ICP-MS) användes för att åldersdatera zirkonerna. Från åldersdateringen erhöles över 200 datapunkter med distinkta åldergrupperingar kring 298 ± 17 ; 959 ± 12 ; 1144 ± 5 ; 1224 ± 8 ; 1455 ± 7 och 1690 ± 6 Ma. Dessa åldrar relateras till Sveriges regionala geologi. Även om de daterade zirkonerna kan relateras till händelser i Sveriges geologi är det inte möjligt att peka ut ett källområde.

Nyckelord: LA-ICP-MS, Provenansstudie, Guld, Skåne, Zirkon, Tungmineral, Ravlunda Skjutfält, Haväng, Mineraljakten.

Handledare: Tomas Næraa och Leif Johansson

Ämnesinriktning: Berggrundsgeologi

Wiktor Skoglund, Geologiska institutionen, Lunds universitet, Sölvegatan 12, 223 62 Lund, Sverige.

E-post: Wiktorskoglund@gmail.com

Provenance study of detrital zircons from an auriferous alluvium at Ravlunda firing range, Scania

WIKTOR SKOGLUND

Skoglund, W., 2017: Provenance study of detrital zircons from a auriferous alluvium at Ravlunda firing range, Scania. *Dissertations in Geology at Lund University*, No. 497, 22 pp. 15 hp (15 ECTS credits)

Abstract: 2014 the geological survey of Sweden held a competition "mineraljakten" (the mineral hunt), the purpose of the competition was to engage the public and enhance the public perception of metals and minerals in their daily life. One sample came in to the competition with gold from a placer deposit that was rewarded with the fourth place because of the unusual location in Scania. As there are no known gold deposits in Scania it is of interest to trace the source. This study presents the result of U-Pb dating of zircons which are present in the goldbearing alluvial deposit. From the alluvial deposit, zircons were picked to be U-Pb age dated for provenance studies. Zircons were analyzed with a scanning electron microscope (SEM) with cathode luminescence and backscatter electron imaging to be described texturally and act as a basis for further analysis. Laser ablation inductively coupled mass spectrometry (LA-ICP-MS) was used to date the zircons. This yielded over 200 data points with distinct age grouping at 298 ± 17 ; 959 ± 12 ; 1144 ± 5 ; 1224 ± 8 ; 1455 ± 7 and 1690 ± 6 Ma. These ages can be linked to the regional geology of Sweden. Even though the dated zircons could be linked to events in Swedish geological history a single source of the placer deposit could not be established.

Keywords: LA-ICP-MS, Provenance study, Gold, Scania, Zircon, Heavy mineral, Ravlunda skjutfält, Haväng, Mineraljakten.

Supervisor(s): Tomas Næraa and Leif Johansson

Subject: Bedrock Geology

Wiktor Skoglund, Department of Geology, Lund University, Sölvegatan 12, SE-223 62 Lund, Sweden.
E-mail: Wiktorskoglund@gmail.com

1 Introduktion

Mineraljakten är en tävling som anordnas av Sveriges geologiska undersökning (SGU) med syftet att öka intresset för geologi hos allmänheten, öka förståelsen för hur olika metaller och mineral förekommer och används i vår vardag samt finna nya mineralförekomster som vidare kan undersökas (Bildström & Elwebäck 2015). Under mineraljakten 2014 inkom det ett fynd av vaskguld från Skåne som premierades med fjärde pris i tävlingen. Motiveringen till priset lyder:

Fyndet måste anses ha stort geologiskt värde. Det rör sig dessutom om ett större område med genomgående spridda guldkorn, varför det måste vara intressant att försöka spåra källan till guldets. (Bildström & Elwebäck 2015)

Fyndet inkom från Ravlunda skjutfält, sydöstra Skåne där guldets förekommer som spridda korn i tungmineralrika horisonter i sanden längs med kusten.

Målet med studien har varit att via mineralet zirkon som finns i sanden härleda en ålder på zirkonerna och om möjligt utifrån åldersdateringen knyta materialet till en litologisk enhet i den regionala berggrunden. För att utföra en ålderbestämning har fältbesök utförts och prover har tagits av den guldförande avlagringen. Proven har undersökts i svepelektronmikroskop för att kunna beskriva zirkonernas textur samt att fastställa sandens mineralogi. Zirkon i sanden har undersökts med Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (LA-ICP-MS) där olika tillväxtzoner och kärnor i zirkonerna har daterats. Undersökningen kan också ligga till grund för fortsatta studier av sanden och guldets ursprung.

1.1 Tidigare utförda studier i området

En tidigare studie har gjorts av en liknande eller möjligtvis samma tungmineralsand i ett kandidatarbete utfört av Rådman (2012) vid geologiska institutionen, Lunds universitet. Sanden som behandlades i Rådman studie provtogs 1 km söder om den undersökta fältlokalen i den här studien.

Mineral som identifierades i studien av Rådman (2012) som inte har upptäckts under den här studien är fluorapatit ($Ca_5(PO_4)_3F$), kalifältspat ($KAlSi_3O_8$), titanit ($CaTi(SiO_4)O$), zoisit ($Ca_2Al_3(SiO_4)_3(OH)$) samt epidot $Ca_2(Al,Fe)_3(SiO_4)_3(OH)$. Rådman fann även almandinrika ($Fe^{2+}_3Al_2(SiO_4)_3$) samt grossularrika ($Ca_3Al_2(SiO_4)_3$) granater. I studien kommer Rådman till slutsatsen att sanden är av minst två olika källor då den innehåller flera olika typer av granater, samt att de ingående kornen som analyserats har sub-, an- och euhedra morfologi.

Ett kandidatarbete utfördes av Halling (2015) vid Lunds universitets geologiska institution där hon utförde en inventering av sprickmineraliseringar i Dalbystenbrott och Hardebergabrottet längs med Tornqvistzonen i Skåne. Detta är av intresse då de mineral som identifierats i studien även bör finnas i de sprick-system som skär igenom den kristallina och sedimentära berggrunden i fältområdet och skulle kunna finnas

i sanden. Hallings slutsats är att flera olika utvecklingsstadier i Tornqvistzonen har haft betydelse för mineralens förekomst i berggrunden och att de flesta av sprickmineraliseringarna härstammar från hydrotermal aktivitet.

Kambrisk sandsten återfinns i sydöstra Skåne, ungefär 2 km söder om fältlokalen samt längre söder om Linderödsåsen. Boliden AB har under 1950-talet brutit mineraliseringar av zinkblände, blyglans och flusspat som legat i anslutning till sandstenen. Produktionen lades ner mot 1950-talets slut då mineraliseringarna smalnade av och blev olönsamma. Senare undersökningar har utförts i sydöstra Skåne av ett flertal olika bolag med avseende på silver, zink, bly, volfram, titan, zirkonium, neodymium och fluor. Dock har dessa undersökningar inte lett till några nya malmfyndigheter i området (SGU 1985; Erlström et al. 2004). Sandstenen som återfinns i sydöstra Skåne hör troligtvis till Hardebergaformationen och är anrikad på sina ställen med anatas (TiO_2) som förekommer som skikt i sandstenen (Erlström et al. 2004). Även blyglans (PbS) och silver förekommer i låga koncentrationer i dessa sandstensavlagringar och hör till de som bröts under 1950-talet (Erlström et al. 2004). Dessa mineraliseringar härstammar troligen från permo-karbon när magma trängde upp i sandstenen tillsammans med hydrotermala lösningar som kunde mobilisera och transportera ämnen. De lösta ämnena mineraliserade sen troligen som horisonter i anslutning till förkastningar och diabasgångar (Dahlqvist et al. 2016).

2 Kända svenska guldförekomster

I Sverige finns flera guldproducerande gruvor, och under 2014 producerades 6,8 ton guld från gruvorna i Sverige (SGU 2015). Sveriges största guldproducent är Boliden AB som producerar 15 ton guld per år varav två tredjedelar kommer från sekundära återvunna material såsom elektronikskrot (SGU 2009; Boliden 2014). Boliden äger ett flertal av Sveriges större gruvor till exempel Aitik i Garpenberg samt gruvorna i Bolidenområdet.

Bolidens största gruva Aitik är en kopparporfyr-malm där guld och silver utvinns som en sekundärprodukt, huvudprodukten som utvinns ur malmen är koppar (Boliden 2014). Kopparporfyrmalmen bildades från en hydrotermal lösning och har satt sig som fyllnader i sprickiga graniter och andra djupbergarter (SGU 2009). Typiskt för dessa mineraliseringar är att de bildas vid subduktionszoner där het magma stiger uppåt och kan föra med sig lösta ämnen såsom koppar och guld på grund av vätskeinhåll i den subducerande oceanplattan (Wanhainen 2005). Vid kristallisation på större djup bildar dessa kopparporfyrmalmer, och skulle dessa vätskor röra sig vidare uppåt kan de vid hydrotermal omvandling av ovanliggande bergarter bilda epitermala mineraliseringar (SGU 2009).

Det är möjligt att malmen vid Aitik inte är en renodlad kopparporfyr-malm. Troligtvis bildades mal-

men för 1,9 Ga sedan och omarbetades vid 1,8 Ga när subduktion inleddes från öst (Wanhainen 2005). Subduktionen ledde till en metamorfos av den ursprungliga djupbergarten. Vidare mobiliserades även högsalina lösningar (30 – 38 wt% $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$) som tillförde koppar, guld och järn och anrikade malmen ytterligare (Wanhainen 2005). Således kan malmen i Aitik även tillskrivas som en IOCG-malm (Iron-Oxide-Copper-Gold) som tack vare sin diversitet i metallinnehåll är motståndskraftig till svängningar i konjunktur. Malmerna i Bolidenområdet har likheter med de svenska kopparporfyrmalmen i ålder och bildningssätt men de mineraliserade ur en hydrotermal lösning längre upp i jordskorpan som epitermala mineraliseringar (SGU 2009).

Guld finns inte bara i de norra delarna av Sverige. Orten Ädelfors i Jönköpings län har sedan 1738 varit föremål för guldvaskning och brytning av malm (Gaál & Sundblad 1990). Malmen som bröts här härstammar från magmatism som skedde i området vid 1,84 – 1,54 Ga, och guldet i malmen ligger i anknytning till graniter som kristalliserat vid 1,8 Ga. Guldet förekommer i kvartsgångar som begränsas av förkastningar och skjuvzoner i berggrunden (Gaál & Sundblad 1990).

3 Regional geologi

3.1 Transskandinaviska magmatiska bältet

Det transskandinaviska magmatiska bältet (TMB) består utav mafiska och felsiska intrusiva samt extrusiva bergarter. Dessa har daterats till 1,85 – 1,67 Ga där TMB ofta indelas i tre olika huvudgrupper för att särskilja aktiva pulser. TMB1 (1,81 – 1,76 Ga); TMB2 (1,76 – 1,69 Ga); TMB3 (1,67 – 1,65 Ga). TMB går att följa från delar av Blekinges kust upp genom Småland, Värmland, Västerbotten och delar av Norge. Stora delar av TMB har genomgått ytterligare metamorfa förhållanden sedan den första magman kristalliserat och har således deformerats och skjuvats (Högdahl et al. 2004).

3.2 Hallandiska orogenesisen

Den hallandiska orogenesisen påverkade den fennoskandiska skölden för 1,47 – 1,38 Ga sedan när en kontinent kolliderade med Baltica (Brander 2011). Kollisionen bör ha inletts redan vid 1,47 Ga och kännetecknades då av subducerande ocean jordskorpa med extension inne på den fennoskandiska skölden (Brander 2011). Till följd av orogenesisen och tillhörande magmatism bildades I- och A-typ graniter kring 1,47 – 1,44 Ga i Småland, Blekinge, Skåne samt Bornholm. Kollisionen kan enligt Ulmius et al. (2015) ha likheter med de aktiva kontinental plattkanterna vid Kordiljéerna i nutida Sydamerika.

