



Stockholm
University

Bachelor Thesis

Degree Project in
Geology 15 hp

Sidobergartsomvandlingar på Utö – mellan Lilla Sillsvik och Stora Sillsvik

Eric Jansson



Stockholm 2019

Department of Geological Sciences
Stockholm University
SE-106 91 Stockholm

Sidobergartsomvandlingar på Utö

- Mellan Lilla Sillsvik och Stora Sillsvik

Eric Jansson

Sammanfattning

Utös berggrund uppkom genom att konvergerande plattor skapade en subduktionzon sydöst om Utö. När den vulkaniska aktiviteten upphörde fortsatte förmodligen plattorna att konvergera, vilket formade de strukturella deformationer och metamorfa processer som uppkommer under bergskedjeutveckling. I rapporten beskrivs sidobergartsomvandling, ådror och sidobergarten (metagråvackan) vid Utö mellan Lilla Sillsvik och Stora Sillsvik. Undersökningen genomfördes genom att analysera ådror, sidobergartsomvandlingar och sidobergart genom fältstudie, insamling av stuffer och *X-Ray Fluorescence (XRF)*-analys. Tunnslipsanalys av stuffer och litteraturstudie av tidigare rapporter om Utö och sidobergartsomvandlingar utfördes vid Stockholms Universitet. Fältarbete, tunnslipsanalys och litteraturstudie visade att sidobergartsomvandlingen gjort att kalium och kisel urlakats från sidobergarten till ådra. Kalcium tillfördes från ådrorna för att producera området av sidobergartsomvandling och potentiellt har även järn och magnesium tillkommit. I tunnslipsanalysen av sidobergartsomvandlingen visar frånvaron av kalcit att ingen koldioxid tillsattes från fluiden. Metagråvackan har genomgått metasomatos och producerat en berggrund av skarn. Denna studie är unik eftersom ingen fältstudie genomförts av denna sidobergartsomvandling.

Nyckelord

Utö, subduktionzon, metamorfa, stuffer, metagråvacka, bergskedjeutveckling, ådror, sidobergart sidobergartsomvandling, XRF, tunnslipsanalys, metasomatos och skarn

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	0
Nyckelord.....	0
Innehållsförteckning	1
Introduktion.....	2
Syftet	2
Metamorfos	2
Sidobergartsomvandling.....	2
In situ eller extern fluid	3
Geologisk bakgrund för Utö.....	3
Malmer i sidobergartsomvandling och malmer på Utö.....	4
Metod.....	4
Fältundersökning	4
Petrografi.....	5
XRF-provtagning.....	5
Fältbeskrivning av området	6
Resultat	6
Fältbeskrivning av området	6
XRF data	6
Tunnslipsanalys	9
Punkträkningar.....	12
Diskussion.....	14
Slutsats	15
Referenser	16
Bilagor.....	18

Introduktion

Syftet

Avsikten med denna rapport var att undersöka sidobergartsomvandlingen av metagråvackan vid Utö mellan Lilla Sillsvik och Stora Sillsvik, se figur 2, samt att förstå om bergarten genomgått enbart volatilitutbyten eller om metasomatiskt utbyte ägt rum. Det undersöktes om bergartsomvandling i sidobergarten skett in situ eller om fluider innehållande annan kemisk uppsättning tillförts till bergarten och om koldioxid eller andra volatiler tillförts. Undersökningen genomfördes genom att analysera ådror och sidobergartsomvandlingar på plats och genom tunnslipsanalys och *X-Ray Fluorescence*-analys. Litteraturstudie av tidigare rapporter om Utö och sidobergartsomvandlingar utfördes för att få ett helhetsperspektiv av de processer som pågått inom området. Omvandlingar relaterade till fluider är intressant att studera eftersom dessa sidobergartsomvandlingar visats innehålla stora mängder av malmer såsom guld, silver och andra malmer som är av stort intresse för gruvindustrin (Robert och Kelly, 1987). Dessutom är denna studie unik eftersom ingen annan rapport analyserat just detta område för sidobergartsomvandling.

Metamorfos

Ordet metamorfos betyder förvandling och kommer från det grekiska ordet *metamórfosis*. Metamorfos är en process där en bergart genomgått textur och/eller mineralogiska förändringar. Det är en process där bergarter kan omkristallisera, mekaniskt deformeras, stukturförändras, texturförändras och/eller den mineralogiska uppsättningen ändras. Ursprunget till en metamorf bergart kan vara en metamorf, sedimentär eller magmatisk bergart och anges som protolit. (Winter, 2010).

Metamorfostyp benämner den process genom vilken den metamorfa bergarten uppkommit. Enligt Winter (2010) kan man ange fem olika förlopp som producerar en metamorf bergart och de delas in i regional-, kontakt-, hydrotermal-, förkastningszon- och impakt- eller chockmetamorfos. Regional metamorfos kan leda till nedsänkning-, havsbotten- och orogenesmetamorfos. För att ange om en bergart genomgått någon av dessa metamorfostyper kan man se till den metamorfa facies som bergarten innehar. Enligt Barrow 1912 och 1893 har regional metamorfos pågått då en bergart innehåller en mineraluppsättning av grönskiffer(låggradig), amfibolit(intermediär) eller granulit(höggradig). Ifall kontaktmetamorfos inträffat återges vanligen hornfelsfacies, vilket uppkommer under lägre tryckförhållanden än dem för regionalmetamorfos (Winter, 2010).

Indexmineral kan ange om det skett låggradig, intermediär och höggradig metamorfos och dessa mineraler är klorit, biotit, granater, staurolit, kyanit och/eller sillimanit. Om exempelvis klorit uppkommer är detta en låggradig metamorfos medan om en sillimanit uppkommer är detta en höggradig metamorfos (Winter, 2010).

Genom att studera olika texturella, mineralogiska och kemiska förändringar för bergarter kan man bestämma om omvandling skett under proggrad-, pik-, och/eller retrograd metamorfos (Winter, 2010).

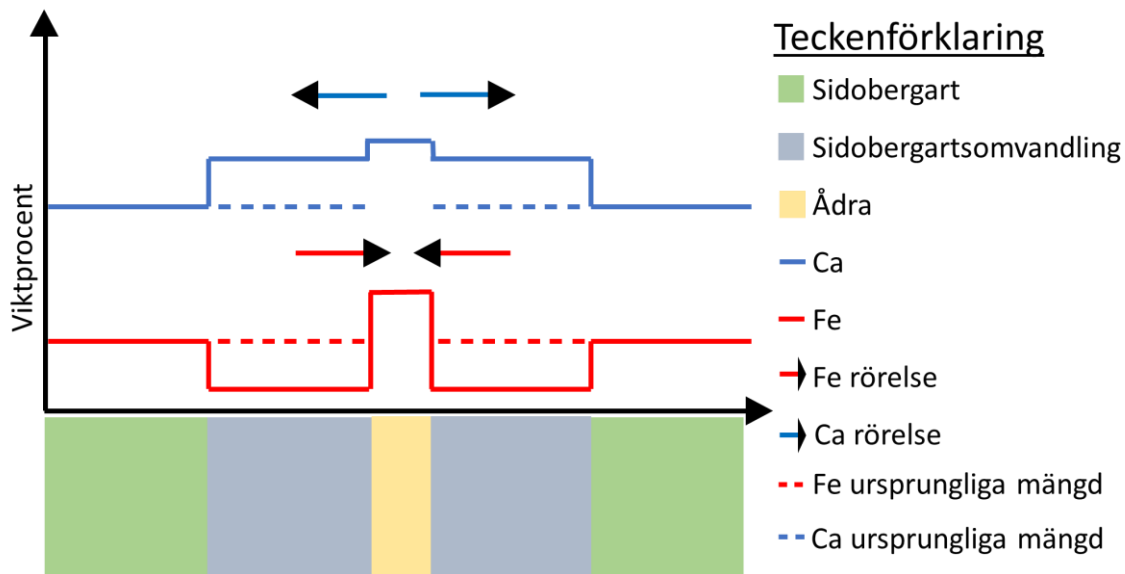
Sidobergartsomvandling

Sidobergartsomvandling uppkommer när metamorfa fluider reagerar med den omgivande sidobergarten för att bilda ett område av omvandling. Ifall huvudgrundämnen utbytes eller tillsätts kallas den omvandlingen för metasomatos. Graden för omvandlingen baseras på vilken temperatur och tryck som omvandlingen sker vid, samt fluidens och sidobergarts kemiska sammansättningar, tillsammans med ration mellan fluid och sidobergart (Robb, 2005). Vanliga sidobergartsomvandlingar är hydrering/dehydrering i mineraler och hydrolys som ypperst sker i silikater. Andra utbyten är dem av alkali och alkaliska-jordartsmetallers genom metasomatos. Karbonatisering och dekarbonatisering anger om det skett tillförsel respektive avsättning av koldioxid till mineraler, vilket kan ses om

exempelvis kalcit är närvarande i sidobergartsomvandlingen. Metamorfa fluider kan leda till silificering, sulfidering och olika redoxreaktioner i mineraler (Guilbert och Park, 1986).

In situ eller extern fluid

För att bestämma om fluid tillkommit utifrån eller om den uppkommit in situ kan man se till sidobergartens kemiska sammansättning och jämföra den med den av sidobergartsomvandlingen, se figur 1. Ifall kvantiteten av ett grundämne är större i sidobergartsomvandlingen än den för sidobergarterna måste detta grundämne tillkommit utifrån och därför kan inte fluiden bildats in situ, vilket figur 1 påvisar.



Figur 1. Bilden visar hur man kan bestämma ifall en fluid tillkommit externt eller ifall den uppkommit in situ genom att jämföra grundämnesinnehåll i sidobergart och sidobergartsomvandling. Bilden är konstruerad i PowerPoint av Eric Jansson.

Geologisk bakgrund för Utö

Utös berggrund är en del av det område som påverkats av den *svokokarelska* orogenesisen under geologiska eran av paleoproterozoikum och är därför en del av den Svekokarelska provinsen. Svekokarelska provinsen delas ofta in i två delar, den *svkofenniska* och den *karelsk-lapponiska*. Den svkofenniska delprovinsen av ytbergarter delas upp i den södra, mellersta och norra där Utö tillhör den södra svkofenniska delprovinsen (Lundqvist et al, 2011). Utös berggrund är likaså en delregion som heter Bergslagen från ordet "bergslag" vilket är ett gammalt juridiskt begrepp för en region som innehade gruvrättigheter (Talbot, 2008).

Den största delen av Utös berggrund formades för cirka 1,9 Ga genom att konvergerande plattor skapade en subduktionzon sydöst om Utö. Den del av Utö som instiftar denna region innehåller vulkaniska och sedimentära bergarter. Dessa kom sedermera att introduceras av granitoidådror, vilken nästintill kom samtidigt som den vulkaniska bergarten. När sedermera den vulkaniska aktiviteten upphörde fortsatte förmodligen plattorna att konvergera, vilket skapade de strukturella deformationer och metamorfa processer som skapades ur bergskedjeutveckling som skedde mellan 1,86–1,84 Ga (Talbot, 2008).

Enligt Allen et al, (1996) är den övergripande stratigrafin för Utö enligt följande uppsättning; med gråvacka och turbidit som äldst med överliggande metavulkanit av ryolit. Över detta lagret ligger karbonatformationen och över detta ligger Utös bandade järnmalm.

Gråvackan är av två typer på Utö, den ena deponerades långt ner vid en brant, djupgrav, djuphavsslätt eller andra processer som ger upphov till en slamström och i sin tur till en graderad turbidit. Den andra består av tunnare lager av sand och siltig lera som ackumulerades på shelfen (Talbot, 2008).

