

Karakterisering och klassificering – Gråberg, anrikningssand & slam

Viscaria

Bilaga E1

Upprättad för

Copperstone Viscaria AB

Upprättad av

Geosyntec Consultants AB
Medborgarplatsen 3
SE- 118 26 Stockholm

Geosyntecs projektnummer SE2100075

2022-03-26

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	1
1.1	Utvinningssavfallets uppkomst	1
2	GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	2
2.1	Mineraliseringen i Viscaria	2
2.1.1	A- och B-zonen.....	3
2.1.2	D-zonen.....	4
3	METODBESKRIVNING	4
3.1	Allmänt om karakterisering av utvinningssavfall.....	5
3.2	Analyser och laboratorieförsök	5
4	KARAKTERISERING AV GRÅBERG.....	7
4.1	Genomförda provtagningar på gråberg.....	7
4.2	Genomförda provtagningar på anrikningssand	7
4.3	Resultatsammanställning	8
4.3.1	Gråbergets fysikaliska och geotekniska egenskaper	8
4.3.2	Gråbergets mineralogiska egenskaper	8
4.3.3	Fullanalys på gråberg.....	9
4.3.4	ABA-test på gråberg.....	14
4.3.5	Kinetiska försök på gråberg	17
5	KARAKTERISERING AV ANRIKNINGSSAND	17
5.1	Genomförda provtagningar på anrikningssand	17
5.2	Resultatsammanställning	18
5.2.1	Anrikningssandens fysikaliska och geotekniska egenskaper	18
5.2.2	Anrikningssandens mineralogiska egenskaper	19
5.2.3	Fullanalys på anrikningssand.....	20
5.2.4	ABA-test på anrikningssand	23
5.2.5	Kinetiska försök på anrikningssand	26
6	SLAM	26
7	SAMLAD BEDÖMNING AV GENOMFÖRD KARAKTERISERING	26
8	KLASSIFICERING AV UTVINNINGSAVFALL	28
8.1	Allmänt om klassificering av utvinningssavfall	28

8.2	Klassificering av gråberg	28
8.3	Klassificering av anrikningssand	30
8.4	Klassificering av slam	31
8.5	Sammanfattning av Klassificering	31
9	REFERENSER	32

TABELLER

Tabell 1	Genomsnittliga halter för alla gråbergsprover relativt svensk bakgrundshalt i morän (SGU 2014).	11
Tabell 2	Halter för särskilt omnämnda element för A- & B-zonen respektive D-zonen.	12
Tabell 3	Sammanställning av ABA-resultat för A- & B-zonen.	16
Tabell 4	Sammanställning av ABA-resultat för D-zonen.	16
Tabell 5	Sammanställning av statistik för 97 anrikningssandprover, Viscaria sandmagasin 2020-2021. Jämförelse med medelhalt i svensk morän (SGU 2014). Medelhalt över svensk morän markerad med brungul färg.	21
Tabell 6	Sammanställning av ABA-resultat för ytlig anrikningssand.	23
Tabell 7	Sammanställning av ABA-resultat för borrade prov på sandmagasinet, sommaren 2021.	24
Tabell 8	Beräknade halter i hydroxidslam från vattenrening.	26
Tabell 9	Jämförelse mellan medelhalt i gråberg från Visvaria med element listade som farliga ämnen i Avfall Sveriges rapport 2019:01.	29
Tabell 10	Jämförelse mellan medelhalt i anrikningssand med framtagna riktvärden för farligt avfall.	30

FIGURER

Figur 1	Stratigrafi hos Kirunagrönstenarna och den stratigrafiska placeringen av A-, B- och D-zonen.	3
Figur 2	Mineralogiskt resultat för gråbergsprov.	9
Figur 3	Redovisning av ABA-resultat som sulfidsvavel vs NPR för alla prov inklusive medelvärden.	17
Figur 4	Kornstorleksfördelning anrikningssand, där cirklar motsvarar finaste d_{85} och grövsta d_{15}	18
Figur 5	Mineralogisk sammansättning hos anrikningssand.	19
Figur 6	ABA-resultat i provgropar 0-3 m djup redovisat som sulfidsvavelhalt mot NPR.	24
Figur 7	Redovisning av NPR som funktion av Sulfid-S för borrade prov.	25
Figur 8	Redovisning av NPR som funktion av Sulfid-S för alla prov.	25

BILAGOR

BILAGA A - Provtagningsplan och fältrapport – Gråberg och Anrikningssand

BILAGA B - Fältrapport installation av grundvattenrör, Viscaria sandmagasin

BILAGA C - Analysrapport - Gråberg och Anrikningssand

BILAGA D - Analysrapport - Anrikningssand

1 INLEDNING

I föreliggande rapport presenteras resultaten från hittills genomförda undersökningar av det utvinningsavfall som kommer att uppkomma och skall hanteras i Copperstone Viscaria AB:s (Copperstone) verksamhet i Viscaria, Kiruna kommun. I rapporten redogörs även för hur utvinningsavfallen klassificeras i enlighet med bilaga 4 till avfallsförordningen (SFS 2011:927).

Det studerade utvinningsavfallet omfattar dels befintligt gråberg och anrikningssand uppkommen genom tidigare verksamhet 1982–1997 och dels det gråberg som uppkommer genom planerad malmbrytning vid Viscaria dagbrott och underjordsgruva likväl den anrikningssand som kommer att genereras vid bearbetning och anrikning av Viscariamalm i det planerade anrikningsverket.

I nästa avsnitt presenteras en övergripande beskrivning av de olika avfallstyper som uppkommer inom Copperstones planerade verksamheter.

De geologiska förutsättningar som råder vid Viscaria redovisas i kapitel två och i kapitel tre beskrivs den arbetsmetodik som tillämpats i samband med uttaget av prover på utvinningsavfall, denna provtagnings omfattning samt de metoder som tillämpats för avfallskaraktiseringen. I kapitel fyra till sex redovisas utfall och resultat av analyser och laboratorieförsök. Vidare presenteras i kapitel sju en samlad bedömning baserad på det utförda karakteriseringsarbetet i kapitel fyra till sex. I rapportens åttonde och sista kapitel redogörs för utförd avfallsklassificering.

1.1 Utvinningsavfallets uppkomst

Utvinningsavfallet som uppkommer i verksamheten utgörs dels av gråberg som är en avfallstyp som uppstår i samband med malmbrytningen, dels av anrikningssand som är en avfallstyp som uppstår då malmen bearbetas.

Malmfyndigheterna i Viscaria kommer att brytas både i form av dagbrott och underjordsbrytning. Innan malmen kan brytas i dagbrott behöver vanligen omkringliggande ofyndigt berg brytas för att dels frilägga malmen, dels erhålla stabila slänter i dagbrotten. Ofyndigt berg kommer att brytas vid omtag men bryts även löpande i takt med att malmen bryts ut. För underjordsgruvor kommer gråberg huvudsakligen från orter, schakt och ramper som krävs för att komma åt malmzonen. Ofyndigt berg benämns gråberg och utgör den ena typen av utvinningsavfall som uppkommer i verksamheten. Gråberget körs till särskilda upplagsområden medan malmen körs till krossning varefter det mals till en finkornig konsistens under tillsats av vatten därefter anrikas malmen genom våtmagnetisk separation (magnetit) och flotation (kopparkis).

Utsorterat ofyndigt material i magnetseparering- samt flotationsprocessen kallas anrikningssand och utgör den andra typen av utvinningsavfall som uppkommer i verksamheten.

För att öka fastgodsandelen i anrikningssanden passerar sanden en förtjockare och pumpas sedan som en slurry till en särskild deponi som benämns sandmagasin. Deponering av anrikningssanden inom sandmagasinet utförs genom flera punktutsläpp (spigottering) från dammvallens krön i sydsydväst. Den övervägande delen av vattnet återvinns och recirkuleras i processen. Intern återvinning sker i anrikningsverket genom att vatten erhållet vid sligavvattning och förtjockning återförs till malkretsarna och magnetseparatorerna. Extern återvinning sker genom återpumpning från klarningsmagasinet.

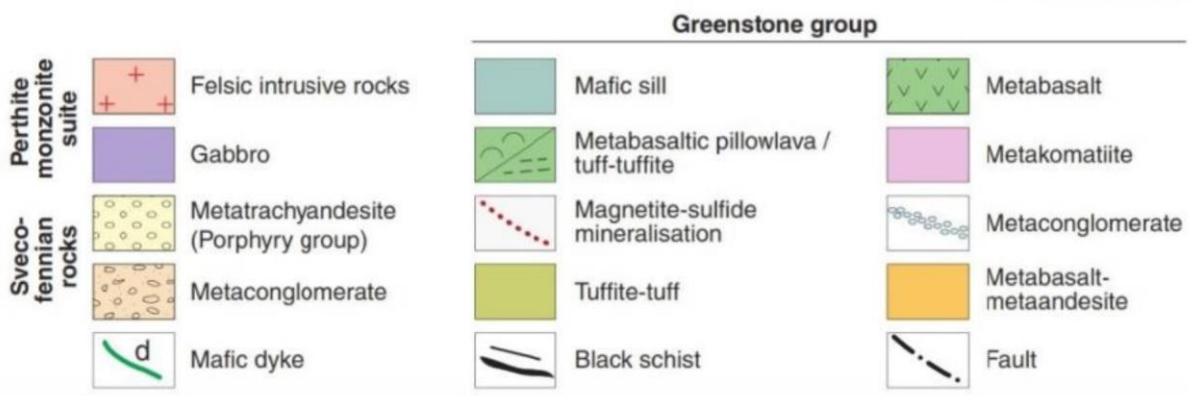
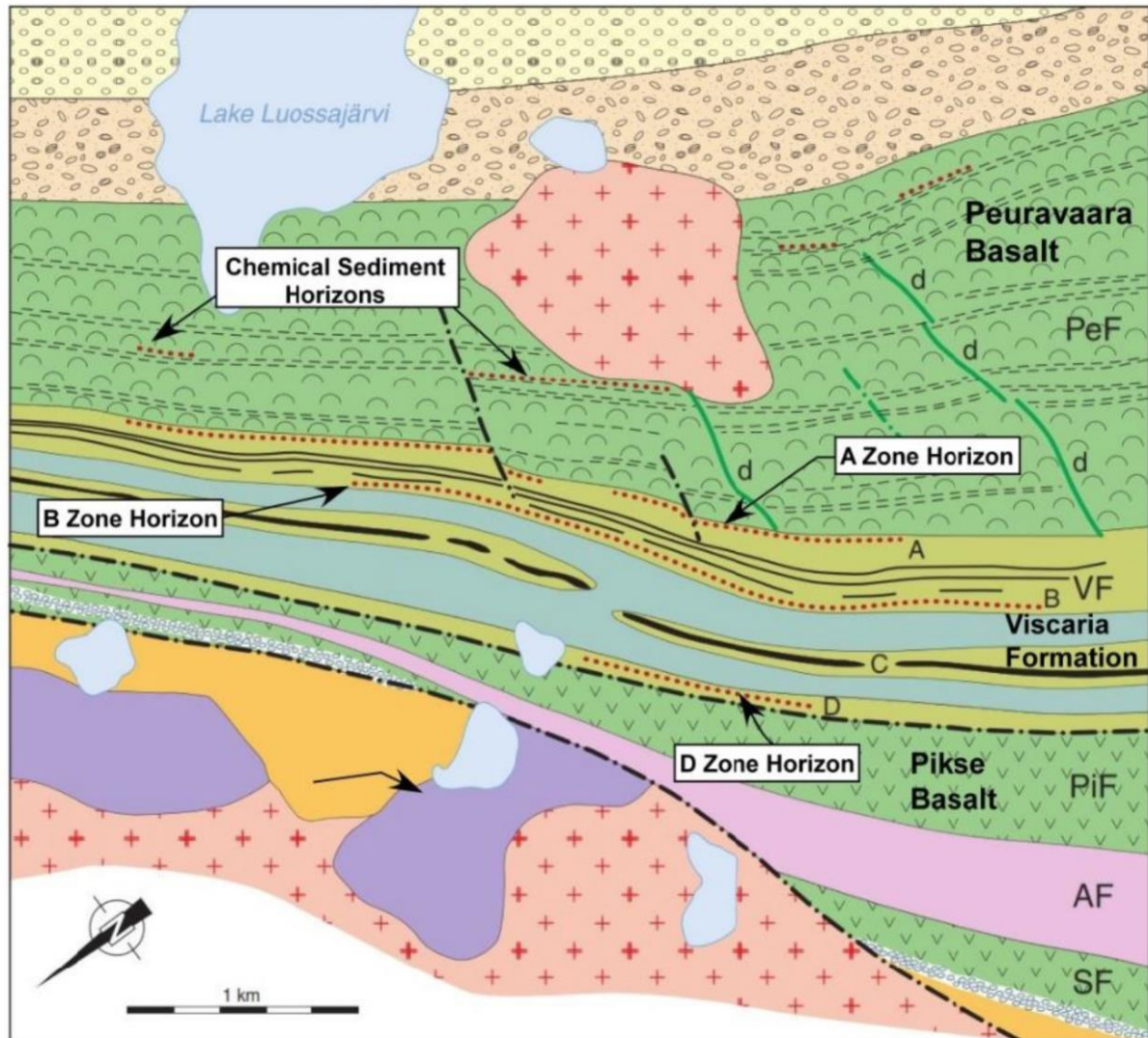
Deponering av anrikningssanden planeras att ske dels i ny deponi lokaliserad sydväst om anrikningsverket, delvis går det in över det befintliga sandmagasinets västra del. I framtiden kan deponering av anrikningssand även ske i dagbrott under förutsättning att dessa slutligt utbrutits och att brytning underjord inte äventyras av återfyllnad.

2 GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Kopparfyndigheten i Viscaria är belägen ett par kilometer väster om Kiruna och LKAB:s järnmalmsgruva vid Kiirunavaara. Viscariafyndigheten är belägen inom samma bergartsenheter som Kiirunavaara med en ålder som varierar mellan arkäisk till paleoproterozisk (2,3-1,7 Ga). Själva fyndigheten är belägen inom de paleoproteroziska enheterna.

2.1 Mineraliseringen i Viscaria

Viscariamineraliseringen består av ett antal vulkanogeniska massiva sulfidmineraliseringar benämnda A-, B- och D-zonen (Figur 1). Koppar och magnetit är värdemineralen och koppar förekommer företrädesvis som kopparkis inom dessa.



Figur 1 Stratigrafi hos Kirunagrönstenarna och den stratigrafiska placeringen av A-, B- och D-zonen.

2.1.1 A- och B-zonen

A- och B-zonerna befinner sig i den centrala delen av Viscariaformationen. Den mineraliserade zonen i B-zonen förekommer inom en 40 m bred mafisk tuff som upp till en meter breda gångar som innehåller magnetit, pyrit, kopparkis (chalcopyrit) och magnetkis (pyrrhotit). Sulfiderna förekommer som impregnationer, halvmassiva gångar och vener i tuff, kalkrika bergarter och grafitiska schister (Martinsson 1997). Den norra delen av B-zonen

karakteriseras av relativt finkorniga (0,1-0,2 mm) kopparkis- och magnetkisimpregnationer (Martinsson 1997). Den södra delen av B-zonen har en grovkornigare mineralisering (kopparkis-pyrit-magnetkis-magnetit-kalcit) och är delvis ombildad till ojämna aggregat tillsammans med kalcit och epidot (Magnusson 1997).

2.1.2 D-zonen

D-zonen särskiljer sig från A- och B-zonen genom det ovanligt höga magnetitnehållet. D-zonen befinner sig i den lägsta delen av Viscariaformationen. Fyndighetens hängväggssida består av fina laminerade och blandade tuffer samt svagt grafitiska siltstenar.

Mineraliseringen i D-zonen uppträder som tre horisonter som typiskt har 1-6 m bredd och som påträffas inom en bredare zon med låghaltig mineralisering som lokalt går in i liggväggssiden.

Den huvudsakliga litologin i liggväggen hos D-zonens mineralisering är kloritomvandlade basaltbergarter (grönstenar) och där karbonatgångar vanligt förekommande.

Västra breccian är en 2-8 m bred nästan vertikal breccia och som går från den kloritomvandlade basalten i väster till D-zonens järnstenar i öster och som stratigrafiskt är belägen i liggväggen till D-zonens mineraliseringar. Lokalt förekommer massiv magnetit i breccian.

En dolerit är likaså belägen mellan den kloritomvandlade basalten och järnstensenheten. Detta kan vara en mer finkornig och påverkad variant av den gabbro som ligger stratigrafiskt sett högre upp i hängväggen. Doleriten är relativt homogen längs med D-zonen.

En karbonatenhet (marmor) förekommer i hängväggen bredvid järnstensformationen, den framträder sporadiskt längs med en signifikant del av D-zonens mineralisering.

Tuff är likaledes belägen i hängväggen och är i kontakt med järnstensformationen och/eller karbonatenheten. Tuffbergarten innehåller tunna millimeter till centimeterstora skivor av siltsten.

Mineraliseringen i D-zonen består huvudsakligen av magnetit och kopparkis (med eller utan pyrit). Zinkblände (sphalerit) och blyglans förekommer inte och magnetkis är tämligen sparsamt förekommande.

3 METODBESKRIVNING

Kunskapen om mineraliseringens egenskaper samt egenskaperna hos de utvinningsavfall som uppkommer i verksamheten är baserad dels på loggning/tolkning och analys av borrhälsprov erhållna i samband med omfattande provborringsarbete vid fyndigheten och dels på erfarenheter baserade på provtagning och analys på utvinningsmaterial producerat under den tidigare produktionsperioden. Den mineralogiska och geokemiska karakteriseringen

av utvinningsavfallen som har uppkommit, uppkommer och kommer att uppkomma vid brytning och anrikning av malmen från Viscaria har vidare genomförts i olika omgångar.

Avfallskaraktiseringen har inbegripit provtagning med efterföljande analys och undersökning av gråberg från Viscaria från befintligt gråbergssupplag samt borrhax erhållet i samband med pågående prospekteringsarbete i Viscaria och har därutöver inbegripit undersökning av anrikningssand från sandmagasinet i Viscaria likväl som från pilotskalanrikning. Vidare har även lakvatten från Viscaria gråbergssupplag samt processvatten från pilotskalanrikning av malm från borrhaxerna undersökts.

3.1 Allmänt om karakterisering av utvinningsavfall

Enligt 30 § i utvinningsavfallsförordningen ska den som driver en verksamhet som ger upphov till utvinningsavfall eller driver en utvinningsavfallsanläggning karaktärisera det avfall som uppkommer eller hanteras i verksamheten så att avfallet kan hanteras på ett lämpligt och säkert sätt. Enligt 31–36 §§ i utvinningsavfallsförordningen ska karakteriseringen enligt ovan dokumenteras och bland annat innefatta:

- Information om fyndigheten och mineraliseringen samt geologiska förhållanden på utvinningsplatsen
- Mineraliseringens och utvinningsavfallens ursprung, mineralogiska, fysikaliska och geokemiska egenskaper
- Kemisk sammansättning hos lakvatten som avfallen ger upphov till

3.2 Analyser och laboratorieförsök

Nedan presenteras de olika typer av analyser och tester som genomförts inom ramen för utvinningsavfallskaraktiseringen för Viscariaprojektet.

- **Mineralogisk undersökning (XRD Rietvelds metod):** Vid undersökningen bestrålas provet med röntgenstrålning. Genom att studera diffraktionsmönstret för röntgenstrålningen kan förekommande mineraltyper bestämmas.
- **Fullanalys (ex. ME-MS61, four acid digestion ICP-OES/MS/ICPAES₂, 48 element):** Provmaterialet genomgår en nära fullständig upplösning med fyra olika syror (HNO₃, HF, HClO₄, och HCl) och analyseras med ICP-OES/MS (spektroskopi/masspektroskopi) som är en kvantitativ analysmetod av förekommande element i materialet.
- **ABA-test (SS-EN 15875:2011, modifierad ABA):** De totala syrabildande och nettobuffrande egenskaperna hos utvinningsavfallen har undersökts med ABA-test inkl. svavel-speciering. ABA-test samt modifierade ABA-test syftar till att avgöra ett materials syrabildande potential (AP) och neutraliseringspotential (NP). Vid metoderna bestäms materialets totala syrabildande respektive syraneutraliserande kapacitet utifrån dess sulfidsvavelinnehåll eller totalsvavelinnehåll samt den mängd syra som behöver tillsättas för att neutralisera materialet. Genom att subtrahera materialets syrabildande potential

från dess neutraliseringspotential kan även materialets nettoneutraliserande potential (NNP) bestämmas teoretiskt. När NNP är >20 kg CaCO_3/ton bedöms materialet inte vara syrabildande och om NNP är <-20 kg CaCO_3/ton är materialet potentiellt syrabildande. Detta är idag en mindre använd utvärderingsmetod som i stort sett ersatts av den beräknade kvoten mellan neutraliseringspotentialen och syrabildningspotentialen (NP/AP) som också kallas för neutraliseringspotentialkvoten (NPR). Om denna kvot är mindre än 1 så är materialet potentiellt syrabildande, dvs. det anses troligt att materialet i en framtid kommer att bilda sura lakvatten. Är kvoten större än 3 anses det istället sannolikt att materialet i en framtid inte kommer att kunna bilda sura lakvatten. I intervallet mellan 1 och 3 är det ovisst huruvida materialet kommer att bilda sura lakvatten eller inte och för material där sådana resultat erhålls kan det vara motiverat att utföra ytterligare försök för att precisera bedömningen. Potentiellt syrabildande material benämns i denna rapport som PAF (eng. potentially acid forming) medan icke-syrabildande material benämns som NAF (eng. non-acid forming). Skillnaden mellan ABA och modifierad ABA ligger främst i hur den syrabildande potentialen bestäms. Vid modifierad ABA baseras bestämningen på materialets innehåll av sulfidsvavel enkom medan ABA utförd efter SS-EN 15875:2011 utförs under antagandet att hela svavelinnehållet föreligger som pyrit, alternativt att sulfidsvavelinnehållet mäts för samma beräkning. Då modifierad ABA antar att svavel i form av sulfat inte är syrabildande kan viss risk finnas för att testet underskattar syrabildningspotentialen något eftersom eventuella syraproducerande sulfatmineral förbises. Analogt kan vid ABA enligt SS-EN-15875:2011, den syrabildande potentialen överskattas eftersom testet även beaktar icke-syraproducerande sulfatmineral som potentiellt syrabildande. Neutralisationspotentialen (NP) kan i SS:EN15875:2011 även beräknas på två olika sätt, endera baserat på totalt neutraliserande förmåga alternativt genom uppmätt andel karbonat vilket bedöms som ett mycket mer konservativt mått. Angivna skillnader mellan de båda testerna bedöms emellertid inte medföra någon skillnad av betydelse för redovisad bedömning. ABA-test ger inget svar på hur produktion av syrabildande komponenter utvecklas över tiden (dvs. kinetiken) vid omväxlande exponering för luftens syre och vatten. För detta används istället fuktkammarförsök.

I ABA- testet ingår även beräkningen av karbonathalt (oorganisk kol, CO_3) svavelspeciering (totalsvavel, sulfidsvavel, sulfat). Vid svavelspeciering bestäms totala mängden svavel i ett prov samt i vilken form detta svavel föreligger, dvs. om det föreligger i sulfidform eller i form av sulfat.

- **Fuktkammarförsök (enligt standard ASTM D5744-96):** Ett fuktkammarförsök är ett kinetiskt försök, i normalfallet utförd i en kolonn, som utförs i avsikt att avgöra hur ett materials geokemiska egenskaper förändras över tid genom att studera hastigheten hos de olika reaktioner som sker i materialet. Genom att utsätta det prövade materialet för en växelvis torr och fuktig försöksmiljö där syretransporten inte är begränsande för reaktionshastigheten medger fuktkammarförsöken att materialets vittring kan forceras till att ske i en betydligt snabbare takt än vad som kan förväntas ske på naturlig väg. Således innebär även försöken att en vittringsprocess eller reaktion som under naturliga förhållanden skulle ta flera år på sig att äga rum, i synnerhet under de geokemiskt ”tröga” förhållanden som råder till följd av det kalla klimatet vid Viscariagruvan, istället kan

initieras och studeras under en period av månader till år. Under försökstiden tillsätts och uttas lakvatten från kolonnen regelbundet och analyseras med avseende på pH, aciditet, alkalinitet, konduktivitet, sulfat samt med ICP-OES/MS för analys av spårämnen/metaller. Genom att kombinera resultat från fuktkammarförsök (reaktionshastigheter) med resultat från kemiska analyser och statistiska försök går det att uppskatta hur lång tid det tar att omsätta olika mineral. Fuktkammarförsöken syftar till att skapa underlag för en kvantitativ bedömning av den metall- och sulfatmängd som kan förväntas mobiliseras och eventuellt transporteras ut från materialet över tid för ett valt scenario. På grund av att fuktkammarförsöken, om än på ett forcerat sätt, även avser att återspegla de naturliga processer som kan väntas ske på såväl lång som kort sikt i materialet är dess resultat generellt också att anse som mer tillförlitliga jämfört med resultat från statistiska försök såsom skakförsök, ABA- och NAG-test.

4 KARAKTERISERING AV GRÅBERG

I detta avsnitt beskrivs omfattningen av det provtagningsarbete som legat till grund för karakteriseringen av gråberg under 2020–2022 samt de strategier som tillämpats för att säkerställa representativiteten hos proverna som valts ut för detta arbete.

4.1 Genomförda provtagningar på gråberg

Provtagningar utfördes på befintliga gråbergsupplag genom uttag och neddelning av större mängd gråberg per prov (ca 10 ton/prov) i olika utvalda delar av upplagen. Dessa delområden motsvarar olika tidsepoker och en varierad sammansättning av gråberget.

Provtagningsplan och fältrapport bifogas i bilaga A.

Kompletterande provtagning av borrhärdar från D-zonen för att erhålla representativt material redovisas i bilaga B.

4.2 Genomförda provtagningar på anrikningssand

Anrikningssand provtogs i ett rutnät under 2020 genom provgroppgrävning ned till 3 m. Från denna provtagning togs prov ut för kinetiska försök.

Provtagningsplan och fältrapport bifogas i bilaga C.