En stor del av de bergarter som bildades vid den hallandiska orogenesisen har genomgått ytterligare en metamorfos vid den efterföljande svekonorvegiska orogenesisen och få blottningar finns kvar som kan vittna om omfattningen av denna tidiga orogenes (Brander 2011; Ulmius et al. 2015).

3.3 Svekonorvegiska orogenesisen

Svekonorvegiska orogenesisen skedde vid 1,14 – 0,90 Ga till följd av en kontinent-kontinent kollision mellan Baltica, Laurentia och Amazonia (Bingen et al. 2008; Möller et al. 2015). Denna kollision har analoger i den nuvarande kollisionen mellan den indiska subkontinenten och den euroasiska kontinentalplattan. I södra Sverige påverkades det så kallade östra segmentet vid omfattande kompression kring 0,98 Ga (Möller et al. 2015). Kännetecknande för östra segmentet är litologier som genomgått metamorfos i eklogit- och granulit-facies.

Vid 0,96 – 0,90 Ga övergick de orogena processerna från kompression till extension i Ö – V led och i samband med extensionen intruderade diabaser i Dalarna och Blekinge (Bingen et al. 2008). Från den här tidpunkten kännetecknas det östra segmentet av mycket storskaliga veckstrukturer som bildades då eklogiter och granuliter lyftes upp (Möller et al. 2007).

3.4 Tornqvistzonen

Tornqvistzonen (TZ) är en nordväst – sydöst gående tektonisk zon i Skåne som består i förlängning utav Sorgenfreizonen i Nordsjön och Teisseyrezonen ner mot Polen. TZ kännetecknas av extensionell tektonism med en dextral strike-slip komponent. Troligen utvecklades zonen i samband med den kaledoniska orogenesisen i dess förlandsbassäng och den tillhörande deformationsfronten, i dessa bildades djupa förkastningar som segmenterade bassängerna och tillät de strukturella grunderna att formas (Erlström et al. 1997; Erlström et al. 2004; Bergerat et al. 2007).

Tornqvistzonen har varit aktiv i pulser och under perm-karbon var det vulkanisk aktivitet i området till följd av extension och strike-slip rörelser som tros ha inletts i dåtidens TZ. I jurassisk tid kännetecknas området av heterogen subsidens innan den alpiska fasen inleds i södra Europa som ledde till en period av inversions tektonik i TZ. Det kompressionella tillståndet fortlöpte in i neogen men då även med en återupptagen strike-slip komponent och en generell landhöjning (Erlström et al. 1997; Erlström et al. 2004).

4 Beskrivning av fältlokal

Fältlokalen (figur 1 och 2) ligger belägen på Ravlunda skjutfält i sydöstra Skåne.

Skåne har en komplex geologisk uppbyggnad med bergarter från den hallandiska orogenesisen, svekonorvegiska orogenesisen tillsammans med fanerozoiska bergarter i de väl utvecklade gravsänkorna omgivna av de skånska urbergshorstarna (Erlström et al. 2004). Till detta kommer de kvartära sedimenten som utgör det översta jordtäcknet och beskriver den sen- och postglaciala utvecklingen i området.

4.1 Jordarter

De lösa avlagringarna på Ravlunda skjutfält är av komplex natur och har tolkats av De Geer som beskrivit och tolkat de lösa jordarterna samt Linné som på

sin upptäcktsfärd 1749 tolkade och beskrev naturen han såg på fältet.

En modern tolkning av Ravlundafältets kvartära utveckling har utförts av Malmberg (2000). Sammanfattning nedan baseras på den tolkningen om inte annat anges.

I området avsattes först en morän som återfinns i ett antal skärningar samt i ett borrhål 850 m söder om Juleboda där moränens mäktighet överstiger 33 m. Denna morän överlagras av issjösediment med droppstenar som förmodligen avsattes av en stagnant is där sten och block flöt ut på isflak som sedan smälte och avsatte droppstenarna. En flytmorän avsattes därefter i de höglänta områdena med material från Åland (rapakivi), Gotland (ortoceratitkalksten) samt den lokala glimmerkvartsiten som finns i området (Nilsson 1961). Flytmoränen överlagras av en svallad sand avsatt vid en regression. Utvecklade flygsanddyner återfinns överst i stratigrafin.

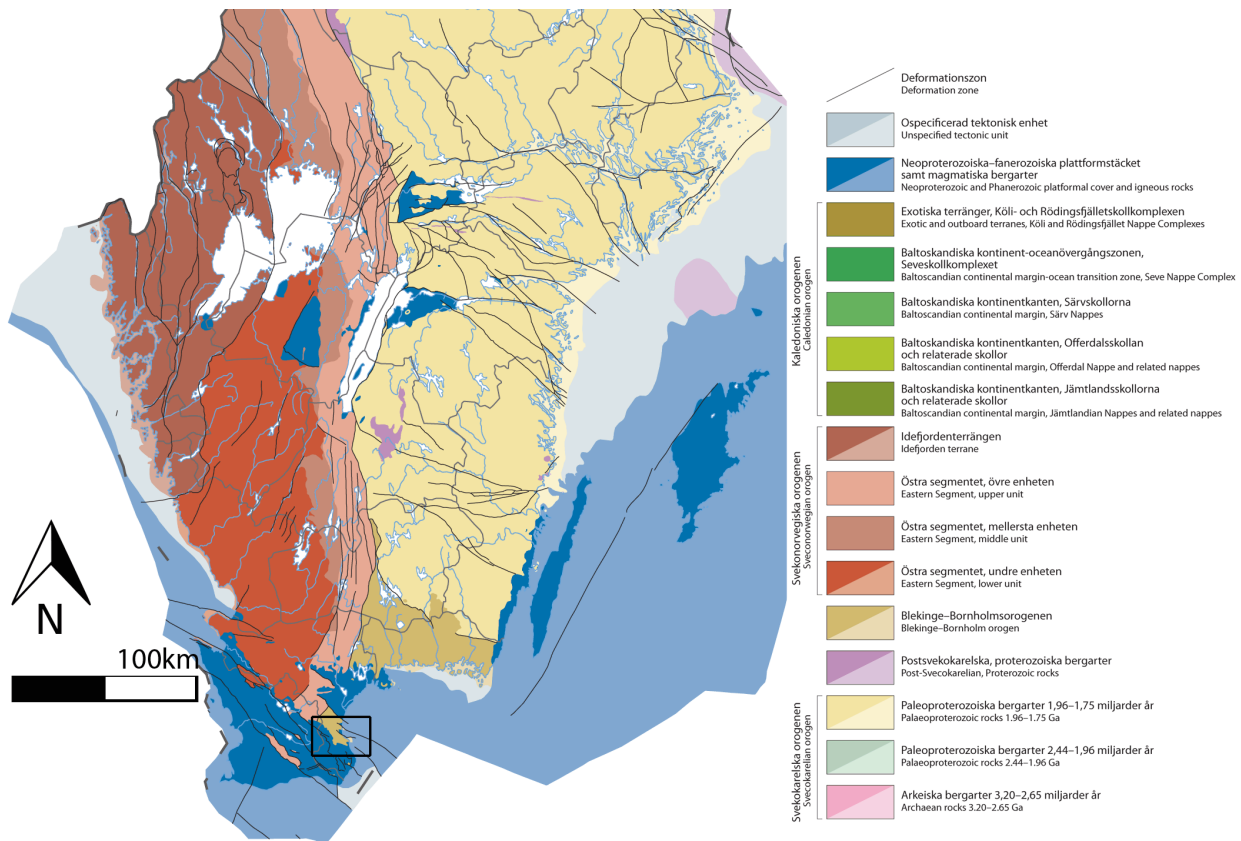
En 15 m lång jordartslogg från provtagningsplats 2 (bilaga 1) finns tillgänglig på SGU's webbsida och beskriver postglaciala havs och issjösediment de översta 9 m som följs av ett parti med silt, diamikt finlera, lerig silt, sand och sandig silt som följer varandra i ett 85 cm mäktigt spann. Det sista stycket från 9,85 – 15 m består utav lera. I det maringeologiska kartbladet över Hanöbukten presenteras en profil ungefär en kilometer utanför Ravlunda där lerans mäktighet är 20 – 30 m. Under denna finner man återigen en morän med 10 – 30m mäktighet (Nordgren 2012)

4.2 Berggrund

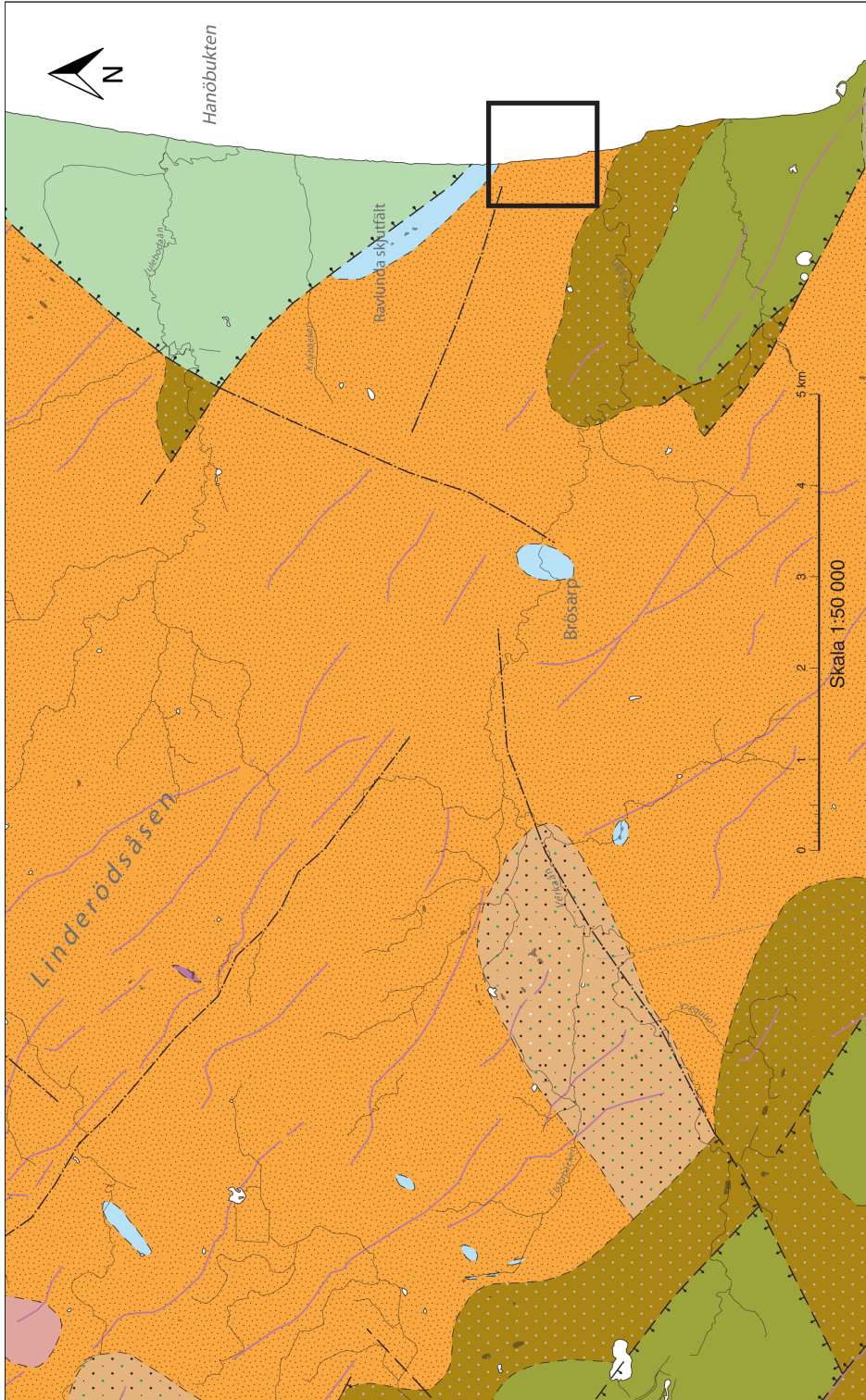
Fältlokalen (figur 2) ligger på Linderödsåsens sydöstra del som består utav en finkornig leukokratisk ortognejs med en okänd ålder (Erlström et al. 2004). Graniter och migmatiter av varierande ålder och ursprung finns även spridda längs Linderödsåsen (Čečys et al. 2002). Diabaserna av permo-karbonsk ålder skär åsen i NV – SÖ riktning, typisk är dessa diabaser 1 – 5 km långa. Diabaserna har sitt ursprung då Tornqvistzonen påverkades av extensionella tektoniska rörelser där berget sprack upp och magma trängde upp och kristalliserade i det uppspruckna berget (Erlström et al. 1997).