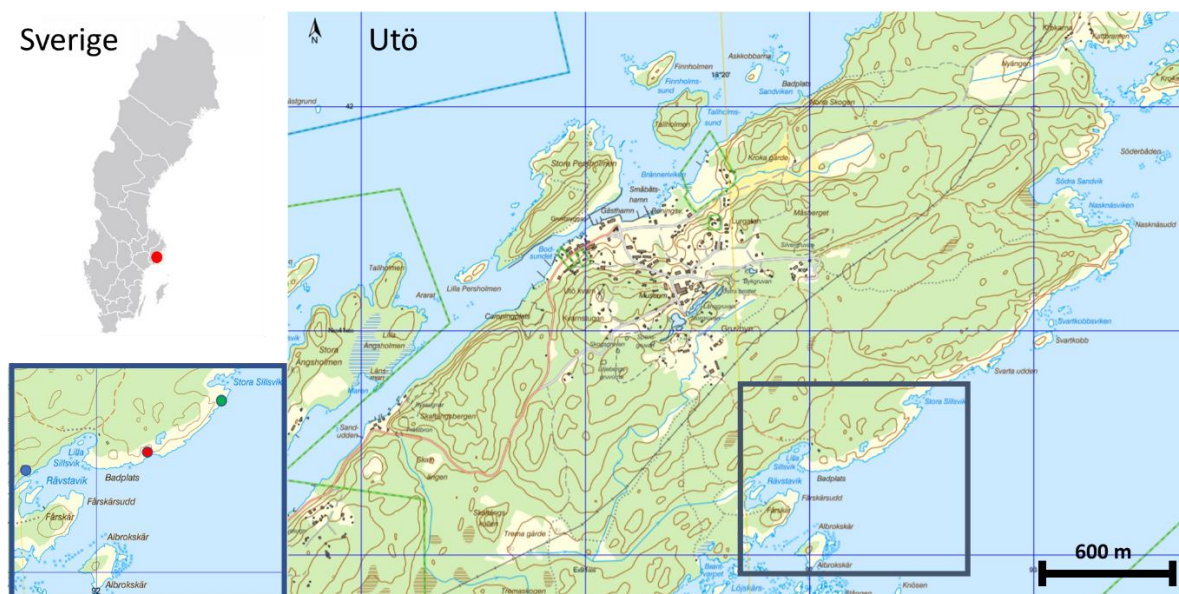
Zonering av andalusit, kordierit och granater återfinns i gråvackan, vilken är en följd av tektoniska händelser som gav upphov till två tillväxtfaser. Parallell riktning för vissa amfiboliter i förhållande till varandra och även foliation uppvisas, vilket är ett tecken på syntektonisk tillväxt (Talbot, 2008).

Rävstavik ligger där denna rapport har sitt fokus och ligger på Utös syd östsida, vilket går att se på kartan i figur 2 där den röda pricken i rutan till vänster visar studieområdet för denna rapport. Den består till största del av sandig gråvacka som blivit metamorfiserad av olika tryck och temperatur. Den metamorfa berggrunden är till största delen välbevarad och exponerad. Vidare är även kvartsådror med pygmatitveckning synlig vid Rävstavik, vilket innebär att deformation vid lokalen är ganska stor (Talbot, 2008).

Malmer i sidobergartsomvandling och malmer på Utö

Den vanligaste formen av oxider inom Bergslagen är järnmalm och är förknippad med mangan som återfinns i kristallina karbonater och skarn. Vid vissa lokaler inom Bergslagen återfinns sulfider och mer ovanliga grundämnen såsom guld, silver, uran och volfram med mera (Lundqvist et al, 2011).

Malmerna som återfinns på Utö är av bandad järnmalm och sulfider bestående av bly, zink och silver. Sulfiderna vid Utö räknas till den grupp av malmer som brukas anges som skarnmalmerna (Magnusson, 1944). Inom den bandade järnmalmen återfinns hematit och magnetit (Jonsson, 1996).



Figur 2. Denna karta visar var i fält denna undersökning utfördes där den röda pricken i lilla bilden till vänster avser rapportens undersökningsområde. Den blå pricken visar undersökningsområdet som studerades av Samuel Sköldbom och den gröna pricken visar området som undersöktes av Alexander Wallén. Figuren är modulerad i PowerPoint utifrån en karta producerad av Lantmäteriet (<http://www.lantmateriet.se/kartutskrift>, hämtad 2019-02-26. Skalan är i 1:10 000 utifrån SWEREF 99 TM och RH. 2000

Metod

Fältundersökning

Den 6 april genomfördes den första resan till Utö tillsammans med handledare, Alasdair Skelton, professor i geokemi och petrologi, för att undersöka området vilket skulle studeras för denna rapport. För att ta sig till Utö användes kollektivtrafik till Årsta brygga och därifrån användes båt i linjetrafik

för att ta sig till Utö Gruvbrygga. På detta sett utfördes alla exkursioner till Utö. Det var också under denna exkursion som området för denna rapport blev tilldelad.

Petrografi

Den 9 april utfördes en resa till Utö för att samla stuffer till tunnslipsberskärning. Vid lokalen på undersöktes noga ådra, sidobergart och sidobergartsomvandling. Därefter analyserades var man bäst kunde utvinna stuffer utan att skada området allt för mycket. Stufferna togs från fem olika punkter med hjälp av slägga och kil, därefter togs de med till Stockholms universitet för vidare förberedelser. Vid Stockholms universitet beskars stufferna ner till lämplig storlek med ett diamantförsett sågblad till mindre prover tillsammans och med handledning av Alasdair Skelton. Detta utfördes för att proverna sedermera skulle skickas till *Vancouver Petrographics LTD, Kanada*, vilka skar ner proverna till tunnslip. När tunnslipen anlände till Stockholms Universitet påbörjades en petrografisk analys med hjälp av Leica DMLSP mikroskop. Där undersöktes reaktionstexturer och mineral identifierades för att få en överblick av tunnslipen innehåll.

För att få en bättre överblick av tunnslipen användes ett punkberäkningsmikroskop vid Stockholms universitet av modellen Leica DMLSP med programmet PeltonPointCounter9. Mellan varje mätning ställdes det in ett mellanrum på 0,3 mm. För att identifiera var ådra, sidobergartsomvandling och sidobergart var, utfördes en punktberäkning av respektive fem tunnslip med 500 mätningar för vardera. Detta utfördes genom att gå från den ena sidan till den andra i tunnslipet och på så vis fick man fram en procenthalt av alla mineraler i vardera tunnslipen. Därefter undersöktes sidobergartens och sedermera sidobergsomvandlingens mineraluppsättning. Ådran gick ej att identifiera i tunnslipen som analyserades.

För att få en bra bild av alla fem tunnslip skannades de med Nikon SuperCoolScan9000 både i korspolariserat ljus (XPL) och planpolariserat ljus (PPL). Resterande bilder togs med hjälp av en mobilkamera från en Samsung Galaxy A3 i mikroskop av modellen Leica DMLSP.

XRF-provtagning

Den 17 april gjordes fältundersökning på Utö (figur 2) med en portabel XRF (XRF (port)) av modellen *Delta X Professional* som lånades av Stockholms Universitet. XRF står för *X-Ray Fluorescence* på engelska, vilket på svenska betyder röntgenfluorescens. I XRF (port) finns det ett röntgenrör som joniserad strålning produceras inuti. Den joniserade strålningen riktas sedan mot materialet som ska mätas och därefter slås elektronerna i atomerna för materielat ut genom att den joniserade strålningen träffar materialet. Atomskalen i atomerna med de förlorade elektronerna börjar sedan att fyllas med elektroner inifrån och utåt. Energin som frigörs när elektronrörelsen sker är specifik för vardera atom och det är denna energin som mäts av en detektor på XRF: en. Energin som mäts kan läsas av manuellt eller att XRF: en automatisk anger den procentuella vikten av vardera atom (grundämne) (XRF, 2019). Grundämnena anges i viktprocent där alla ämnen som är tyngre än magnesium mäts, resterande anges som *light elements* (LE) som är lätta grundämnena.

I fält utfördes fyra mätningar av ådra, sidobergartsomvandling och sidobergart över fyra olika områden med XRF (port) direkt på exponerade ytor. På tre av områdena gjordes 24 mätningar med 2,5 mm mellanrum och på ett område utfördes 37 mätningar med 2,5 mm mellanrum. För denna rapport angavs bara de ämnen som visades vara över 1 %, förutom kalium som även mättes under 1 % över hela mätområdena. Detta utfördes för att se skillnaderna över var ådra, sidobergartsomvandling och sidobergart troddes vara. Resultatet av denna XRF-mätningen går att se i figur 4 och 5.

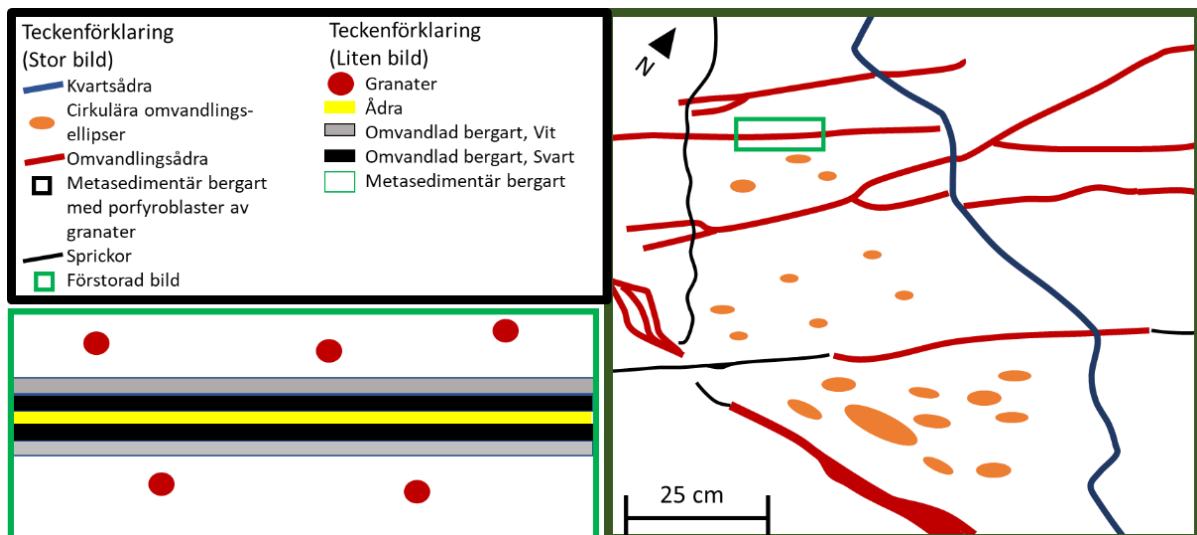
Fältberskrivning av området

Den 17 april ritades en överblickande bild av området och det togs även bilder från området så att ett helhetsperspektiv över området kunde etableras och annoteras till rapporten. Skalan av området mättes upp utifrån karta och linjal tillsammans med storleken på de olika formationerna. Riktningen för de olika ådrorna och alterationerna mättes noga med hjälp av kompass-klinometer och karta.

Resultat

Fältbeskrivning av området

Utifrån fältobservationer den 17 april ansågs sidobergsten i fält vara en grå bergart med stora kristaller av granater i varierande storlek på cirka 1 till 5 mm. I figur 3 nedan visas en illustration konstruerad i PowerPoint utav en fältskiss som gjordes i fält för att få en överblick av området som skulle undersökas. Den visar att kvartsådra och sprickor bryter genom alla andra formationer. De röda omvandlings ådrorna i figur 3 i den stora bilden som är förstörd i den lilla bilden är de som sedermera kom att analyseras med hjälp av petrografisk analys och XRF analys. Utifrån figur 3 visas det att sprickor bildas där omvandlingsådror slutar. De cirkulära omvandlingselipserna följer omvandlingsådrornas riktning. Omvandlingsådrorna följer ungefär samma riktning vilket är åt nordöst.