Installation av grundvattenrör under sommaren 2021 gav möjlighet till att ta ut prover i halvmetersintervall från yta till botten i nio lägen utplacerade i ett rutnät från sandmagasinets yta till dess botten.

Fältrapport bifogas i bilaga D.

4.3 Resultatsammanställning

Gråberg från Viscaria har tidigare karakteriserats (Kisiel 1993) genom analys av representativa borrhärdar (64) i samband med planering av nedläggning som vardera vägde mellan 2,5-4 kg. Slutsatsen var att alla borrhärdar utom 12,5 % uppvisade ett kalcitöverskott. Övriga observationer var att sulfiderna framförallt förekom som sprickfyllnadsmaterial i en matrix av kalcit samt att detta innebär att sulfiderna även koncentreras till en liten yta relativt massan.

I detta kapitel sammanfattas resultaten av det nu genomförda karakteriseringsarbetet för gråberg. För läsning av ursprungliga resultat- och laboratorierapporter som denna rapport har upprättats i syfte att sammanställa hänvisas till Bilaga E.

4.3.1 Gråbergets fysikaliska och geotekniska egenskaper

Gråberget utgörs av lossprängt berg med stor spännvidd på förekommande styckefall och där fraktionerna varierar mellan alltifrån block på upp till 1 meter i diameter till siltpartiklar med en partikeldiameter i storleksordningen 10 µm. Huvuddelen av gråbergsmaterialet utgörs dock av grov sten och grus vilket ger att merparten av gråberget bedöms komma att utgöras av grövre block och stenar medan mindre än en femtedel utgörs av finmaterial. Porositet för denna typ av materialblandning ligger normalt på ca 35–38 volymprocent med en normal dränerad vattenhalt på ca 8–12 volymprocent. Gråbergets kornstorleksfördelning och samt genomsläppliga egenskaper ger ett geotekniskt stabilt material med låg vattenhållande förmåga.

4.3.2 Gråbergets mineralogiska egenskaper

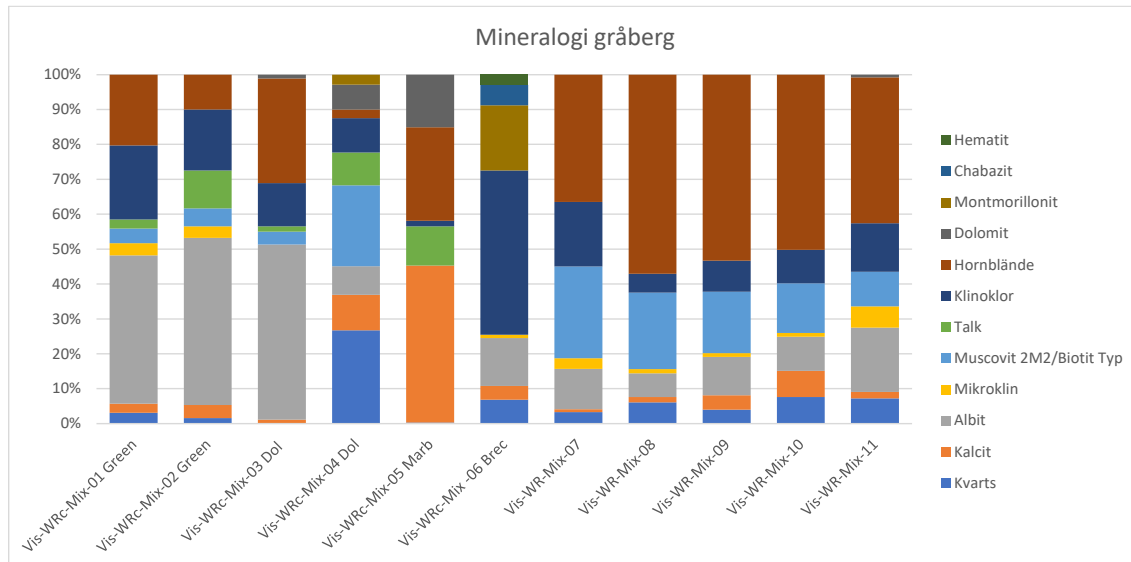
Mineralogisk undersökning på gråberg genomfördes för de huvudsakliga geologiska enheterna i D-zonen samt på blandade gråbergssprover från upplag. Dessa prover användes även för det kinetiska försöket. En sammanställning av resultatet redovisas i Figur 2.

Grönsten samt dolerit i prov Vis-WRC-Mix-03 Dol från D-zonen är rika på albit, klinoklor samt hornblände vilket motsvarar mellan 75 och dryga 90 vikt-% av det totala mineralinnehållet. I övrig innehåller dessa mindre mängder kvarts, kalcit, mikroklin, talk, muskovit/biotit och i doleritens fall, dolomit. Doleritprovet Vis-WRC-Mix-04 Dol är rikt på kvarts och muskovit (ca 50 vikt-%) medan kalcit, albit, talk, klinoklor, muskovit/biotit och dolomit utgör resterande mängd med en halt av upp till 10 vikt-%.

Marmorprovet består till knappt hälften av kalcit medan hornblände utgör en fjärdedel och dolomit en sjättedel och talk en tiondel. Resterande två vikt-% utgörs av klinoklor (ca 1,6 vikt-%) och kvarts.

Breccian består till nästan 50 vikt-% av klinoklor, en femtedel montmorillonit, en sjundedel albit och resterande fördelat på kvarts, kalcit, mikroklin, chabazit och hematit med vardera mellan 1-7 vikt-%.

De blandade gråbergsproverna från befintligt upplag är alla relativt lika i sin mineralogiska sammansättning med 36,5–57,1 vikt-% hornblände, 9,9-26,3 vikt-% Muskovit/Biotit, 6,8-18,4 vikt-% albit och 5,4-18,5 vikt-% klinoklor. Resterande utgörs av kvarts 3,3–7,6 vikt-% och kalcit (0,8-7,5 vikt-%) samt i ett prov 0,8 vikt-% dolomit.



Figur 2 Mineralogiskt resultat för gråbergsprov.

Gråberg från Viscaria är således rika på Na-fältspat (albit - $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$), klinoklor (ett kloritmineral - $\text{Mg}_5\text{Al}(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_8$), hornblände (en Ca-amfibol - $\text{X}_{2-3}\text{Y}_5\text{Z}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ där $\text{X}=\text{Ca}, \text{Na}, \text{K}, \text{Mn}$; $\text{Y}=\text{Mg}, \text{Fe}^{+2}, \text{Fe}^{+3}, \text{Al}, \text{Ti}, \text{Mn}, \text{Cr}, \text{Li}, \text{Zn}$; $\text{Z}=\text{Si}, \text{Al}$), muskovit/biotit som är skikt-silikater (muskovit $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{F},\text{OH})_2$, eller $(\text{KF})_2(\text{Al}_2\text{O}_3)_3(\text{SiO}_2)_6(\text{H}_2\text{O})$ och biotit $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{F},\text{OH})_2$).

Karbonater förekommer i tämligen höga andelar som kalcit (CaCO_3) samt som dolomit ($(\text{Ca},\text{Mg})(\text{CO}_3)_2$).

Lermineral förekommer i form av talk ($\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$) och montmorillonit ($(\text{Na},\text{Ca})_{0.33}(\text{Al},\text{Mg})_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).

Mindre vanligt förekommande mineral är mikroklin (en K-fältspat - KAlSi_3O_8), hematit (Fe_2O_3) samt i ett enstaka prov tektosilikaten chabazit i zeolitgruppen ($(\text{Ca},\text{K}_2,\text{Na}_2,\text{Mg})\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

För alla prover låg andelen sulfidmineral under rapporteringsgräns. Den mineralogiska analyser antyder att karbonatinnehållet är relativt högt och innehållet av sulfider lågt.

4.3.3 Fullanalys på gråberg

Fullanalys (ME-MS61) på gråberg har dels utförts från befintligt gråbergsupplag i Viscaria (Vis-WR-01-2020 till Vis-WR-13-2020, se provtagningsplan och fältrapport i bilaga A), dels

på borrhärdar som utvalts från D-zonen representerande de olika geologiska enheterna som kommer att brytas bestående av 18 delprov från de fem olika bergartsenheter (se bilaga B).

De sammanställda resultaten redovisas i Tabell 1 och jämförs med nationell bakgrundshalt i svensk morän (SGU 2014). Analysresultaten är bilagda i Bilaga E. Det bör dock noteras att olika upplösningsmetodik och olika starka laktlösningar har använts vid extraktionerna (Copperstone:s resp. SGU:s). Skillnad i resultat mellan provtaget utvinningsavfall i Viscaria och nationell bakgrundshalt kan därför i vissa fall vara metodrelaterad snarare än en faktisk skillnad (se till exempel Zr-halt som är drygt fyra gånger högre i analyser från Viscaria än SGU:s bakgrundshalt). En kraftigare laktlösning (fyrasyraupplösning) har använts på avfallsproverna från Viscaria eftersom detta är den standardmetod som även tidigare använts vid analyser av malm.

Förhöjda halter av olika huvudelement i Tabell 1 som Na, K, Ca, Fe och Mg återspeglar den lokala berggrundens sammansättning med höga magnetithalter samt riklig förekomst av exempelvis fältspater och karbonatmineral. Spårelementen As, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, V och Zn som särskilt nämns i utvinningsavfallsförordningen, har generellt 5–16 gånger högre medelhalt i analyserade prover än nationell bakgrundshalt med undantag för Cu som är anrikad 64 gånger i medel. Undantaget Cu så är den genomsnittliga anrikningsfaktorn jämfört med SGU:s morändata 8 gånger för ovan nämnda element. Denna sammanställning är baserad på alla prov från A-, B- och D-zonen.

Om A-B-zonerna särskiljs från D-zonen så innebär detta att den genomsnittliga anrikningsfaktorn för D-zonen är lägre än i A-B-zonerna (Tabell 2). I genomsnitt inklusive Cu så minskar anrikningsfaktorn för spårelementen As, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, V och Zn från i genomsnitt 22 gånger till 8 gånger.

Tabell 1 Genomsnittliga halter för alla gråbergsprover relativt svensk bakgrundshalt i morän (SGU 2014).

Sveriges Geokemiska Atlas (SGU 2014)				Viscaria gråberg					
	Medel	Median	St.Avv.		Medel	Median	Std avv.	Nedre kvartil	Övre kvartil
Ag (ppb)	50,9	44,9	32,2	Ag -ppb	486,9	315,0	546,9	70,0	680,0
Al (ppm)	13461	12533	5982	Al-ppm	63745	68000	17720	65050	71050
As (ppm)	4,4	2,3	7,6	As - ppm	24,8	6,4	35,3	1,0	32,7
Ba (ppm)	57,8	50,2	38,5	Ba-ppm	413,9	460,0	380,2	102,5	507,5
Be (ppm)	0,6	0,6	0,3	Be-ppm	0,9	0,8	0,4	0,5	1,3
Bi (ppm)	0,2	0,2	0,2	Bi-ppm	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4
Ca (ppm)	6905	4519	19145	Ca-ppm	58300	49400	57100	32500	56250
Cd (ppm)	0,1	0,1	0,1	Cd-ppm	1,4	0,2	2,0	0,0	2,1
Ce (ppm)	82,5	74,8	36,0	Ce-ppm	31,2	28,2	18,3	13,3	43,9
Co (ppm)	7,6	6,3	5,1	Co-ppm	69,8	70,2	30,0	51,4	85,7
Cr (ppm)	24,3	20,4	16,2	Cr-ppm	129,0	139,0	49,6	107,3	154,3
Cs (ppm)	1,6	1,3	1,3	Cs-ppm	1,2	1,4	0,6	0,7	1,6
Cu (ppm)	18,3	13,5	17,1	Cu-ppm	1177,3	1040,0	1273,5	192,3	1427,5
Fe (ppm)	21068	19937	8930	Fe-ppm	90874	96000	19144	84775	101375
Ga (ppm)	4,8	4,5	1,9	Ga-ppm	16,5	17,4	4,8	16,7	18,1
Hf (ppm)	0,4	0,4	0,2	Hf-ppm	1,8	1,9	0,8	1,4	2,4
K (ppm)	1874	1531	1330	K-ppm	14119	14900	8795	7425	16975
La (ppm)	34,5	31,6	14,2	La-ppm	17,0	15,8	11,2	6,0	23,5
Li (ppm)	12,8	10,9	8,5	Li-ppm	40,4	37,0	20,8	28,9	44,3
Mg (ppm)	4437	3847	3093	Mg-ppm	44874	39500	16186	36600	49975
Mn (ppm)	338	280	262	Mn-ppm	1535	1700	666	1093	1990
Mo (ppm)	0,8	0,4	1,9	Mo-ppm	4,1	0,6	6,8	0,2	5,5
Na (ppm)	299	251	211	Na-ppm	20884	21600	9734	18300	28250
Nb (ppm)	3,8	3,6	1,6	Nb-ppm	4,4	4,3	2,0	3,6	5,0
Ni (ppm)	15,4	11,3	14,2	Ni-ppm	88,1	95,6	28,5	78,1	102,9

Sveriges Geokemiska Atlas (SGU 2014)				Viscaria gråberg					
	Medel	Median	St.Avv.		Medel	Median	Std avv.	Nedre kvartil	Övre kvartil
P (ppm)	795	801	318	P-ppm	689	630	314	473	948
Pb (ppm)	11,8	9,6	9,0	Pb-ppm	76,9	2,4	171,3	0,5	57,9
Rb (ppm)	19,6	17,1	13,2	Rb-ppm	64,2	75,7	39,4	30,2	94,3
S (ppm)	70,4	39,9	104,3	S-ppm	4346,7	3950,0	3870,8	600,0	7100,0
Sb (ppm)	0,2	0,1	0,2	Sb-ppm	0,6	0,7	0,5	0,2	0,8
Sc (ppm)	4,7	4,5	1,7	Sc-ppm	32,0	36,0	11,9	25,6	39,5
Sn (ppm)	1,3	1,2	0,6	Sn-ppm	1,2	1,2	0,5	0,8	1,6
Sr (ppm)	29,3	25,2	19,6	Sr-ppm	90,3	92,3	50,7	44,6	120,0
Te (ppb)	22,8	17,3	21,6	Te-ppm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Th (ppm)	10,3	9,3	5,1	Th-ppm	3,2	1,7	3,6	0,9	3,5
Ti (ppm)	1759	1689	671	Ti-ppm	5248	5380	1846	4905	5823
Tl (ppm)	0,2	0,2	0,2	Tl-ppm	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3
U (ppm)	2,6	2,2	1,7	U-ppm	1,1	1,3	0,6	0,6	1,5
V (ppm)	37,7	34,2	17,2	V-ppm	217,2	254,0	97,0	139,8	270,5
W (ppm)	0,5	0,4	0,4	W-ppm	0,7	0,7	0,4	0,3	0,9
Y (ppm)	19,6	18,3	8,1	Y-ppm	20,9	22,6	6,6	17,2	26,0
Zn (ppm)	43,3	37,3	31,0	Zn-ppm	678,8	366,0	709,6	171,3	1028,5
Zr (ppm)	15,0	14,3	7,5	Zr-ppm	68,3	72,5	28,9	54,3	86,7

Tabell 2 Halter för särskilt omnämnda element för A- & B-zonen respektive D-zonen.

Element	Sveriges Geokemiska Atlas (SGU 2014)			Viscaria gråberg AB-zon			Anr. Faktor	Viscaria gråberg D-zon			Anr. Faktor
	Medel	Median	St.Avv.	Medel	Median	St.Avv.		Medel	Median	St.Avv.	
As (ppm)	4,4	2,3	7,6	47,2	32,8	38,8	11	8,6	1,4	21,8	2

Element	Sveriges Geokemiska Atlas (SGU 2014)			Viscaria gråberg AB-zon			Anr. Faktor	Viscaria gråberg D-zon			Anr. Faktor
	Medel	Median	St.Avv.	Medel	Median	St.Avv.		Medel	Median	St.Avv.	
Cd (ppm)	0,09	0,08	0,08	2,7	2,3	2,4	29	0,4	0,0	1,0	4
Co (ppm)	7,6	6,3	5,1	83,1	77,1	27,6	11	60,2	58,6	28,6	8
Cr (ppm)	24,3	20,4	16,2	141,8	140,0	22,9	6	119,7	112,0	61,3	5
Cu (ppm)	18,3	13,5	17,1	1835,9	1440,0	1469,1	100	701,7	349,0	875,8	38
Mo (ppm)	0,8	0,4	1,9	8,5	5,6	8,6	10	0,9	0,2	2,1	1
Ni (ppm)	15,4	11,3	14,2	106,9	103,0	11,8	7	74,6	82,3	29,5	5
Pb (ppm)	11,8	9,6	9,0	148,2	61,3	226,5	13	25,4	0,7	94,0	2
V (ppm)	37,7	34,2	17,2	256,8	254,0	17,3	7	188,7	237,5	119,8	5
Zn (ppm)	43,3	37,3	31,0	1144,2	994,0	772,8	26	342,7	194,5	426,3	8
						Medel:	22				8

4.3.4 ABA-test på gråberg

ABA-resultaten för de 31 gråbergsproverna redovisas i Tabell 3 (A- och B-zonen) (från befintligt gråbergsupplag och i Tabell 4 för borrhärneprov från D-zonen.

Skillnader som är tydliga vid jämförelse mellan tabellerna är den generellt sett klart lägre svavelhalten i gråbergsprover från D-zonen samt ett högre karbonat innehåll.

En figur över NPR¹ (NP/AP) och sulfidsvavelhalt (Figur 3) visar att gråbergsmaterialet generellt är nettobuffrande (D-zonen) eller osäkert (A- & B-zonen). Enbart ett prov från A- & B-zonen uppvisar potentiellt syrabildande egenskaper. Gräns mellan osäker klassificering och potentiellt syrabildande klassificering i A- & B-zonen går vid 1 vikt-% sulfidsvavel (räknat som pyrit).

ABA-testet antar att allt svavel föreligger som pyrit och därigenom kan bilda syra då det vittrar. En relativt stor andel av sulfidhalten i gråberget vid Viscaria föreligger som kopparkis (CuFeS_2 vilket är potentiellt syrabildande då det är en järnsulfid) eller som zinkblände (ZnS vilket inte är syrabildande). Utan hänsyn taget till detta faktum är genomsnittlig svavelhalt (där tuffprov under rapporteringsgräns har fått halva rapporteringsgränsen ansatt vid beräkningen) för alla gråbergsprover 0,38 vikt-% och NPR-kvoten (beräknad som summa NP/summa AP) 7,95. Detta visar att gråberget som helhet kan bedömas som inert med avseende på syrabildande egenskaper om antalet prov från respektive zon kan anses representativt för framtida mängder på gemensamt upplag.

Gråberg från A- och B-zonen (Tabell 3)

¹ NP dvs. buffrande förmåga / AP dvs. den potentiella syrabildande förmågan antaget att alla sulfider föreligger som pyrit

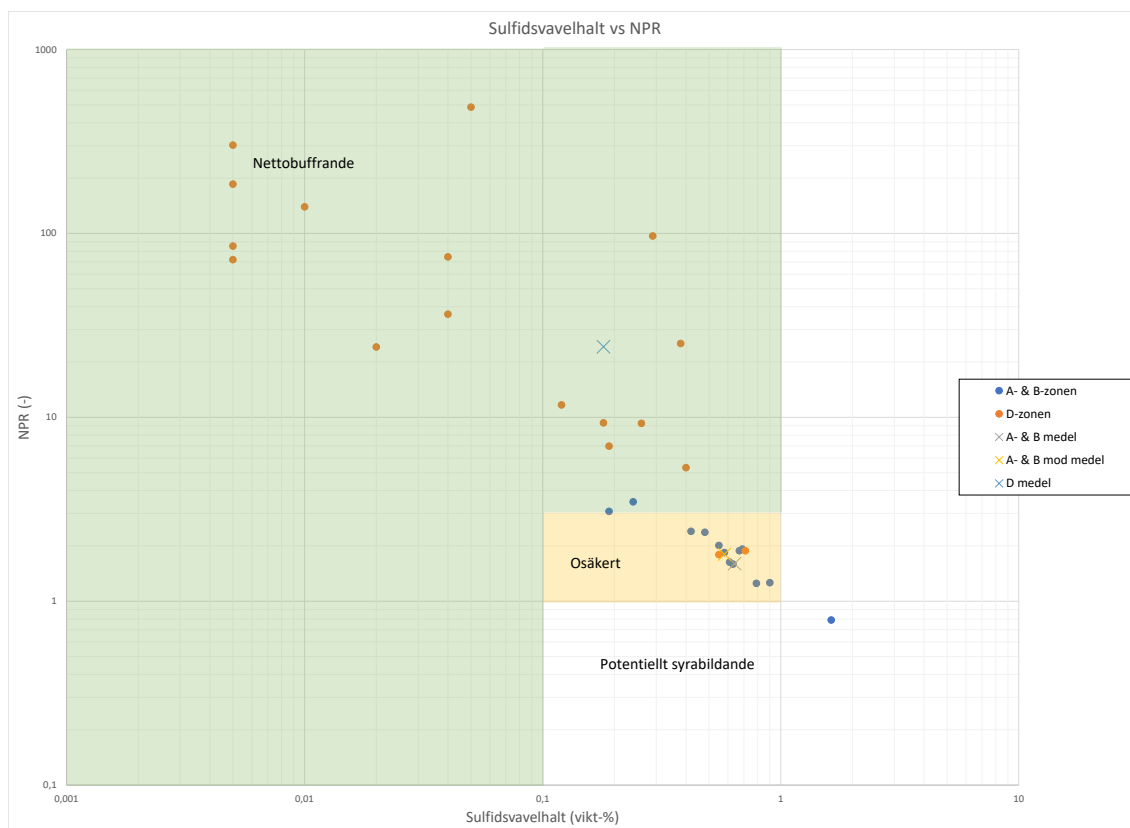
Tabell 3) har bedömt enskilt en sulfidsvavelhalt i genomsnitt på 0,64 vikt-% sulfidsvavel och en NPR-kvot av 1,6. Gråberg från A- och B-zonen hamnar således inom osäkerhetsintervallet avseende buffrande förmåga. Efter reduktion av den potentiella pyrithalten mätt som sulfidsvavel med zinkandelen så minskar sulfidsvavelhalten som kan bilda syra till 0,58 vikt-%, skillnaden blir således relativt måttlig i sulfidandel men NPR-kvoten förändras till 1,8. Gråberg från D-zonen hamnar inom det nettobuffrande fältet med en sulfidsvavelhalt på 0,18 vikt-% efter avdrag av zink och får en NPR-kvot på 24,2.

Tabell 3 Sammanställning av ABA-resultat för A- & B-zonen.

Analys A- & B-zon	Antal (>rapp. gräns)	Medel	Median	Std. Avv.	Undre 25:e percentilen	Övre 25:e percentilen
S tot - %	13	0,764615	0,68	0,426079	0,55	0,845
S sulfat wt.%	13	0,12	0,09	0,083865	0,0675	0,145
S sulfid wt.%	13	0,644615	0,61	0,356198	0,465	0,715
C tot - %	13	0,433846	0,44	0,161943	0,36	0,555
C organisk-%	13	0,205385	0,18	0,141399	0,09	0,3
C oorganisk-%	13	0,228462	0,21	0,0801921	0,195	0,2825
NP	13	32,9231	33	6,14358	31	36,75
AP	13	20,1385	19,1	11,1267	14,525	22,375

Tabell 4 Sammanställning av ABA-resultat för D-zonen.

Analys D-zon	Antal (>rapp. gräns)	Medel	Median	Std. Avv.	Undre 25:e percentilen	Övre 25:e percentilen
S tot - %	15	0,238667	0,19	0,252837	0,04	0,3675
S sulfat wt.%	9	0,04	0,01	0,0632456	0,01	0,04
S sulfid wt.%	14	0,231429	0,185	0,215187	0,04	0,38
C tot - %	18	1,57333	0,47	2,89337	0,29	0,82
C organisk-%	10	0,076	0,015	0,153493	0,01	0,04
C oorganisk-%	18	1,53222	0,425	2,90251	0,2	0,81
NP	18	136,889	43	244,985	28	75
AP	18	5,65556	2,6	6,61435	0,3	9,1



Figur 3 Redovisning av ABA-resultat som sulfidsvavel vs NPR för alla prov inklusive medelvärden.

4.3.5 Kinetiska försök på gråberg

Kinetiska försök är pågående och rapporteras separat. Preliminär bedömning efter ca 50 veckor är att delproverna på gråberg är nettobuffrande och uppvisar låg utlakning.

5 KARAKTERISERING AV ANRIKNINGSSAND

5.1 Genomförda provtagningar på anrikningssand

Anrikningssand har provtagits i omgångar från det befintliga sandmagasinet. Bland annat genomfördes en utredning av Lundkvist 1993 (fullanalys, ABA, kinetiska försök) inför den ursprungliga nedstängningen av verksamheten. Bedömningen var att det var osannolikt att sura förhållanden skulle kunna uppstå och att utlakningen av metaller var låg.

Ytterligare provtagning har utförts inom ramen för detta projekt med större samlingsprov av relativt ytlig anrikningssand 0–3 m uppdelade i metersektioner i 13 provgropar (Walder & Lundkvist 2020, bilaga C) för karakterisering bestående av fullanalys, ABA, mineralogi, fuktkammarförsök.