Ungefär 500 m norr om fältlokalen i anknötning till Linderödsåsens nordöstra förkastning mot den fanerozoiska berggrunden finns en inkilad lins av glimmerkvartsit med en ålder kring 1,77 – 1,75 Ga. Kvartshalten i glimmerkvartsiten varierar mellan 80 – 90 volymprocent medan muskovithalten utgör 10 – 15 volymprocent (Erlström et al. 2004).

Fanerozoisk berggrund återfinns 1 km norr om fältlokalen, dessa består av sedimentära bergarter uppemot 250 m mäktiga från kretaseisk tid då Tornqvistzonen var aktiv och Kristianstadbassängen bildades i gravsänkan (Erlström et al. 2004). Lagerföljden består enligt Erlström et al. (2004) av kvartssandiga, karbonatrika och dåligt konsoliderade bergarter, proximalt till Linderödsåsen kan det även finnas inslag av konglomeratförande lager med liknande ålder. Sedimenten avsattes under krita i ett grunt tempererat hav där karbonatskaliga organismer frodades, dessa organismer utgör den största delen av de sedimentära



Figur 1. Fältlokalens placering markeras med svart ruta, modifierad efter Bergman et al. (2012)



FANEROZOISK BERGGRUND / FANEROZOIC BEDROCK

- Övre krita (specifierade lager), karbonatisk sand/sandsten och sandig kalksten (calcilutit och calcarenit)
Upper Cretaceous, unspecified calcareous sand/sandstone and sandy limestone (calcilutite and calcarenite)
- Diabas, karbon–perm ålder, <50 m bred gång, huvudsakligen flygmagnetiskt indikerad
Dolerite dyke, Carboniferous–Perm, <50 m wide, mainly aeromagnetically indicated
- Mellan kambrium–underordovicium, Alunskifferformationen, alunskiffer, kalksten och orsten
Middle Cambrian–Lower Ordovician, Alum Shale Formation; alum shale, limestone, and anthracomite
- Undre kambrium, Harebergformationen, Norretorpfformationen, Rispebjergsandsten och Gistofformationen; Kvarssandsten, kvartsit, glaukonitisk sandsten och kalksten
Lower Cambrian, Hareberg Formation, Norretorpf Formation, Rispebjerg Sandstone and Gistof Formation; quartz sandstone, quartzite, glauconitic sandstone, and limestone

PREKAMBRIK BERGGRUND / PRECAMBRIAN BEDROCK

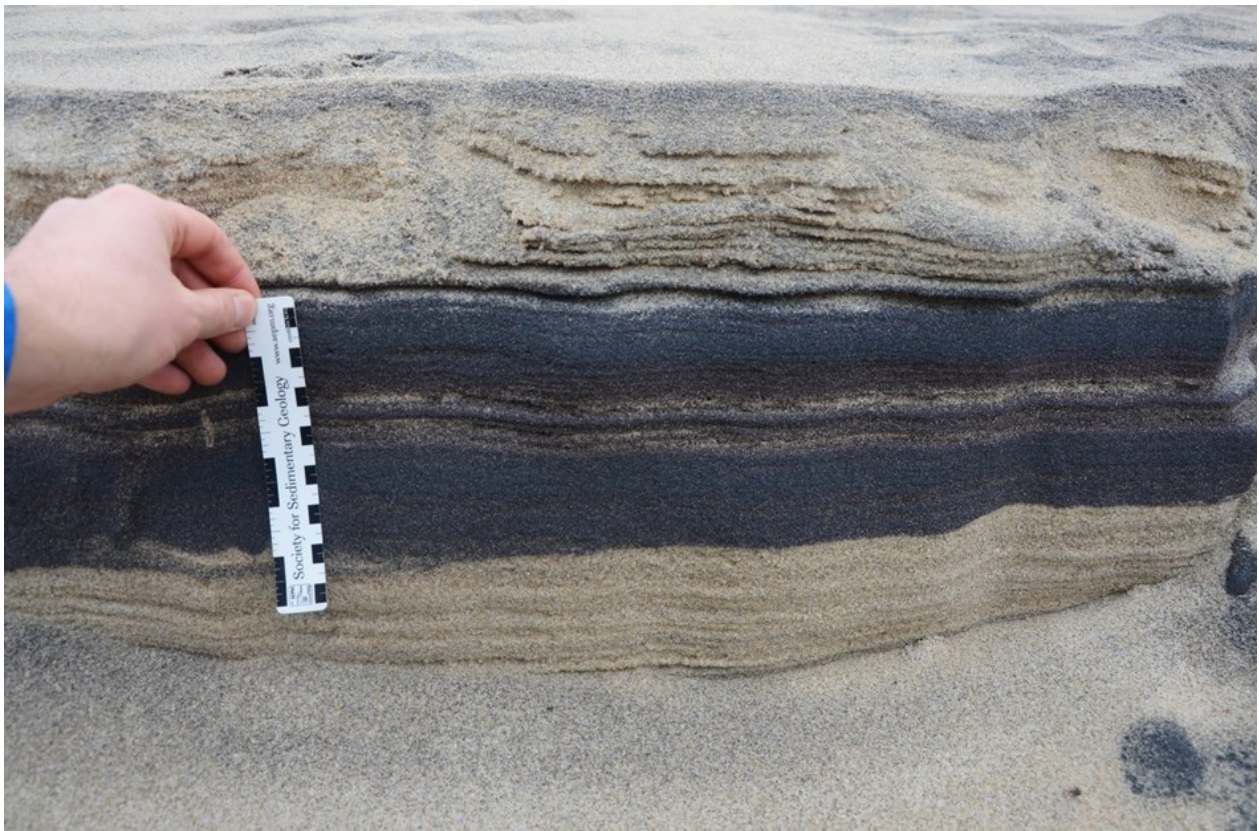
- Diabasgång, prekambrisk, s.k. hyperitdiabas, t.v., dito, amfibolitomvandlad, t.h.
Dolerite dyke, Precambrian, so-called hyperite dolerite, left, dito, amphibolite altered, right
- Granit, medel- till grovkornig, rödgrå, t.v., dito, med ögon (1–2 cm), t.h. ("Karisshammgranit")
Granite, medium- to coarse-grained, reddish grey, left, dito, with megacrysts (1–2 cm), right ("Karisshamm granite")
- Ortognejs, granitisk till granodioritisk ("gnejsgranit"), rödgrå, finkornig till fint medelkornig, t.v., mikroklinogitbrände, t.h.
Orthogneiss, granitic to granodioritic ("gneissic granite"), reddish grey, fine-grained to finely medium-grained, left, microcline megacryst-bearing, right
- Ortognejs, röd till gråbröd, finkornig till fint medelkornig, vanligen leukokrattisk
Orthogneiss, red to greyish red, fine-grained to finely medium-grained, mainly leucocratic
- Kvarzit och glimmerkvarzit
Quartzite and micaeous quartzite

- Observerad håll
Observed outcrop
- Litologisk kontakt, osäker position
Lithological contact, uncertain position
- Deformationszon, ospecificerad
Deformation zone, unspecified
- Deformationszon, branta normala rörelser, symbolerna i det sänkta blocket
Deformation zone, steep, normal movements, symbols in lowered block
- Deformationszon, ospecificerad brantstående, symbolerna i det sänkta blocket
Deformation zone, steep, unspecified, symbols in lowered block
- Lineament, indikerat genom en kombination av geofysiska data
Lineament, indicated from a combination of geophysical data

Figur 2. Berggrund i fältområdet, svarta rutan indikerar fältområdet. Modifierad från Erlström & Kornfält (2001)



Figur 3. Provtagningsplatser på Ravlunda Skjutfält, de två prickarna indikerar var proven togs. Bild modifierad från ortofoto över lokalen © Lantmäteriet, I2014/00579.



Figur 4. En typisk skärning som visar hur tungmineralsanden ligger i horisonter längs stranden. Foto: Wiktor Skoglund

bergarterna i Kristianstadbassängen.

Söder om fältlokalen återfinns kvartsitavlagringar från ediacara till kambrium, möjligen en del av Hardebergaformationen enligt Nilsson (1961). Denna överlagras till viss del av alunskiffer från kambrium etage 4 till tremadoc. Dessa avlagringar avgränsas i söder mot Linderödsåsen med branta förkastningar (Erlström & Kornfält 2001).

4.3 Provtagningsplats

Provtagningsplats 1 (figur 3) ligger vid kusten på Ravlunda skjutfält uppskattningsvis 1 meter över havet och 1,1 Km norr om Verkaåns mynning. Provtagningsplats 1 ligger i mynningen av en ravin som sträcker sig 100 m inåt land och 10 – 15 m ned i jordlagren på Ravlunda skjutfält. Avlagringen där provet togs är i lösa sediment och är ungefär 10 cm tjockt. Lagringen är lik fotografiet i figur 4.

Lagringar med rödaktiga horisonter kan urskiljas i den annars mörka avlagringen. Rötter tränger ned genom de lösa avlagringarna och bär med sig ljusare mineral som lämnar vertikala spår efter sig i skärningen. Längst ner återfinns ett lerlager med okänd mäktighet nedåt. Längs hela kuststräckan vid skjutfältet finns flera skärningar och avlagringar liknande de i figur 4.

En andra provtagning utfördes 70 m norrut i slänten till en av ravinerna (figur 3). Slänten till ravinen består utav nedrasat material av främst ljus sand med enstaka förekomster av stenar och block.

5 Metodik

5.1 Provtagning

Med hjälp av inmutningsägaren identifierades den guldförande avlagringen. Då lagret inte låg i en färdig skärning grävdes ett hål för att möjliggöra provtagning. Prov 1 på 4 – 6 kg togs från tungmineralsanden vid provtagningsplats 1.

Vid provtagningsplats 2 togs prov 2 där sanden låg i slänten till en ravin. För att säkerställa ett ostört prov grävdes en 30 cm djup grop rakt in i slänten. Ett prov på 3 kg togs från sanden.