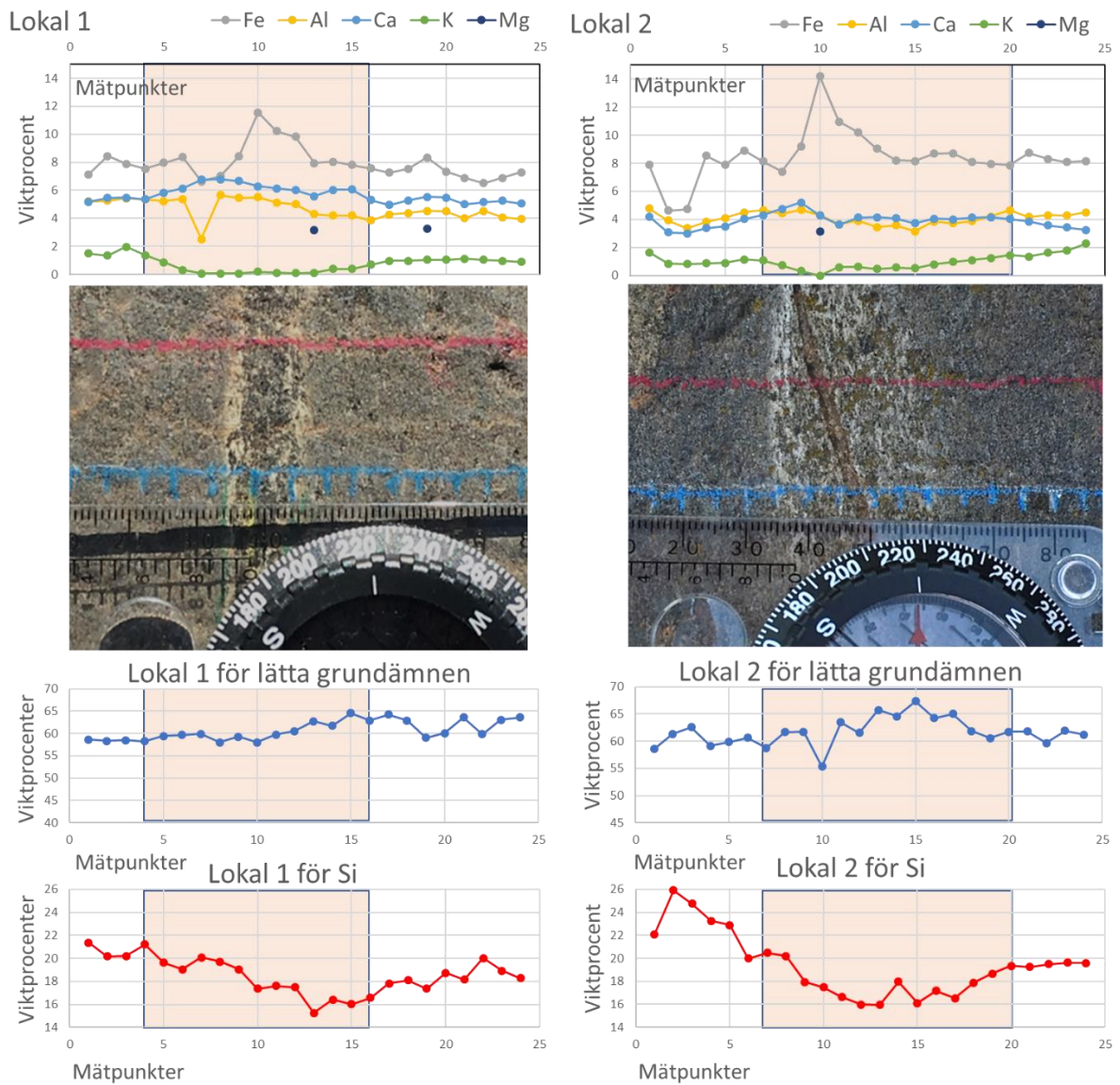


Figur 3. Bilden är en illustration konstruerad i PowerPoint utav en fältskiss som gjordes i fält. Fältskissen i fält gjordes av Eric Jansson och illustrationen i PowerPoint gjordes av Eric Jansson. Originalbild för denna fältberskrivning finns i bilagor, se figur 14.

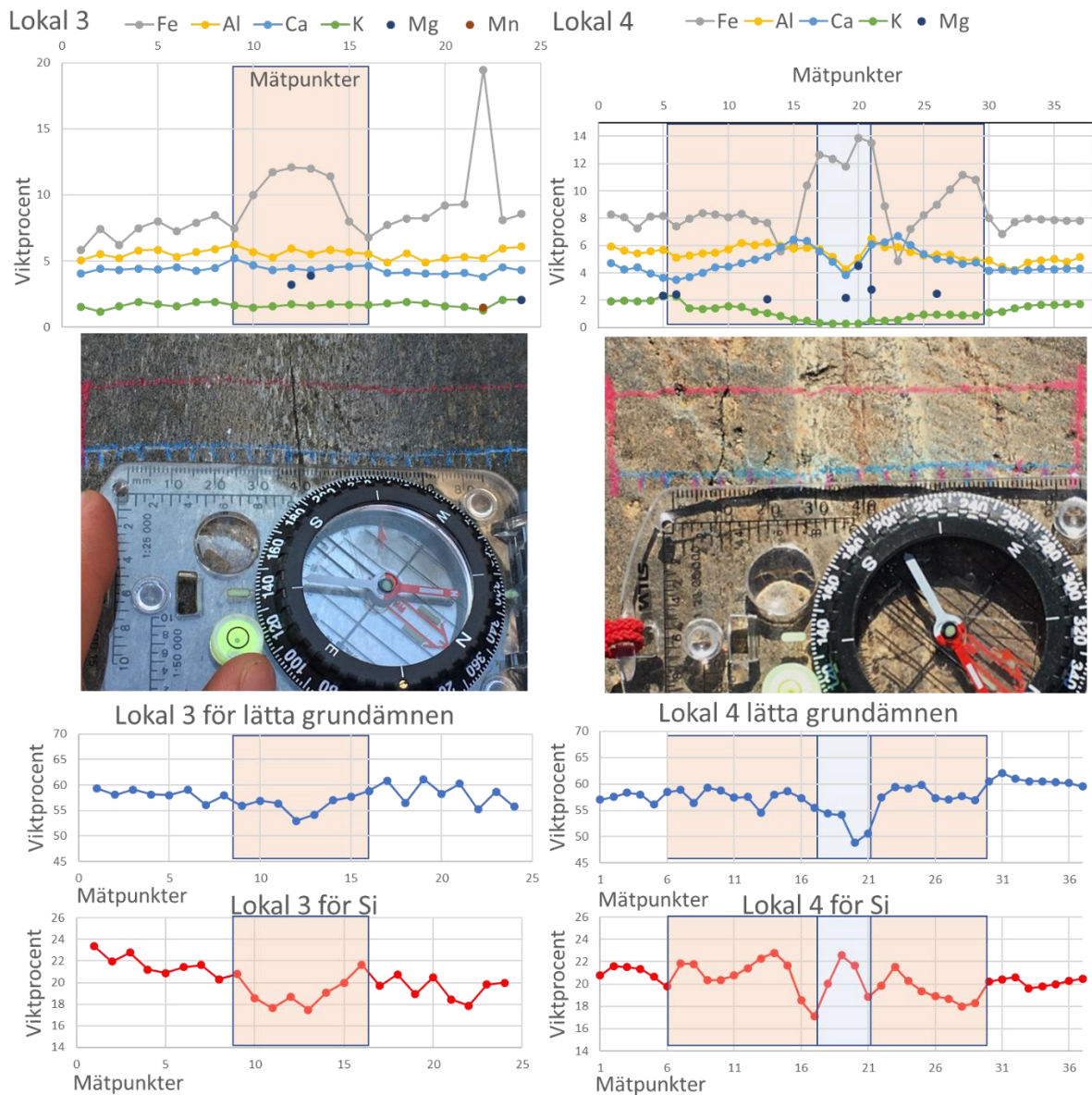
XRF data

Nedan i figur 4 och 5 visas den data som samlades in i fält med hjälp av XRF (port) den 17 april. Bilderna för vardera lokal ligger jämsides med diagrammen så att ett fältperspektiv kan ses för området. I tabell 1 visas trenden för grundämnen i vardera lokal utifrån mätningar som utfördes med XRF (port), ifall de ökar eller minskar i viktprocent när man jämför sidobergsten, sidobergartsomvandling och ådra vid respektive lokal. Bilder tagna i fält till figur 4 och 5 över respektive område visar att omvandlingszonen är först vita i sin färg och mörkare intill mitten med en ådra som löper igenom. Detta går även att se i illustrationen för området i figur 3. För alla lokaler förutom vid lokal 1 återfinns magnesium i den centrala delen av sidobergartsomvandlingen, se figur 4 och 5. Noggrannheten för XRF (port) och alla mätpunkter utföra går att se bilagorna medförda i rapporten. Noggrannheten för mätningen var stor med XRF (port) med bara enstaka felmarginaler över 0, 3 procent. Detta gjorde att felstaplar ej syntes i diagrammen ifall man inte gjorde de mindre tydligare, vilket går att se i bilagor och därför visas ej felstaplar i figur 4 och 5. Diagram med felstaplar

för alla lokaler återfinns som figur 16 och 17 inom bilagor, tillsammans med tabell 5, 6, 7 och 8 som återger noggrannheten i tabellform i bilagor.



Figur 4. Diagrammen visar de två områden som undersöktes i fält med XRF (port) den 17 april. Den visar två olika lokaler, lokal 1 och 2. Båda områden är från det utmärkta området i figur 1 med röd prick. De utritade röda sträcken i bilderna visar området som analyserades ute i fält med kompass som skala bredvid. Området för sidobergartomvandling är skuggat i rosa. Diagram med felstaplar är givna i bilagor, se figur 16 och även tabell 5 och 6 som visar noggrannheten för grundämnen i viktprocent för lokal 1 och 2.



Figur 5. Diagrammen visar de två områden som undersöktes i fält med XRF (port) den 17 april. Den visar två olika lokaler, lokal 3 och 4. Båda områden är från det utmärkta området i figur 1 med röd prick. De utritade röda sträckan i bilderna visar området som analyserades ute i fält med kompass som skala bredvid. Området för sidobergartsomvandling är skuggat i rosa och venen i lokal fyra är skuggad i blå färg. Diagram med felstaplar är givna i bilagor, se figur 17 och även tabell 7 och 8 som visar noggrannheten för grundämnen i viktprocent.

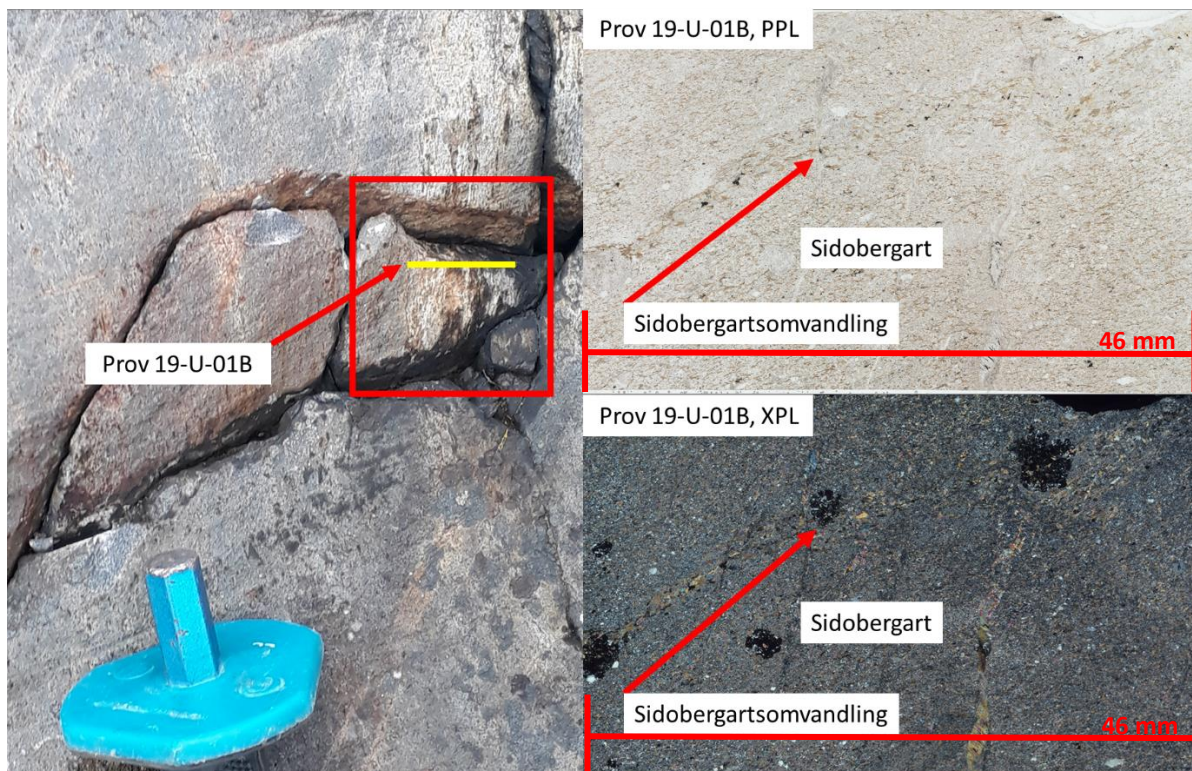
Tabell 1. Denna tabell visar trenden för grundämnen i vardera lokal (utifrån mätningar från XRF (port)), ifall de ökar eller minskar i viktprocent när man jämför med sidobergarten vid lokalen. De lätta grundämnena är angivna som Le.