Under sommaren 2021 utfördes installation av grundvattenrör på sandmagasinet i sex punkter (Bilaga D). Dessa fördelades relativt jämt över sandmagasinets yta i två linjer i

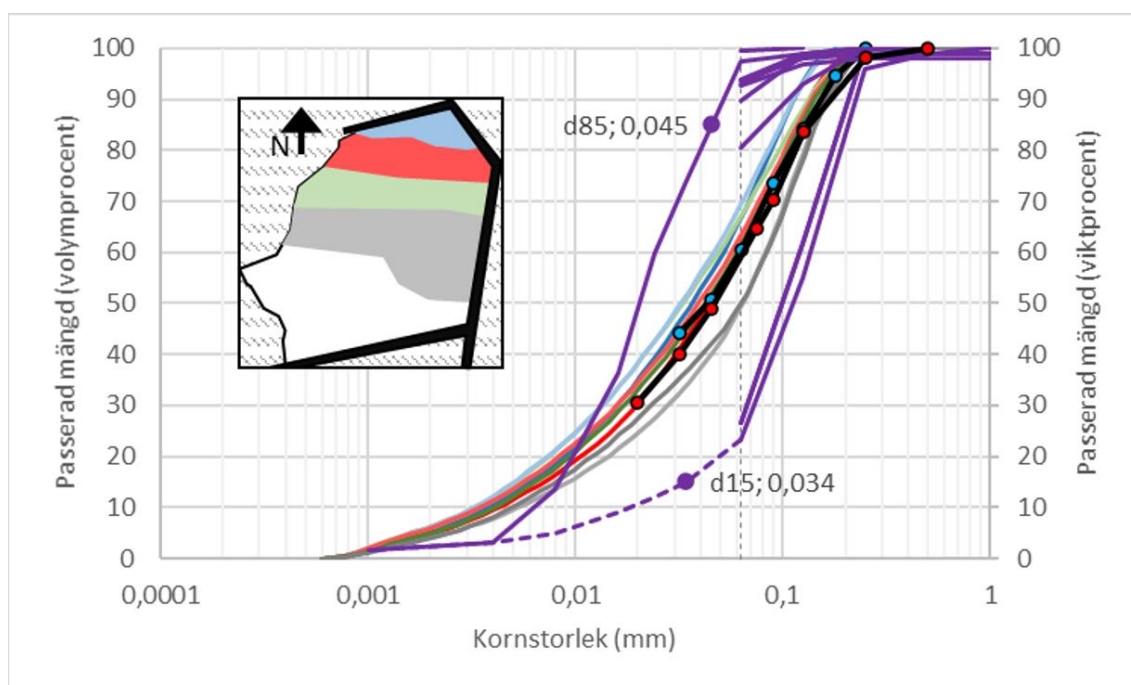
magasinets längdriktning. Prover togs ut genom skruvborrning i halvmeterssektioner genom hela sandmagasinet. Av dessa sex profiler valdes två ut för analyser (sydvästra respektive nordöstra delen av sandmagasinet) och från dessa två borrhål erhöles 58 prov på vilka fullanalys utfördes. Utöver de 48 elementen i baspaketet analyserades även Au på dessa prover. Ett antal prover, tio, valdes efter erhållna resultat på fullanalysen ut för ABA-test baserat på dess svavelhalt.

5.2 Resultatsammanställning

I detta kapitel sammanfattas resultaten av det genomförda karakteriseringsarbetet för anrikningssand. För läsning av ursprungliga resultat- och laboratorierapporter som denna rapport har upprättats i syfte att sammanställa hänvisas till Bilaga F.

5.2.1 Anrikningssandens fysikaliska och geotekniska egenskaper

Kornstorleksfördelningskurvor för anrikningssand i befintligt sandmagasin i Viscaria har tagits fram under 1987, i januari 2011, samt i mars 2021. En sammanställning av anrikningssandens kornstorlek presenteras i Figur 4. Denna visar att kurvorna ligger i ett samlat band med finjordshalter mellan 50 och 70%. Viss spridning går att utläsa, med något grövre fraktioner i magasinets södra delar. Gällande kurvan som motsvarar anrikningssandens totalfraktion (från verket), daterad 2021, går det att utläsa att hittills utförd deponering genererat en kornstorleksfördelning som är lik den kurva som lämnat anrikningsverket. Den hydrauliska deponeringen har inte inneburit någon betydande sortering av anrikningssandens fraktioner (TCS, 2021).



Figur 4 Kornstorleksfördelning anrikningssand, där cirkelns motsvarar finaste d_{85} och grövsta d_{15} .

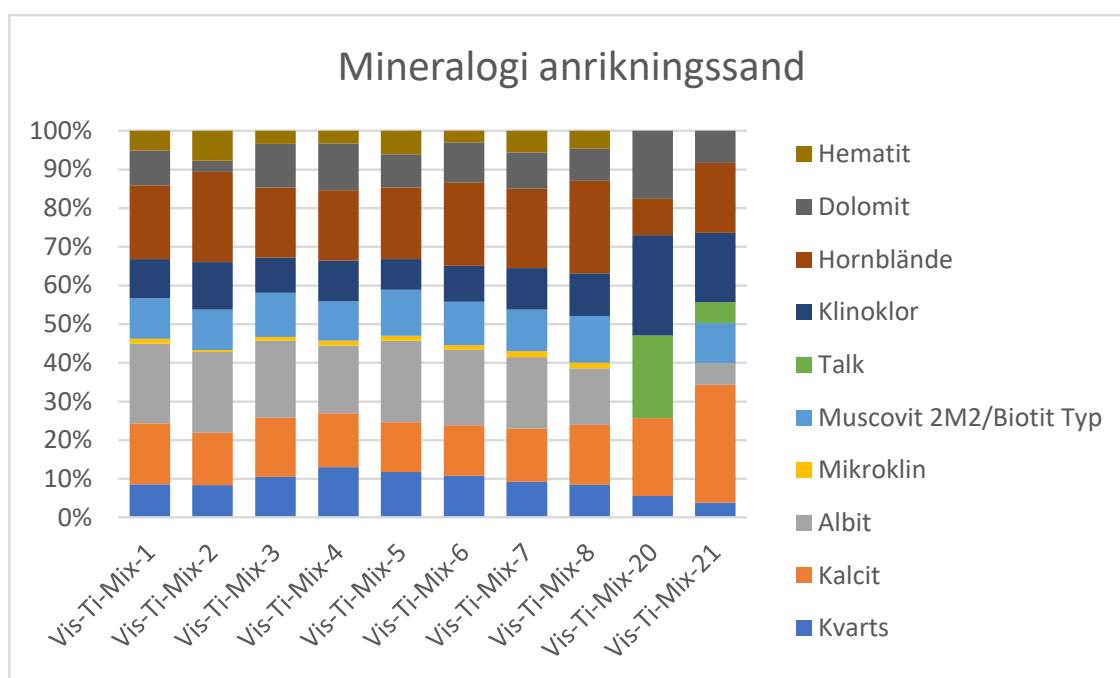
Enligt de observationer i provgropar som genomförts i november 2010 var anrikningssanden skiktad i 0,1-0,5 m tjocka lager. Vattenhalten ökade generellt sett med djupet och varierade från "torr" vid ytan till "våt" jord (TCS, 2021).

Anrikningssandens skjuvhållfasthet undersöktes 2011, där friktionsvinkeln utvärderades till 22,2° för det finare materialet och till 26,5° för det grövre materialet. Eftersom dammarna till befintligt sandmagasin inte planeras höjas utgör anrikningssandens egenskaper, dess hållfasthet, ej kritisk information. Anrikningssanden ingår inte heller som en del i dammkroppen och påverkar därmed inte dammarnas stabilitet. För befintligt sandmagasin bedöms risken för damning som liten, med anledning av att sandytan efterbehandlats och numer täcks av växtlighet (TCS, 2021).

5.2.2 Anrikningssandens mineralogiska egenskaper

Anrikningssanden från provtagning av sandmagasinet (Vis-Ti-Mix-1 till Vis-Ti-Mix-8) är tämligen homogen och visar på enbart en mindre segregering vid den deponering som skedde samt att variationen i mineralogisk sammansättning hos malmen (åtminstone för den del som provtagits i deponin) haft en liten variation över tid.

Kvarts varierar mellan 3,8–13 vikt-%, kalcit mellan 12,7-30,8 vikt-%, Albit 5,6-21,1 vikt-%, Mikroklin 0,5-1,5 vikt-%, Muskovit/biotit 10,2-12,1 vikt-%, Klinoklor 7,9-25,9 vikt-%, hornblände 9,4-23,9 vikt-% dolomit 2,9-17,6 vikt-% samt hematit med en halt mellan 3-7,7 vikt-%.



Figur 5 Mineralogisk sammansättning hos anrikningssand.

Anrikningssand från pilotskaleanrikningsförsök från D-zonen uppvisar en något annorlunda mineralogisk sammansättning med ett större kalcitnehåll samt förekomst av talk vilket beror på förekomsten av detta i större omfattning i D-zonen än i A- och B-zonen (samt Pahtohavaare). I övrig föreligger inga betydande mineralogiska skillnader mellan dem.

5.2.3 Fullanalys på anrikningssand

Resultatet från alla fullanalyser (97) redovisas som medelhalt, median, standardavvikelse samt undre och övre 25:e percentil i Tabell 5. I denna tabell jämförs även medelhalt med medelhalt i svensk morän. Delvis baserat på materialets ursprung är de flest halter över halten i svensk morän men detta beror även på analysmetoden använd för moränen som inte ger en fullständig upplösning.

Tabell 5 Sammanställning av statistik för 97 anrikningssandprover, Viscaria sandmagasin 2020-2021. Jämförelse med medelhalt i svensk morän (SGU 2014). Medelhalt över svensk morän markerad med brungul färg.

Element	Medel	Median	St.Avv.	Antal prov	Medel	Median	Std. avv	Undre 25:e percentilen	Övre 25:e percentilen	Anrikningsfaktor
SGU 2014										
Ag (ppb)	50,9	44,9	32,2	97	1,21	1,12	0,45	0,97	1,39	23,77
Al (ppm)	13461	12533	5982	97	50605,2	49400	4740,1	47375	53825	3,76
As (ppm)	4,4	2,3	7,6	97	113,4	106	42,4	84,5	143,625	25,8
Ba (ppm)	57,8	50,2	38,5	97	977,5	940	441,9	677,5	1205	16,9
Be (ppm)	0,6	0,6	0,3	97	1,08	1,06	0,19	0,935	1,185	1,67
Bi (ppm)	0,2	0,2	0,2	97	5,6	5,62	1,76	4,46	6,825	26,9
Ca (ppm)	6905	4519	19145	97	73971	71500	10538,7	66250	81600	10,7
Cd (ppm)	0,1	0,1	0,1	97	3,4	2,97	1,47	2,2975	4,3925	36,6
Ce (ppm)	82,5	74,8	36,0	97	162,5	161,5	36,5	138,75	182,5	1,97
Co (ppm)	7,6	6,3	5,1	97	149,9	144	28,95	131	167,75	19,8
Cr (ppm)	24,3	20,4	16,2	97	106,7	106	16,5	98	115,25	4,38
Cs (ppm)	1,6	1,3	1,3	97	1,7	1,54	0,57	1,2975	2,07	1,05
Cu (ppm)	18,3	13,5	17,1	96	3268,2	2870	1706,5	2125	3840	178,5
Fe (ppm)	21068	19937	8930	97	123809	119000	24411,8	107250	136625	5,88
Ga (ppm)	4,8	4,5	1,9	97	14,8	14,65	1,05	14,025	15,4625	3,12
Ge (ppm)				97	0,18	0,18	0,033	0,16	0,21	-
Hf (ppm)	0,4	0,4	0,2	97	1,9	1,8	0,26	1,7	2,025	4,61
In (ppm)				97	0,709	0,694	0,210	0,57825	0,85325	-
K (ppm)	1874	1531	1330	97	13713,4	13200	2070,1	12375	14600	7,32
La (ppm)	34,5	31,6	14,2	97	91,8	91,3	19,6	77,975	104	2,66
Li (ppm)	12,8	10,9	8,5	97	25,0	21,8	8,2	19,025	28,925	1,95
Mg (ppm)	4437	3847	3093	97	25919,6	25400	4231,4	23000	27825	5,84

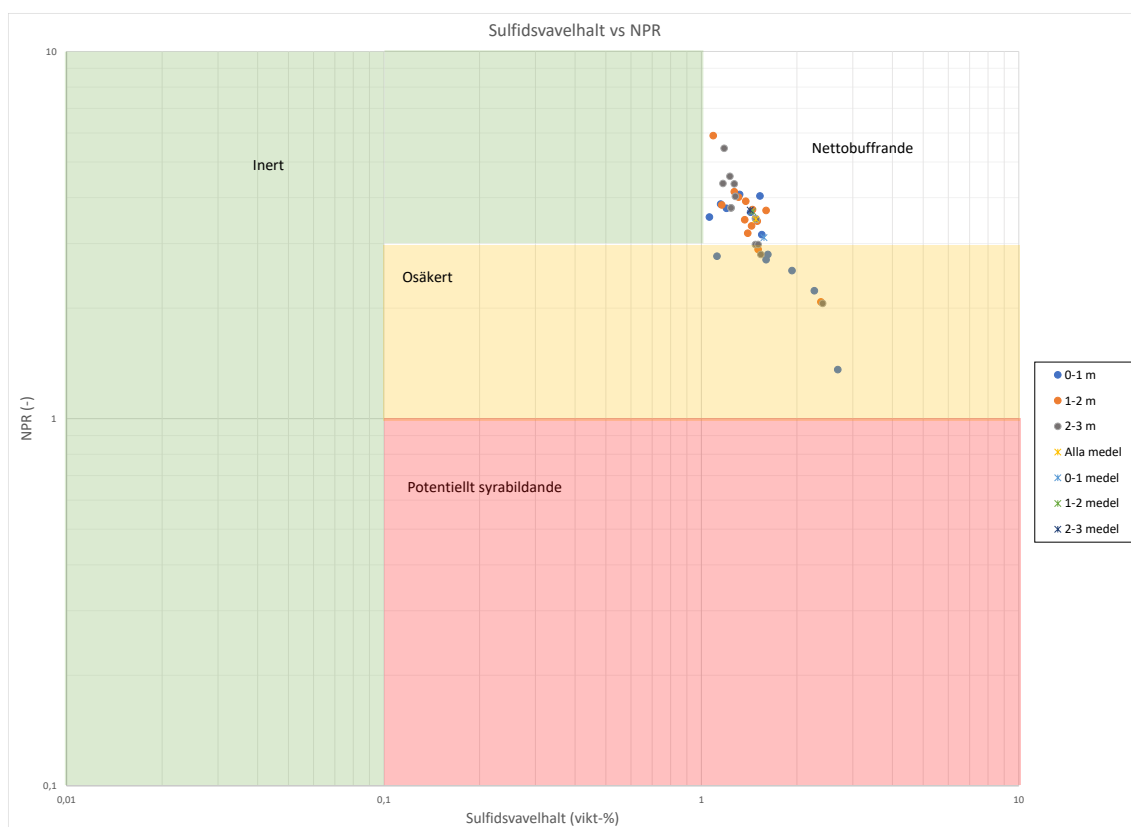
Mn (ppm)	338	280	262	97	2991	3060	576,95	2700	3392,5	8,86
Mo (ppm)	0,8	0,4	1,9	97	13,5	13,8	2,93	11,45	15,6	16,4
Na (ppm)	299	251	211	97	17282,5	16700	2963,07	15200	18900	57,7
Nb (ppm)	3,8	3,6	1,6	97	4,3	4,3	0,50	4	4,625	1,14
Ni (ppm)	15,4	11,3	14,2	97	121,6	121,5	15,07	109,25	132,625	7,90
P (ppm)	795	801	318	97	1540	1550	367,1	1257,5	1840	1,94
Pb (ppm)	11,8	9,6	9,0	97	130,4	102,5	85,9	67,3	164	11,1
Rb (ppm)	19,6	17,1	13,2	97	84,0	78,8	18,78	69,475	95,025	4,28
Re (ppm)				97	0,037	0,036	0,0138	0,028	0,044	-
S (ppm)	70,4	39,9	104,3	97	15062,9	15000	4818,7	12000	17650	214
Sb (ppm)	0,2	0,1	0,2	97	1,1	1,03	0,36	0,8075	1,295	5,28
Sc (ppm)	4,7	4,5	1,7	97	23,2	23	2,52	21,375	24,825	4,95
Se (ppm)				97	3,9	4	1,09	3	5	-
Sn (ppm)	1,3	1,2	0,6	97	7,3	7,8	1,84	5,875	8,6	5,64
Sr (ppm)	29,3	25,2	19,6	97	125,2	119,5	26,46	107	142,125	4,28
Ya (ppm)				97	0,28	0,28	0,034	0,26	0,3	-
Te (ppb)	22,8	17,3	21,6	97	1053,1	1070	274,3	787,5	1250	46,26
Th (ppm)	10,3	9,3	5,1	97	2,9	2,84	0,57	2,55	3,235	0,29
Ti (ppm)	1759	1689	671	97	3714,4	3610	616,6	3315	4072,5	2,11
Tl (ppm)	0,2	0,2	0,2	97	0,47	0,46	0,141	0,36	0,5625	2,37
U (ppm)	2,6	2,2	1,7	97	15,5	16	3,46	13,075	18,1	5,97
V (ppm)	37,7	34,2	17,2	97	228,6	232	19,34	216,75	242	6,06
W (ppm)	0,5	0,4	0,4	97	1,7	1,6	0,60	1,2	1,925	3,59
Y (ppm)	19,6	18,3	8,1	97	28,9	29,7	4,24	25,75	31,775	1,47
Zn (ppm)	43,3	37,3	31,0	97	2374,7	2300	982,8	1580	3090	54,9
Zr (ppm)	15,0	14,3	7,5	97	72,6	70,5	9,80	66,075	77,725	4,85
Au (ppm)				58	0,049	0,045	0,0199	0,035	0,059	-

5.2.4 ABA-test på anrikningssand

ABA-testerna på anrikningssand från provgröparna visar att svavelhalten i proverna från de översta tre metrarna i medel är 1,7 vikt-% och att sulfidsvavelhalten är 1,48 vikt-%. NPR-kvoten blir därför 3,3 i anrikningssanden. Detta innebär att anrikningssanden som helhet är nettobuffrande men inte kan klassificeras som inert avseende syrabildande egenskaper. Om hänsyn tas till innehållet av zinkblände så sjunker den potentiellt syrabildande sulfidsvavelhalten till 1,38 vikt-%. Resultatet visar att det finns en god buffert vid en eventuell framtida vittring och att någon tydlig förändring i NPR-kvot mot djupet inte föreligger. Detta visar på att vid vittring i de ytliga proverna (0–1 m) så förbrukas järnsulfider och karbonater i samma takt. Det ena förbrukas inte snabbare än det andra varför nettobuffrande förhållanden även kommer att råda fram till det att järnsulfiderna förbrukats (eftersom karbonat föreligger i överskott).

Tabell 6 Sammanställning av ABA-resultat för ytlig anrikningssand.

Element	Antal prov	Medel	Median	Std. avv	Undre 25:e percentilen	Övre 25:e percentilen
S - %	39	1,74	1,67	0,43	1,47	1,81
S Sulfat - %	39	0,26	0,25	0,12	0,21	0,30
S sulfid - %	39	1,48	1,43	0,38	1,24	1,54
C -%	39	2,83	2,78	0,24	2,65	2,95
C organiskt -%	39	1,19	1,2	0,26	1,0	1,3
C oorganiskt -%	39	1,63	1,63	0,25	1,5	1,8
NP	39	154,2	155	21,6	140	164,8
AP	39	46,4	44,7	11,7	38,8	48,0
NPR	39	3,33	-	-	-	-
NNP	39	107,7	106	26,0	91,25	123,00

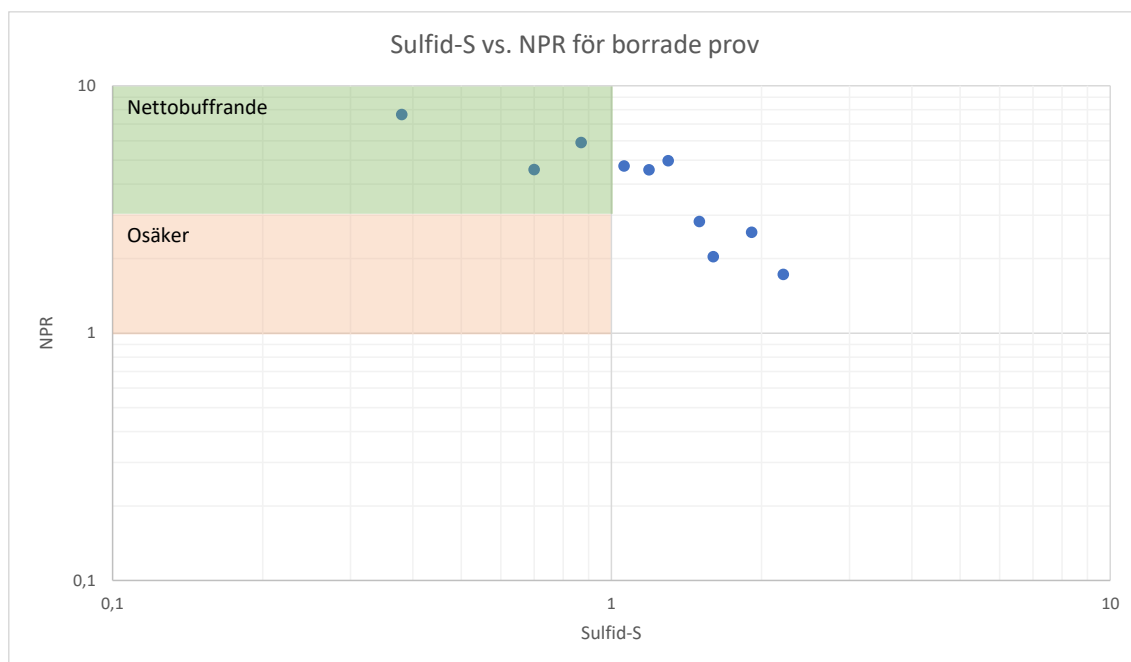


Figur 6 ABA-resultat i provgropar 0–3 m djup redovisat som sulfidsvavelhalt mot NPR.

För de borrhningar som utfördes sommaren 2021 utvaldes tio prover (djup 1–19 m) efter fullanalys baserat på sitt svavelinnehåll (högt till lågt). Resultatet redovisas i Figur 7. Resultatet är motsvarande det från provgroparna med ett genomsnittligt NPR på 3,5 och en sulfidsvavelhalt på 1,27 vikt-% i medel.

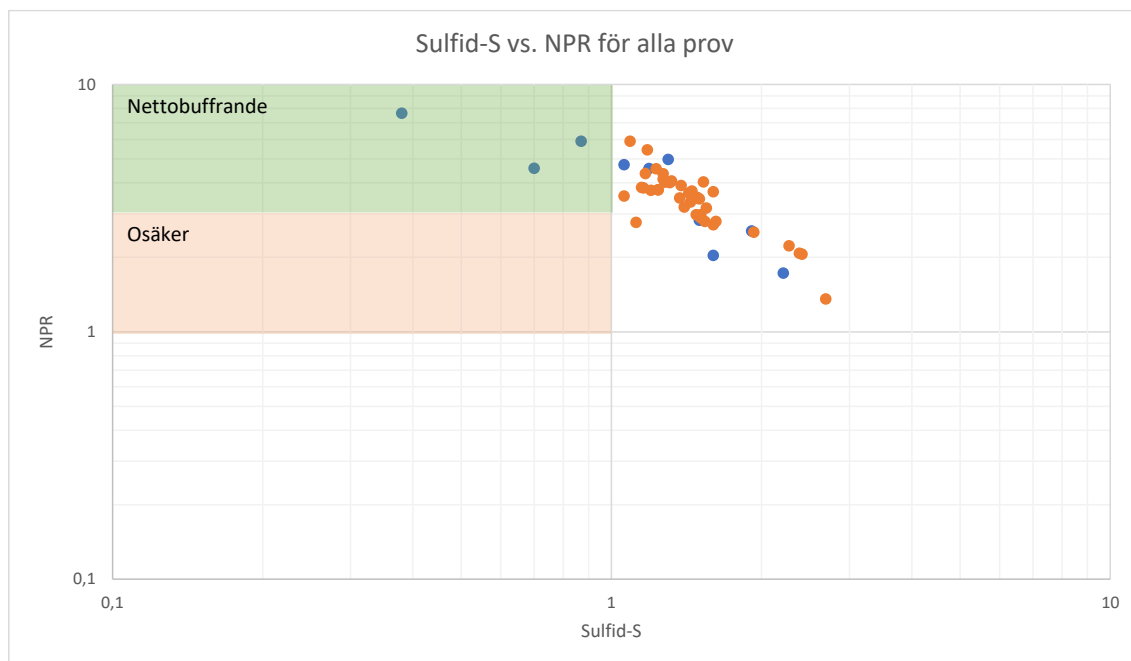
Tabell 7 Sammanställning av ABA-resultat för borrade prov på sandmagasinet, sommaren 2021.

	S Tot.	S Sulfat	S Sulfid	C Tot.	C Org.	C Oorg.	NP	AP	NPR	NNP
Prov-id (borrhålsnummer samt djup)	%	%	%	%	%	%	tCaCO ₃ /1Kt	tCaCO ₃ /1Kt	Unity	tCaCO ₃ /1Kt
4D 18.5-19	0,43	0,05	0,38	2,29	1,15	1,14	91	11,9	7,66	79
4D 17.5-18	0,77	0,07	0,7	2,94	1,66	1,28	101	21,9	4,59	79
4D 12.5-13	0,99	0,12	0,87	4,37	2,14	2,23	161	27,2	5,9	133
4D 9.5-10	1,15	0,09	1,06	3,66	1,64	2,02	157	33,1	4,74	124
4D 9-9.5	1,26	0,07	1,19	3,81	1,58	2,23	170	37,2	4,58	133
4D 1-1.5	1,38	0,08	1,3	3,33	0,77	2,56	202	40,6	4,98	162
4D 5-5.5	1,59	0,09	1,5	3,08	1,54	1,54	133	46,9	2,83	86
4D 4-4.5	1,68	0,08	1,6	2,72	1,55	1,17	102	50	2,04	52
3D 2-2.5	2	0,09	1,91	3,55	1,67	1,88	153	59,7	2,56	93
4D 7-7.5	2,3	0,09	2,21	3,3	1,84	1,46	120	69,1	1,73	51
Medel	1,36	0,08	1,27	3,31	1,55	1,75	139	39,8	3,50	99,2



Figur 7 Redovisning av NPR som funktion av Sulfid-S för borrade prov.

Genom att redovisa alla ABA-prover i samma figur (Figur 8) så kan överensstämmelsen mellan de två provtagningsmetoderna och omgångarna jämföras. Resultatet visar en god överlappning mellan NPR-kvot och sulfidsvavelförhållandet mellan de två olika provtagningsomgångarna samt att sulfidsvavelhalten måste vara >3 vikt-% för att potentiellt syrabildande anrikningssand skall kunna uppkomma.