5.2 Preparering av prov och extraktion av zirkon

Magnetit samt andra magnetiska mineral separerades bort från proven med hjälp av en neodymium magnet. Proven behandlades därefter i ett Wifley vattenvasknings skakbord med syfte att extrahera ett tungmineralextrakt, metod enligt Söderlund & Johansson (2002). Från det preparerade tungmineralextraktet plockades ytterligare magnetiska mineral med en handmagnet och zirkoner separerades för hand i ett stereomikroskop. För att säkerställa att en zirkon population av ett stort spektrum finns representerad i proven valdes euhedra, subhedra och anhedra korn av olika storlek. Ungefär 170 st korn plockades från prov 1, samt ca 130 korn från prov 2. Dessa fördes över till en dubbelhäftande tejp och gjöts in i

epoxy. När epoxyn härdat slipades den sedan ner för att skapa ett tvärsnitt i zirkonerna. Ingjutningen slipades först med Struers MD-Piano slipplattor i successivt finare partikeldiameter 300 – 600 – 900 – 1200 – 2000 – 4000 på ett Struers Rotopol-25. Ingjutningen undersöktes emellanåt i ljusmikroskop för att bedöma ifall slipplattan skulle bytas mot en finare. Ingjutningen polerades slutligen med 6 – 3 – 1 µm polerskiva tillsammans med diamantpasta i 5 – 10 minuter för att skapa en yta på avgjutningen som tillåter kvantitativ energidispersiv röntgenanalys i svepelektronmikroskop.

För att beskriva sandens sammansättning fördes några utav de vanligast förekommande mineralen till en koltejp som undersöktes vidare i svepelektronmikroskop.

5.3 SEM

5.3.1 Funktion

I ett svepelektronmikroskop bestrålas ett prov med högenergi-elektroner som interagerar med materialet och strålar tillbaka till en detektor. Beroende på den genomsnittliga atomvikten av mineralet i det undersökta provet kommer bilden återges mörkare för lättare atomer eller ljusare för tyngre atomer (Reed 2005; Petersson 2010). Provets kemiska sammansättning kan även analyseras då elektronstrålen exciterar elektronerna i atomerna som utgör provet, när dessa sedan faller tillbaka till sitt normaltillstånd avges energi som röntgenstrålar. Den återstrålade röntgenstrålningen detekteras och relateras till en bestämd energi för ingående grundämnen och presenteras i ett röntgenspektrumdiagram för olika energier, detta kan sedan presentera de olika ingående atomerna och isotoperna i proven (Jansen & Slaughter 1982).

Målet med analysen i SEM var att identifiera de okända mineralen som ingår i sanden samt att identifiera zirkoner och bestämma skottpunkter så att inklusioner och sprickor undviks vid vidare analys med LA-ICP-MS. Zirkonerna undersöktes även för att analysera texturrella skillnader i zirkonerna som kan vittna om deras utvecklingshistoria.

5.3.2 Utförande

Epoxyingjutningen och kolfilmstejpen fick en kolbeläggning i en Cressington Carbon-Coater 108Carbon/A. Epoxyingjutningen utrustades med en liten bit kolfilmstejp som agerar ledare till fästansordningen för att undvika laddningsfenomen. Provet monterades och undersöktes i ett svepelektronmikroskop (SEM) av typen Hitachi S-3400N med mjukvaran INCA Suite version 4.06. Accelerationsspänningen var 15kV, elektronström på 35µA, vakuum <1pa och ett arbetsavstånd på 12 mm.

Grundämnesanalyser utfördes med punktmätning i inklusioner och fria mineralytor. På epoxyingjutningen togs två bilder av varje korn med back scatter electron detektor (BSE) och katodluminiscens (CL) för att kunna urskilja inklusioner, tillväxtzoner och utgöra underlag för vidare undersökning i LA-ICP-MS.

5.4 LA-ICP-MS

5.4.1 Funktion

Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (LA-ICP-MS) är ett kostnadseffektivt sätt att datera en stor mängd zirkoner från ett sediment där ett stort antal zirkoner måste analyseras för att ge statistisk säkerställda åldrar. Nedanstående text baseras på en beskriven metod till LA-ICP-MS av (Košler et al. 2002; Košler & Sylvester 2003) och referenser däri, samt personlig kommunikation med Næraa (2016).

En del av provet finfördelas med hjälp av en laser som skjuter med en diameter på 30 µm, 7 Hz och 3 J/cm². Metoden är således en destruktiv metod för datering. Provet i det finfördelade tillståndet blandas med en Ar-He gas som agerar bärare av det finfördelade materialet. Gasen förs sen vidare till en kopparspole med ett alternerande magnetfält där provet joniseras i en plasma vid temperaturer kring 8000 – 10000 K. Därefter slungas det joniserade provet in i en masspektrometer där de olika jonerna färdas genom ett elektromagnetiskt fält och de ingående elementen kommer svänga och träffa sensorerna olika beroende på dess atomvikt. Utifrån detta används moderisotoperna som kan vara uran eller thorium och jämförs med dotterisotopen som är de olika bly isotoperna ²⁰⁴Pb, ²³⁸U/²⁰⁶Pb, ²³⁵U/²⁰⁷Pb, ²³²Th/²⁰⁸Pb och från den kända sönderfallstiden av de olika radioaktiva moderisotoperna kan en ålder beräknas.

5.4.2 Utförande

Ingjutningen placerades i en hållare tillsammans med referenzzirkoner. Skottpunkter läggs i kärnor och tillväxtzoner där sådana kan urskiljas. Provet korreleras med jämna mellanrum mot primär referenzzirkon GJ1, samt med sekundär referenzzirkon 91500 med kända åldrar för att kalibrera instrumenten under provets gång (Næraa, 2016. personlig kommunikation).

5.5 Data från LA-ICP-MS

Rådata från LA-ICP-MS reducerades för att rensa bort data som anses bristfälliga. Den bristfälliga datan består utav de första initiala sekunderna under mätningen där signalen inte återges klart samt de slutgiltiga sekunderna där signalen klingar av.

Därefter behandlades all data i Microsoft Office Excel 2003 med tillägget Isoplot v.3.76.12.02.24 för att plotta datan i ett Concordia-diagram (U – Pb) och sannolikhetsdiagram. I ett concordia-diagram undersöks datan för att se om kvoterna av isotoperna ²³⁸U/²⁰⁶Pb och ²³⁵U/²⁰⁷Pb faller på concordia-kurvan. Ifall så är fallet betraktas datan som konkordant och åldrarna som korrekta. Data som plottar med mer än ±10 % avvikande konkordans bortses ifrån.

Funktionen unmix age i tillägget Isoplot används för att konstruera sannolikhetsdiagram där distinkta åldersgrupper kan ses. För att visualisera detaljer och trender grupperas dessa utifrån intervall som går att urskilja i datan.

6 Resultat

6.1 SEM

Från svepelektronmikroskoperingen (SEM) kunde tydliga tillväxtzoner urskiljas i majoriteten av zirkonerna. Inklusioner i zirkonerna består utav mineral med sällsynta jordartsmetaller såsom cerium och lantan tillsammans med fosfor och yttrium. Dessa kan utgöra mineralet monazit.

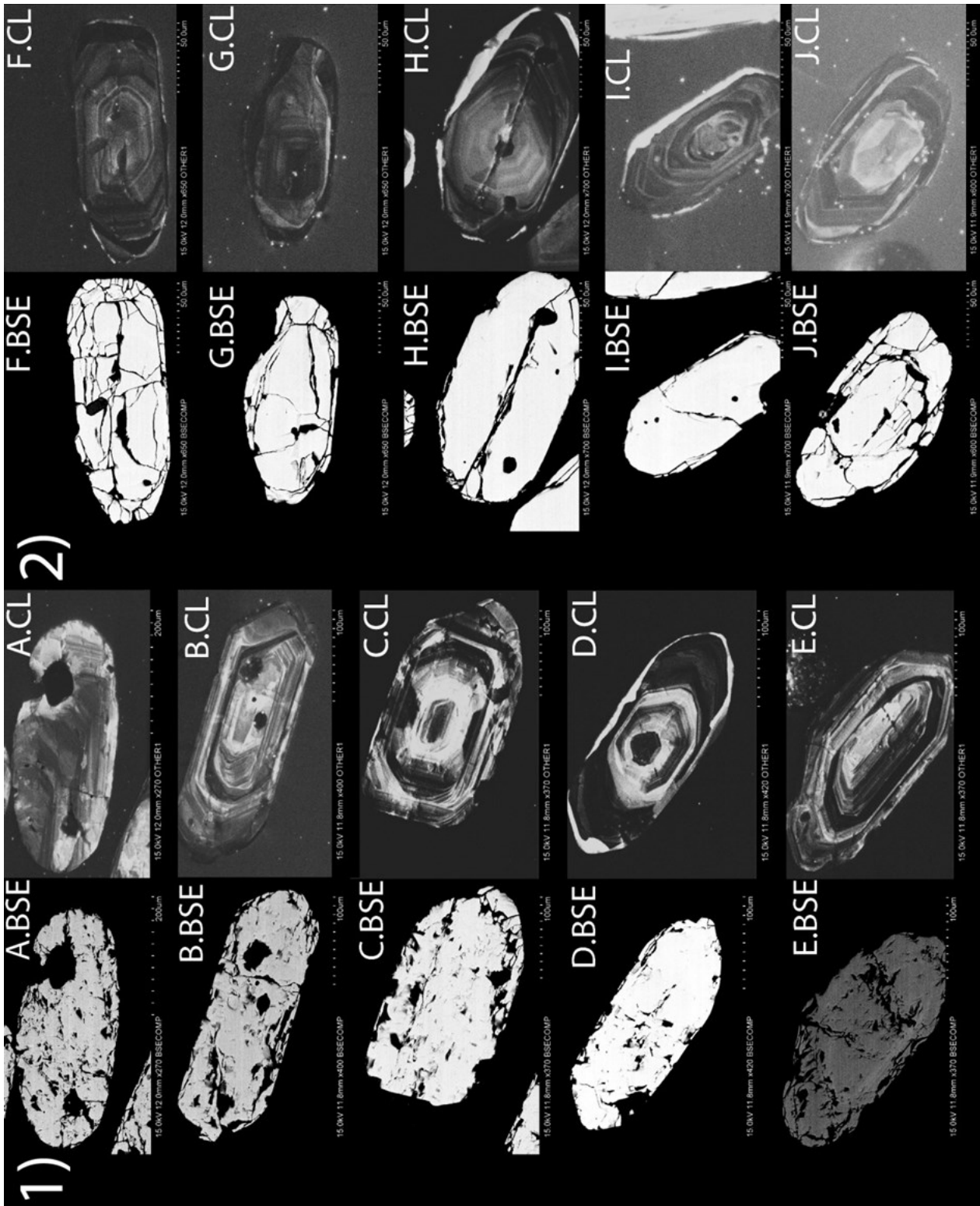
6.1.1 Zirkonernas textur

I prov 1 är zirkonerna 200 – 400 µm, majoriteten är avlånga och en eller flera facettytor kan urskiljas. 10 – 20 % av zirkonerna har en oregelbunden morfologi med avrundade kanter. Sprickor är sällsynta eller framträder dåligt i BSE och katodluminiscens. I BSE syns inga tillväxtzoner eller tydliga kärnor dessa urskiljs tydligt i katodluminiscens där kärnorna framträder som ljusa med tydliga tillväxtzoneringar (figur 5: 1B-, C-, D-, E.CL). I några av zirkonerna syns en ljus kärna som följs av en mörk och en ljus homogen tillväxtzon (figur 5: 1B-, E.CL). Karakteristiskt för zirkonerna i prov 1 är ett stort antal inklusioner/håligheter med storlekar från 5 – 40 µm (figur 5: 1A-, B-, C-, D-, E.BSE).