Zon för XRF	Lokal 1	Lokal 2	Lokal 3	Lokal 4
Ådra	Fe+	Fe+, Mg+, K-, Le-	Mg+, Si+	Mg+, Fe-, Al-Ca-, Le-, Si+
Sidobergartsomvandling	Ca+, Fe+, Si-K-	Ca+, Fe+, K-, Si-	Fe+, Si-	Ca+, Fe- Fe+, Si-

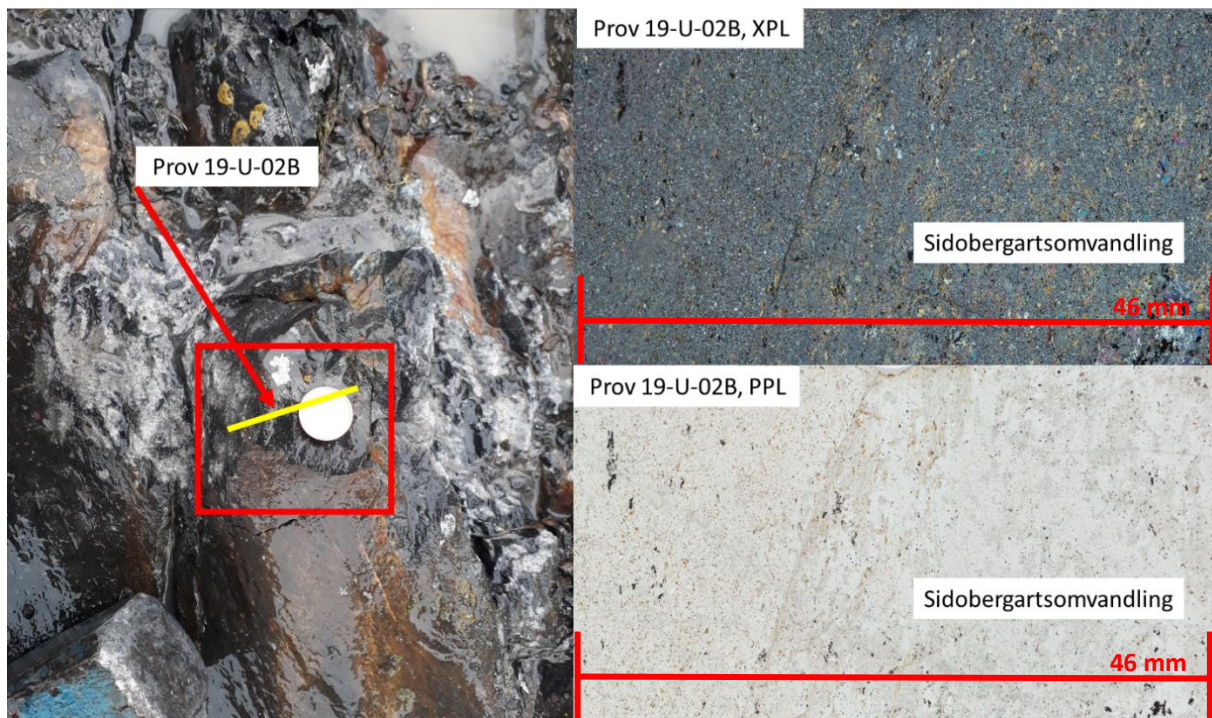
Tunnslipsanalys

Figur 6, 7, 8, 9 och 10 visar var stuffer och tunnslip utvanns ifrån, tillsammans med bild av vardera av tunnslip i XPL och PPL. Genom dessa stuffer utvanns 5 tunnslip vid namn 19-U-01B, 19-U-02B, 19-U-03B, 19-U-04B och 19-U-05B som går att se i figur 6, 7, 8, 9 och 10.

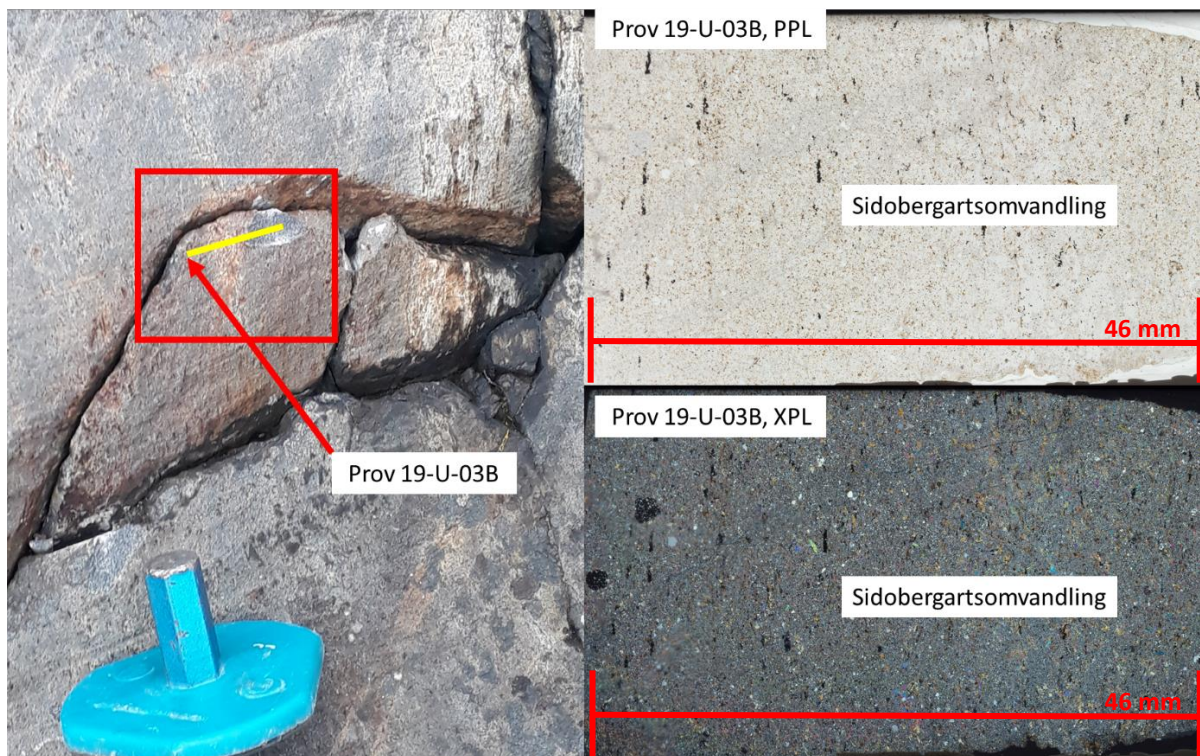
Tunnslipen visade tydligt att bergarten innehade en föredragen mineralorientering men orienteringen orientering var inte tydlig i områden för sidobergartsomvandling. Bergarten visades för alla tunnslip innehålla cirka 50 procent kvarts förutom tunnslip 19-U01B som visade sig innehålla mest sidobergartsomvandling. Aktinolit var förekommande igenom alla tunnslip och ofta återfanns dem i den riktning som bergartens mineralorientering innehade, vilket går att se i figur 7, 8 och 9. Den petrografiska analysen visade att alla tunnslip innehöll sercitomvandling. Granater var förekommande i alla tunnslip i form av porfyroblaster som går att se tydligt i figur 8 och 9. Anledningen till att dessa inte uppkom när man gjorde punkträkning i mikroskop var att man inte alltid träffade dessa eftersom man sträckvis gick igenom tunnslipet. Sercitomvandling var förekommande genom alla tunnslip. Inom zonen för sidobergartsomvandling återfanns epidoter, opaker, aktinolit, biotit och även kvarts vilket går att se i figur 11.



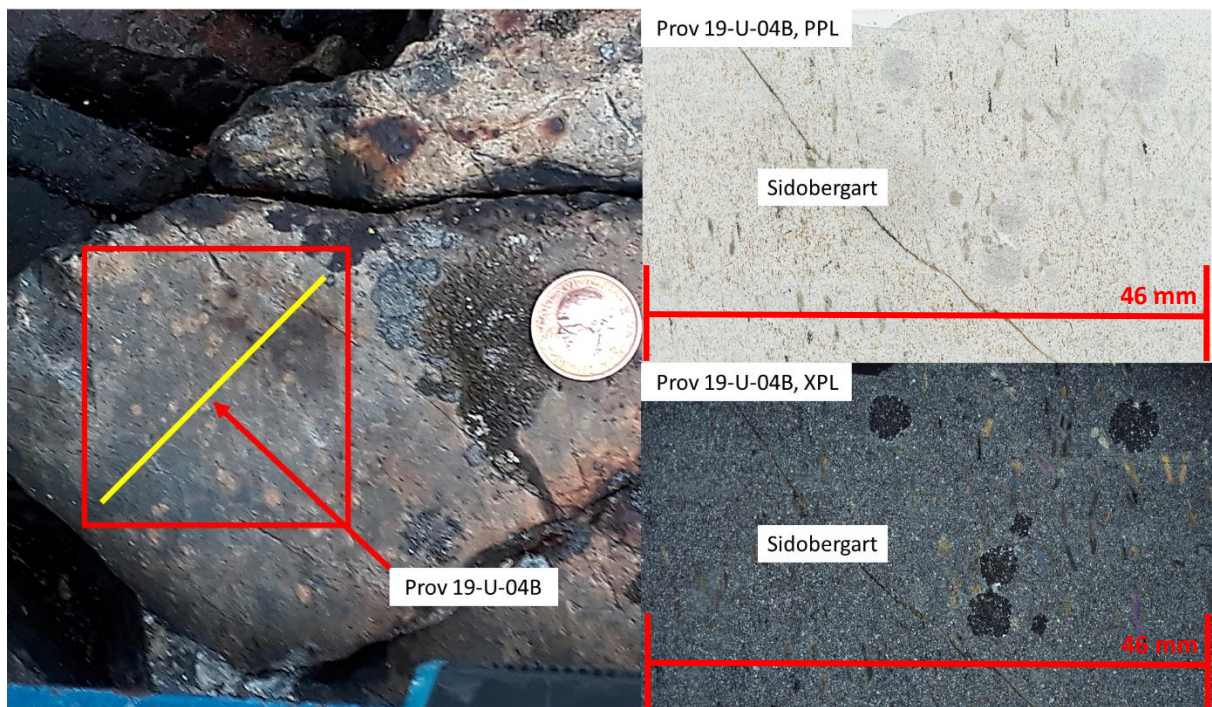
Figur 6. Bilden visar den stuff som togs i fält och det tunnslipet som gjordes av den och även en bild av tunnslipet i XPL och PPL. Tunnslipet är angivet som 19-U-01B och vad som är angett som sidobergart och sidobergartsomvandling 19-U-01B inom tunnslipet i XPL och PPL.