Figur 8 Redovisning av NPR som funktion av Sulfid-S för alla prov.

5.2.5 Kinetiska försök på anrikningssand

De kinetiska försöken på anrikningssand är pågående och rapporteras separat. Slutsatsen för närvarande är att fuktkammarförsök på anrikningssand uppvisar en låg-måttlig utlakning av element.

6 SLAM

Slam kommer att uppkomma i gruvan i form av sedimenterat partikulärt material i pumpgropar och sedimentationsbassänger. Detta slam består huvudsakligen av finpartikulärt bergmaterial, företrädesvis silikater och lermineral. Sammansättningen bedöms motsvara gråberg och i samband med de regelbundna urgrävningar av bassänger och pumpgropar som kommer att ske deponeras detta slam i sandmagasinet.

Slam i form av hydroxidslam uppkommer även i den kemiska rening av vatten som utförs. Preliminära tester visar på reningsgrader upp till 85–95 %. Eftersom slammet inte uppkommit har en teoretisk halt i hydroxidslam beräknats baserat på förväntad årsmedelhalt i vatten som skall renas och ovanstående reningsgrad. Beräkningen har utförts för Co, Cu, Ni och Zn (Tabell 8). Mineralogiskt kommer hydroxidslammet att bestå av mindre andel bergmaterial (suspendat) som följer med vatten in i vattenreningen, utfällda metallhydroxider, sulfater och sekundär kalkit som bildas genom tillsatts av släckt kalk.

Tabell 8 Beräknade halter i hydroxidslam från vattenrening.

Element	Reningsgrad	mg/kg TS
Co	95%	51,8
Cu	90%	23,4
Ni	85%	48,9
Zn	93%	884,5

7 SAMLAD BEDÖMNING AV GENOMFÖRD KARAKTERISERING

Gråbergets mineralogi är relativt likartad mellan de olika delproverna med en stor andel Na-fältspat (albit - $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$), klinoklor (ett kloritmineral - $\text{Mg}_5\text{Al}(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_8$), hornblände (en Ca-amfibol - $\text{X}_{2-3}\text{Y}_5\text{Z}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ där $\text{X}=\text{Ca}, \text{Na}, \text{K}, \text{Mn}$; $\text{Y}=\text{Mg}, \text{Fe}^{+2}, \text{Fe}^{+3}, \text{Al}, \text{Ti}, \text{Mn}, \text{Cr}, \text{Li}, \text{Zn}$; $\text{Z}=\text{Si}, \text{Al}$), muskovit/biotit samt karbonater (kalcit och dolomit). Det som i huvudsak skiljer mellan proverna vid den mineralogiska analysen är fördelningen mellan dessa mineral mellan enskilda prov.

Gråberget uppvisar högre medel- och medianhalter för metaller i A- och B-zonen jämfört med D-zonen. Halterna är dock alla relativt låga och ofta flera tiopotenser lägre än föreslagna haltgränser för farligt avfall. Skillnaden mellan A- och B-zonen å ena sidan och D-zonen bedöms delvis bero på gråbergets ursprung med dess skillnader i mineralogi men även på det faktum att gråberg i D-zonen dagbrott på ett större avstånd från malmförekomsten än i A- och B-zonen där provtaget gråberg kommer från tidigare utförd ramp-, ort- och

schaktdrivning som generellt ligger närmare malmen och således varit något mer påverkade av malmprocesserna.

Gråberget som helhet är nettobuffrande och vid en särskild bedömning av A- och B-zonen så sjunker kvoten mellan den buffrande förmågan och den potentiella syrabildande förmågan till 1,6 samtidigt som sulfidsvavelhalten stiger till 0,64 vikt-%. Motsvarande för D-zonen är en kvot mellan buffrande och syrabildande förmåga på 24,2 och en sulfidsvavelhalt på 0,23 vikt-%. Gräns mellan osäker buffrande förmåga och potentiellt syrabildande för gråberg går vid ca 1 vikt-% sulfidsvavel.

På grund av att gråberget i A- och B-zonen i det fall det deponeras separat klassificeras som osäkert avseende buffrande förmåga samt har metallhalter som överstiger bakgrundshalt i svensk morän så kan inte gråberget från A- och B-zonen klassificeras som inert.

Gråberg från D-zonen är påtagligt mer buffrande och med en lägre sulfidsvavelhalt än från A- och B-zonen och klassificeras som inert med avseende på buffrande förmåga men eftersom metallhalter överstiger svensk bakgrundshalt för morän så kan inte heller gråberg från D-zonen klassificeras som inert.

Mineralogin i anrikningssanden är mer homogen än för gråberget vilket bedöms som rimligt då en malm från Viscaria har anrikats och där man vid anrikning eftersträvar en homogen kvalitet över tid på ingående material (samt en del malm från Pahtohavaaregruvan). Halterna är relativt likartade för de olika mineralen och skillnaden bedöms generellt uppkomma i samband med deponering då mer finkorniga och lättmalda samt lätta mineral kan transporteras längre från spigotteringen. Vanligast förekommande mineral är kalcit, albit, muskovit/biotit, klinoklor, hornblände, dolomit samt hematit i viss omfattning. Skillnaden mellan befintlig anrikningssand och framtida anrikningssand är att kalcithalten bedöms öka samt att talk tillkommer som mineral.

Anrikningssanden i sandmagasinet är nettobuffrande med en genomsnittlig kvot mellan buffrande och potentiellt syrabildande förmåga på 3,3 och en sulfidsvavelhalt på knappt 1,5 vikt-% i prover från grävda provgropar ned till 3 m. Prov från borrning mellan 1-19 m djup uppvisar en NPR-kvot på 3,5 och en sulfidsvavelhalt om 1,27 vikt-%. Gränsen för osäkert till potentiellt syrabildande för anrikningssanden skulle vara knappa 4 vikt-% sulfidsvavel och inget anrikningssandprov är i närheten av denna sulfidsvavelhalt. Eftersom sulfidsvavelhalten överstiger 1 vikt-% kan inte anrikningssanden klassas som inert trots att den som helhet är nettobuffrande.

Halten av metaller i anrikningssanden är något högre än för gråberg och särskilt gäller detta koppar som överstiger förslag till riktvärde för farliga egenskaper (Avfall Sverige 2019). Det bedöms dock att kopparkis inte har de egenskaper som ligger till grund för det beräknade riktvärdet varför anrikningssand inte klassificeras som farligt avfall. På grund av tidigare redovisad sulfidsvavelhalt samt metallinnehåll som överstiger svensk bakgrundshalt i morän kan inte anrikningssanden klassificeras som inert avfall enligt utvinningsavfallsförordningen.

Eventuellt omanrikad malm från befintligt sandmagasin kommer inte signifikant skilja sig från den här karakteriserade på annat sätt än att kopparhalten kommer att vara lägre.

8 KLASSIFICERING AV UTVINNINGSAVFALL

8.1 Allmänt om klassificering av utvinningsavfall

I utvinningsavfallsförordningen (SFS 2013:319) föreskrivs att allt utvinningsavfall skall klassificeras i enlighet med bilaga 4 till avfallsförordning (SFS 2011:927) och vidare att särskild hänsyn skall tas till avfallets eventuellt farliga egenskaper vid denna klassificering. För att tillgodose förordningarna har klassificering utförts på gråberg samt på anrikningssand från Viscaria. För klassificeringen har resultat avseende totalhalter erhållna i samband med ovan beskrivna karakteriseringsarbete tillämpats.

Utöver detta har utvinningsavfallen klassificerats mot definitionen på inert avfall som redovisas i utvinningsavfallsförordningens 6§.

6 § Med inert utvinningsavfall avses i denna förordning utvinningsavfall som

1. *inte i någon betydande grad kan sönderfalla eller lösas upp eller annars förändras på något betydande sätt som kan orsaka skada på människors hälsa eller miljön,*
2. *inte innehåller mer än*
 - a) *0,1 procent sulfidsvavel, eller*
 - b) *1 procent sulfidsvavel, om avfallets neutraliseringspotentialkvot är större än 3, beräknad som kvoten mellan neutraliseringspotentialen och syrapotentialen, vid en statisk provning enligt standarden SS-EN 15875:2011,*
3. *inte riskerar att självantända och inte kan brinna,*
4. *varken i sin helhet eller i sin finfraktion innehåller en högre halt av arsenik, kadmium, kobolt, krom, koppar, kvicksilver, molybden, nickel, bly, vanadin, zink eller något annat ämne som kan vara skadligt för människors hälsa eller miljön än att risken för en sådan skada är obetydlig och halten inte överstiger den halt som kan anses vara den nationella naturliga bakgrundshalten, och*
5. *i allt väsentligt är fritt från sådana ämnen som används vid utvinning eller bearbetning och kan skada människors hälsa eller miljön.*

8.2 Klassificering av gråberg

Gråberg från brytning av metallhaltig malm klassificeras i enlighet med avfallsförordningen (SFS 2020:614) alltid som ”01 01 01 - avfall från brytning av metallhaltiga mineral” och gäller

oaktat både gråbergets syrabildande potential och innehåll av olika metaller och andra ämnen. Orsaken till detta är att gråberg har en fast ingång som icke farligt avfall i avfallslistan.

Bedömning och klassificering för att avgöra huruvida gråberget bör betraktas som farligt sker enligt EU:s förordningar 1357/2014 och 2017/997 (som är ett komplement till förordning nr 1357/2014). I förordningarna anges vilka egenskaper (HP1 till HP15) och koncentrationsgränser som gör att avfall skall betraktas som farligt avfall.

Gråberget som uppkommer i Viscaria klassificeras inte som farligt avfall då halterna i Viscaria understiger de haltgränser som utgör grund för att det skall betraktas som farligt avfall (Tabell 9).

Tabell 9 Jämförelse mellan medelhalt i gråberg från Viscaria med element listade som farliga ämnen i Avfall Sveriges rapport 2019:01.

Parame-ter	Farliga egenskaper	Faroangivelsekoder	Medelhalt gråberg	FA
As	HP6, HP7, HP8, HP14	H300, H350, H314, H400, H410	24,8	1000
Cd	HP5, HP6, HP7, HP11, HP14	H372, H302, H312, H332, H350, H340, H400, H410	1,4	1000
Co	HP6, HP7, HP10, HP11, HP13, HP14	H302, H350i, H360F, H341, H317, H334, H400, H410	69,8	1000
Cr	HP7, HP13, HP14	H350i, H317, H400, H410	129,0	10000
Cu	HP4, HP6, HP14	H318, H302, H330, H400, H410	1177,3	2500
Mo	HP4, HP5, HP7	H319, H335, H351	4,1	10000
Ni	HP4, HP5, HP6, HP7, HP10, HP11, HP13, HP14,	H315, H372, H302, H332, H350i, H360D, H341, H317, H334, H400, H410	88,1	1000
Pb	HP5, HP6, HP10, HP14	H373, H332, H302, H360D, H400, H410	76,9	2500
V	HP5, HP6, HP10, HP11, HP14	H372, H335, H302, H332, H361D, H341, H411	217,2	10000
Zn	HP14	H400, H410	678,8	2500

Utöver klassificeringen enligt avfallsförordningen har bedömning även gjorts i enlighet med 6 § utvinningsavfallsförordningen (2013:319) i syfte att avgöra huruvida gråberget som uppkommer vid brytning i Viscaria är att betrakta som inert avfall.

Gråberget som helhet uppfyller utvinningsavfallsförordningens krav på NPR >3 och en sulfidsvavelhalt <1 vikt-%. Däremot uppvisar gråberg från A- och B-zonen en NPR <3 och bedöms då som osäkert avseende buffrande förmåga då sulfidsvavelhalten är 0,64 vikt-%. Motsvarande för D-zonen är 0,18 vikt-% sulfidsvavel och en NPR på 24,2.

Halten av element och specifikt As, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, V och Zn överstiger för båda gråbergstyperna (A- och B-zon samt D-zon) nationell svensk bakgrundshalt (medelhalt i morän) för alla element även om halterna i gråberg från D-zonen i flertalet fall ligger tämligen nära bakgrundshalt.

Gråberget kan inte klassificeras som inert på grund av innehållet av metaller. Övriga punkter anses uppfyllas av gråberget då det inte kan självantända eller brinna och inte heller bedöms laka signifikanta mängder av metaller som kan skada miljön.

8.3 Klassificering av anrikningssand

Anrikningssanden som kommer att uppkomma är inte potentiellt syrabildande varför den klassificeras som

- 01 03 06 Annat gruvavfall än det som anges i 01 03 04 och 01 03 05.

Anrikningssanden är inte inert med avseende på sulfidsvavelhalt och NPR-kvot varför den inte kan uppfylla kriteriet avseende inert klassificering i detta avseende. Halterna av element överstiger svensk bakgrundshalt i morän varför inte heller detta kriterium uppfylls. Anrikningssanden kan inte självantända eller brinna och kan inte heller i någon betydande grad sönderfalla eller lösas upp. Anrikningssanden klassificeras således inte som inert avfall.

Halterna av metaller i anrikningssanden är dock inte så höga att det skulle kunna klassas som farligt avfall undantaget Cu vilket överskrider FA-gräns föreslagen i rapport av Avfall Sverige (Tabell 10). Referenssubstanter som finns definierade för koppar i CLP-databasen är dock $\text{Cu}(\text{OH})_2$ samt $\text{Cu}(\text{OH})^+$ vilka är lösliga medan förekomstformen i anrikningssanden är i huvudsak kopparkis (CuFeS_2) vilket har en låg löslighet. Den faroangivelsekod som styr haltgränsen 2 500 mg/kg är faroangivelsekod H410 (Aquatic chronic 1). Övriga faroangivelsekoder varierar mellan 5 000 och 250 000 mg/kg, detta innebär att om det kan antas att kopparkis inte uppvisar de egenskaper som styr faroangivelsekod H410 (dvs inte har samma egenskap som de lösliga kopparföreningarna) så innehålls klassificeringsgräns för farliga egenskaper.

Bedömningen är således att anrikningssanden vid Viscariagruvan inte skall klassas som Farligt avfall baserat på dess haltinnehåll. Pågående fukt-kammarförsök på anrikningssand uppvisar en måttlig utlakning av Cu och andra element vilket stöder denna bedömning.

En eventuell omanrikning av befintlig anrikningssand påverkar inte anrikningssandens egenskaper på annat sätt än att kopparhalten kommer att minska. I övrigt bedöms ingen förändring ske avseende några av de ovan beskrivna egenskaperna. Klassningen kvarstår även för omanrikad anrikningssand.

Tabell 10 Jämförelse mellan medelhalt i anrikningssand med framtagna riktvärden för farligt avfall.

Parameter	Farliga egenskaper	Faroangivelsekoder	Medelhalt gråberg ppm	FA mg/kg
As	HP6, HP7, HP8, HP14	H300, H350, H314, H400, H410	113,4	1000
Cd	HP5, HP6, HP7, HP11, HP14	H372, H302, H312, H332, H350, H340, H400, H410	3,4	1000
Co	HP6, HP7, HP10, HP11, HP13, HP14	H302, H350i, H360F, H341, H317, H334, H400, H410	149,9	1000
Cr	HP7, HP13, HP14	H350i, H317, H400, H410	106,7	10000

Cu	HP4, HP6, Hp14	H318, H302, H330, H400, H410	3268,2	2500
Mo	HP4, HP5, HP7	H319, H335, H351	13,5	10000
Ni	HP4, HP5, HP6, HP7, HP10, HP11, HP13, HP14,	H315, H372, H302, H332, H350i, H360D, H341, H317, H334, H400, H410	121,6	1000
Pb	HP5, HP6, HP10, HP14	H373, H332, H302, H360D, H400, H410	130,4	2500
V	HP5, HP6, HP10, HP11, HP14	H372, H335, H302, H332, H361D, H341, H411	228,6	10000
Zn	HP14	H400, H410	2374,7	2500

8.4 Klassificering av slam

Det partikulära slammets som uppkommer i pumpgropar och sedimentationsbassänger kommer att ha en sammansättning som efterliknar gråbergets då detta är dess ursprung. Slammets klassificeras som ”01 01 01 - avfall från brytning av metallhaltiga mineral” och det bedöms inte klassificeras som inert enligt definition i utvinningsavfallsförordningen 6 §.

Hydroxidslam från vattenrening kommer baserat på uppskattning av framtida halt baserat på vattenreningsförsök inte bedömas vara farligt avfall. Dimensionerande är zinkhalten vilken beräknats till omkring 900 mg/kg TS vid rening av 600 m³/timme och en producerat mängd slam per år av 2 100 ton TS. Detta är klart under FA-gräns för Zn föreslagen i rapport från Avfall Sverige (Tabell 10). Hydroxidslam från vattenrening klassificeras därför som ”01 03 06 Annat gruvavfall än det som anges i 01 03 04 och 01 03 05” och bedöms inte vara farligt avfall. På grund av dess innehåll av metaller klassificeras inte hydroxidslam som inert. Hydroxidslam bedöms inte vara potentiellt syrabildande genom den låga sulfidhalten samt på grund av förväntat innehåll av sekundär kalcit.

8.5 Sammanfattning av Klassificering

Gråberg klassificeras som ”01 01 01 - avfall från brytning av metallhaltiga mineral”. Gråberg klassificeras inte som inert enligt definition i utvinningsavfallsförordningen 6 §.

Anrikningssand klassificeras som ”01 03 06 Annat gruvavfall än det som anges i 01 03 04 och 01 03 05” och bedöms inte vara farligt avfall. Anrikningssand klassificeras inte som inert enligt definition i utvinningsavfallsförordningen 6 §. Eventuellt omanrikad anrikningssand från befintligt sandmagasin erhåller samma klassning och har samma egenskaper förutom att kopparhalten har minskat.

Partikulärt slam från pumpgropar och sedimentationsbassänger klassificeras som som ”01 01 01 - avfall från brytning av metallhaltiga mineral”. Partikulärt slam klassificeras inte som inert enligt definition i utvinningsavfallsförordningen 6 §.

Hydroxidslam från vattenrening klassificeras som ”01 03 06 Annat gruvavfall än det som anges i 01 03 04 och 01 03 05” och bedöms inte vara farligt avfall baserat på beräknat metallinnehåll.

9 REFERENSER

Kisiel T. 1993. Viscariamalmens gråbergstippar.

Lundkvist A. 1993. Viscariagruvans sandmagasin. Halter, mängder och vittringspotential.

Erik Karlsson

Erik Karlsson

Seniorkonsult

BILAGA A - Provtagningsplan och fältrapport – Gråberg och Anrikningssand

SAMPLING PLAN FOR CHARACTERIZATION OF MINE WASTE MATERIAL AND WALL ROCKS AT

Viscaria Mine, Copperstone, Kiruna Kommun

July 2020,

Developed by KREC in cooperation with Copperstone AB

This sampling plan has been developed according to CEN/TR16365:2013, (Characterization of waste – Sampling of waste from extractive industry) which is developed from the standard EN 14899:2005.

	Step	Outcome
Defining the key elements of a sampling plan		
1	Identify involved parties	Owner: Copperstone AB Regulator: The regulator is the Norrbotten County board (Länstyrelsen i Norrbottens län), permitting issued by Mark- och Miljödomstolen (land and Environmental court) Independent consultant: KREC (Kjeøy Research & Education Center)
2	Identify the general objective	<p>The main purpose of this sampling plan is to fulfill the criteria set forth in the EU mine waste directive of 2009. This implies</p> <ul style="list-style-type: none">• Adopting the EU Commission Decisions on more specific topics for the mine waste characterization and• Following the EU-guidelines developed as part and the implementation of the EU Directive, CEN/TR 16365:2013• Follow the Swedish mine waste directive implementation, Förordning (2013:319). <p>This is a systematic sampling plan for characterization of the mine waste (waste rocks, tailings and pit walls) to be generated for the Viscaria Mine project. Characterization of the old mine waste is included in the plan in order to use information from waste that has weathered for more than 30 years as a guide to understand behavior of new mine waste material and thereby to be able to give the geochemical input to predict future impact in the receiving environment.</p> <p>An objective of the characterization of the old waste material is also to be able to estimate the baseline leaching from the old waste material.</p> <p>The overall objective of this sampling plan is to obtain samples and data to be able to estimate the leaching of constituents from the waste material and open pits. This data together with information from other investigations will</p>


Kjeøy Research & Education Center

Offersøyveien 212, Kjeøy, 8412 Vestbygd –Norway; Phone 47-99640304 www.kjeoy.no

	Step	Outcome
		then be used estimate the potential impact to receiving environment and how different closure scenarios may affect this impact.
3	Background information and field inspection	<p>The Viscaria Mine, Outocompo Oy, operated between 1983 and 1991. The mine exploited the ore from several open pits and from several areas of underground. Approximately 4.5 Mton waste rocks and 12 Mton of tailings were generated in addition to a copper concentrate.</p> <p>The Viscaria deposit is hosted in the Archean age Karelien suite. The Kiruna group greenstone is the host of the underline by the Kovo group of sedimentary rocks. The deposit is classified as a Volcanogenic massive sulfide deposit (VMS) of Besshi type. The A- and B-zone of the deposit follow the classic feature of a Besshi type, while the D-zone is potentially a skarn deposit altering a dolomite and containing significant grade of magnetite.</p> <p>Tailings generated from the flotation of chalcopyrite were deposited on the east side of the operation towards the LKAB tailings dam. The tailings were deposited using a single point spigoting. The majority of the tailings pond area drains today to Luossajärvi. A settling pond was emplaced between the tailings pond and the LKAB property. The LKAB property next to the settling pond is now occupied by the Triangln sorting waste-pile. The settling pond runoff/overflow water is led into the Luossajärvi lake. The Settling pond receives the runoff water from the Viscaria tailings pond.</p> <p>The tailings pond was rehabilitated with a thin soil/organic material cover. Most of the tailings have a fresh green growth, while a part of the tailings pile has a blackish clayish surface with minimal growth. There are also some areas with coarser tailings material that has little growth.</p>

Kjeøy Research & Education Center

Offersøyveien 212, Kjeøy, 8412 Vestbygd –Norway; Phone 47-99640304 www.kjeoy.no

	Step	Outcome
		 <p data-bbox="491 936 852 965"><i>Viscaria reclaimed tailings pond</i></p> <p data-bbox="491 1010 1469 1081">There are three waste rock dumps and waste rocks placed in the old workings. There is also a dump with till material.</p> <p data-bbox="491 1122 1469 1391">The northern waste rock dump was built with waste rocks excavated in the period 1983-1987 which constitutes approximately 2/3 of the waste rocks generated. The rest was primarily deposited underground and some in two smaller waste rock dumps and in open pits. There are good records of the development of the waste rock piles and in when the different section of the waste rock pile was generated. This gives a possibility to trace back to where the waste rocks where generated.</p>
4	<p data-bbox="260 1435 437 1496">Identify detail objectives</p>	<p data-bbox="491 1435 1018 1464">The purpose of the sampling is as follows:</p> <ol data-bbox="568 1509 1469 2011" style="list-style-type: none"> a. General characterization of waste rocks, tailings, settling pond, with the focus on: new waste rocks and tailings and open pit wall rocks. b. Characterization of the current waste rocks to evaluate the baseline setting of the Outcompo property and responsibility and to use this material as a guide for geochemical behavior future waste. c. Evaluate if the waste rocks or part of the waste rocks can be classified as inter waste according to the Swedish regulation document Förordningen (2013:319) on mine waste material. d. Estimate the acid generation potential and acid neutralization potential of the different types of mine waste material of the future mine waste material. e. Estimate the leaching potential and rate of constituents critical to the surrounding environment as well as effect on reclamation.

Kjeøy Research & Education Center

Offersøyveien 212, Kjeøy, 8412 Vestbygd –Norway; Phone 47-99640304 www.kjeoy.no

	Step	Outcome
5	Determine generic level	General characterization for future mining operation.
6	Identify tests and constituents to be tested	<p>Analysis of mine waste samples</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Whole rock Major and trace element chemistry - (ME-MS61, four acid digestion ICPMS/ICPAES, 48-52 element) from ALS 2. ABA analysis according to EN 15875 – 2011 or sulfur species method Lawrence and Wang 2000 (modified EPA, a standard international method) from ALS which includes sulfur speciation. 3. Mineralogy analysis XRD from ALS and microscopy analysis from a University on the samples used for the kinetic testing. 4. Long term leaching tests (humidity cell tests/Kinetic testing) of mixed samples according to CEN/TR16363:2012. 5. Sequential chemical extraction (7 step method SGS, Canada) of samples used for the kinetic testing, pre and post leaching tests. <p>Most of the crushing and splitting will be performed at the Copperstone AB facility in Kiruna during and shortly after the sampling.</p>
7	Health and safety precautions	<p>It is required to follow Copperstone health and safety rules and routines during the sampling. Hard hats, safety boots, safety classes shall be used during sampling.</p> <p>Sampling will be performed by KREC assisted by Copperstone.</p> <p>The largest risk is slumping in the waste rocks dumps during excavation and sampling. Gas development within the dumps is not a high risk due to relatively low sulfide content and high neutralization (that means favorable mineralogical composition) and good ventilation/airflow during excavation.</p> <p>To reduce risk of being affected by falling rocks slumping etc. the following practice shall be followed:</p> <ol style="list-style-type: none"> A. No entrance into the excavated trough B. Stand behind the backhoe in good distance to avoid being hit by the backhoe. C. Evaluate the stability of the sides of the trough after excavation. D. Fill the trough after sampling has been completed E. Marked the areas with danger sign during excavation and when/where there are open diggings.