I prov 2 är zirkonerna 100 – 200 µm, majoriteten är avlånga med en irreguljär morfologi och avrundade kanter (figur 5: 2F-, I-, J.BSE), ofta kan en eller flera tydliga facettytor urskiljas i BSE (figur 5: 2F.BSE). I BSE kan inga tillväxtzoneringar ses men framträder tydligt i katodluminiscens där kärnor syns tydligt tillsammans med distinkta mörka tillväxtzoneringar (figur 5: 2F-, H-, I-, J.CL). Alla zirkoner har sprickor som generellt ligger längs c-axeln (figur 5: 2H.BSE) eller som sprickor mellan tillväxtzoneringarna (figur 5: 2F-, G-, J.BSE). En majoritet av zirkonerna har små (5 – 10 µm) inklusioner/håligheter i eller nära kärnorna som är mörka i BSE och ofta med en tillhörande spricka som går utåt (figur 5: 2F-, G-, H.BSE).

6.1.2 Tungmineralsandens mineralogi

Tungmineralsanden är enhetlig i kornstorlek där mestadelen av de ingående mineralen är anhedrala till subhedrala. Från SEM-analys identifierades ett flertal mineral som utgör den större delen av tungmineralsanden, i tabell 1 finns en jämförelse med redan kända mineral av Rådman (2012). Magnetit utgör den absolut dominerande delen av sanden, även granater kunde identifieras varav en var spessartinrik ($Mn_3Al_2(SiO_4)_3$). Andra mineral var plagioklas ($NaAlSi_3O_8$ – $CaAl_2Si_2O_8$), pyrit (FeS_2), ilmenit ($FeTiO_3$), rutil (TiO_2), zirkon ($Zr(SiO_4)$), hornblende ($(Ca,Na)_2-3(Mg,Fe,Al)_5(Al,Si)_8O_{22}(OH,F)_2$), xenotim ($Yb(PO_4)$), monazit ($(Ce,Nd,Y,Dy,Sm,Nd,Th)(PO_4)$) samt ett okänt arsenikmineral med innehåll av nickel och järn. I pyriten fanns inneslutningar som innehöll krom, järn, nickel, svavel och kisel.



Figur 5. utvalda representativa zirkoner från prov 1 till vänster och prov 2 till höger. Fotografier på samma korn i BSE och katod luminiscens (CL). Sprickor är vanligt förekommande i båda proven men uppträder tydligare i zirkoner från prov 2 där sprickorna ofta ligger i tillväxtzoneringarna (2F-,G-,J-BSE). Generellt syns inga tillväxtzoneringar i BSE men syns väl i CL (1B -,C-,D-,E-CL). Foto: Wiktor Skoglund

Tabell 1. Sammanställning av identifierade mineral från Rådman (2012) och denna studie.

Mineral	Rådman (2012)	Skoglund (2017)
Kvarts	X	X
Plagioklas	X	X
Kalifältpat	X	
Titanit	X	
Rutil	X	X
Järnoxider	X	X
Magnetit	X	X
Fluorapatit	X	
Spessartin (granat)		X
Almandin (granat)	X	
Grossular (granat)	X	
Amfibol	X	X
Hornblände		X
Klinopyroxen	X	
Zoisit	X	
Epidot	X	
Järn-titanoxid	X	
Zirkon	X	X
Xenotim		X
Monazit	X	X
Pyrit		X
Guld		X
Ilmenit		X

6.1.3 Guldets morfologi

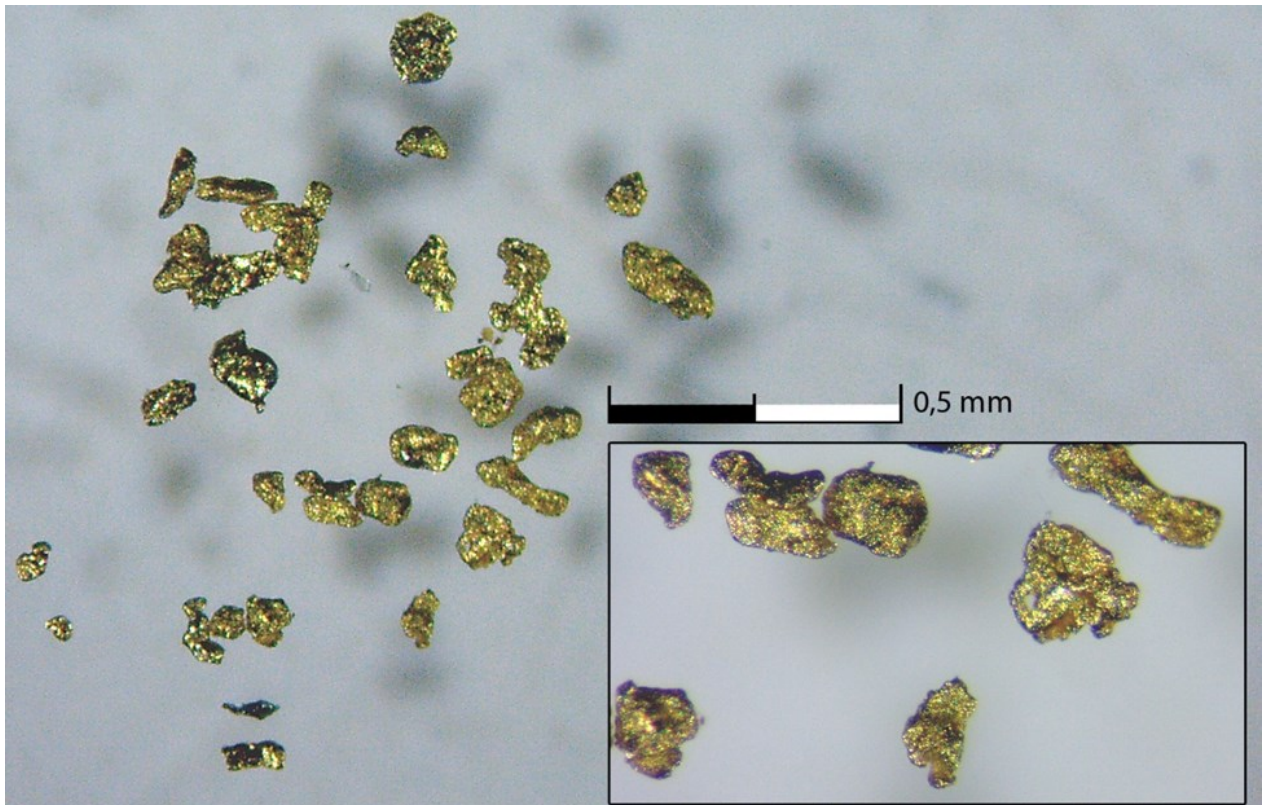
Guldet tillhandahölls av Peter Karlsson som vaskat fram guldet vid Ravlunda skjutfält. Inget guld återfanns i de proverna som togs vid fältbesöket på skjutfältet. Guldet (figur 6) uppträder som ungefär 500 µm stora flak, morfologin är irreguljär och inga tydliga kristallstrukturer går att urskilja, dock finns ofta konturen av kristallen kvar. Hörnen är avrundade men vissa kanter syns, guldets yta är även skrovlig och ojämn. Guldet har inte haft en lång transportsträcka då det är avlångt och inte är helt avrundat. Utifrån metod av Townley et al. (2003) skulle guldet ha ett källområde <1 km bort då korn som hittas >1 km från källområdet generellt uppträder rundade ovala med en slät yta, jämn topografi tillsammans med slipmärken.

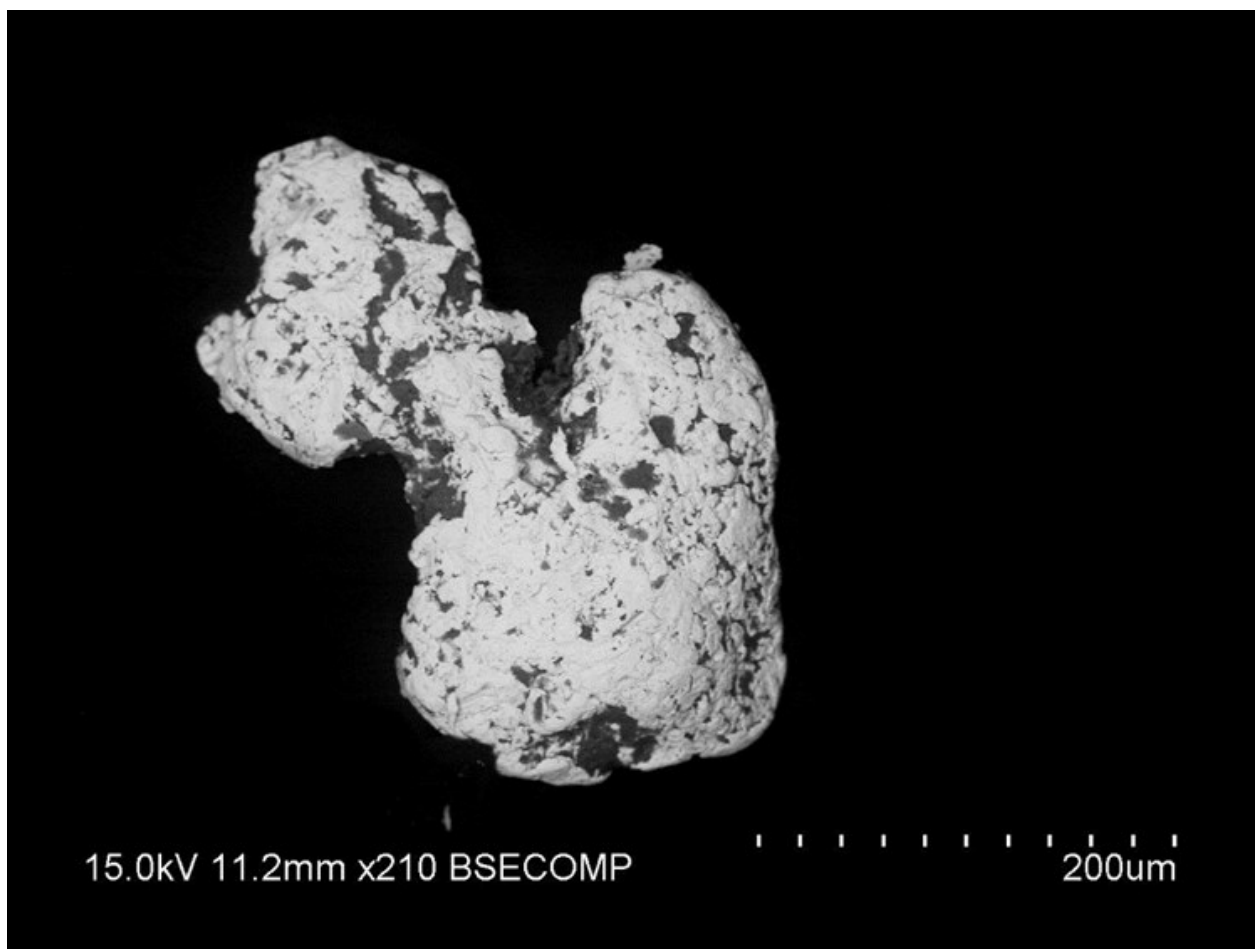
Ett guldkorn (figur 7) undersöktes tidigt i studien i svepelektronmikroskop där syftet endast var att bekräfta guldets äkthet. Kornet har likt de andra en irreguljär morfologi med rundade kanter (figur 6). En antydning till hur kristallstrukturen kan ha sett ut går att urskilja. Kornet har en viss avrundningstrend med små 50 – 100 µm mörka fördjupningar.