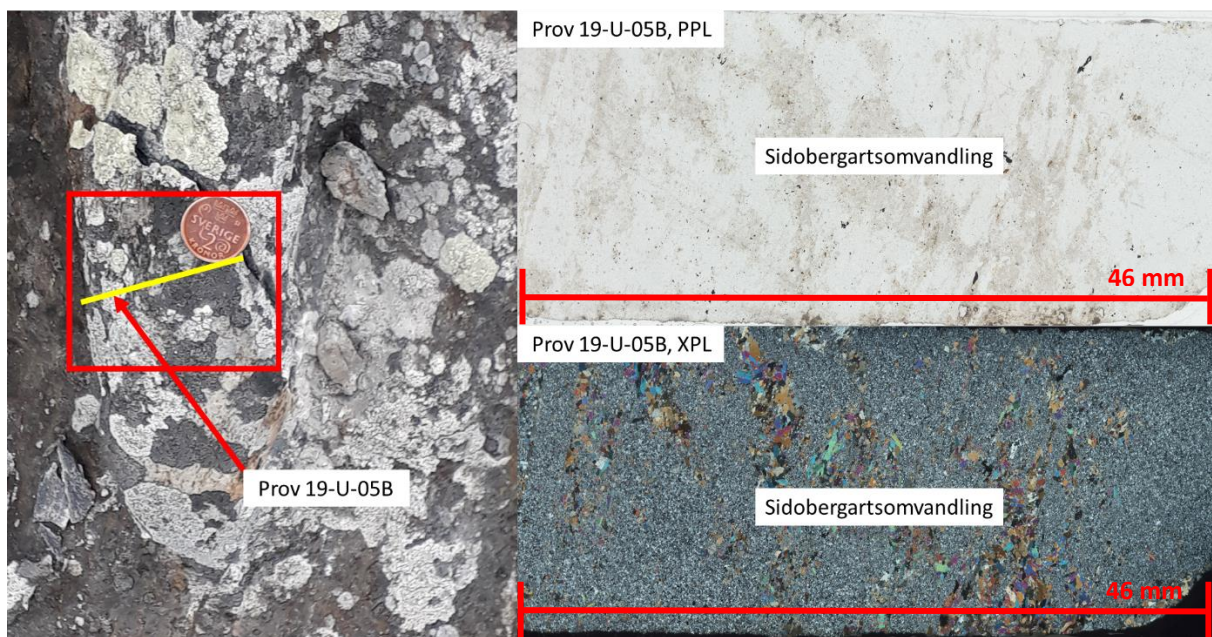
Figur 7. Bilden visar den stuff som togs i fält och det tunnslipet som gjordes av den och även en bild av tunnslipet i XPL och PPL. Tunnslipet är angivet som 19-U-02B och vad som är angett som sidobergartsomvandling inom tunnslipet i XPL och PPL.



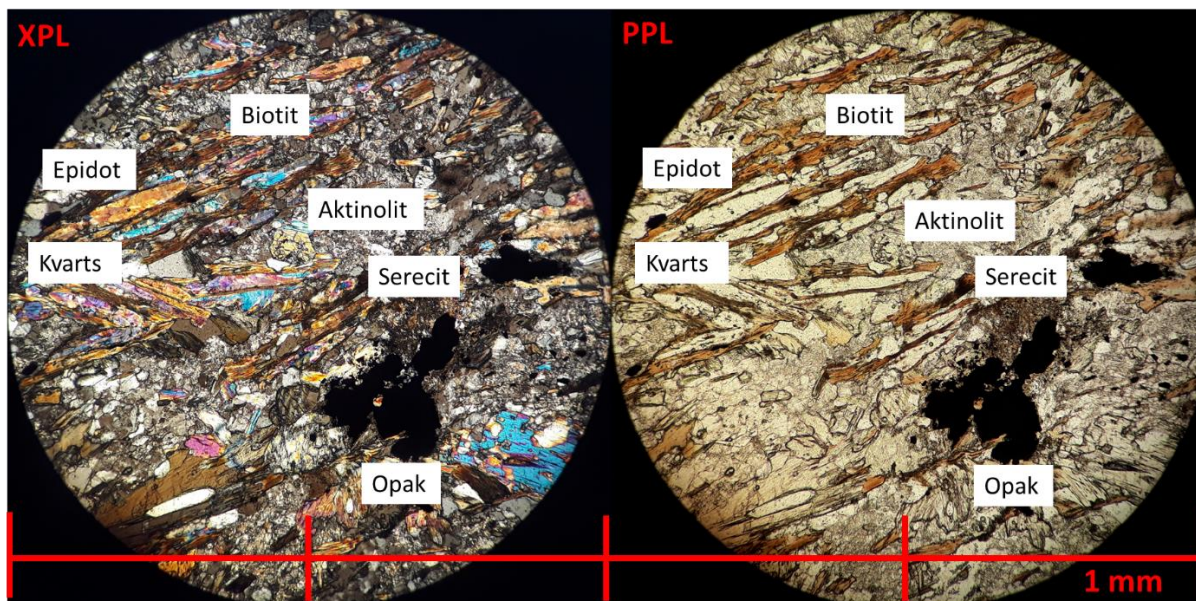
Figur 8. Bilden visar den stuff som togs i fält och det tunnslipet som gjordes av den och även en bild av tunnslipet i XPL och PPL. Tunnslipet är angivet som 19-U-03B och vad som är angett som sidobergartsomvandling inom tunnslipet i XPL och PPL.



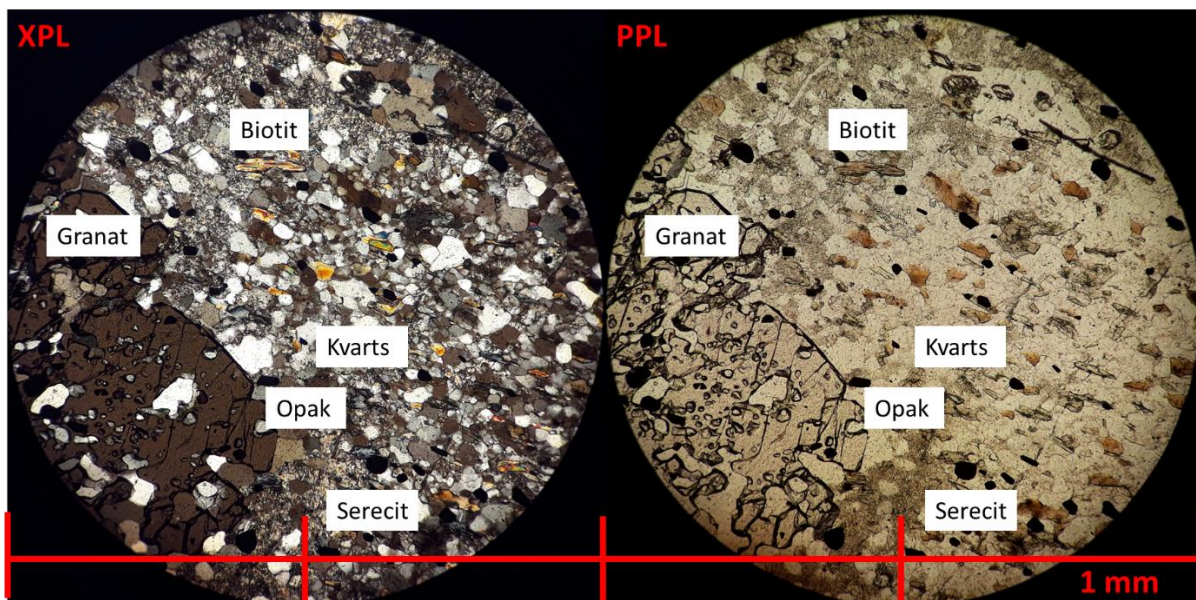
Figur 9. Bilden visar den stuff som togs i fält och det tunnslipet som gjordes av den och även en bild av tunnslipet i XPL och PPL. Tunnslipet är angivet som 19-U-04B och vad som är angett som sidobergart inom tunnslipet i XPL och PPL.



Figur 10. Bilden visar den stuff som togs i fält och det tunnslipet som gjordes av den och även en bild av tunnslipet i XPL och PPL. Tunnslipet är angivet som 19-U-05B och vad som är angett som sidobergartsomvandling inom tunnslipet i XPL och PPL.



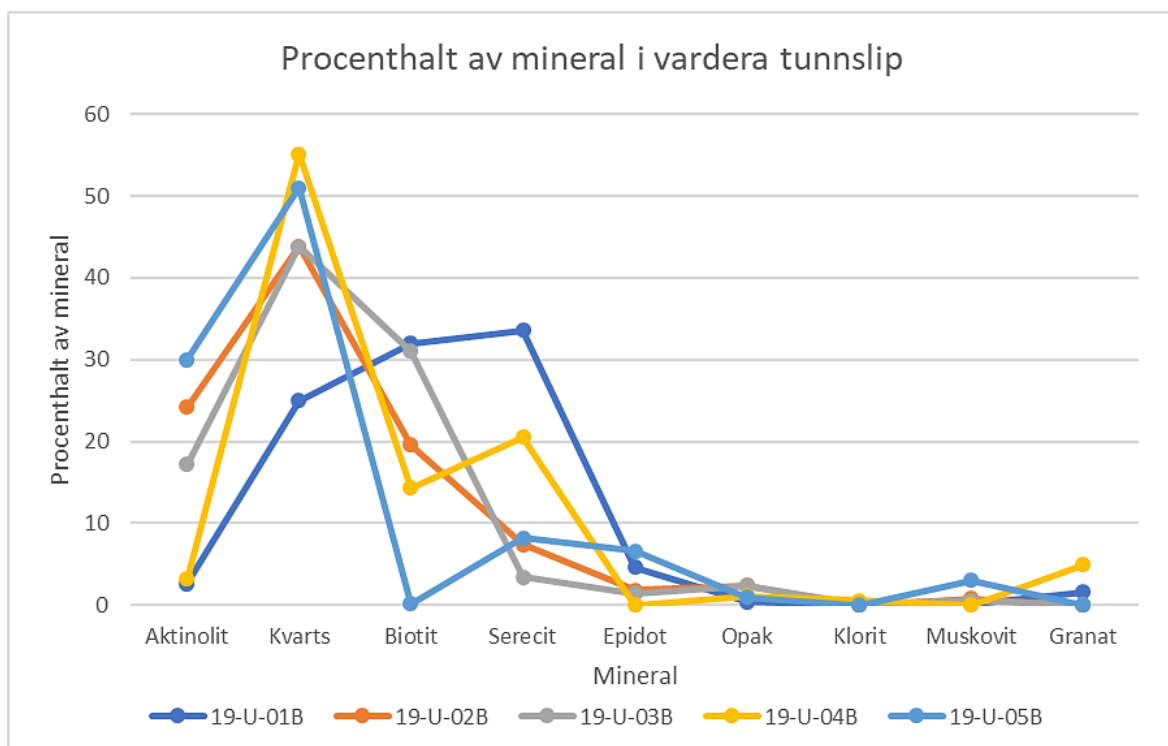
Figur 11. Denna bild visar sidoberartsomvandling för tunnslip 19-U-01B i XPL och PPL, se figur 6.



Figur 12. Denna bild visar sidobergart för tunnslip 19-U-04B i XPL och PPL, se figur 9.

Punkträkningar

I figur 13 och tabell 2 visas tunnslipens mineraluppsättning i procent utifrån 500 punkträkningar i vardera tunnslip. Denna tabell visar att tunnslip 19-U-04B innehöll minst hydrerade mineraler och mest kvarts utav alla fem tunnslip. Figur 14 visar skillnaden mellan sidobergartsomvandling i 19-U-01B och sidobergartens i 19-U-04B mineraluppsättning utförda genom punkträkning för respektive tunnslip. Aktinoliter och epidoter är större i antal i sidobergartsomvandlingen än vad den är sidobergarten, vilket går att se i figur 14. Serecitceringen skiljer inte markant mellan sidobergarten och sidobergartsomvandlingen för tunnslipen. I tabell 3 och 4 visas punkträkningens noggrannhet för figur 13 och figur 14 utifrån ekvation given av Van der Plas et al. 1965, för att ge en bättre uppskattning av resultatet.