Kjeøy Research & Education Center

Offersøyveien 212, Kjeøy, 8412 Vestbygd –Norway; Phone 47-99640304 www.kjeoy.no

	Step	Outcome
		<p>F. Social Distancing outside and inside is a must</p> <p>Perform a risk analysis prior to starting the sampling with the involved parties. Develop a risk analysis form including the measures taken to reduce the risks and contact information if there is an accident.</p>
Select/develop the sampling approach		
8	Identify the technical goals	<p>Waste Rock Dumps</p> <p>The purpose of the sampling is to obtain an understanding of the geochemical behavior (acid generation/neutralization, leaching rates etc.) of the mine waste material that has been weathered for more than 30 years. By understanding the behavior of old waste material estimation the future geochemical behavior of the new waste material can be estimated assuming that the old waste and the new waste are mineralogically similar.</p> <p>Samples from drill-cores collected over the last five years will be mineralogically and geochemically characterized. This data will be compared with the data from the old waste rocks and used to evaluate the future leaching potential of added waste rock material.</p> <p>The analysis will also be used to obtain waste classification and evaluate if the waste (ore parts of the waste material) can be classified as inert mine waste.</p> <p>The data shall be sufficient such that closure plans can be designed. This will include the potential to backfill in the underground workings as well as in the new open pits.</p> <p>A goal of the characterization of the old waste dumps is to assess leaching potential from the old waste dumps as a baseline for the Copperstone operation.</p> <p>Tailings pond:</p> <p>Characterization of the tailings pond material is to be used to evaluate the leaching of future tailings material and its potential impact on the receiving environment. The characterization is also being used to establish the base line of impact prior to Copperstone mining activity.</p> <p>Proper characterization of the current tailings pond is performed in order to evaluate oxidation rate, leaching rate and the potential to generate acidic.</p>

Kjeøy Research & Education Center

Offersøyveien 212, Kjeøy, 8412 Vestbygd –Norway; Phone 47-99640304 www.kjeoy.no

	Step	Outcome
		<p>This will give a good basis for evaluating the leaching potential of future tailings material. The goal is to have sufficient data to estimate the long term environmental effect on the recipients Rakkuri- and Luossajärvi- water systems.</p> <p>A goal of the characterization of the tailings material is to assess leaching potential from the old tailings pond as a baseline for the Copperstone operation.</p> <p>Settling pond The settling pond is to large extent water saturated with standing water and vegetation.</p> <p>A goal of the characterization of the settling pond material is to assess leaching potential from the old settling pond as a baseline for the Copperstone operation.</p> <p>Drill Cores Sampling of the drill core is performed in order to obtain samples that can represent to future waste rocks and ore. The ore samples will through flotation testing represent the future tailings.</p> <p>The collected waste rock samples are to represent the waste rocks from the generated from the different ore types and potentially different geological units.</p>
9	<p>Identify the overall population</p>	<p>Waste Rocks There were produced approximately 4.4 Mton waste rock of which 3.0-3.4 Mton were placed in three waste rock dumps (approx. 90% in the northern dump). The rest of the waste rocks were place in underground and in open pits and was waste rock produced in the period 1988-1991. Most of the waste rocks are from access tunnels and from wall rocks from the open pits.</p> <p>The amount of waste rocks for the future production will also primarily come from the access tunnels to the underground workings. There will also be waste rocks from several smaller open pits. The total amount of waste rocks that is expected to be generated 36 Mton.</p> <p>Tailings pond</p>

Kjeøy Research & Education Center

Offersøyveien 212, Kjeøy, 8412 Vestbygd –Norway; Phone 47-99640304 www.kjeoy.no

	Step	Outcome																											
		<p>12 Mton tailings was generated during the previously operation. Copperstone is planning on generating at least 26 Mton (base case). The scoping study for the Viscaria Mining project of 2015 is looking into two larger scenarios.</p> <p>Settling dam</p> <p>There will be only smaller amounts left in the settling pond. This will be the finest grain from the milling/flotation. Old settling material will be used to estimate the geochemical properties of future settling pond material.</p>																											
10	Chose the sampling population	<p>The sampling population is as follows (see attachment 2 and 4 sampling location maps):</p> <table border="1" data-bbox="496 949 1417 1653"> <thead> <tr> <th>Type of material</th> <th>Mass</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Waste rocks 1 north</td> <td>3 Mton</td> <td>Divided into three zones</td> </tr> <tr> <td>Waste rocks 2 south</td> <td>0.3 Mton</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Waste rocks 3, central</td> <td>0.X Mton</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tailings pond</td> <td>12 Mton</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Settling pond</td> <td>??ton Surface area of approx.. 19 hectare</td> <td></td> </tr> <tr> <td>New Waste rocks A-zone</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>New Waste Rock B-zone</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>New Waste Rocks D-zone</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>North Waste Rock dump:</p> <p>The north waste rock dump, that contains most of the waste rocks excavated. There are two lifts in the whole dump. The southern part of the waste rock dump was built with primarily the waste rocks from the Northern A zone.</p> <p>The next two sections were built with central part of the A zone, while waste rocks from excavating the southern A zone is place in the northern part of the waste rock dump. The northern A zone constitute approximately 1/3 of the</p>	Type of material	Mass		Waste rocks 1 north	3 Mton	Divided into three zones	Waste rocks 2 south	0.3 Mton		Waste rocks 3, central	0.X Mton		Tailings pond	12 Mton		Settling pond	??ton Surface area of approx.. 19 hectare		New Waste rocks A-zone			New Waste Rock B-zone			New Waste Rocks D-zone		
Type of material	Mass																												
Waste rocks 1 north	3 Mton	Divided into three zones																											
Waste rocks 2 south	0.3 Mton																												
Waste rocks 3, central	0.X Mton																												
Tailings pond	12 Mton																												
Settling pond	??ton Surface area of approx.. 19 hectare																												
New Waste rocks A-zone																													
New Waste Rock B-zone																													
New Waste Rocks D-zone																													

Kjeøy Research & Education Center

Offersøyveien 212, Kjeøy, 8412 Vestbygd –Norway; Phone 47-99640304 www.kjeoy.no

	Step	Outcome
		<p>waste rocks, while Southern (and some central ore zone) constitute the 2/3 of the waste rock dump. These three sections are considered individual populations.</p> <p>Most of the new waste rocks will be generated in the open pit. There will be only smaller underground operation in the D-Zone, unless the new exploration effort pans out.</p>
11	Assess variability	<p>A report was generated in the 1990s by the Viscaria mine to support/develop closure plans. This report includes geochemical characterization of the waste rocks. The waste rock characterization was based on drill cores.</p> <p>The results from the previous Viscaria mine characterization indicated that a majority of the waste rocks could be grouped as non-acid generating material. But there were a significant amount of samples that were grouped as potentially acid generating also with higher acid potential than neutralizing potential. Copper content also showed a large variation 70-2900 ppm (greenstone footwall, A-zone).</p> <p>The ore is a vein mineralization of the VMS, and there is likely a halo of sulfide mineralization out side the ore zone. Further away for the ore will likely show lower concentrations. Therefore, potentially a significant variation in the waste rocks. This needs to be reflected in the selection of core samples.</p> <p>The flotation is homogenizing the ore and thereby the output – tailings. However:</p> <ul style="list-style-type: none"> • There may be variations in the ore from area and between the ore zones (it is known that D-zone is distinct different with respect to magnetite concentration). This means that there may be large-scale variations with depth in the old tailings dam. • There is likely a grain-size gradient from the discharge point to the tailings dam water overflow point, where larger/heavier mineral grains will settle nearer the discharge point than the fine grained/lighter minerals. Sulfide minerals have a higher specific weight than the silicate gangue minerals. • There may also be sulfide oxidation taking place within the tailings generating an oxidation front. <p>The sampling pattern is taking this potential variability into consideration.</p>

Kjeøy Research & Education Center

Offersøyveien 212, Kjeøy, 8412 Vestbygd –Norway; Phone 47-99640304 www.kjeoy.no

	Step	Outcome
12	Identify the scale	<p>North Waste Rock dump (total mass – 3.0 Mton): A total of 13 samples. Approx. 1 sample/0.23 Mt.</p> <p>South Waste Rock (B-zone) (total mass – 0.3 Mton): A total of 3 samples. Approx. 1 sample /0.1 Mt.</p> <p>New Waste Rocks A zone (total mass – 20.5 Mton base case): A total of 15 core samples. Approx. 1 sample /1 Mt.</p> <p>New Waste Rocks B zone (total mass – 5.6 Mton): A total of 10 core samples. Approx. 1 sample /0.5 Mt.</p> <p>New Waste Rocks D zone (total mass – 9.9 Mton): A total of 15 core samples. Approx. 1 sample /0.75 Mt.</p> <p>Tailings pond (total mass – 12 Mton): A total of 42 samples. Approx. 1 sample /0.3 Mt.</p> <p>New Tailings (total mass – 26 Mton, base case): One combined sample from A-zone for flotation processing. One combined sample from D-zone for flotation processing.</p> <p>Settling pond (low mass) 3-4 samples, scale unknown</p>
13	Select the statistical approach	<p>Waste rocks Systematic at the waste dump. Judgmental-systematic from the drill cores.</p> <p>Tailings pond: Systematic at the tailings pond with the surface spread of locations. Judgmental with depth.</p>

Kjeøy Research & Education Center

Offersøyveien 212, Kjeøy, 8412 Vestbygd –Norway; Phone 47-99640304 www.kjeoy.no

	Step	Outcome
14	Choose the desired reliability (i.e. precision and confidence)	To be able to classify the waste as inert the sulfide content needs to be < 0.08 wt.% with a 98% confidence.
15	Choose the required statistical parameter	ABA analyses are critical environmental parameter. It is therefore required with high confident in the analyzed concentrations
Determine the practical instructions 3.8.2		
16	Identify the sampling pattern	<p>Waste rock dumps Sampling will be performed using a backhoe that can dig to approximately 6 meters.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Approximately 10-ton samples will be removed from each digging for crushing and splitting. • There will be 13 holes dug in the large waste rock dumps and three in each of the other two smaller dumps. <p>Tailings dam Sampling will be performed using a backhoe that can dig to approximately 3 meters depth.</p> <ul style="list-style-type: none"> • One scope will be removed for meter to obtain a depth profile. • 20 kg sample will be collected from each scope. • There will be 14 holes dug in the tailings dam. • There will be drilled approximately 20 holes hand auger to further evaluate the oxidation front issue. <p>Settling pond 3-4 samples will be collected potentially from a boat depending on the accessibility during the sampling period.</p> <p>Core sampling <i>Tailings</i> Core samples from the D-zone and the A-zone will be collected to generate enough material to perform two processing experiments. This will likely result in taking all available core material through the ore zone.</p>

Kjeøy Research & Education Center

Offersøyveien 212, Kjeøy, 8412 Vestbygd –Norway; Phone 47-99640304 www.kjeoy.no

	Step	Outcome
		<p><i>Waste Rocks</i></p> <p>Samples will be collected from the core based on distance from the ore, but within the future open pit area. Core logs will be used to guide the selection of these samples.</p> <p>See map for sampling locations</p>
17	<p>Determine minimum increment size and sample size 2.8.2.2</p>	<p>Waste rock dumps Approximately 10.000 kg/sample.</p> <p>Tailings pond Approximately 10-20 kg/sample.</p> <p>Settling dam Approximately 1-2 kg/sample.</p> <p>Core sampling Size is dependent on core availability.</p>
18	<p>Determine required number of samples 2.8.2.2</p>	<p>Waste rock dumps 17 samples</p> <p>Tailings pond 44 samples</p> <p>Settling dam 3-4 samples</p> <p>Core sampling Approximately 30 samples</p>
19	<p>Decide on the use of composite and incremental samples 2.8.2.3</p>	<p>There will be made composite samples for kinetic testing. The composite sample of the waste rocks will represent the different year production. A total of six composite samples will be generated for kinetic testing from the north waste rock dump and one from each of the other two dumps.</p> <p>There will also be made composite samples of the tailings representing distance to the discharge point and with depth producing altogether approximately 6 samples for kinetic testing.</p> <p>There will be collected two samples for flotation testing from A-zone and D-</p>

Kjeøy Research & Education Center

Offersøyveien 212, Kjeøy, 8412 Vestbygd –Norway; Phone 47-99640304 www.kjeoy.no

	Step	Outcome
		zone. These will be split in two to make duplicate samples for the kinetic testing of new tailings.
20	Identify appropriate sampling techniques 2.9	<p>Waste rock dumps</p> <p>A Backhoe that can dig to approximately 6 meters is preferable. Samples will be taken with the backhoe for every 1 meter depth. It will be taken 1 scopes per meter depending the size of the scopes making approximately 5-7m³ sample pile or 10 tons.</p> <p>Samples will be transported to the crusher with a front loader or a truck and crushed to -15 mm. Output of the crusher is a cone. This will be flattened to approximately 50 cm. Small diggings will be made at 6 places within this flattened area producing approximately 30 kg sample. This will be done twice to produce duplicates. One duplicate will be stores dry for future testing.</p> <p>Tailings pond</p> <p>Tailings pond will be sampled using two techniques. Backhoe and hand auger. The hand auger is to evaluate if there is visible oxidation taking place and if so, how deep is it to the front.</p> <p>The backhoe is to produce one scope per meter depth, which means tree samples per hole.</p> <p>Settling dam</p> <p>A lake sediment sampler will be used to collect the samples from the settling pond. The equipment will be borrowed from LKAB ytre miljø.</p> <p>Core sampling</p> <p>Core will be split with a rock-saw on those sections that are of interest for sample and analysis. Crushing can potentially be at LKAB lab.</p>

Sampling management in the field		
21	Form and nature of problems arising:	Note problems or discrepancy according to the sampling plan in the sample form.
22	Specify detailed sampling location	Note location for the sampling in the sample form.

Kjeøy Research & Education Center

Offersøyveien 212, Kjeøy, 8412 Vestbygd –Norway; Phone 47-99640304 www.kjeoy.no

23	Specify date and time(s) of sampling:	Note date and time for the sampling in the sample form.
24	Specify persons to be present:	KREC: Ingar Walder
25	Detail requirements for on-site determinations:	The following subjects are to be described in the field: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Color ▪ Grain size / grain size distribution ▪ Smell ▪ Mineralogy ▪ Photo to be taken of the sample including a scale, and sample number sheet
26	Identify sample coding methodology:	The following sample number system is suggested: Vis-WR-xx-2020 - Waste rocks Vis-Ti-xx-“depth”-2020 - Tailings Vis-Se-xx-2020 - Settling pond Vis-Co-xx-“CoreNo”-“depth”-2020 - Core samples
27	Sub-sampling:	There will be duplicate samples of all crushed samples (>15 mm).
28	Preservation:	Solid sample are to be dried at max 50 dC. No further preservation except stored dry.
29	Packaging:	Waste rocks samples are collected in 30 L plastic container with a lid. Split samples are placed in double thick plastic bags. Tailings samples will be collected in 20 L plastic containers. Split samples are placed in double thick plastic bags. Thick plastic bags (size 10 liter),
30	Storage:	Samples are stored dry in Copperstone ware-house
31	Transport:	Standard transport to ALS with Bussgods. Sample forms are to follow in each sample box shipped.
32	Laboratory Instructions:	Waste Rocks KREC assisted by Copperstone staff sample will organize the excavation, log the material. <ul style="list-style-type: none"> • A mobile crusher will crushed the material to approx. 15 mm

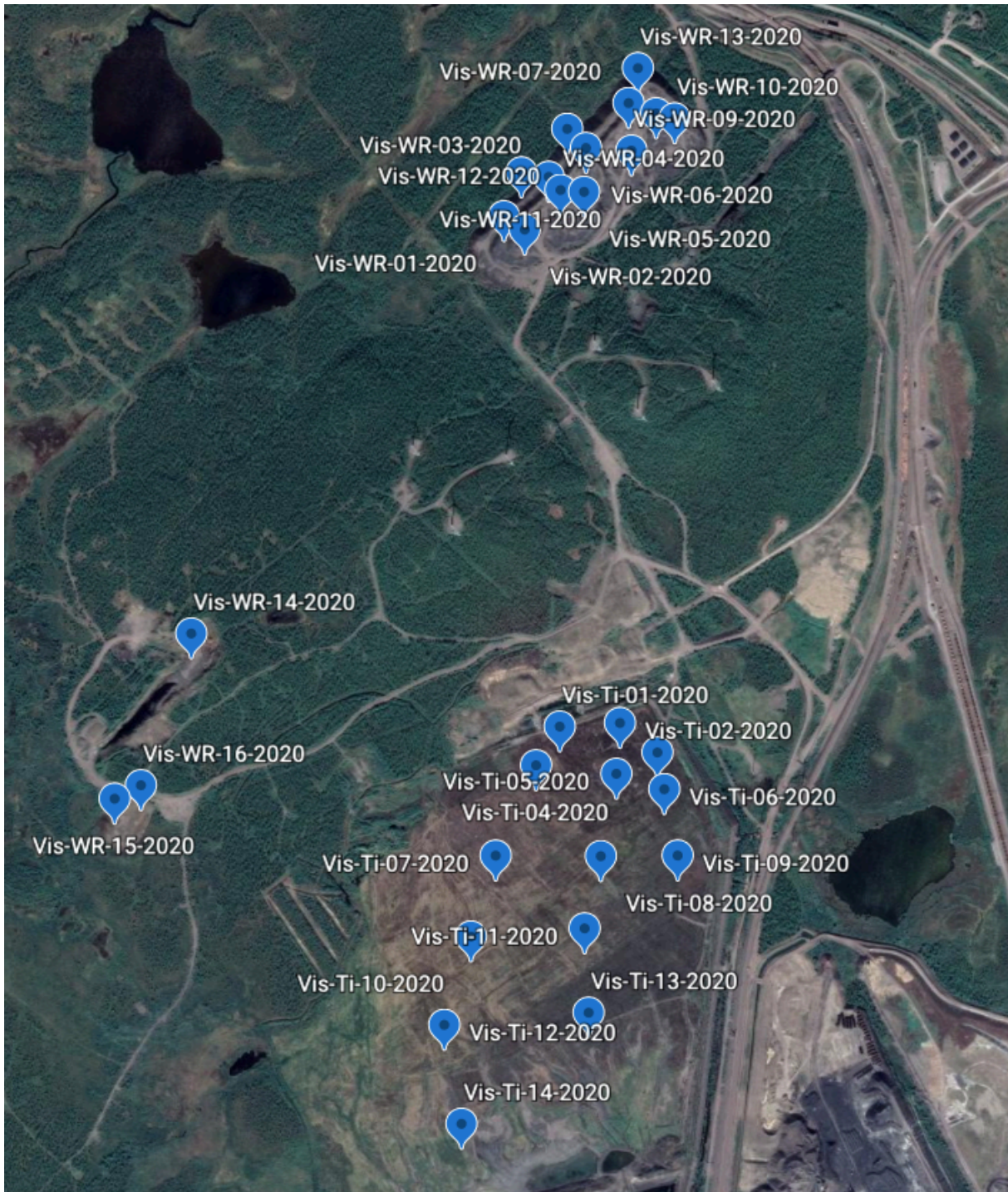
Kjeøy Research & Education Center

Offersøyveien 212, Kjeøy, 8412 Vestbygd –Norway; Phone 47-99640304 www.kjeoy.no

		<ul style="list-style-type: none"> • KREC will sample from each crushed pile two samples of approximately 30 kg • Logging on site • Material will be transported by KREC or Copperstone to the ware house • Samples will be dried if needed • Duplicate will be stored • Samples will be split in two 10 kg samples • One 10 kg split sample will be sent to ALS for milling and analysis (pulp and reject are to be returned to Copperstone) • <p>Tailings</p> <ul style="list-style-type: none"> • Backhoe digging to approximately 3 meters. Three samples collected per digging, one per meter. Approximately 20 kg samples are to be collected each in a 20 L bucket. • Logging on site • Paste pH performed in Copperstone warehouse • Drying in Copperstone warehouse • Splitting • Sending off split sample to ALS • Pulp and rejects are to be returned to Copperstone • Combining samples for kinetic testing KREC <p>Core samples</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selecting 30-50 core samples representing the waste rock areas that have not been mined before. • Splitting the core with a rock saw available in the ware house • Crushing the samples at LKAB physical lab • Splitting samples and one split goes to ALS for total chemistry and ABA analysis • Pulp and rejects are to be returned to Copperstone • <p><i>See flow chart for sampling and sample preparation</i></p>
33	Analytical laboratory and sample prep. facilities	<ul style="list-style-type: none"> • ALS Luleå, Chemical Analysis – • SGS Lakefield Canada Sequential chemical analysis – Debbie Waldon • KREC, Kinetic testing, Ingar Walder +4799640304 • ALS Piteå, crushing, whole rock chem, ABA, mineralogy David Berggrav

Kjeøy Research & Education Center

Offersøyveien 212, Kjeøy, 8412 Vestbygd –Norway; Phone 47-99640304 www.kjeoy.no



Kjeøy Research & Education Center

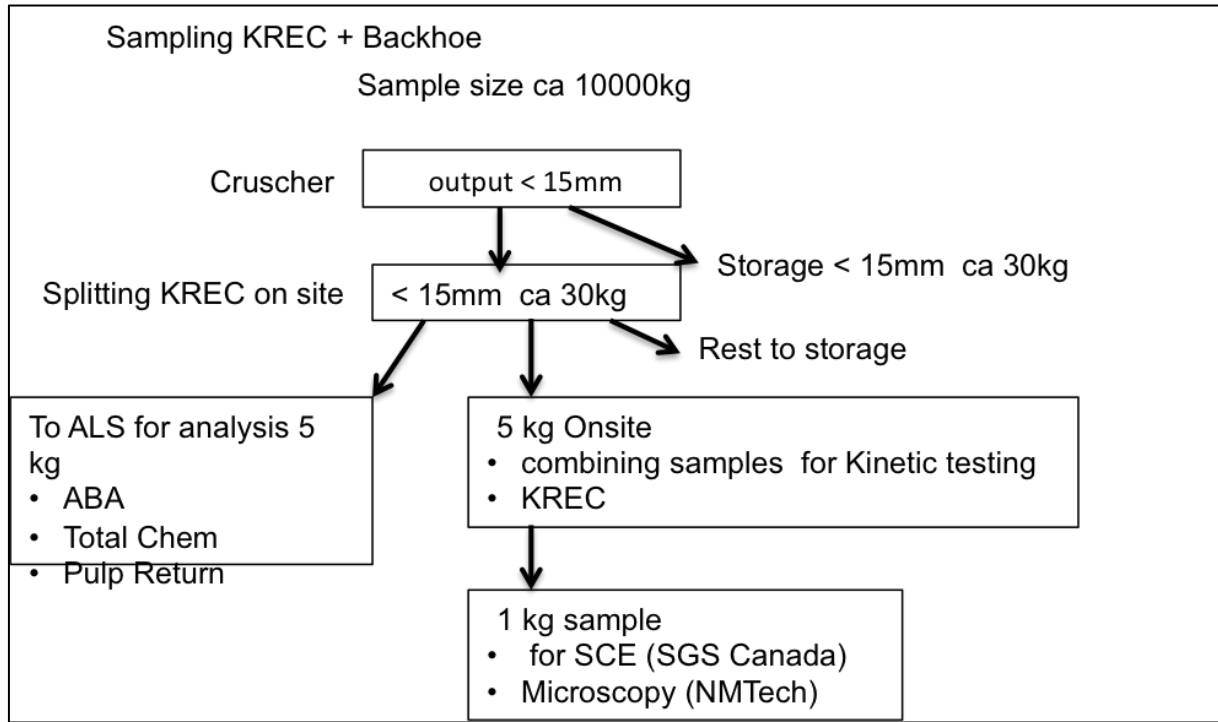
Offersøyveien 212, Kjeøy, 8412 Vestbygd –Norway; Phone 47-99640304 www.kjeoy.no



Kjeøy Research & Education Center

Offersøyveien 212, Kjeøy, 8412 Vestbygd –Norway; Phone 47-99640304 www.kjeoy.no

Flow sheet sample preparation **to update to 10kg for ALS**



BILAGA B - Fältrapport installation av grundvattenrör, Viscaria sandmagasin

DATUM: 2021-07-14**Uppdragsnummer** 20394078**TILL:** Anders Lundkvist, Copperstone Viscaria AB**KOPIA:****FRÅN:** Erik Karlsson**E-POST:** erik_karlsson@golder.se**FÄLTRAPPORT – INSTALLATION AV GRUNDVATTENRÖR****Inledning**

På sandmagasinet vid Viscariagravan har grundvattenrör installerats för att utreda grundvattenkvaliteten på olika nivåer och inom olika delområden. Under arbetet bedömdes även en hel profil i varje lokal (från yta till underlag) och prov uttogs varje halvmeter.

Syftet med denna rapport är att kortfattat sammanfatta och redovisa de arbeten som utfördes.