6.2 LA-ICP-MS

Utav de sammanlagt 300 korn som separerades och undersöktes gav 220 korn data. 10 av dessa mätningar gav diskordant data och användes inte. Resterande 210 mätningar föll alla inom felmarginalen ($\pm 10\%$ konkordans) och kunde plottas (figur 8 och 9).

Figur 6. Guld i stereomikroskop. Guldet har en irreguljär morfologi, med både avrundade och distinkta kanter. Foto: Wiktor Skoglund





Figur 7. Guld i svepelektronmikroskop. Guldets avrundningstrend med små 50 – 100 µm mörka fördjupningar. Foto: Wiktor Skoglund

Åldrarna faller inom 250 – 2680 Ma och bildar flera distinkta åldersgrupper (figur 10). Inga eller få åldrar är beräknade inom 345 – 530; 550 – 875; 1700 – 2675 Ma. Majoriteten av åldrarna är i spannet 900 – 1270 Ma.

I sannolikhetsdiagrammen identifierar mjukvaran statistiska ansamlingar av åldrar. Sex stycken ansamlingar har mer än 10 datapunkter som bedöms utgöra ett tillräckligt statistiskt underlag för vidare tolkning. Dessa åldersgrupper har toppar kring 298 ± 17 (figur 11); 959 ± 12 ; 1144 ± 5 ; 1224 ± 8 (figur 12); 1455 ± 7 och 1690 ± 6 Ma (figur 13).

7 Diskussion

7.1 Fältplatsens geologi

Ravlundas skjutfält har en komplicerad kvartärgeologisk uppbyggnad som till stort härstammar från den senaste glaciationen. Material som återfinns på platsen är ofta långtransporterat från områden som Åland och Gotland (Nilsson 1961). Även den åldersanalys som utförts påvisar den litologiska variationen.

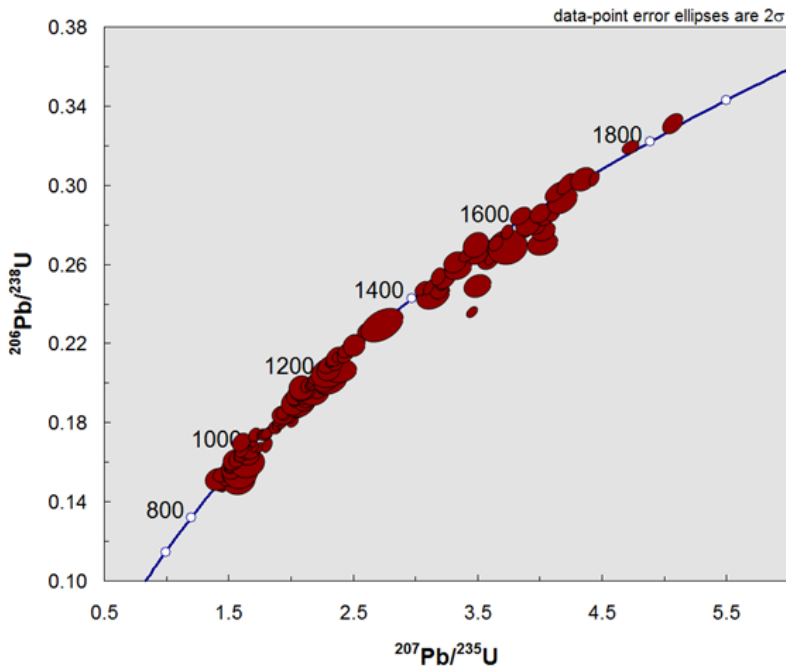
De mineral som återfinns i tungmineralhorisonterna bör rimligtvis ha sitt ursprung i de mäktiga sandterrasserna som utgör det översta jordtäcket på Ravlundas

skjutfält, därför togs prov 2 i slänten av ravinen. När sanden kommer till kusten sköljs de lättare mineralen bort och lämnar kvar denna sorterade tungmineralsand. I Rådman (2012) och i personlig kommunikation med Karlsson (2016) beskrivs båda hur tungmineralsanden inte återfinns söder om Verkaån. Utsträckningen norrut längs kusten är okänd. Förutom tungmineralavlagringarna vid stranden återfinns vid fältbesök ett tunt täcke av tungmineralsand ovanpå terrasserna i depressioner i markytan.

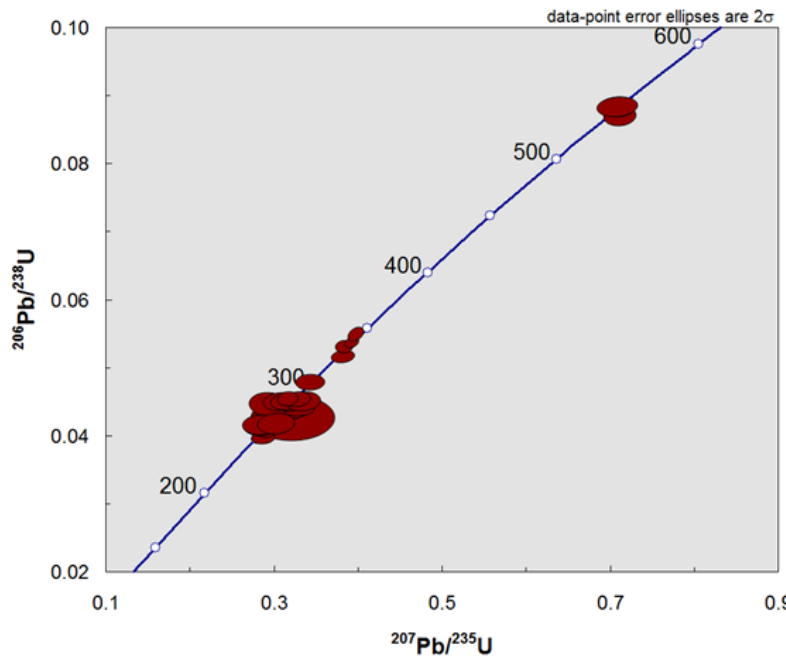
Provtagningsplatserna valdes utifrån diskussion med inmutningsägaren då guldets återfunns i dessa avlagringar. Det ter sig troligt att guld, tungmineral och zirkon alla beter sig likartat under transportsträckan i det att de kräver relativt mycket energi för att transporteras och avsättas jämfört med sandens andra beståndsdelar.

7.2 Metodik

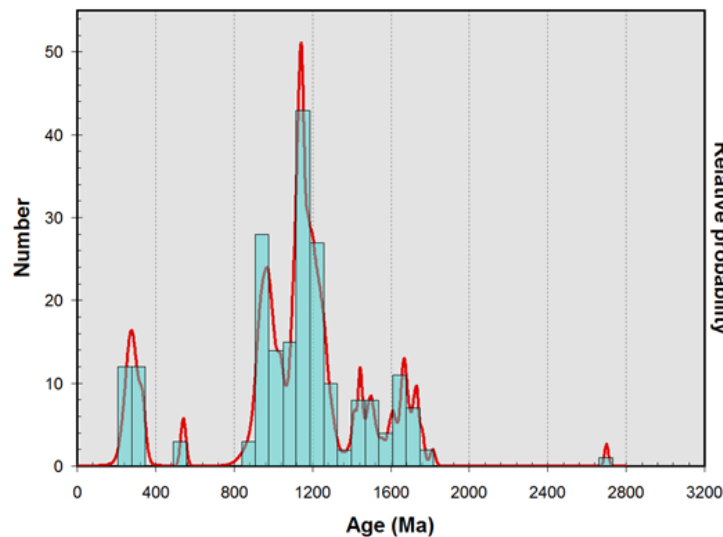
Vid zirkon separation med stereomikroskop visade det sig att proven från de olika provplatserna skiljer i kornstorlek. Sanden från provtagningsplats 1 har en i stort likformig kornstorlek, detta härstammar troligen från vågor, vind och vatten som sorterat materialet och



Figur 8. Concordia-diagram plottad efter $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ och $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$. Diagrammet visar de äldre beräknade åldrarna där elipsens storlek visar osäkerheten i analysen.

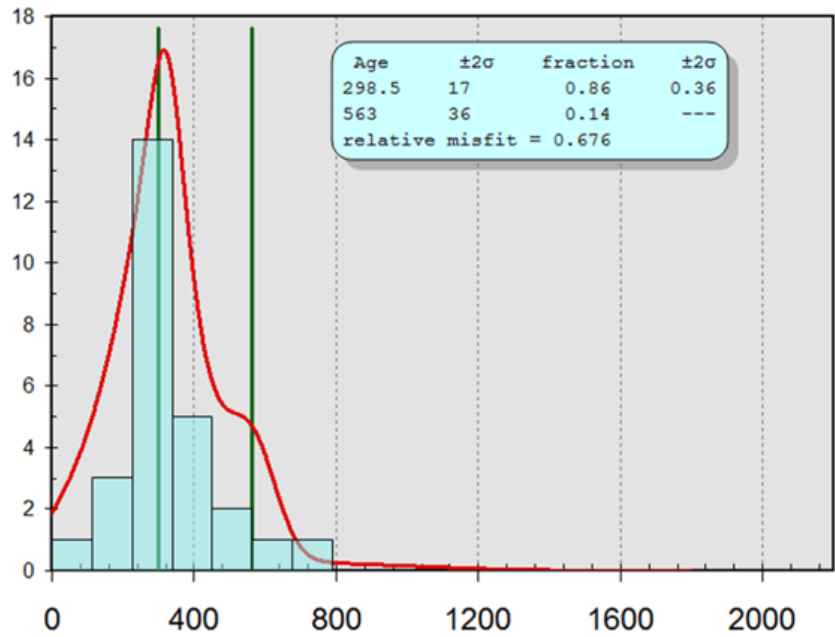


Figur 9. Concordia-diagram plottad efter $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ och $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$. Diagrammet visar de yngre åldrarna. Elipsens storlek och form representerar osäkerheten i analysen. En distinkt ansamling åldrar kan urskiljas vid 290 Ma.

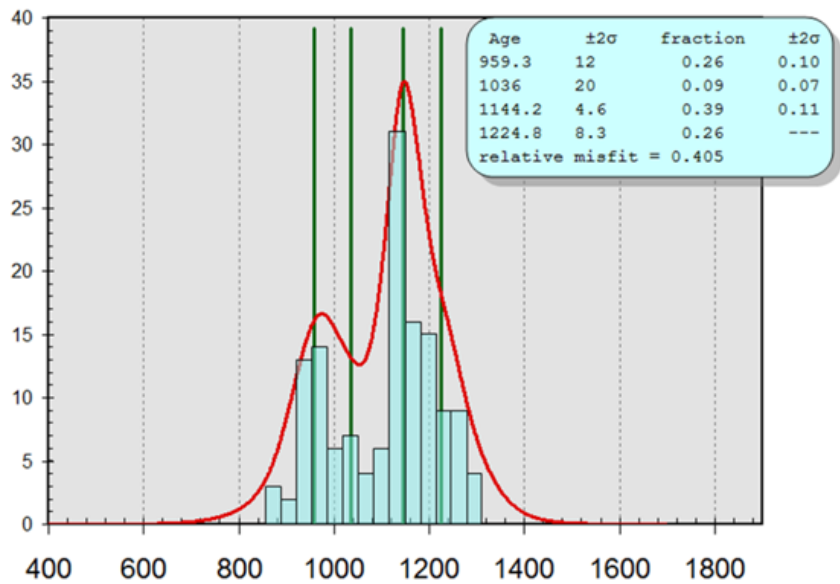


Figur 10. Sannolikhet-densitet diagram med antal datapunkter och ålderdistribution beräknad utifrån $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ och $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ åldrar.