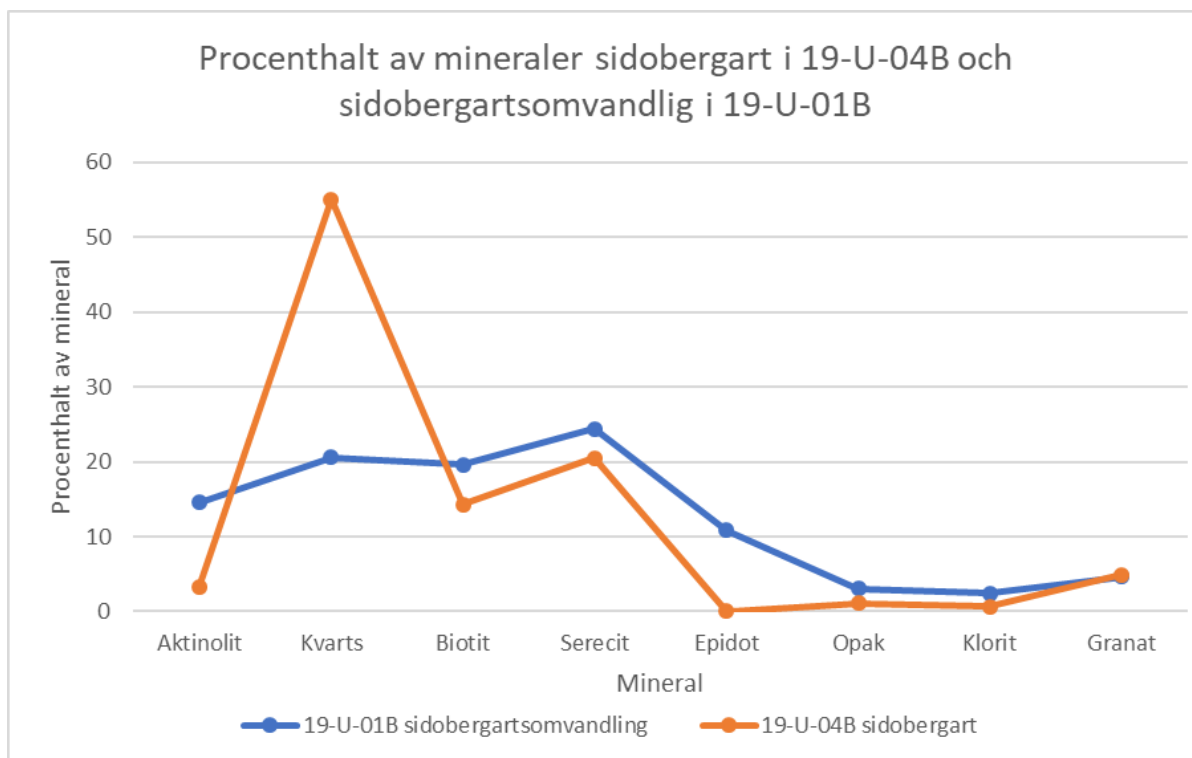
Figur 13. Diagrammet visar skillnaden i mineraluppsättning i procenthalt för alla tunnslip, utifrån 500 punkträkningar genom vardera tunnslip 19-U-01B, 19-U-02B, 19-U-03B, 19-U-04B och 19-U-05B.

Tabell 2. Denna visar tunnslipens mineraluppsättning som gjordes för vardera stuff från området. Beräkningen gjordes utav 500 mätningar med punktberäkning i alla fem tunnslip.

Tunnslip	Procenthalt av mineral i vardera av tunnslipen								
	Aktinolit	Kvarts	Biotit	Serecit	Epidot	Opak	Klorit	Muskovit	Granat
19-U-01B	2,6	25	32	33,6	4,6	0,4	0	0,2	1,6
19-U-02B	24,2	43,8	19,6	7,4	1,8	2,4	0	0,8	0
19-U-03B	17,2	43,8	31	3,4	1,4	2,4	0,2	0,6	0
19-U-04B	3,2	55,1	14,3	20,5	0	1,1	0,6	0	4,9
19-U-05B	30	51	0,2	8,2	6,6	1	0	3	0

Tabell 3. Denna tabell visar noggrannheten för punkträkningar utförda genom ekvation given av Van der Plas et al, 1965

Tunnslip	Noggrannheten för punkträkningar utförda i procent, +/-								
	Aktinolit	Kvarts	Biotit	Serecit	Epidot	Opak	Klorit	Muskovit	Granat
19-U-01B	1,42	3,87	4,17	4,22	1,87	0,56	0	0,40	1,12
19-U-02B	3,83	4,44	3,55	2,34	1,19	1,37	0	0,80	0
19-U-03B	3,38	4,44	4,14	1,62	1,05	1,37	0,40	0,69	0
19-U-04B	1,57	4,45	3,13	3,61	0	0,93	0,69	0	1,93
19-U-05B	4,10	4,47	0,40	2,45	2,22	0,89	0	1,53	0



Figur 14. Figuren visar skillnaden i mineraluppsättning i procenthalt för sidobergartsomvandling och sidobergart. Sidobergartsarten utsågs vara uppsättningen utifrån 500 punkträkningar tunnslip 19-U-04B. Sidobergartsomvandling utsågs vara den utmarkerade omvandlingen i figur 6 och det är av 500 punkträkningar i mikroskop i den omvandlingen som det blå linjediagrammet visar.

Tabell 4. Denna tabell visar noggrannheten för punkträkningar utförda genom ekvation given av Van der Plas et al, 1965

Tunnslip	Noggrannheten för punkträkningar utförda i procent, +/-							
	Aktinolit	Kvarts	Biotit	Serecit	Epidot	Opak	Klorit	Granat
19-U-01B, sidobergartsomvandling	3,16	3,62	3,55	3,84	2,78	1,53	1,37	1,87
19-U-04B, sidobergart	1,57	4,45	3,13	3,61	0,00	0,93	0,69	1,93

Diskussion

Den ursprungliga sidobergartsarten, metagråvackan med tillhörande porfyroblaster av granater har vid lokalen för denna rapport enligt tunnslipsanalysen omvandlats till skarn då mineraler såsom aktinolit och epidoter är av stor kvantitet i sidobergartsomvandling, vilka båda är kalksilikater som är byggstenar av skarn. Detta går att se i figur 13, 14 och tabell 2 som alla visar punkträkningar vilka genomförts för tunnslipen insamlade i fält.

Aktinoliter och epidoter är hydratiserade mineraler som uppkommer via H_2O , alltså har H_2O tillsatts under den metamorfa processen. Opaka mineraler i tunnslipen är även en indikation på att hydrotermala fluider har integrerat (figur 13, tabell 2).

Tunnslipsanalysen gav även ett resultat gällande om den fluid som interagerat innehöll koldioxid eller inte. Då sidobergartsomvandlingen och sidobergartsarten inte innehöll någon kalcit (figur 13, tabell 2), konstaterades att fluidinteraktionen ej innehöll någon koldioxid utan enbart H_2O volatiler.

Mineralerna visar en föredragen orientering inom sidobergartsomvandlingarna i tunnslipen (figur 7, 8, 9 och 10). Amfiboler och epidoter är utsträckta längsmed foliationen, vilket framlägger bevis för att foliationen uppkom efter sidobergartsomvandlingen inträffade.

Granater i den omgivande sidobergarten och sidobergartsomvandlingen påvisar att pik-metamorfosgrad för området är inom zonen av temperatur och tryck då granater formas eftersom granater är ett indexmineral (figur 13). Men eftersom granaterna återfinns i både sidobergart och sidobergartsomvandlingen anger ej granater den zon för vilken sidobergartomvandlingen uppkommit vid.

XRF data visar att fluidinteraktionen som pågått ej kunnat vara in situ interaktion då kalcium i sidobergartsomvandlingen för alla mätområden innehöll större mängd kalcium än den omgivande sidobergarten, vilket innebär att fluiden måste tillförts från annan lokal och inte uppkommit in situ (tabell 1). Dessutom innehöll alla ådror (förutom en lokal) stor mängd magnesium jämförelsevis med den omgivande sidobergarten vilket visar att magnesium måste tillkommit utifrån (tabell 1), men XRF-mätning för magnesium är däremot opolitisk då noggrannheten ej är stor för mätning av magnesium (tabell 5, 6 7 och 8). Kalcium ökar i viktprocent för sidobergartsomvandlingarna vilket överensstämmer med data för punkträkningarna av tunnslipen, då mineraler som aktinolit och epidoter innehåller dessa, vilka återfinns i sidobergartsomvandlingen för tunnslipen (figur 11). Addering av kalcium påvisar att interaktionen som pågick är en metasomatosomvandling och ej enbart en volatilinteraktion. Eftersom huvudgrundämnet kalcium tillsätts och inte enbart volatiler. Kalium och kisel minskar i viktprocent när man kommer till sidobergartsomvandlingen (tabell 1). Detta innebär att kalium och kisel urlakats från sidobergarten och flödat mot ådrans mitt, tillskillnad från kalcium som flödat ut från ådran. Järnet är svårare att tyda eftersom den i vissa områden för sidobergartsomvandlingen ökar och andra minskar. Detta kan betyda att sidobergartsomvandlingen tillsatts järn men också fråntagits järn. Men den övergripande trenden är att det skett en ökning av järn när man tittar till XRF data, eftersom järnmängden är större i sidobergartsomvandlingen än i sidobergarten (tabell 1). Detta överensstämmer även med data av tunnslipsanalysen eftersom epidoter och aktinoliter båda innehåller järn (figur 11).

Tunnslipsanalysen visar att serecit är påtagbar för alla tunnslip, vilket är ett bevis på att hydratisering har pågått i bergarten. Men om man jämför serecitmängden i sidobergartsomvandlingen och den för sidobergarten, ser man att den är högre i sidobergartsomvandlingen. Vilket kan vara ett bevis på att hydratisering pågick under tiden för fluidinteraktionen. Däremot innehåller inte alla tunnslip lika stor serecitomvandling, vilket går att se i figur 13 och tabell 2. Tunnslip 19-U-01B och 19-U-04B innehåller mer serecit än de andra tunnslipen (figur 13, tabell 2), vilket kan innebära att den största serecitomvandling skett i ett senare skede än den för fluidinteraktionen.

Slutsats

I området där sidobergartsomvandling skett har kalium och kisel utbyts och flödat från sidobergarten till ådra. Kalcium och potentiellt järn och magnesium har däremot tillförts från ådror som tillkommit genom en extern fluid. Då varken sidobergart eller sidobergartsomvandlingen visades innehålla någon kalcit är slutsatsen att fluiden inte kunnat innehålla någon koldioxid. Utbytet av grundämnen påvisar att metasomatos ägt rum och ej enbart utbyte av volatiler. Slutprodukten av sidobergartomvandlingen för sidobergarten är en berggrund av skarn.

Referenser

Allen, R.L., Lundström, I., Ripa, M., Simeonov, A., Christofferson, H., 1996: *Facies analysis of a 1.9 Ga continental margin, back-arc, felsic, caldera province with diverse Zn-Pb-Ag-(Cu-Au) sulfide and Fe oxide deposits, Bergslagen region, Sweden*. *Economic Geology* 91, 979–1008

Barrow, G., 1893: *On an intrusion of muscovite-biotite gneiss in the south-eastern Highlands of Scotland, and its accompanying metamorphism*. *Quarterly Journal of the Geological Society of London* 49, 330–358.

Barrow, G., 1912: *On the geology of Lower Dee-side and the southern Highland border*. *Proceedings of the Geologists' Association* 23, 274–290.

Guilbert, J. M., Park, C.F., 1986: *The Geology of Ore Deposits*. Waveland Press, Inc

Geijer, P., Magnusson, N., H., 1944: *De mellansådraska järnmalmernas geologi*, Norstedt, Stockholm. Svenska 654 s., 56 pl

Jonsson, E., 1996: *Utös mineralogi*. Opublicerad rapport. Department of geology and geochemistry, Stockholm university. 7 s

Lundqvist, J., Lundqvist, T., Lindström, M., Calner, M., Sivhed, U., 2011: *Sveriges geologi, från urtid till nutid*, Upplaga 3, Studentlitteratur, s.47–156

Robb, L., 2005: *Introduction to Ore-Forming Processes*. Blackwell Science Ltd.