Fältobservationer

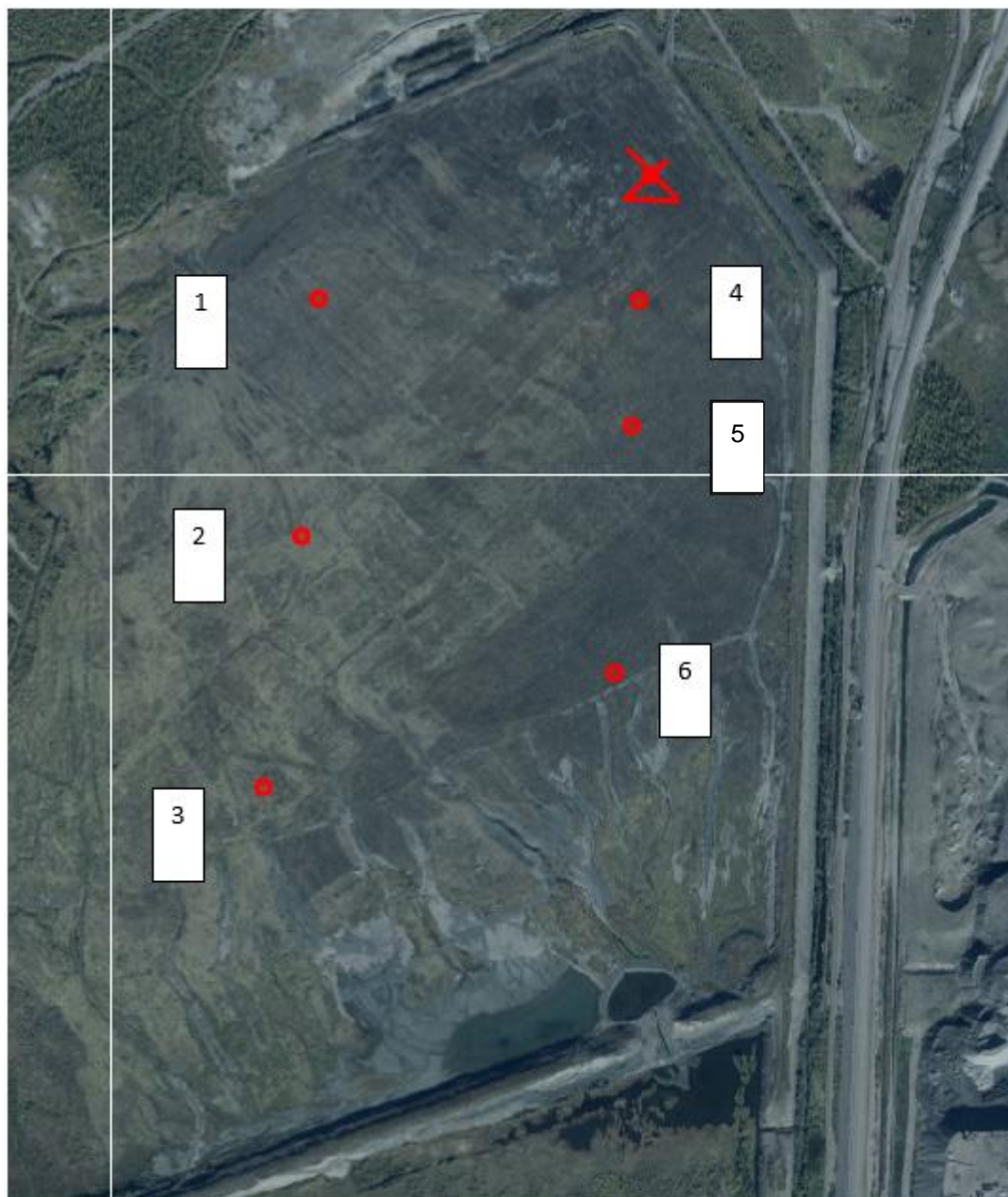
Grundvattennivån i sandmagasinet är ytlig, ca 1 m under överyta är sanden bedömd vattenmättad. Gränsen är skarp. Överliggande anrikningssand (0-1 m) är påverkad av vittring. I de flesta profiler var den översta 0,5-1 m något grövre vilket i fält bedömdes kunna bero på att under slutskedet av driften kan utsläppspunkten ha flyttats för att utjämna överytan och underlätta efterbehandlingen. Vittring är inte homogen i den översta metern, varvade lager förekommer med mer eller mindre påverkad anrikningssand. Detta innebär troligen att vittring tidvis förekom under deponeringen och att vittringshastigheten efter genomförd efterbehandling inte kan likställas med den observerade påverkanszonen. Den påverkade zonen är generellt brunfärgad av järnhydroxider/-oxider. Ingen sekundär anrikningszon kunde urskiljas visuellt.

Profilernas mäktighet är störst i nordost och kortast i nordväst, 19,5 m respektive 10,3 m.

Foto på alla karterade profiler för de grundvattenrör som installerades ned till underlag redovisas i bilaga A.

Sammanställning grundvattenrör

Placering av grundvattenrör på sandmagasinet skedde enligt Figur 1. Observera att denna är konceptuell. Korrekta koordinater (RT90) är inmätta och redovisade i Tabell 1.



Figur 1: Konceptuell illustration över grundvattenrörens placering. Observera att varje markering innehåller ytlig, mellan och djup nivå samt i några fall även undergrund.

Tabell 1: Information om grundvattenrör.

Beteckning	N (RT90)	Ö (RT90)	Installationsdjup (m)	Kommentar	Grundvattennivå 2021-07-01 (m)
1 Djup	7536200	1681906	10	Undergrund 10,3 m (torv) från 10,6 m morän, från 10,8 m vattenmättad	1,15

Beteckning	N (RT90)	Ö (RT90)	Installationsdjup (m)	Kommentar	Grundvattennivå 2021-07-01 (m)
1 Mellan	7536204	1681906	8		1,20
1 Ytlig	7536207	1681904	5		1,20
1 Undergrund	7536210	1681904	12,5		8,6
2 Djup	7536022	1681911	8	Asand till 8,8, torv till 8,9, sandig-siltig morän underlagrar (blöt)	1,50
2 Mellan	7536024	1681912	4,5		1,15
2 Ytlig	7536028	1681913	3		1,05
3 Djup	7535819	1681936	10	Underkant asand 10,2 m. Torv till 10,6, sandig morän underlagrar. Torr.	1,70
3 Mellan	7535820	1681934	5		1,80
3 Ytlig	7535819	1681930	3		1,25
4 Djup	7535980	1682397	15	Installerad 2 dygn innan mätning av gv-nivå. Asand till 15,3 m. Torv till 16 m. Torr morän under.	3,80
4 Mellan	7535980	1682395	8		2,70
4 Ytlig	7535980	1682398	3		1,60
4 Undergrund	7535978	1682396	15,5		
5 Djup	7536185	1682422	15	Installerad 2 dygn innan mätning av gv-nivå. Underkant	9,4

Beteckning	N (RT90)	Ö (RT90)	Installationsdjup (m)	Kommentar	Grundvattennivå 2021-07-01 (m)
				asand 15,3 m, 1 cm torv och under det morän (torr)	
5 Mellan	7536183	1682426	8		4,7
5 Ytlig	7536178	1682423	3		torr
6 Djup	7536360	1682423			3,70
6 Mellan	7536364	1682427			3,00
6 Ytlig	7536365	1682431			2,30
6 Undergrund	7535978	1682396	15,5	Får ned rör till torv (15,5 m i detta hål). Morän enbart fuktig till 21 m. Börjar bli rödfärgad, nära bergyta (?)	7,40
Extrarör dammvall	7535563	1682351	9,6	Blockig, sandig morän, fuktigt från 8 m	-
Extrarör slänt undergrund	7535673	1682359	9	Anrikningssand till 8,5 m, torv 8,5-9 och morän (blöt) från 9m.	-

Fotobilaga från installationen bifogas i bilaga A. Denna redovisar alla djupa hål.

Sammanfattning

Generellt var anrikningssanden finkornigare i konsistensen i den östra delen och grövre i den västra delen. Den översta halvmeter/meter var grövre även i den östra delen vilket kan bero på att en annan malmtyp anrikades under slutet av driften och att denna inte behövde malas lika fint alternativt att spigotteringspunkterna flyttades oftare och med kortare sträckor för att utjämna magasinets överyta. Vattenmättnad inträder tämligen exakt kring 1 m djup över hela magasinet. Påverkan från vittring kan urskiljas i den översta, torra, borrhölet. Sanden är

gråare och innehåller bruna järnhydroxider. Några tydliga tecken på moräntäckningen kunde inte återfinnas vid installationen av grundvattenrör.

Vid märkning av prov från lokal 6 märktes dessa av misstag med 4. Proverna har placerats i låda märkt 6 varför det inte föreligger någon risk för förväxling i framtiden vid eventuell kompletterande analys.

Erik Karlsson

Henning Holmström

EK/HH

c:\users\lekarlsson\desktop\tekniskt pm_fältrapport gvrör sandmagasin.docx

BILAGA A

Fotobilaga

D6





































D3























D2





















D1







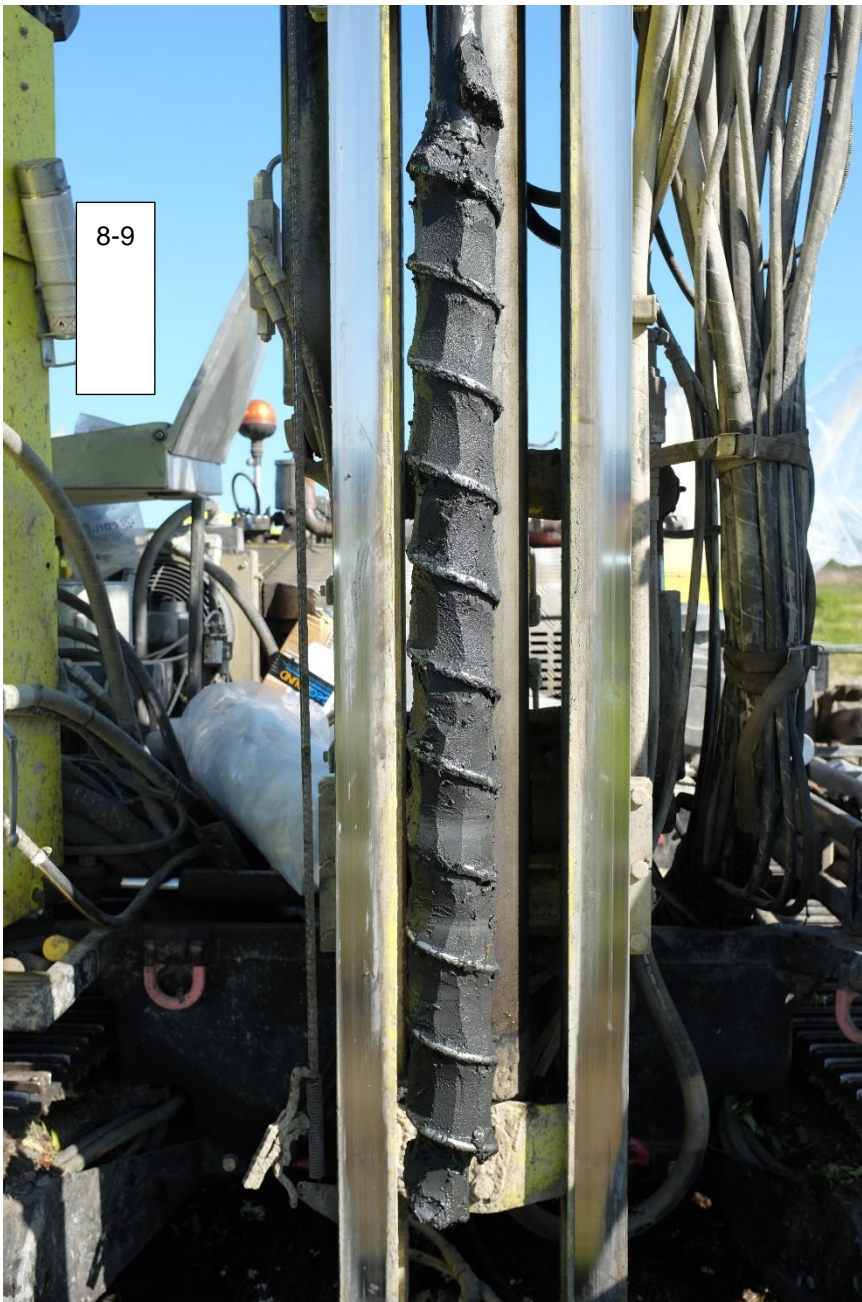


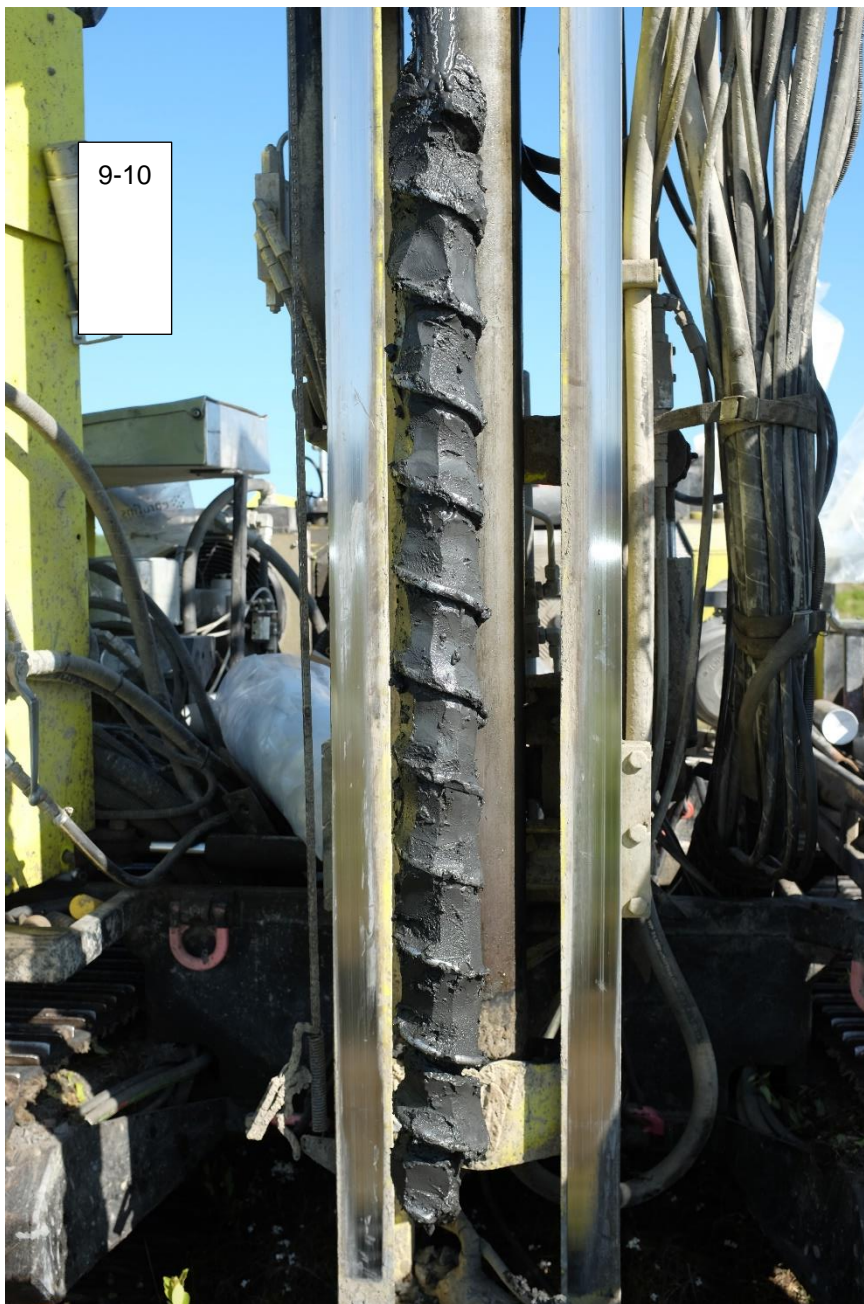












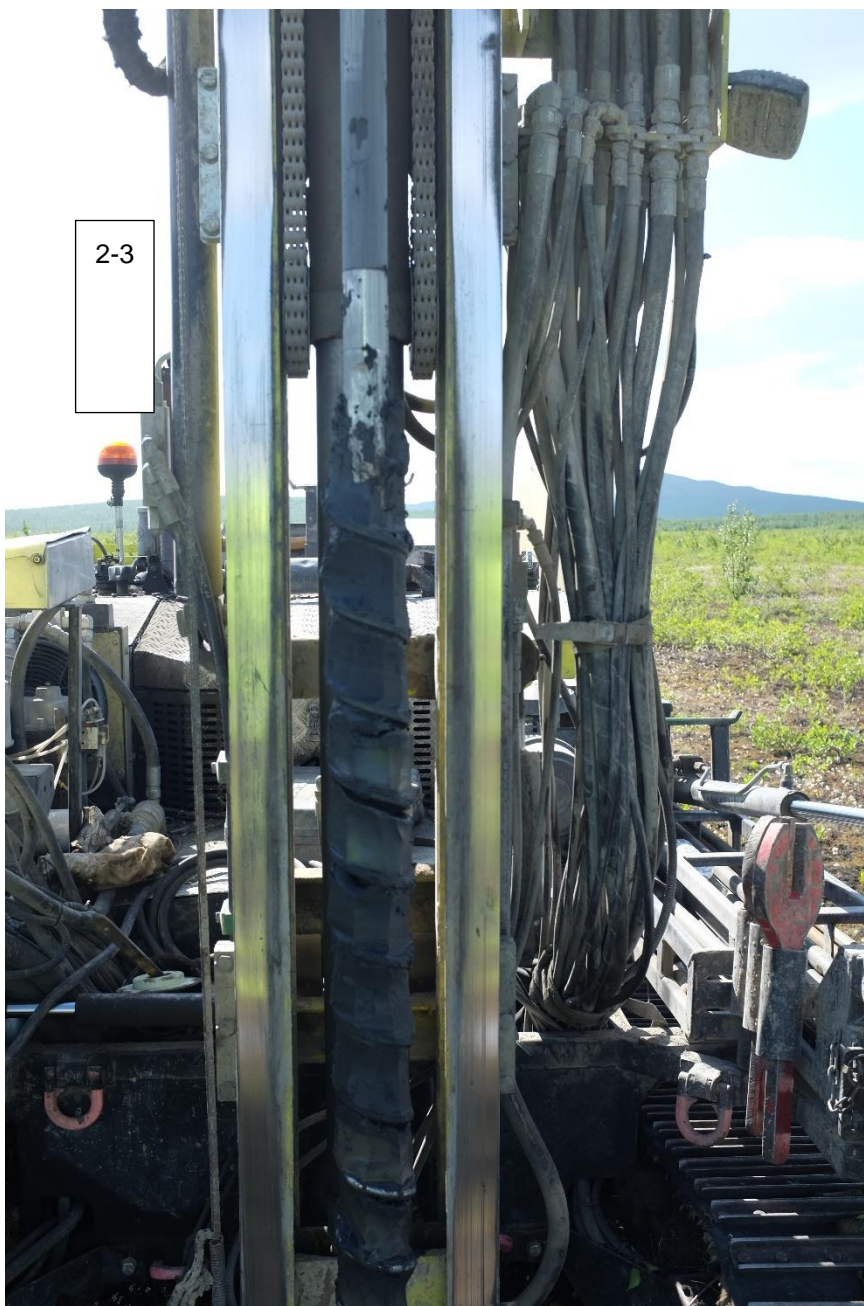




D4























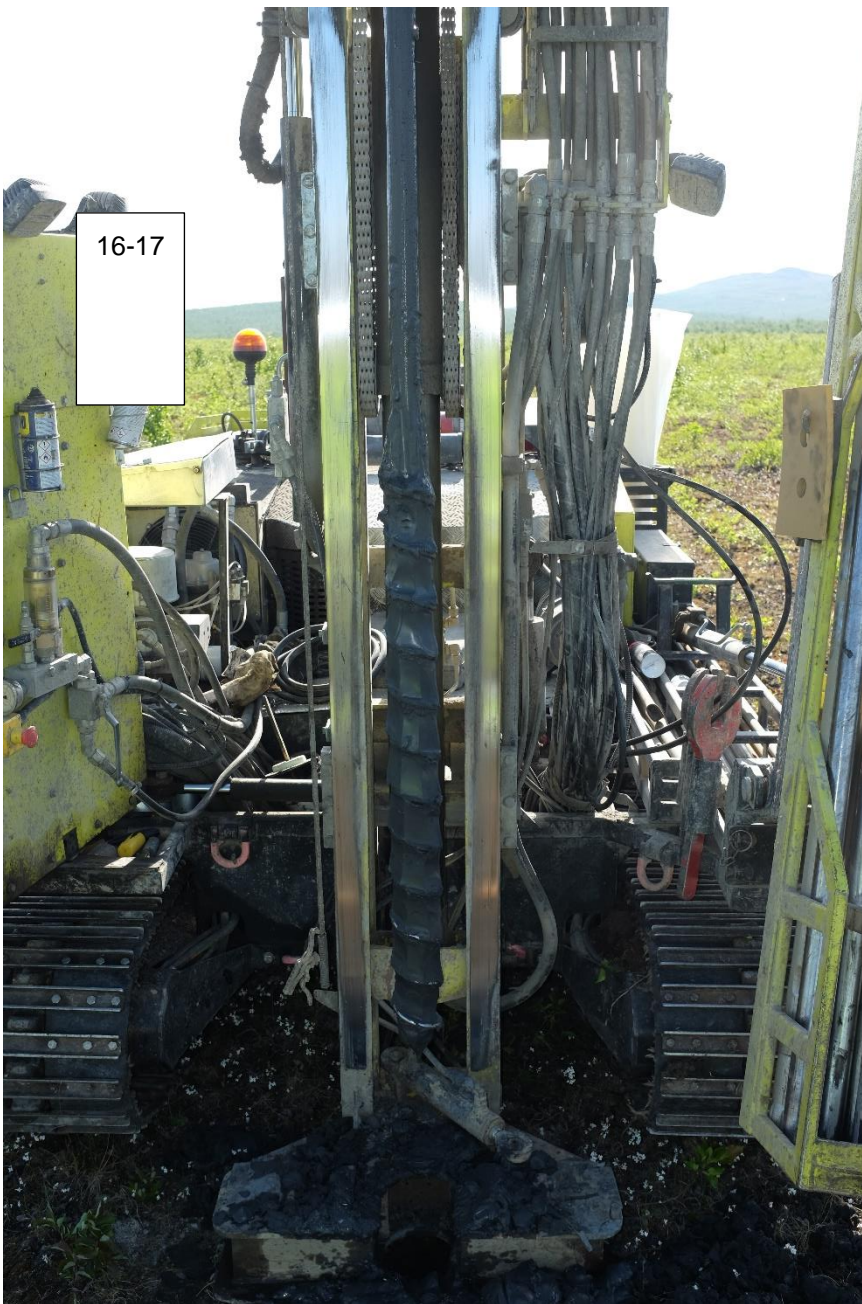


















D5

































BILAGA C – Analysrapport – Gråberg och Anrikningssand



Avalon Minerals Viscaria AB
Anders Lundkvist
Fasadvägen 43
98141 Kiruna

Analysresultat

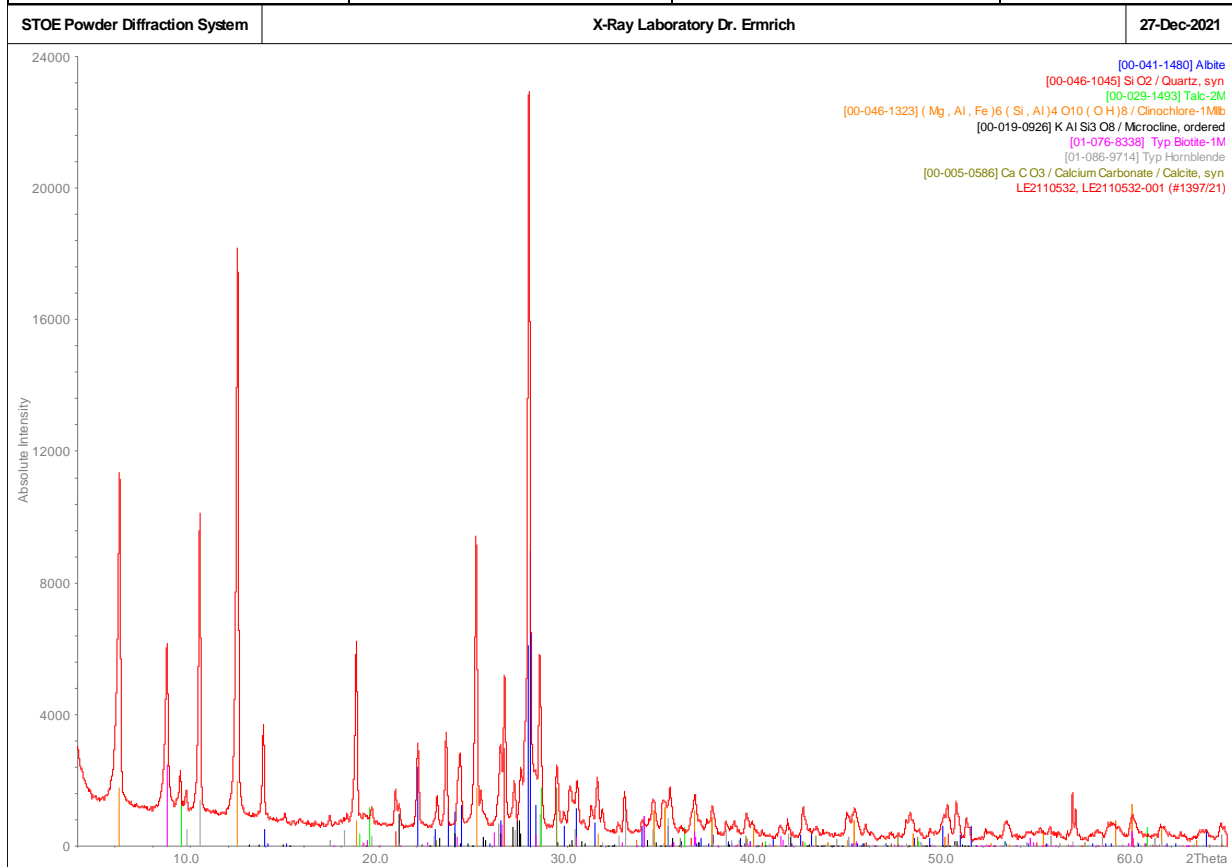
Analyspaket	G-11c	Utförande lab:	ST
Matris:	Material		
Projekt / Beställningsnummer:	Viscaria Kinetisk test		

Tabell 1: lista över identifierade mineral

Mineral	Formula	SQ-ID	PDF#
Kvarts	SiO ₂	1	46-1045
Kalcit	CaCO ₃	10	5-586
Albit	(Na,Ca)Al(Si,Al) ₃ O ₈	211	41-1480
Mikroclin	KAlSi ₃ O ₈	88	19-926
Muscovit 2M2	(K,Na)(Al,Mg,Fe) ₂ (Si _{3.1} Al _{0.9})O ₁₀ (OH) ₂	82	9-42
Biotit Typ		225	1-76-8338
Talk	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂	206	29-1493
Klinoklor	(Mg,Al,Fe) ₆ (Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₈	298	46-1323 29-853
Hornblände	Ca ₂ (Mg,Fe ⁺²) ₄ Al(Si ₇ Al)O ₂₂ (OH,F) ₂	152	1-86-9714
Dolomit	CaMg(CO ₃) ₂	31	36-426
Montmorillonit	(Na,Ca) _{0.3} Al ₂ (Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₂ x H ₂ O	90	60-315/ 58-2011/2012
Chabazit	Al _{3.3} Ca _{1.1} (H ₂ O) ₃ K _{0.7} Na _{0.4} O ₂₄ Si ₈	7	4-16-198
Hematit	Fe ₂ O ₃	41	33-0664
Magnetite	Fe ₃ O ₄	50	19-629