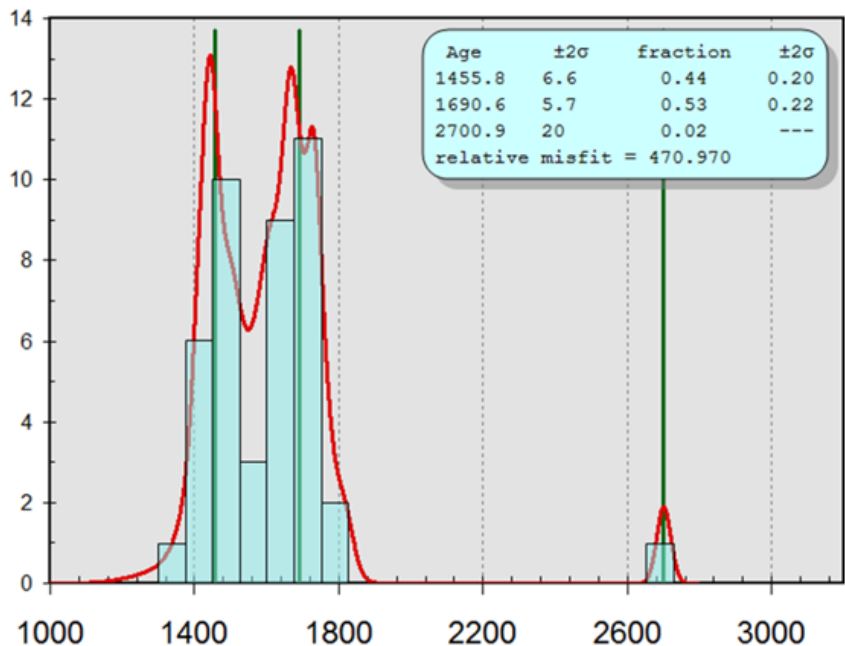
Figur 11. Sannolikhetsdiagram för yngre åldersgruppen beräknad utifrån $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$. Programvaran markerar en statistisk ålder på $298,5 \pm 17$ Ma.



Figur 12. Sannolikhetsdiagram för äldre åldersgrupp beräknat utifrån $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$. Programvaran markerar statistiska åldrar på $959,3 \pm 12$; $1144,2 \pm 4,6$; $1224,8 \pm 8,3$ Ma.



Figur 13. Sannolikhetsdiagram för äldre åldersgrupp beräknat utifrån $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$. X-axeln är i Ma. Programvaran markerar statistiska åldrar på $1455,8 \pm 6,6$ och $1690,6 \pm 5,7$ Ma.



fört bort mindre kornstorlekar. Detta kan leda till att zirkoner av andra storlekar och från andra händelser inte finns representerade i provet.

Prov 2 som togs upp i slänten bar förhoppningarna om en sand som kunde bära en större variation i kornstorlek och därav också en större representation i åldrar från zirkonerna. Vid plockning av zirkoner i prov 2 var zirkonerna mindre jämfört med prov 1 men fortfarande i en enhetlig storlek. En möjlighet till den enhetliga storleken kan vara att materialet redan genomgått en sortering innan det deponerats i slänten, antingen av vågor, vind eller vatten.

I det utförda arbetet har det antagits att zirkoner, tungmineral och guld har transporterats och avsatts tillsammans från en gemensam källa. Då proven består utav både euhedrala, anhedrala samt subhedrala korn är det möjligt att flera olika källor till sanden finns, även förekomsten av olika granater talar för detta. Moränfynd presenterade av Nilsson (1961) vittnar om litologier från östersjösänkan varpå det kan förefalla troligt att materialet som återfinns är av en stor litologisk variation.

I de färdigställda diagrammen och *concordia* kurvorna har två isotopförhållanden använts $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$ och $^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$. Då dessa två uranmoderisotoper har olika halveringstid är ^{238}U mer lämpat för att beräkna korrekta åldrar på den yngre åldersgruppen och ^{235}U med sin längre sönderfallstid mer lämpat för att beräkna äldre åldrar.

7.3 Resultat

Att arsenik återfanns i sanden och kunde identifieras i SEM är intressant då arsenik är ansett som ett indikativt mineral vid guldprospektering (Anderson & Ladenberger 2010). Flera olika sorters granater antyder att sanden har minst 2 olika källor (Johansson 2016, personlig kommunikation). Utifrån den texturella analysen av zirkonerna tillkom ingen data som hjälper i tolkningen av transportsträcka. Sprickorna kan vara nativa men även vara från slipningen av zirkonerna. Bilderna i BSE framträder alltför ljusst och kan bero på tekniska defekter i instrumentet.

Enligt metod av Townley et al. (2003) skulle de undersökta guldkornen ha ett källområde <1 km bort. Metoden kräver dock ett större statistiskt urval än vad som undersökts här för att med säkerhet kunna säga något om transportsträcka. I Townley et al. (2003) har de även utarbetat ett index där summan av längden och bredden av guldkornet dividerat på den dubbla tjockleken ($l+b/t2$) utgör ett plathetsindex som ett ytterligare verktyg i tolkning av transportavstånd, något som inte applicerats i den här studien. Osäkerheten är därmed stor och ytterligare undersökningar krävs för att kunna fastställa hur långt guldet färdats.

7.3.1 Åldersfördelning

Den yngre gruppen kring 398±17 Ma sammanfaller inom permisk tid och kan möjligtvis relateras till den post-kaledoniska tensions fasen med extensionella

rörelser kring Tornqvistzonen och uppemot Oslo riften. I Skåne finner vi diabaser som trängt upp genom berggrunden vid den här tidpunkten men avsaknaden av en kiselrik komponent gör dessa diabaser till en mindre trolig kandidat till zirkonerna. I Oslo riften kännetecknas denna tidpunkt av sur magmatism med likartade åldrar (Borg 2011) som möjligen kan vara kandidater till dessa zirkoner.

Åldrar vid 959±12 – 1144±5 Ma kan kopplas till bergarter i sydväst Sverige där bergarterna härstammar från den svekonorvegiska orogenesisen. Den största gruppen av åldrar i det här arbetet är vid 1144±5 Ma, likartade åldrar återfinns kring Bamble-Lillesand området strax sydväst om Oslo och presenteras i Andersen (2005). Även vissa syeniter i gränsen mellan Skåne och Småland har likartade åldrar (Welin 1980) och kan vara möjliga kandidater.

Grupperingen vid 1455±7 Ma kan möjligen knytas till bergarter som återfinns längs Blekinges kust. Datering kring 1690±6 Ma sammanfaller väl med bergarter hemmahörande i det transskandinaviska magmatiska bältet som återfinns i sydöstra delarna av Sverige, Dalarna och Värmland (Gaál & Sundblad 1990; Högdahl et al. 2004).

Utifrån alla dessa åldrar är det inte möjligt att fastställa just ett specifikt källområde för sanden. Dessa spridda åldrar tros representera inlandsisens transport av material från ovan nämnda platser.

8 Vidare undersökningar

Studier och laborationer har visat att växter så som sareptasenap (*Brassica juncea*) kan bioackumulera guld i sina blad och sen förbrännas för utvinning av guld, en metod för utvinning av guld i områden där det är önskvärt att behålla den ursprungliga miljön (Stjernman-Forsberg & Eriksson 2002; Kulkarni et al. 2012). Om *B. juncea* växer på skjutfältet är inte känt men phytomining är ett intressant område för både prospektering och sanering av tungmetaller. Ravlunda skjutfält skulle kunna vara ett undersökningsområde ifall metoden ska utvärderas då *B. juncea* förekommer naturligt i södra Sverige.

I den här studien beskrivs guldet morfologi i de få guldkornen som undersökts, det saknas dock tillräckligt med guldkorn för att komma till en statistisk säkerställd slutsats kring transportsträcka. Det skulle vara önskvärt att utföra en studie som endast studerar guldet morfologi mer ingående, då detta skulle kunna utvärdera transportsträckan av guldet och möjligtvis källan (Knight et al. 1999; Townley et al. 2003; Aichler et al. 2008). Om en sådan studie skulle utföras bör även inklusioner och mineral associationer i guldet undersökas då dessa kan säga något om källbergartens sammansättning, bildningstillstånd samt hur guldet transporterats och deponerats i källbergarten.

Utifrån personlig kommunikation med inmutningsägaren framkom att ett håll/blockprov togs på Ravlunda skjutfält. I detta prov identifierade ägaren guld, utifrån dennes beskrivning är det av stort intresse

att provta och undersöka hällen/blocket.

9 Slutsatser

- Sanden har minst två men sannolikt flera källbergarter.
- Guldet har enligt metod av Townley et al. (2003) ett källområde <1km bort. Dock utgör den undersökta mängden korn inte ett statistiskt underlag och osäkerheten är stor.
- På grund av den stora åldersvariationen är det inte möjligt att precisera någon specifik litologisk enhet som kan vara värdbergart för guldfyndigheterna ute på Ravlunda.

10 Tack

Ett stort tack till mina handledare Tomas Næraa och Leif Johansson för hjälp med svepelektronmikroskopering, datering av zirkoner i LA-ICP-MS samt prepare-ring av prov och vetenskaplig metod. Peter Karlsson tackas för att han visat vart guldet vaskades fram samt att han tillhandahöll ett guldprov som kunde användas i arbetet. Studiekamraterna Josefin Martell, Markus Rosvall, Kim Teilman, Anders Plan och Jonas Schönström tackas för givande och motiverande diskussioner under arbetets gång. Vidare tackas även Lunds Geologiska Fältklubb (LGF) och Mobergs fond för ekonomiskt stöd som möjliggjorde analyserna i detta arbete.