Robert, F & Kelly, W., 1987: *Ore-forming fluids in Archean gold-bearing quartz veins at the Sigma Mine, Abitibi greenstone belt, Quebec, Canada*, *Economic Geology*. Vol. 82, P. 1464–1482

Talbot C. J., 2008: *Paleoproterozoic crustal building in NE Utö, southern Svecofennides, Sweden*, *GFF*, 130:2

Van der Plas, L., C. Tobi, A., 1965: *A Chart For Judging the Reliability of Point Counting Results*. *American Journal of Science*. 263. 87-90. 10.2475/ajs.263.1.87.

Winter J, D., 2010: *Principles of Igneous and Metamorphic Petrology*, Upplaga 2, Int. ed, Pearson, New Jersey USA

XRF, 2019: Tillgänglig på: <https://www.scantecnordic.se/sv-SE/produktomr%C3%A5den/materialanalys/materialanalys-med-xrf-30053537> (hämtad 2019-05-15)

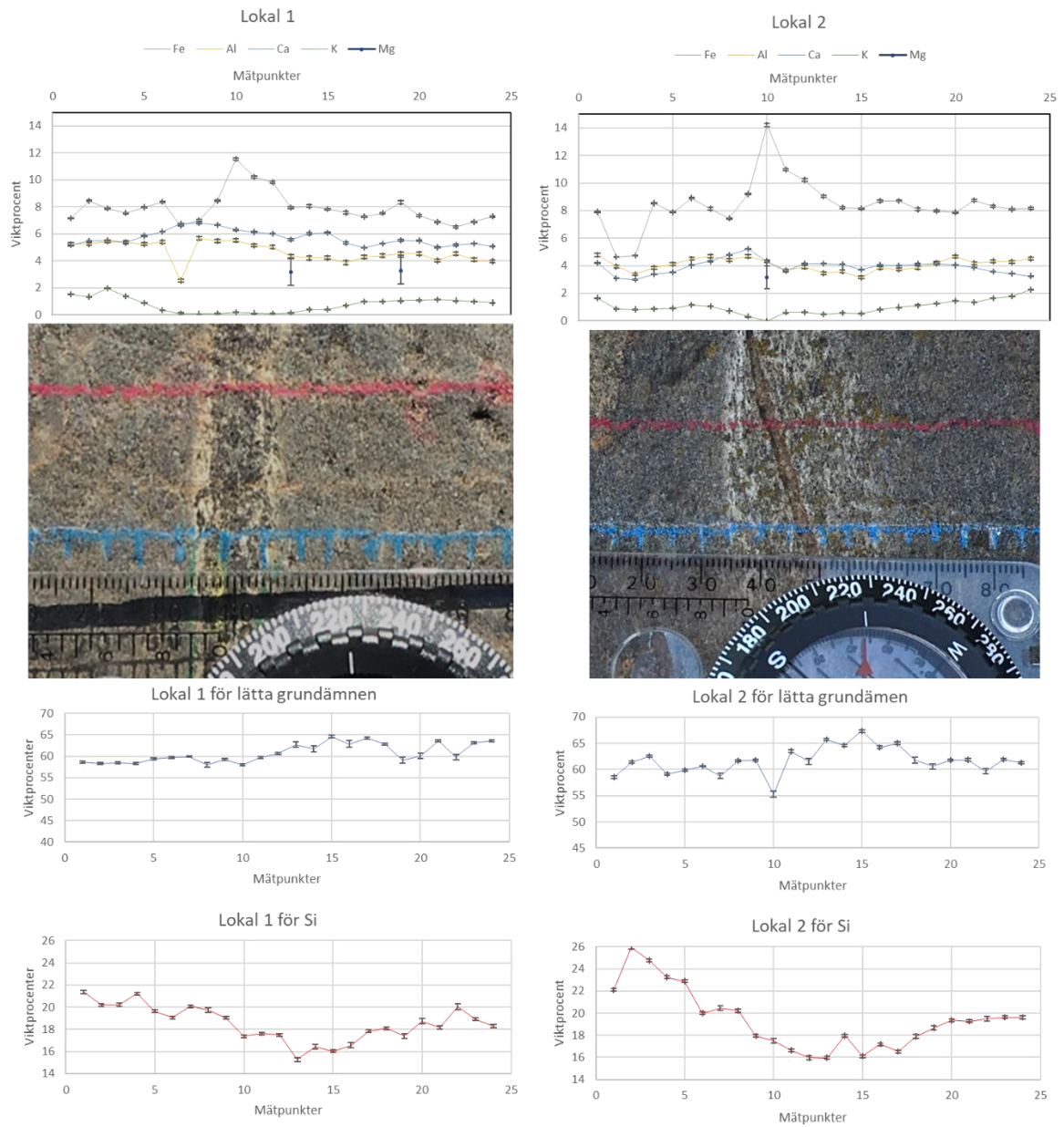
Tackord

Jag skulle vilja tacka Alasdair Skelton som varit min handledare för det här arbetet och även Joakim Mansfeld som hjälpt till under mikroskopering. Samtidigt vill jag tacka familj och vänner som hjälpt till med korrekturläsning och varit stöd under denna uppsats.

Bilagor



Figur 15. Denna bild visar området som analyserades i fält för att producera figur 2.



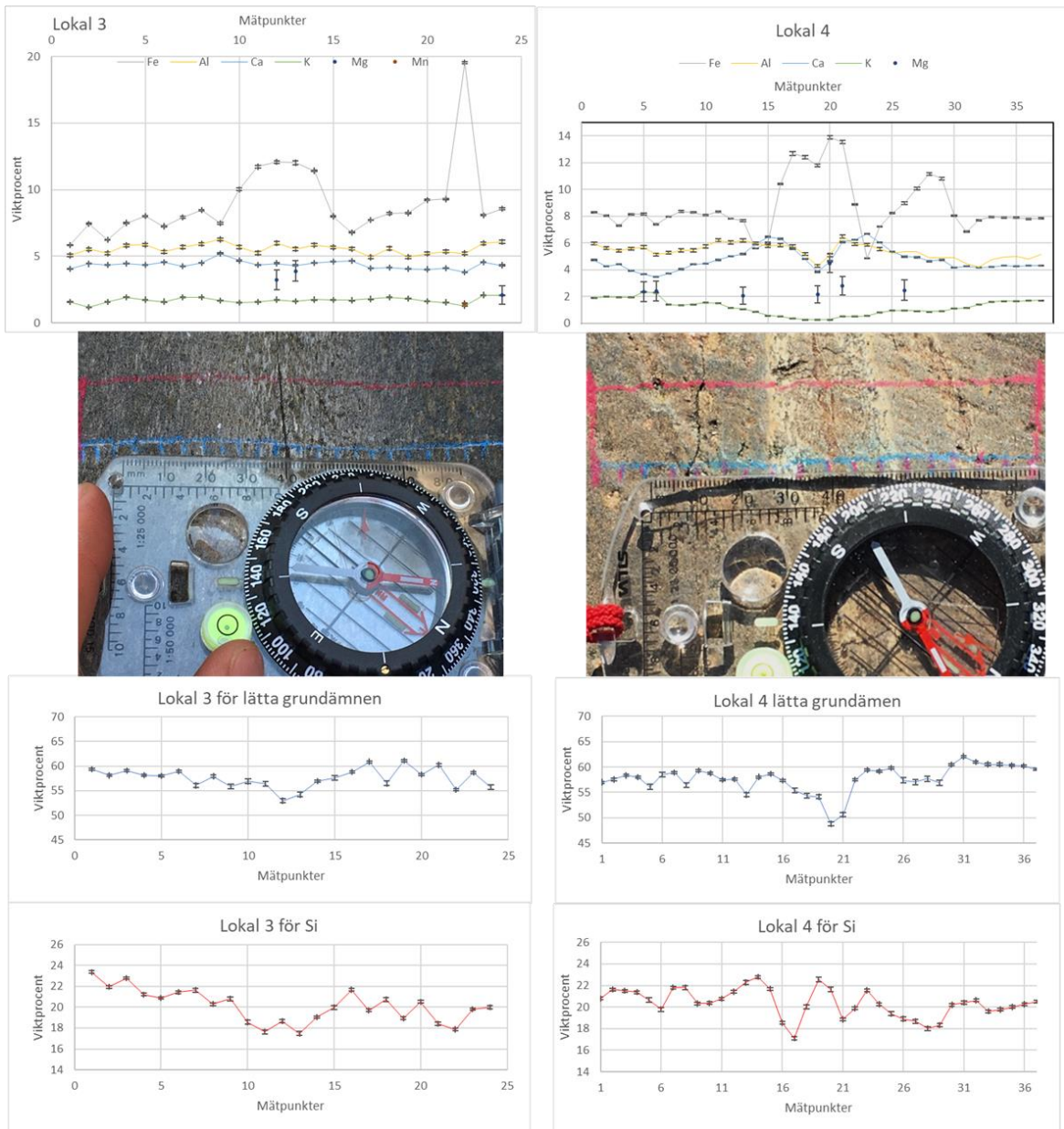
Figur 16. Diagrammet visar noggrannheten för vardera grundämnesmätning med XRF (port) för lokal 1 och 2, angivet som felstaplar.

Tabell 5. Denna tabell visar noggrannheten för vardera grundämnesmätning med XRF (port) för lokal 1, angivet i tabellformat med viktprocent för grundämnet och sedan noggrannheten i +/-, viktprocent.

#60 15/04 2019, Lokal 1													
	LE		Si		Fe		Al		Ca		K		Mg
1	58,682	0,219	21,366	0,132	7,148	0,044	5,214	0,11	5,191	0,03	1,509	0,013	
2	58,321	0,221	20,191	0,127	8,444	0,051	5,251	0,109	5,45	0,032	1,342	0,012	
3	58,517	0,219	20,217	0,126	7,883	0,048	5,441	0,11	5,498	0,032	1,968	0,013	
4	58,262	0,215	21,227	0,128	7,539	0,045	5,363	0,107	5,349	0,03	1,362	0,012	
5	59,419	0,216	19,624	0,124	7,958	0,048	5,239	0,107	5,839	0,033	0,868	0,01	
6	59,69	0,217	19,05	0,122	8,372	0,056	5,397	0,107	6,149	0,035	0,329	0,007	
7	59,929	0,21	20,086	0,126	6,628	0,041	2,523	0,106	6,766	0,037	0,082	0,082	
8	58,002	0,489	19,729	0,193	7,007	0,068	5,668	0,116	6,799	0,063	0,072	0,006	
9	59,3	0,218	19,042	0,122	8,439	0,051	5,467	0,106	6,654	0,037	0,081	0,006	
10	58,035	0,236	17,376	0,12	11,542	0,07	5,513	0,111	6,296	0,037	0,186	0,007	
11	59,719	0,229	17,599	0,122	10,218	0,063	5,135	0,109	6,132	0,037	0,117	0,006	
12	60,563	0,232	17,499	0,124	9,819	0,062	5,014	0,111	6,024	0,037	0,096	0,006	
13	62,735	0,679	15,262	0,196	7,94	0,094	4,317	0,123	5,578	0,067	0,13	0,007	3,155
14	61,686	0,721	16,418	0,223	8,05	0,106	4,21	0,129	6,033	0,078	0,387	0,01	
15	64,583	0,25	16,026	0,136	7,829	0,06	4,21	0,123	6,068	0,044	0,401	0,009	
16	62,868	0,782	16,559	0,239	7,571	0,106	3,862	0,131	5,308	0,073	0,685	0,013	
17	64,27	0,235	17,834	0,134	7,271	0,053	4,279	0,118	4,97	0,034	0,969	0,012	
18	62,865	0,236	18,092	0,135	7,533	0,053	4,392	0,116	5,283	0,035	0,977	0,012	
19	59,058	0,652	17,378	0,22	8,334	0,102	4,532	0,129	5,524	0,067	1,051	0,016	3,257
20	60,047	0,637	18,74	0,228	7,353	0,088	4,511	0,126	5,491	0,064	1,056	0,016	0,99
21	63,615	0,234	18,154	0,138	6,885	0,05	4,013	0,115	4,997	0,034	1,129	0,012	
22	59,839	0,638	20,038	0,243	6,521	0,079	4,534	0,124	5,167	0,061	1,05	0,016	
23	63,098	0,237	18,916	0,141	6,886	0,05	4,093	0,116	5,261	0,036	0,971	0,012	
24	63,605	0,236	18,277	0,138	7,291	0,052	3,953	0,114	5,068	0,035	0,905	0,011	
	3142#90												

Tabell 6. Denna tabell visar noggrannheten för vardera grundämnesmätning med XRF (port) för lokal 2, angivet i tabellformat med viktprocent för grundämnet och sedan noggrannheten i +/-, viktprocent.