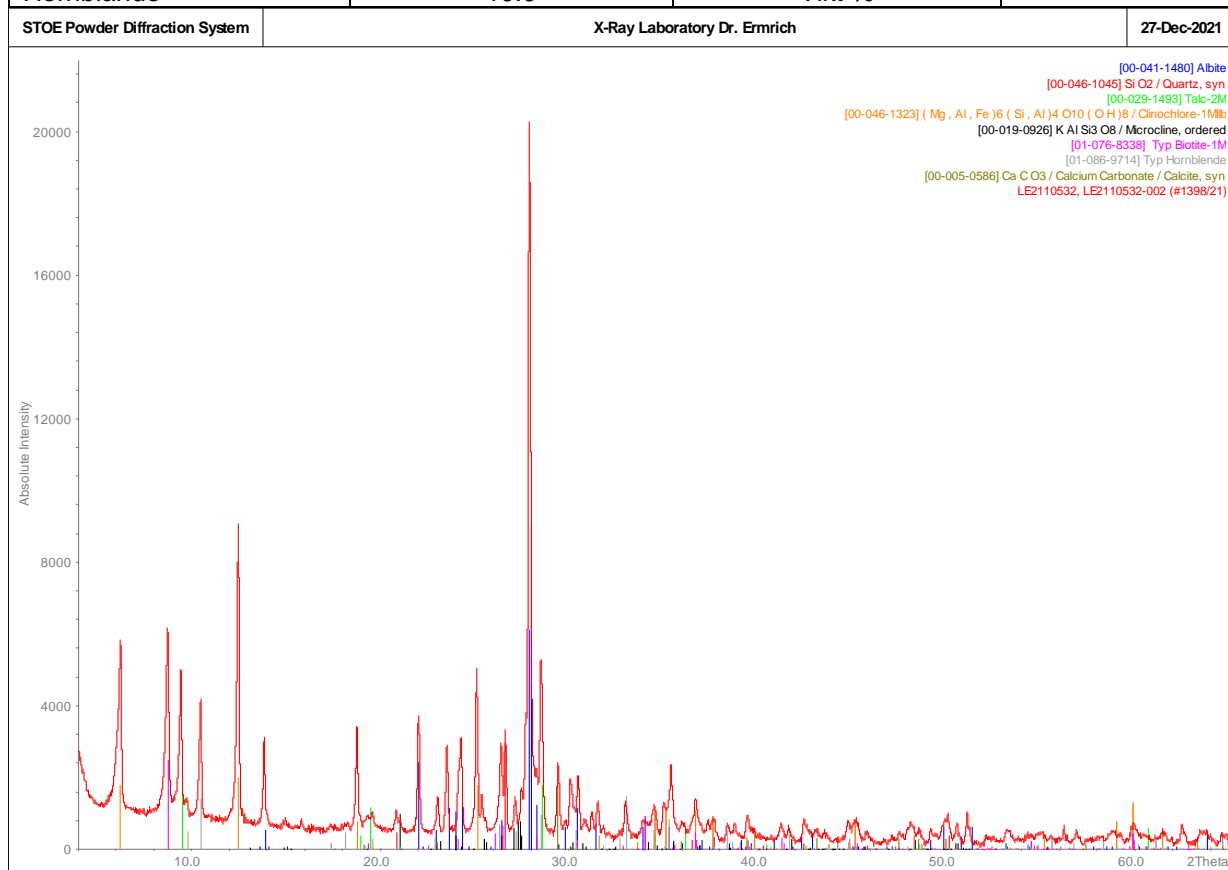
Laboratoriets provnummer	LE2110532-001		
Provbeteckning	Vis-WRc-Mix-01 Green		
Parameter	Resultat	Enhet	Metod
Provberedning			1
XRD analys	Figur 1		2
Amorf andel	låg		
Kvarts	3.1	Vikt %	
Kalcit	2.6	Vikt %	
Albit	42.5	Vikt %	
Mikroklin	3.5	Vikt %	
Muscovit 2M2/Biotit Typ	4.2	Vikt %	
Talk	2.6	Vikt %	
Klinoklor	21.2	Vikt %	
Hornblände	20.3	Vikt %	



Figur 1: Diffraktogram av prov "Vis-WRc-Mix-01 Green"



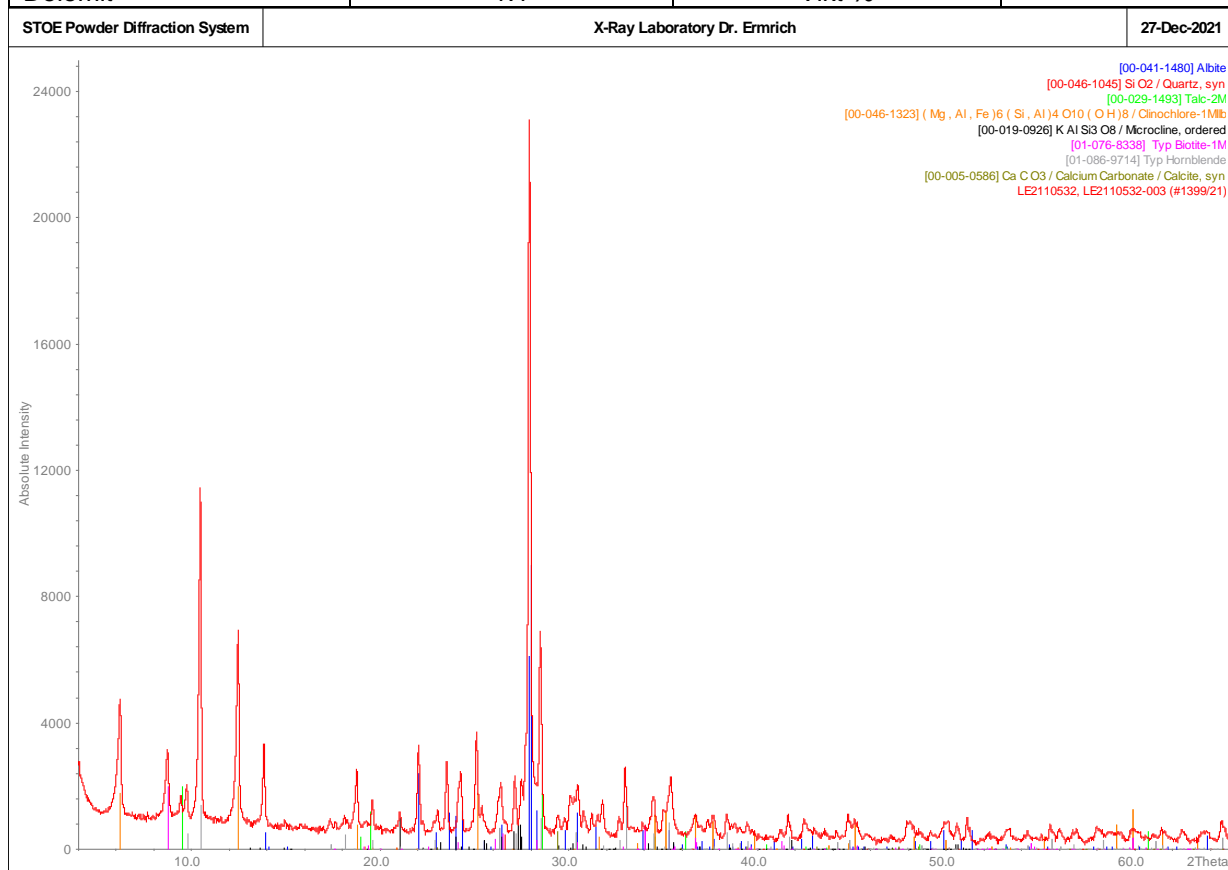
Laboratoriets provnummer	LE2110532-002		
Provbeteckning	Vis-WRc-Mix-02 Green		
Parameter	Resultat	Enhet	Metod
Provberedning	malning		1
XRD analys	Figur 2		2
Amorf andel	låg		
Kvarts	1.6	Vikt %	
Kalcit	3.7	Vikt %	
Albit	47.9	Vikt %	
Mikroclin	3.3	Vikt %	
Muscovit 2M2/Biotit Typ	5.2	Vikt %	
Talk	10.8	Vikt %	
Klinoklor	17.5	Vikt %	
Hornblände	10.0	Vikt %	



Figur 2: Diffraktogram av prov "Vis-WRc-Mix-02 Green"



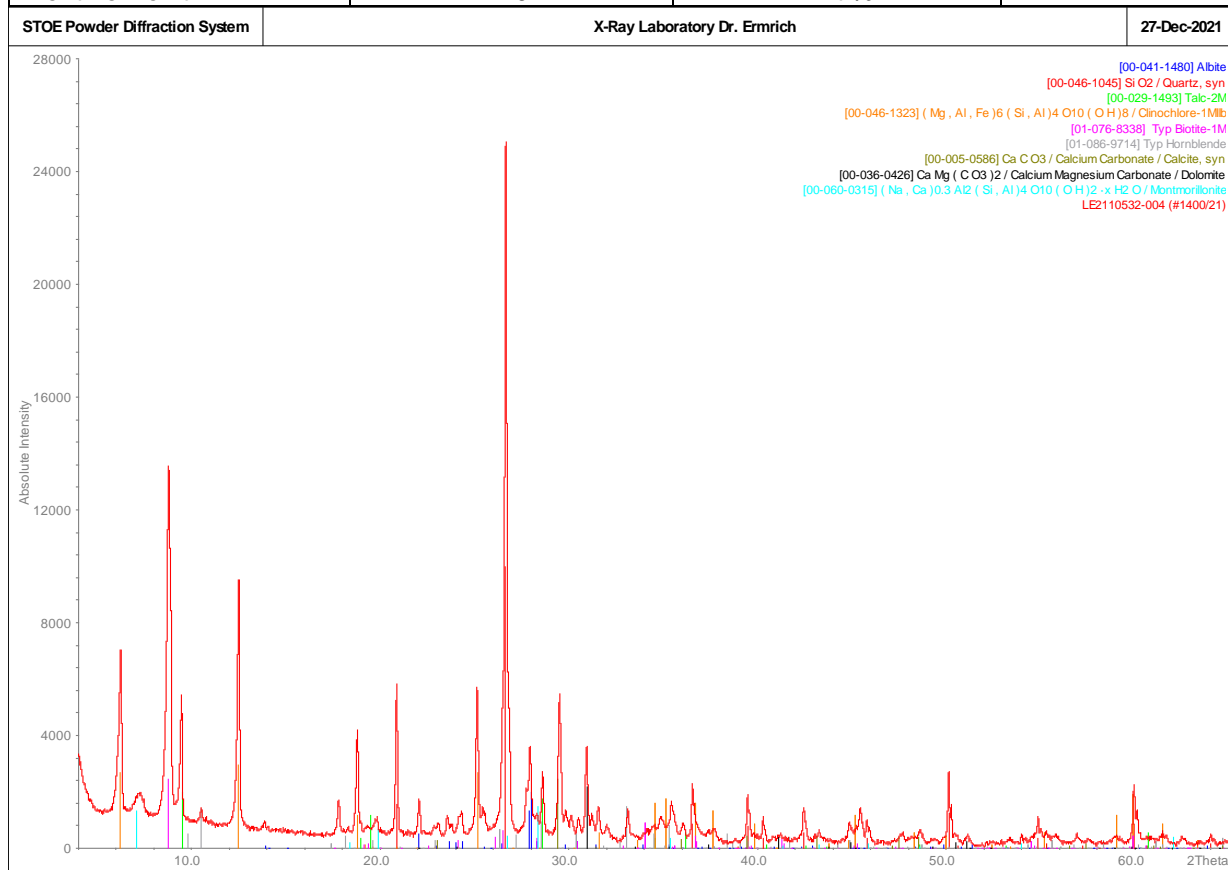
Laboratoriets provnummer	LE2110532-003		
Provbeteckning	Vis-WRc-Mix-03 Dol		
Parameter	Resultat	Enhet	Metod
Provberedning	malning		1
XRD analys	Figur 3		2
Amorf andel	låg		
Kvarts	0.2	Vikt %	
Kalcit	0.9	Vikt %	
Albit	50.2	Vikt %	
Muscovit 2M2/Biotit Typ	3.7	Vikt %	
Talk	1.5	Vikt %	
Klinoklor	12.4	Vikt %	
Hornblände	30.0	Vikt %	
Dolomit	1.1	Vikt %	



Figur 3: Diffraktogram av prov "Vis-WRc-Mix-03 Dol"



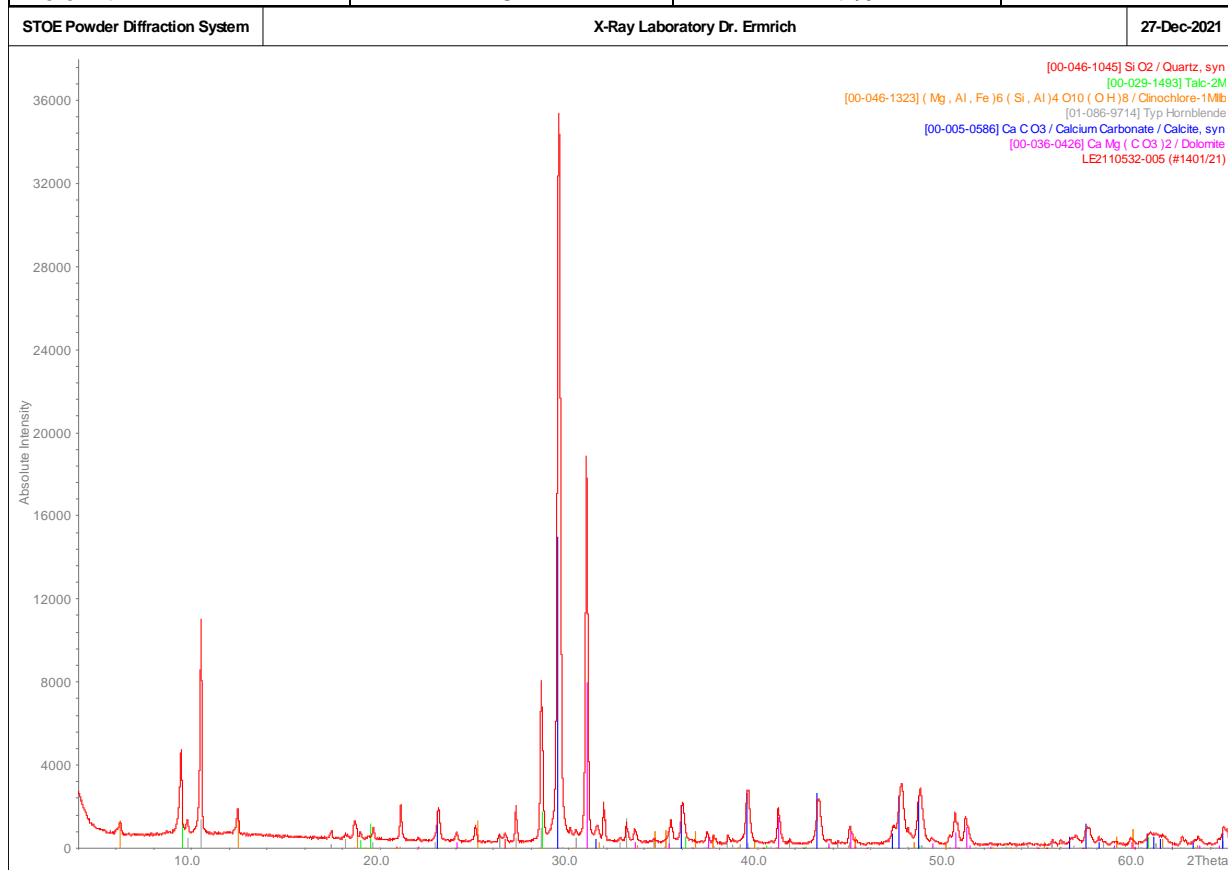
Laboratoriets provnummer	LE2110532-004		
Provbeteckning	Vis-WRc-Mix-04 Dol		
Parameter	Resultat	Enhet	Metod
Provberedning	malning		1
XRD analys	Figur 4		2
Amorf andel	låg		
Kvarts	26.7	Vikt %	
Kalcit	10.2	Vikt %	
Albit	8.2	Vikt %	
Muscovit 2M2/Biotit Typ	23.2	Vikt %	
Talk	9.4	Vikt %	
Klinoklor	9.8	Vikt %	
Hornblände	2.5	Vikt %	
Dolomit	7.1	Vikt %	
Montmorillonit	2.9	Vikt %	



Figur 4: Diffraktogram av prov " Vis-WRc-Mix-04 Dol"



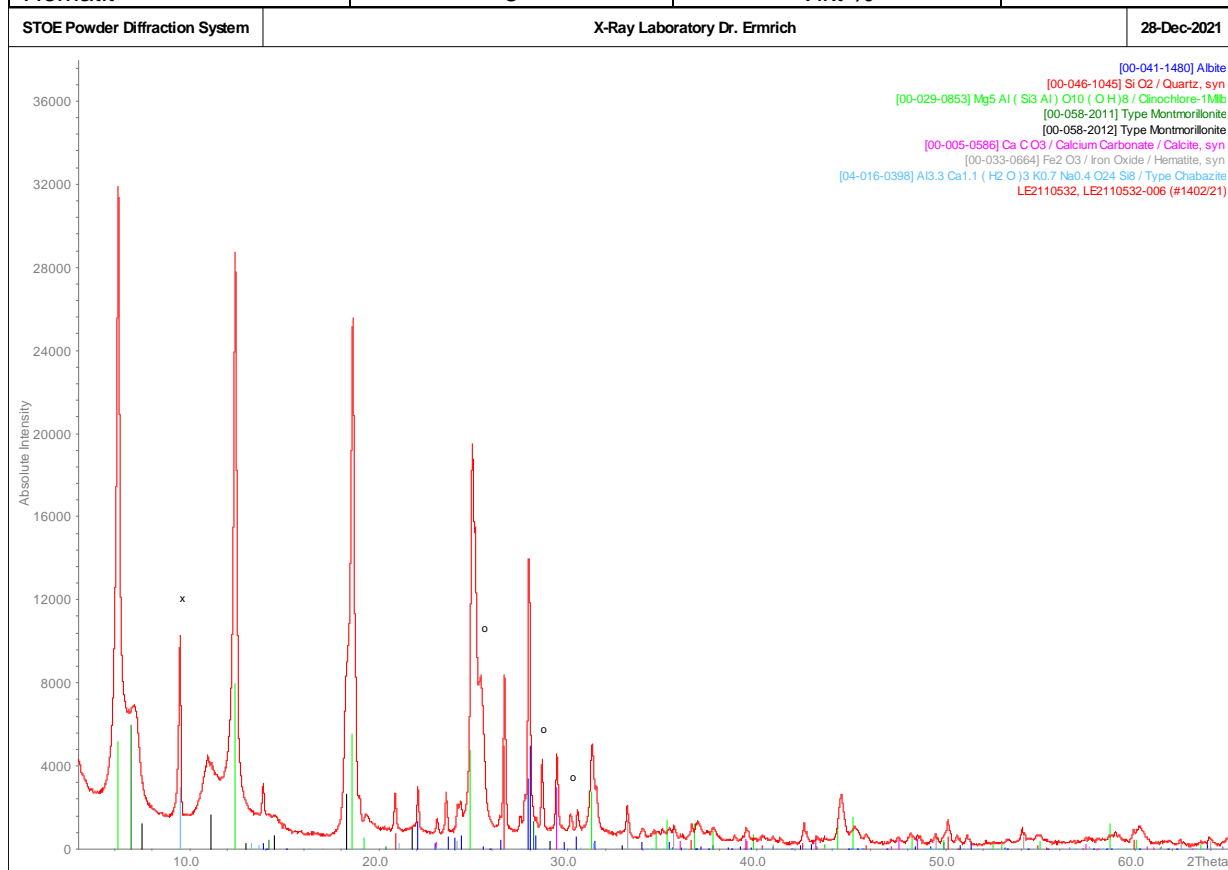
Laboratoriets provnummer	LE2110532-005		
Provbeteckning	Vis-WRc-Mix-05 Marb		
Parameter	Resultat	Enhet	Metod
Provberedning	malning		1
XRD analys	Figur 5		2
Amorf andel	låg		
Kvarts	0.3	Vikt %	
Kalcit	45.0	Vikt %	
Talk	11.2	Vikt %	
Klinoklor	1.6	Vikt %	
Hornblände	26.8	Vikt %	
Dolomit	15.1	Vikt %	



Figur 5: Diffraktogram av prov " Vis-WRc-Mix-05 Marb"



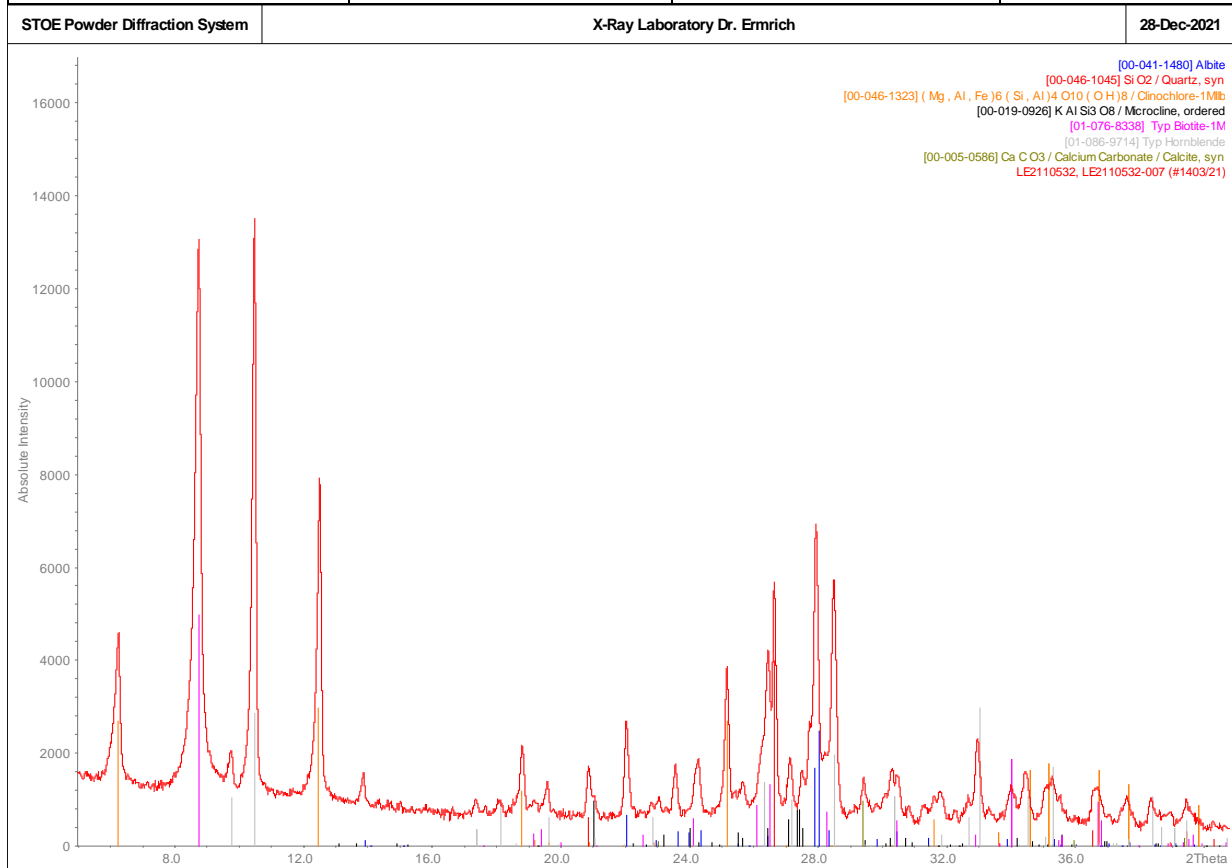
Laboratoriets provnummer	LE2110532-006		
Provbeteckning	Vis-WRC-Mix -06 Brec		
Parameter	Resultat	Enhet	Metod
Provberedning	malning		1
XRD analys	Figur 6		2
Amorf andel	låg		
Kvarts	7	Vikt %	
Kalcit	4	Vikt %	
Albit	14	Vikt %	
Mikroclin	1	Vikt %	
Klinoklor	48	Vikt %	
Montmorillonit	19	Vikt %	
Chabazit	6	Vikt %	
Hematit	3	Vikt %	



Figur 6: Diffraktogram av prov " Vis-WRC-Mix -06 Brec"



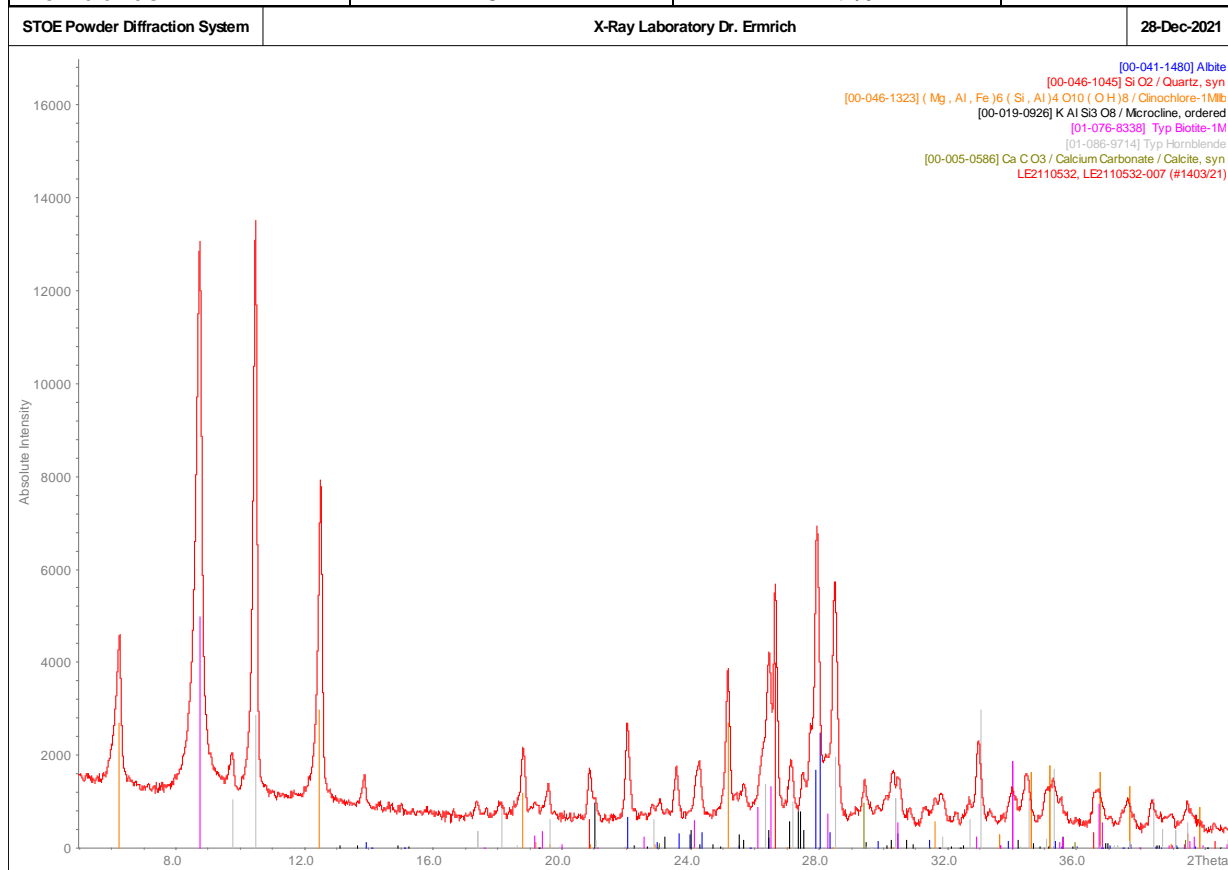
Laboratoriets provnummer	LE2110532-007		
Provbeteckning	Vis-WR-Mix-07		
Parameter	Resultat	Enhet	Metod
Provberedning	malning		1
XRD analys	Figur 7		2
Amorf andel	låg		
Kvarts	3.3	Vikt %	
Kalcit	0.8	Vikt %	
Albit	11.6	Vikt %	
Mikroklin	3.0	Vikt %	
Muscovit 2M2/Biotit Typ	26.3	Vikt %	
Klinoklor	18.5	Vikt %	
Hornblände	36.5	Vikt %	