11 Referenser

- Aichler, J., Malec, J., Vecera, J., Hanzu, P., Buriánek, D., Sidorinová, T., Táborský, Z., Boloramaa, K. & Byambasuren, D., 2008: Prospection for gold and new occurrences of gold-bearing mineralization in the eastern Mongolian Altay: *Journal of Geosciences* 53, 123-138.
- Andersen, T., 2005: Terrane analysis, regional nomenclature and crustal evolution in the Southwest Scandinavian Domain of the Fennoscandian Shield: *Gff* 127:2, 159-168.
- Anderson, M. & Ladenberger, A., 2010: Geokemiska kartan, Markgeokemi. Skåne och tätorterna Malmö, Lund och Helsingborg: *Sveriges geologiska undersökning K 305*, 152.
- Bergerat, F., Angelier, J. & Andreasson, P.-G., 2007: Evolution of paleostress fields and brittle deformation of the Tornquist Zone in Scania (Sweden) during Permo-Mesozoic and Cenozoic times: *Tectonophysics* 444, 93-110.
- Bergman, S., Stephens, M. B., Andersson, J., Kathol, B. & Bergman, T., 2012: Sveriges berggrund, skala 1:1 miljon: *Sveriges geologiska undersökning K 423*.
- Bildström, L. & Elwebäck, G., 2015: Mineraljakten 2014: *Sveriges geologiska undersökning SGU -rapport 2015:27*, 19.
- Bingen, B., Andersson, J., Söderlund, U. & Möller, C., 2008: The Mesoproterozoic in the Nordic countries: *Episodes* 31, 6.
- Boliden, 2014: Gold product sheet. Hämtad 2017-01-19, från <http://www.boliden.com/Documents/productsheets/Gold%202014.pdf>.
- Borg, G. 2011. *Petrology of akerite (quartzmonzonite) in the Oslo Rift, SE Norway*. (Master Thesis in Geosciences), University of Oslo, Oslo.
- Brander, L. 2011. *The Mesoproterozoic Hallandian event - a region-scale orogenic event in the Fennoscandian Shield*. (Doctoral thesis), University of Gothenburg, Gothenburg. (A138).
- Čečys, A., Bogdanova, S., Janson, C., Bibikova, E. & Kornfält, K.-A., 2002: The Stenshuvud and Tågghusa granitoids: new representatives of Mesoproterozoic magmatism in southern Sweden: *Gff* 124, 149-162. doi: 10.1080/11035890201243149
- Dahlqvist, P., Ladenberger, A., Maxe, L., Jönsson, C., Magnusson, E. & Olander, H. T., 2016: Kartläggning och tolkning av ursprung till höga halter av kadmium och bly i grundvattnet i Maglasäte-Lillasäte, Höörs kommun, Skåne: *Sveriges geologiska undersökning SGU -rapport 2016:02*, 47.
- Erlström, M. & Kornfält, K.-A., 2001: Berggrundskartan 2D Tomelilla NO, skala 1:50 000: *Sveriges geologiska undersökning Af 213*.
- Erlström, M., Sivhed, U., Hugo, W. & Kornfält, K.-A., 2004: Beskrivning till bergkartorna 2D Tomelilla NV, NO, SV, SO 2E Simrishamn NV,

- SV 1D Ystad NV, No 1E Örnahusen NV: *Sveriges geologiska undersökning Af 212-214*.
- Erlström, M., Tomas, S. A., Deeks, N. & Sivhed, U., 1997: Structural and tectonic evolution of the Tornquist Zone and adjacent sedimentary basins in Scania and the southern Baltic Sea area: *Tectonophysics* 271, 191–215.
- Gaál, G. & Sundblad, K., 1990: Metallogeny of gold in the Fennoscandian Shield: *Mineralium Deposita* 25, 104 - 114.
- Halling, J., 2015: Inventering av sprickmineraliseringar i en del av Sorgenfrei-Tornquistzonen, Dalby stenbrott, Skåne: *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet, kandidatarbete, nr 448*, 38.
- Högdahl, K., Andersson, U. B., Eklund, O., Andersson, U. B., Högdahl, K., Gorbatshev, R., Nyström, J.-O., Wikström, A., Sjöström, H., Bergman, S., Ahl, M., Mansfeld, J., Wahlgren, C.-H., Stephens, M. B., Claeson, D. T., Eklund, O., Lundqvist, T., Öhlander, B., Smeds, S.-A. & Sundblad, K., 2004: *The Transscandinavian Igneous Belt (TIB) in Sweden: a review of its character and evolution*. Geological Survey of Finland. 125 sid.
- Jansen, W. & Slaughter, M., 1982: Elemental mapping of minerals by electron microprobe: *American Mineralogist* 67, 521 - 533.
- Knight, J. B., Morison, S. R. & Mortensen, J. K., 1999: The Relationship between Placer Gold Particle Shape, Rimming, and Distance of Fluvial Transport as Exemplified by Gold from the Klondike District, Yukon Territory, Canada: *Economic Geology* 94, 635-648.
- Košler, J., Fonneland, H., Sylvester, P., Tubrett, M. & Pedersen, R.-B., 2002: U–Pb dating of detrital zircons for sediment provenance studies—a comparison of laser ablation ICPMS and SIMS techniques: *Chemical Geology* 182, 605-618.
- Košler, J. & Sylvester, P. J., 2003: Present Trends and the Future of Zircon in Geochronology: Laser Ablation ICPMS: *Reviews in Mineralogy and Geochemistry* 53, 243-275.
- Kulkarni, M. G., Stirk, W. A., Southway, C., Papenfus, H. B., Swart, P. A., Lux, A., Vaculik, M., Martinka, M. & Staden, J. V., 2012: Plant growth regulators enhance gold uptake in *Brassica juncea*: *International Journal of Phytoremediation* 15, 117-126.
- Malmberg, P., K., 2000: Beskrivning till jordartskartan 2D Tomelilla NO *Sveriges geologiska undersökning Af 212 - 215*, 12.
- Möller, C., Andersson, J., Dyck, B. & Antal Lundin, I., 2015: Exhumation of an eclogite terrane as a hot migmatitic nappe, Sveconorwegian orogen: *Lithos* 226, 147 - 168.
- Möller, C., Andersson, J., Lundqvist, J. & Hellström, F., 2007: Linking deformation, migmatite formation and zircon U-Pb geochronology in poly-metamorphic gneisses, Sveconorwegian province, Sweden: *Journal of Metamorphic Geology*, 727 - 750.
- Nilsson, T., 1961: Ravlundafältets geologi: *Skånes natur*, 73 - 106.
- Nordgren, P., 2012: Maringeologiska kartan Geologiska profiler Hanöbukten: *Sveriges geologiska undersökning K 415:2*.
- Petersson, A. 2010. *Zircon U-Pb, Hf and O isotope constraints on the growth versus recycling of continental crust in the Grenville orogen, Ohio, USA*. (Master), Lund University. (265).
- Rådman, J., 2012: Sällsynta jordartsmetaller i tungsand vid Haväng på Österlen: *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet, kandidatarbete, nr 304*, 17.
- Reed, S. J. B., 2005: *Electron Microprobe Analysis and Scanning Electron Microscopy in Geology*. Cambridge University Press.
- SGU, 1985: Stratigrafiskt kontrollerade malmer i fänerozoisk berggrund i Skåne: *Sveriges geologiska undersökning SGU-rapport 1985*, 17.
- SGU, 2009: Mineralmarknaden Tema: Guld: *Sveriges geologiska undersökning periodiska publikationer 2009:4*, 70.
- SGU, 2015: Bergverksstatistik 2014: *Sveriges geologiska undersökning periodiska publikationer 2015:1*, 74.
- SGU, 2017: jordlagerföljd i naturlig skärning ID:KMP132205. Hämtad 2017-1-17 2017, från <http://resource.sgu.se/media/bilder/kartvisare/lagerobs/KMP132205.png>.
- Söderlund, U. & Johansson, L., 2002: A simple way to extract baddeleyite (ZrO₂). : *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 3, 1 - 7.
- Stjernman-Forsberg, L. & Eriksson, J., 2002: Spårelement i mark, grödor och markorganismer - en litteraturstudie: *Naturvårdsverket 5158*, 63.
- Townley, B. K., Héral, G., Maksae, V., Palacios, C., Parseval, P. D., Sepulveda, F., Orellana, R., Rivas, P. & Ulloa, C., 2003: Gold grain morphology and composition as an exploration tool: application to gold exploration in covered areas: *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, 3, 29-38.
- Ulmus, J., Andersson, J. & Moller, C., 2015: Hallandian 1.45 Ga high-temperature metamorphism in Baltica: P-T evolution and SIMS U-Pb zircon ages of aluminous gneisses, SW Sweden: *Precambrian Research* 265, 10-39.
- Wanhainen, C. 2005. *On the origin and evolution of the paleoproterozoic Aitik Cu-Au-Ag Deposit, Northern Sweden*. (Doctoral thesis), Luleå.
- Welin, E., 1980: Tabulation of recalculated radiometric ages published 1960–1979 for rocks and minerals in Sweden: *Gff* 101, 309-320.

Bilaga 1.

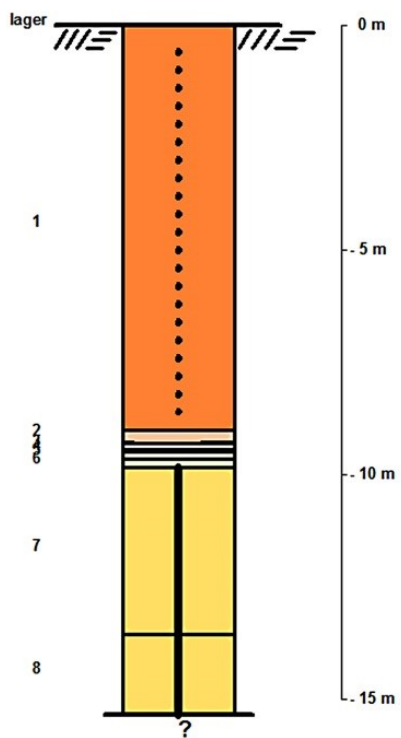
Id: KMP132205

Avslut: i ras massor (öppet avslut)

Observationstyp: naturlig skärning

Koordinater SWEREF 99TM: 6176596, 449375

Nr	Djup(m)	Kornstorlek	Genes
1	0 -9	mellans and	havs-/isjösediment, postglacialt
2	9 -9,3	silt	is havs-/isjösediment
3	9,3 -9,45	diamikt finlera	annat
4	9,45 -9,5	lerig silt	is havs-/isjösediment
5	9,5 -9,65	sand	is havs-/isjösediment
6	9,65 -9,85	siltig sand	is havs-/isjösediment
7	9,85 -13,55	lera	is havs-/isjösediment
8	13,55 -15,35	lera	is havs-/isjösediment



Jordartsprofil över provtagningsplats 2 från SGU (2017).

Tidigare skrifter i serien

”Examensarbeten i Geologi vid Lunds universitet”:

447. Johansson, Ida, 2015: Is there an influence of solar activity on the North Atlantic Oscillation? A literature study of the forcing factors behind the North Atlantic Oscillation. (15 hp)
448. Halling, Jenny, 2015: Inventering av sprickmineraliseringar i en del av Sorgenfrei-Tornquistzonen, Dalby stenbrott, Skåne. (15 hp)
449. Nordas, Johan, 2015: A palynological study across the Ordovician Kinnekulle. (15 hp)
450. Åhlén, Alexandra, 2015: Carbonatites at the Alnö complex, Sweden and along the East African Rift: a literature review. (15 hp)
451. Andersson, Klara, 2015: Undersökning av sluttestsmetodik. (15 hp)
452. Ivarsson, Filip, 2015: Hur bildades Bushveldkomplexet? (15 hp)
453. Glommé, Alexandra, 2015: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ in plagioclase, evidence for a crustal origin of the Hakefjorden Complex, SW Sweden. (45 hp)
454. Kullberg, Sara, 2015: Using Fe-Ti oxides and trace element analysis to determine crystallization sequence of an anorthositic intrusion, Älgön SW Sweden. (45 hp)
455. Gustafsson, Jon, 2015: När började platttektoniken? Bevis för platttektoniska processer i geologisk tid. (15 hp)
456. Bergqvist, Martina, 2015: Kan Ölands grundvatten öka vid en uppdämning av de utgrävda dikena genom strandvallarna på Ölands östkust? (15 hp)
457. Larsson, Emilie, 2015: U-Pb baddeleyite dating of intrusions in the south-easternmost Kaapvaal Craton (South Africa): revealing multiple events of dyke emplacement. (45 hp)
458. Zaman, Patrik, 2015: LiDAR mapping of presumed rock-cored drumlins in the Lake Åsnen area, Småland, South Sweden. (15 hp)
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 facietyper. (15 hp)
472. Fouskopoulos Larsson, Anna, 2016: XRF-studie av sedimentära borrhärdar - 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)



LUNDS UNIVERSITET

Geologiska institutionen
Lunds universitet
Sölvegatan 12, 223 62 Lund