3093 15/04 2019 140r SE, Lokal 2													
	LE		Si		Fe		Al		Ca		K		Mg
1	58,55	0,22	22,093	0,135	7,895	0,048	4,769	0,107	4,196	0,026	1,65	0,014	
2	61,366	0,193	25,922	0,141	4,638	0,03	3,932	0,091	3,084	0,019	0,855	0,01	
3	62,546	0,191	24,765	0,137	4,732	0,03	3,372	0,09	2,997	0,019	0,83	0,009	
4	59,135	0,216	23,249	0,139	8,531	0,051	3,841	0,097	3,372	0,021	0,87	0,01	
5	59,883	0,212	22,881	0,137	7,876	0,047	4,1	0,098	3,505	0,022	0,907	0,01	
6	60,655	0,0221	19,987	0,13	8,909	0,055	4,499	0,105	4,033	0,025	1,154	0,011	
7	58,738	0,521	20,466	0,209	8,136	0,082	4,668	0,113	4,316	0,043	1,064	0,014	
8	61,639	0,211	20,206	0,128	7,422	0,046	4,421	0,101	4,762	0,028	0,715	0,009	
9	61,755	0,216	17,931	0,12	9,207	0,056	4,677	0,103	5,197	0,031	0,316	0,007	
10	55,31	0,528	17,49	0,191	14,207	0,14	4,31	0,111	4,27	0,044	0	0	3,16
11	63,485	0,224	16,618	0,121	10,97	0,07	3,647	0,1	3,634	0,024	0,605	0,008	
12	61,528	0,574	15,969	0,179	10,219	0,108	3,903	0,109	4,134	0,044	0,615	0,01	
13	65,71	0,214	15,957	0,118	9,035	0,059	3,45	0,098	4,149	0,027	0,468	0,008	
14	64,569	0,214	17,956	0,126	8,214	0,053	3,587	0,1	4,079	0,027	0,564	0,008	
15	67,323	0,207	16,102	0,119	8,155	0,054	3,144	0,097	3,721	0,025	0,528	0,008	
16	64,23	0,222	17,182	0,125	8,687	0,057	3,848	0,105	4,062	0,027	0,809	0,01	
17	64,998	0,22	16,522	0,123	8,706	0,058	3,724	0,104	3,995	0,027	0,982	0,011	
18	61,832	0,576	17,885	0,197	8,093	0,087	3,869	0,11	4,118	0,044	1,102	0,05	
19	60,575	0,562	18,67	0,203	7,967	0,084	4,203	0,113	4,156	0,044	1,246	0,016	
20	61,742	0,218	19,346	0,128	7,861	0,05	4,666	0,108	4,03	0,02	1,447	0,013	
21	61,818	0,22	19,255	0,129	8,74	0,055	4,177	0,104	3,851	0,025	1,341	0,012	
22	59,651	0,534	19,494	0,203	8,302	0,085	4,308	0,108	3,574	0,037	1,625	0,019	
23	61,9	0,218	19,617	0,13	8,095	0,051	4,276	0,104	3,418	0,023	1,783	0,015	
24	61,233	0,219	19,603	0,129	8,162	0,051	4,517	0,112	3,25	0,022	2,264	0,017	
	3116# 56												



Figur 17. Diagrammet visar noggrannheten för vardera grundämnesmätning med XRF (port) för lokal 3 och 4, angivet som felstaplar.

Tabell 7. Denna tabell visar noggrannheten för vardera grundämnesmätning med XRF (port) för lokal 3, angivet i tabellformat med viktprocent för grundämnet och sedan noggrannheten i +/-, viktprocent.

15/04 2019 SE-NW, Lokal 3														
	LE	Si	Fe	Al	Ca	K	Mg	Mn						
1	59,344	0,194	23,363	0,127	5,821	0,034	5,059	0,1	4,049	0,023	1,555	0,012		
2	58,086	0,207	21,947	0,126	7,431	0,043	5,511	0,106	4,418	0,025	1,166	0,013		
3	59,077	0,196	22,779	0,125	6,224	0,036	5,214	0,101	4,342	0,024	1,571	0,012		
4	58,152	0,203	21,208	0,121	7,492	0,043	5,807	0,106	4,449	0,025	1,919	0,014		
5	58,001	0,204	20,883	0,12	8,005	0,045	5,864	0,106	4,351	0,025	1,733	0,013		
6	58,981	0,201	21,44	0,122	7,239	0,041	5,324	0,102	4,537	0,025	1,58	0,012		
7	56,063	0,442	21,623	0,194	7,915	0,07	5,685	0,113	4,248	0,038	1,898	0,019		
8	57,935	0,207	20,292	0,119	8,448	0,047	5,918	0,108	4,495	0,025	1,92	0,014		
9	55,889	0,443	20,797	0,188	7,465	0,067	6,257	0,118	5,19	0,046	1,651	0,017		
10	56,869	0,473	18,555	0,179	10,011	0,093	5,689	0,117	4,669	0,043	1,503	0,016		
11	56,362	0,483	17,63	0,175	11,718	0,11	5,24	0,115	4,335	0,042	1,567	0,017		
12	52,964	0,457	18,665	0,181	12,074	0,11	5,974	0,121	4,458	0,042	1,732	0,018	3,226	0,728
13	54,194	0,484	17,473	0,177	12,016	0,155	5,526	0,12	4,315	0,042	1,626	0,018	3,881	0,759
14	56,945	0,221	19,038	0,118	11,414	0,063	5,846	0,109	4,487	0,026	1,737	0,013		
15	57,623	0,448	19,981	0,181	7,99	0,071	5,661	0,113	4,592	0,041	1,711	0,017		
16	58,796	0,2	21,67	0,122	6,788	0,039	5,538	0,103	4,636	0,025	1,688	0,013		
17	60,872	0,204	19,682	0,12	7,719	0,045	4,918	0,103	4,088	0,024	1,786	0,013		
18	56,476	0,455	20,749	0,191	8,226	0,075	5,59	0,114	4,153	0,038	1,903	0,019		
19	61,127	0,207	18,926	0,119	8,242	0,048	4,923	0,105	4,041	0,024	1,798	0,014		
20	58,295	0,21	20,511	0,122	9,211	0,052	5,195	0,103	4,01	0,023	1,608	0,012		
21	60,222	0,209	18,427	0,166	9,288	0,053	5,343	0,103	4,088	0,024	1,529	0,012		
22	55,184	0,232	17,867	0,114	19,534	0,079	5,205	0,104	3,79	0,023	1,275	0,011		
23	58,69	0,205	19,81	0,116	8,079	0,046	5,969	0,108	4,553	0,026	2,08	0,014		
24	55,74	0,466	19,996	0,183	8,567	0,077	6,091	0,118	4,308	0,039	2,065	0,02	2,065	0,691

Tabell 8 Denna tabell visar noggrannheten för vardera grundämnesmätning med XRF (port) för lokal 3, angivet i tabellformat med viktprocent för grundämnet och sedan noggrannheten i +/-, viktprocent.

17/04 2019 3289 #21, Lokal 4														
	LE	Si	Fe	Al	Ca	K	Mg							
1	56,993	0,211	20,782	0,121	8,282	0,047	5,958	0,108	4,729	0,026	1,904	0,014		
2	57,543	0,208	21,617	0,124	8,047	0,045	5,609	0,105	4,241	0,024	1,982	0,014		
3	58,329	0,209	21,501	0,126	7,282	0,045	5,422	0,106	4,402	0,024	1,926	0,014		
4	58,006	0,21	21,37	0,126	8,147	0,047	5,58	0,107	3,935	0,023	1,957	0,014		
5	56,09	0,48	20,638	0,2	8,171	0,078	5,688	0,119	3,67	0,036	2,347	0,027	2,34	0,748
6	58,488	0,485	19,782	0,19	7,398	0,07	5,136	0,114	3,479	0,033	2,298	0,023	2,41	0,731
7	58,87	0,2	21,816	0,123	7,966	0,044	5,264	0,1	3,701	0,021	1,412	0,011		
8	56,433	0,431	21,802	0,19	8,383	0,072	5,452	0,108	4,028	0,035	1,366	0,015		
9	59,321	0,202	20,318	0,118	8,278	0,046	5,458	0,102	4,419	0,023	1,422	0,012		
10	58,735	0,203	20,357	0,118	8,091	0,045	5,756	0,104	4,46	0,025	1,565	0,012		
11	57,436	0,206	20,758	0,119	8,341	0,046	6,205	0,106	4,731	0,026	1,507	0,012		
12	57,56	0,204	21,423	0,122	7,821	0,044	6,05	0,105	4,993	0,027	1,169	0,011		
13	54,559	0,413	22,284	0,189	7,68	0,065	6,175	0,112	5,181	0,043	1,075	0,012	2,062	0,645
14	58,035	0,196	22,79	0,123	5,591	0,033	5,977	0,102	5,894	0,03	0,847	0,009		
15	58,629	0,202	21,677	0,123	6,014	0,036	5,777	0,103	6,458	0,034	0,583	0,008		
16	57,324	0,225	18,526	0,119	10,411	0,06	5,845	0,108	6,322	0,035	0,501	0,008		
17	55,423	0,464	17,088	0,167	12,693	0,166	5,756	0,115	5,589	0,051	0,357	0,007		
18	54,374	0,441	20,035	0,184	12,417	0,109	5,174	0,107	4,804	0,043	0,298	0,007		
19	54,133	0,425	22,561	0,198	11,789	0,11	4,283	0,098	3,845	0,034	0,268	0,007	2,159	0,662
20	48,833	0,421	21,642	0,198	13,918	0,122	5,089	0,108	4,628	0,042	0,289	0,007	4,506	0,694
21	50,632	0,437	18,85	0,118	13,546	0,122	6,487	0,122	6,076	0,055	0,5	0,009	2,802	0,711
22	57,477	0,21	19,876	0,122	8,896	0,05	5,909	0,103	6,249	0,033	0,506	0,008		
23	59,412	0,197	21,542	0,123	4,854	0,031	5,869	0,103	6,675	0,034	0,57	0,008		
24	59,185	0,21	20,264	0,123	7,224	0,043	5,54	0,105	6,031	0,033	0,803	0,009		
25	59,83	0,216	19,371	0,191	8,223	0,049	5,258	0,107	5,365	0,031	0,942	0,01		
26	57,377	0,501	18,903	0,189	8,992	0,088	5,33	0,117	4,998	0,049	0,944	0,012	2,467	0,765
27	57,027	0,499	18,684	0,187	10,081	0,098	5,34	0,117	4,93	0,048	0,935	0,012		
28	57,695	0,515	18,007	0,19	11,166	0,111	4,919	0,115	4,646	0,047	0,877	0,012		
29	56,939	0,513	18,324	0,126	10,82	0,107	4,925	0,115	4,743	0,047	0,892	0,012		
30	60,432	0,213	20,195	0,126	8,028	0,048	4,917	0,105	4,167	0,027	1,096	0,011		
31	62,07	0,204	20,41	0,13	6,849	0,042	4,437	0,101	4,252	0,025	1,158	0,011		
32	60,966	0,213	20,615	0,126	7,701	0,047	4,222	0,102	4,157	0,025	1,397	0,012		
33	60,519	0,214	19,605	0,125	7,95	0,049	4,772	0,106	4,196	0,026	1,587	0,013		
34	60,519	0,214	19,756	0,126	7,897	0,048	4,934	0,107	4,289	0,026	1,666	0,013		
35	60,288	0,213	20	0,126	7,883	0,048	5,019	0,107	4,266	0,026	1,647	0,013		
36	60,194	0,213	20,263	0,126	7,804	0,047	4,798	0,105	4,309	0,026	1,695	0,014		
37	59,534	0,213	20,472	0,126	7,832	0,047	5,157	0,107	4,322	0,02	1,722	0,014		