Figur 7: Diffraktogram av prov " Vis-WR-Mix-07"



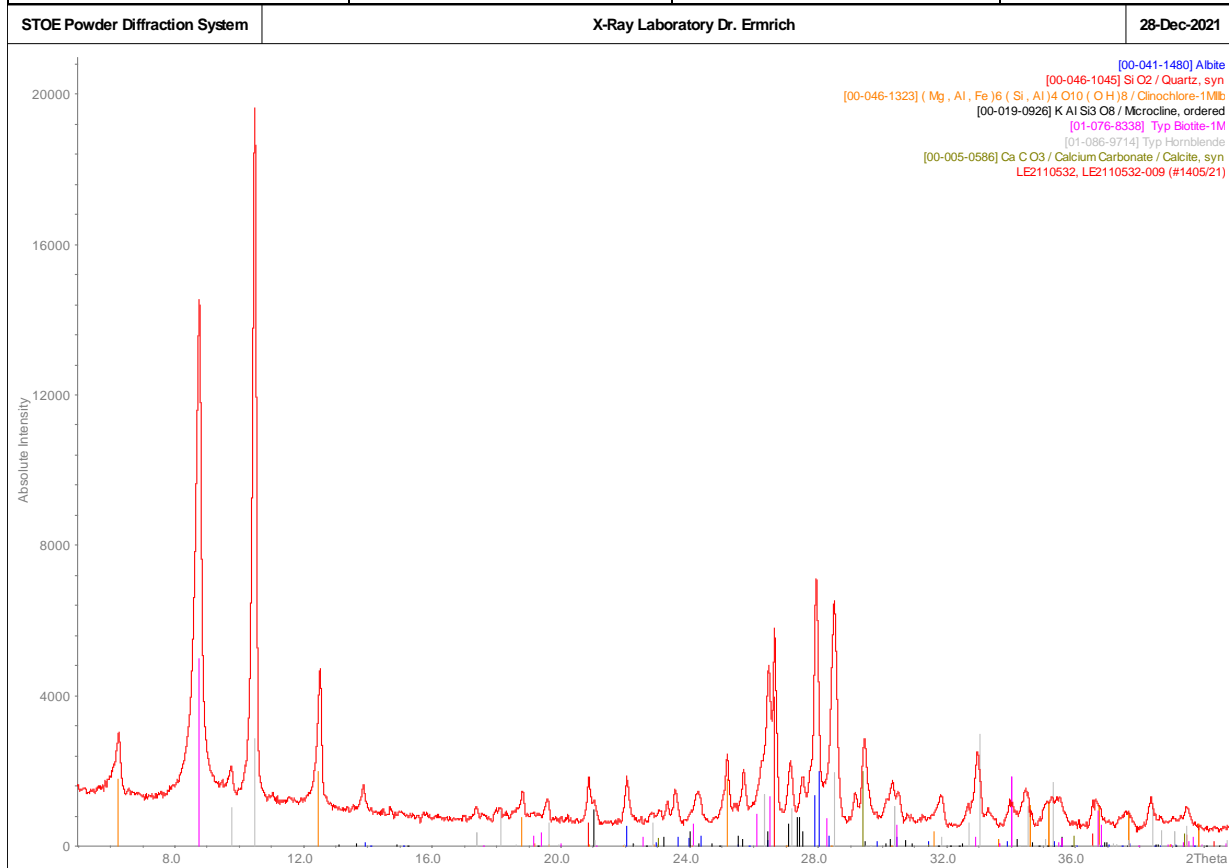
Laboratoriets provnummer	LE2110532-008		
Provbeteckning	Vis-WR-Mix-08		
Parameter	Resultat	Enhet	Metod
Provberedning	malning		1
XRD analys	Figur 8		2
Amorf andel	låg		
Kvarts	6.1	Vikt %	
Kalcit	1.5	Vikt %	
Albit	6.8	Vikt %	
Mikroklin	1.2	Vikt %	
Muscovit 2M2/Biotit Typ	21.9	Vikt %	
Klinoklor	5.4	Vikt %	
Hornblände	57.1	Vikt %	



Figur 8: Diffraktogram av prov " Vis-WR-Mix-08"



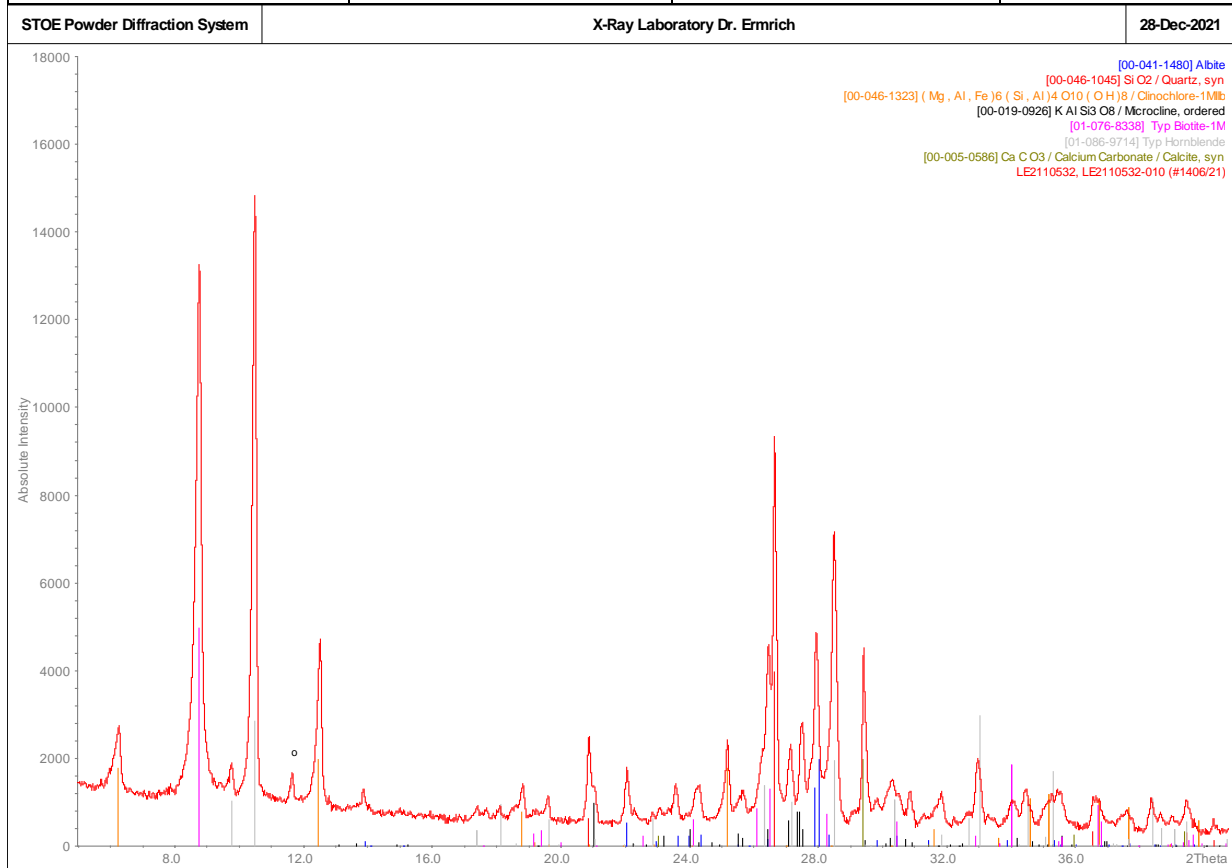
Laboratoriets provnummer	LE2110532-009		
Provbeteckning	Vis-WR-Mix-09		
Parameter	Resultat	Enhet	Metod
Provberedning	malning		1
XRD analys	Figur 9		2
Amorf andel	låg		
Kvarts	4.0	Vikt %	
Kalcit	4.1	Vikt %	
Albit	11.0	Vikt %	
Mikroklin	1.1	Vikt %	
Muscovit 2M2/Biotit Typ	17.6	Vikt %	
Klinoklor	8.9	Vikt %	
Hornblände	53.3	Vikt %	



Figur 9: Diffraktogram av prov " Vis-WR-Mix-09"



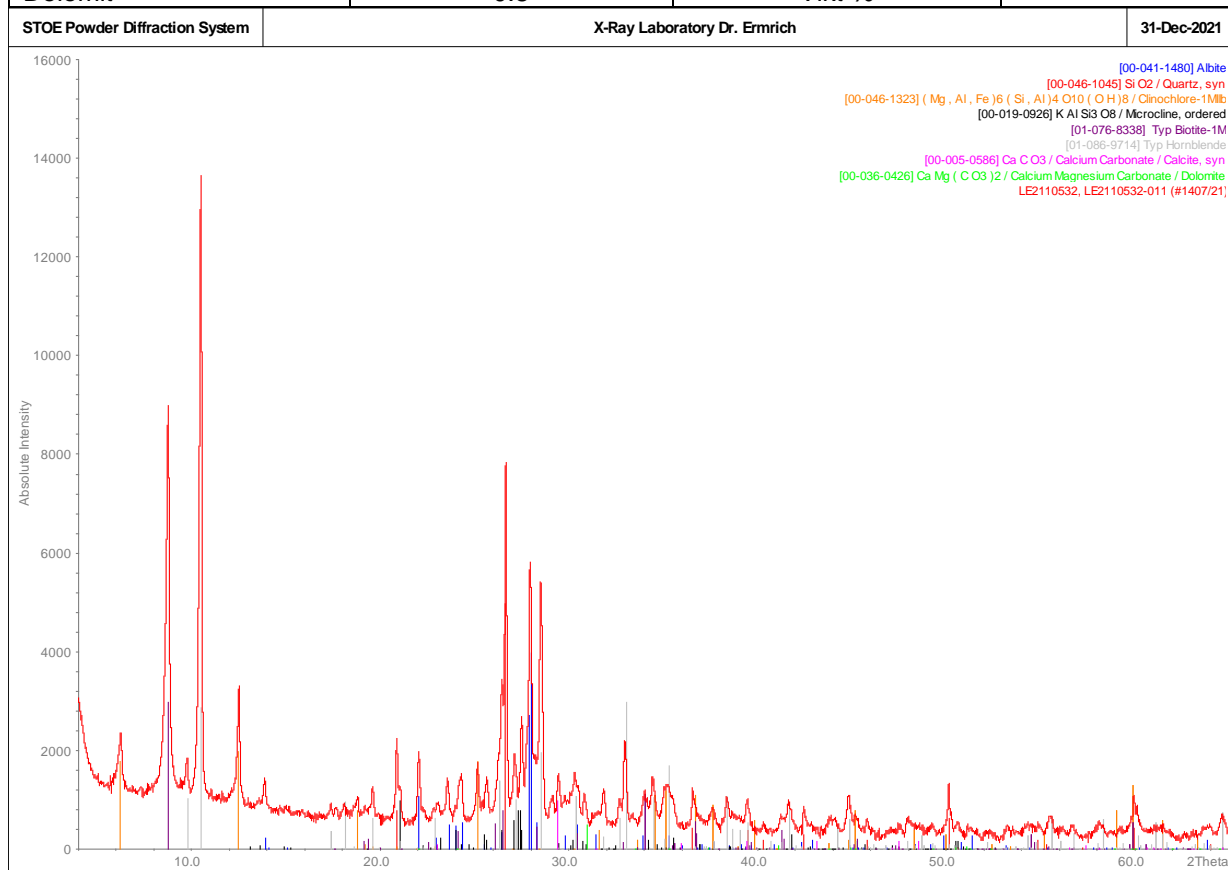
Laboratoriets provnummer	LE2110532-010		
Provbeteckning	Vis-WR-Mix-10		
Parameter	Resultat	Enhet	Metod
Provberedning	malning		1
XRD analys	Figur 10		2
Amorf andel	låg		
Kvarts	7.6	Vikt %	
Kalcit	7.5	Vikt %	
Albit	9.8	Vikt %	
Mikroklin	1.1	Vikt %	
Muscovit 2M2/Biotit Typ	14.2	Vikt %	
Klinoklor	9.6	Vikt %	
Hornblände	50.2	Vikt %	



Figur 10: Diffraktogram av prov " Vis-WR-Mix-10"



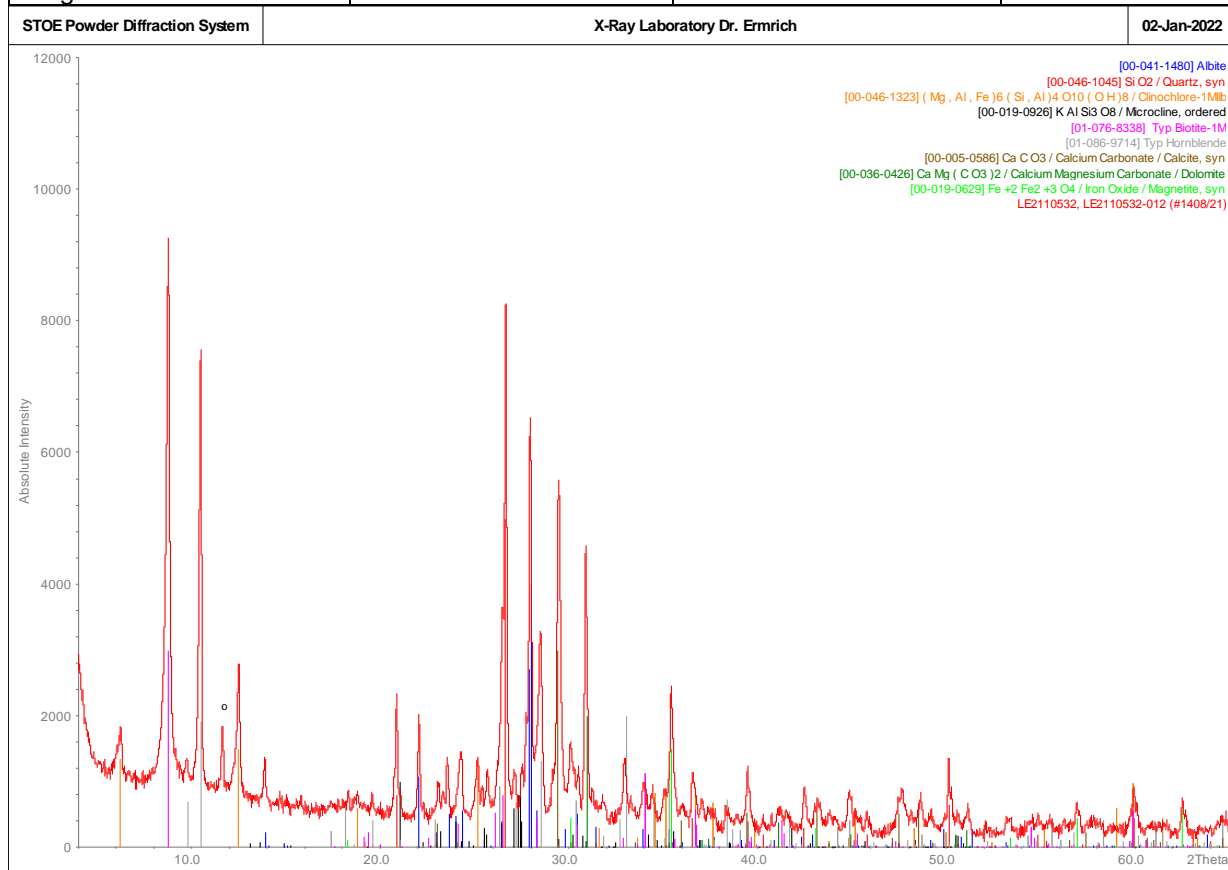
Laboratoriets provnummer	LE2110532-011		
Provbeteckning	Vis-WR-Mix-11		
Parameter	Resultat	Enhet	Metod
Provberedning	malning		1
XRD analys	Figur 11		2
Amorf andel	låg		
Kvarts	7.2	Vikt %	
Kalcit	1.9	Vikt %	
Albit	18.4	Vikt %	
Mikroklin	6.1	Vikt %	
Muscovit 2M2/Biotit Typ	9.9	Vikt %	
Klinoklor	13.9	Vikt %	
Hornblände	41.8	Vikt %	
Dolomit	0.8	Vikt %	



Figur 11: Diffraktogram av prov " Vis-WR-Mix-11"



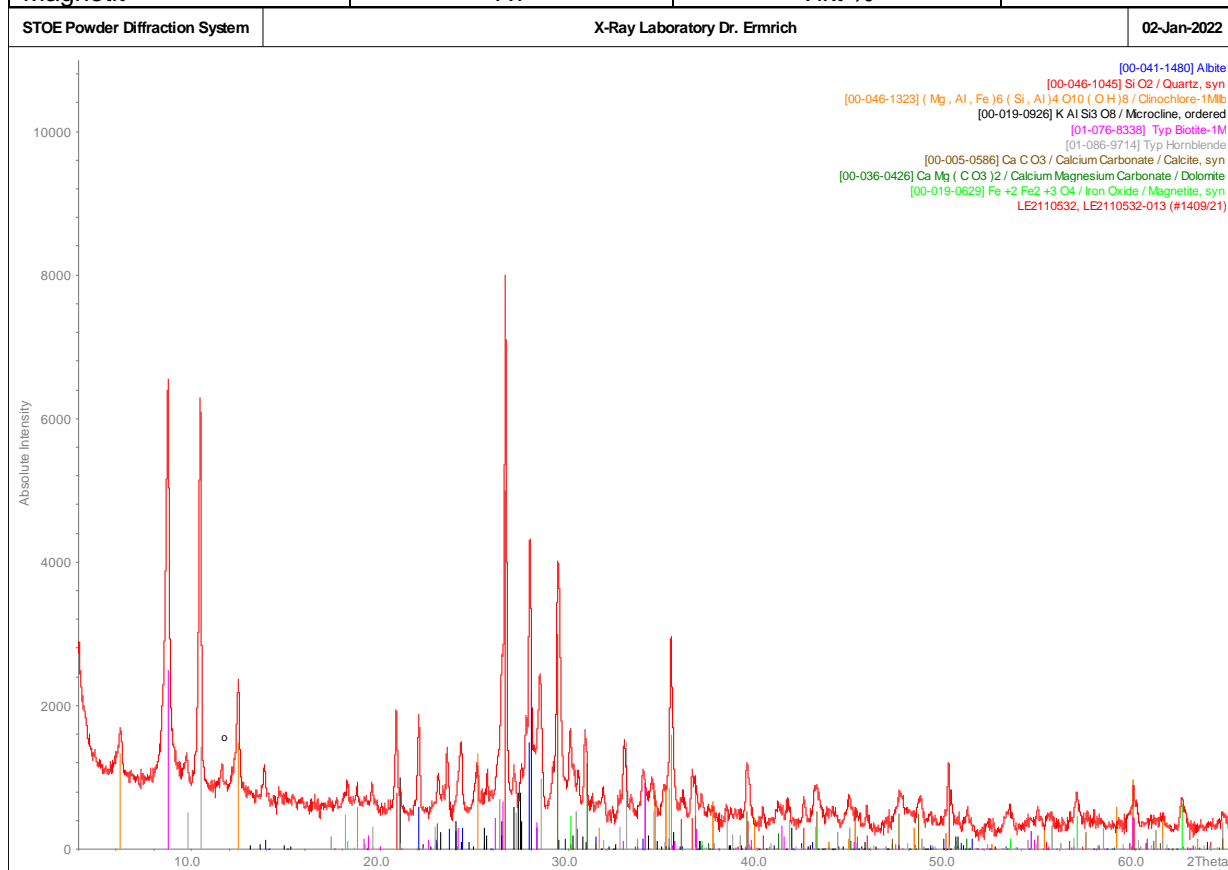
Laboratoriets provnummer	LE2110532-012		
Provbeteckning	Vis-Ti-Mix-1		
Parameter	Resultat	Enhet	Metod
Provberedning	malning		1
XRD analys	Figur 12		2
Amorf andel	låg		
Kvarts	8.6	Vikt %	
Kalcit	15.7	Vikt %	
Albit	20.7	Vikt %	
Mikroklin	1.2	Vikt %	
Muscovit 2M2/Biotit Typ	10.6	Vikt %	
Klinoklor	10.0	Vikt %	
Hornblände	19.1	Vikt %	
Dolomit	9.0	Vikt %	
Magnetit	5.1	Vikt %	



Figur 12: Diffraktogram av prov " Vis-Ti-Mix-1"



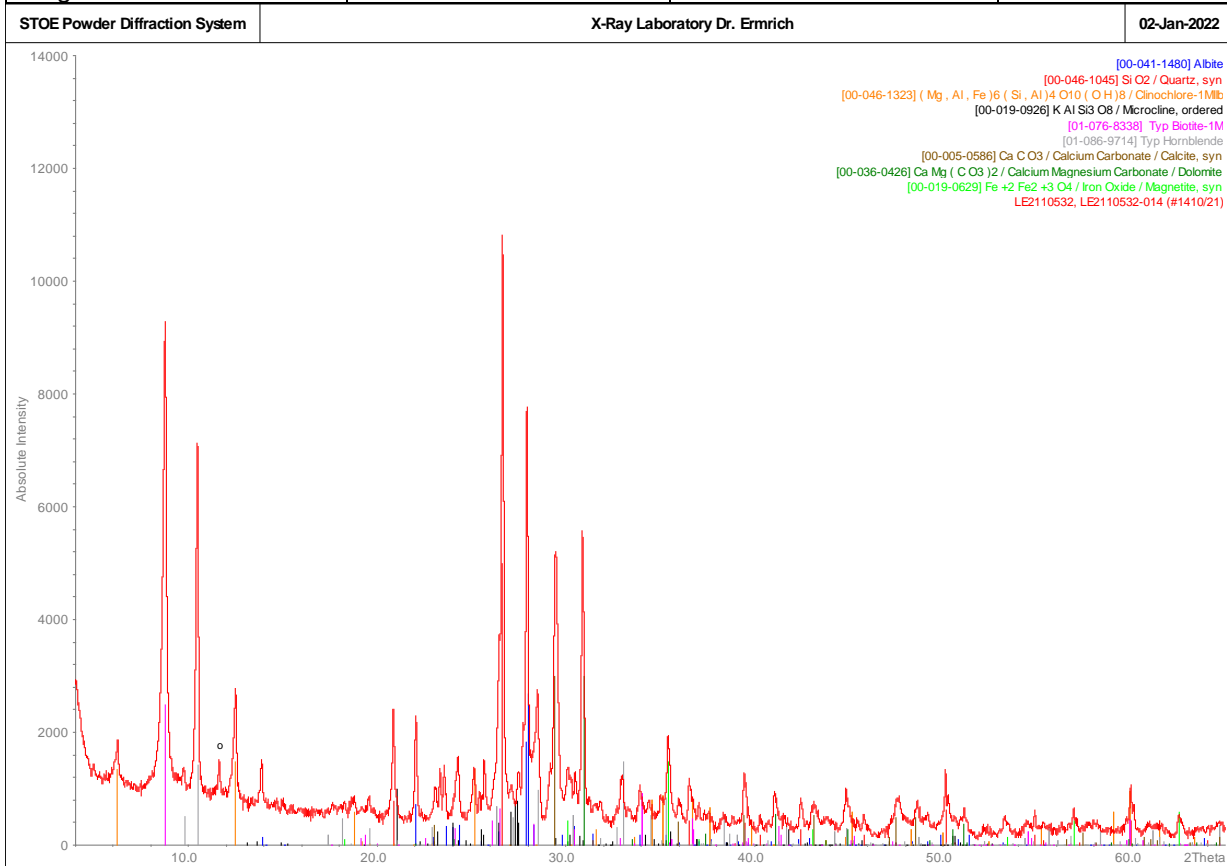
Laboratoriets provnummer	LE2110532-013		
Provbeteckning	Vis-Ti-Mix-2		
Parameter	Resultat	Enhet	Metod
Provberedning	malning		1
XRD analys	Figur 13		2
Amorf andel	låg		
Kvarts	8.4	Vikt %	
Kalcit	13.5	Vikt %	
Albit	20.9	Vikt %	
Mikroklin	0.5	Vikt %	
Muscovit 2M2/Biotit Typ	10.5	Vikt %	
Klinoklor	12.3	Vikt %	
Hornblände	23.3	Vikt %	
Dolomit	2.9	Vikt %	
Magnetit	7.7	Vikt %	



Figur 13: Diffraktogram av prov " Vis-Ti-Mix-2"



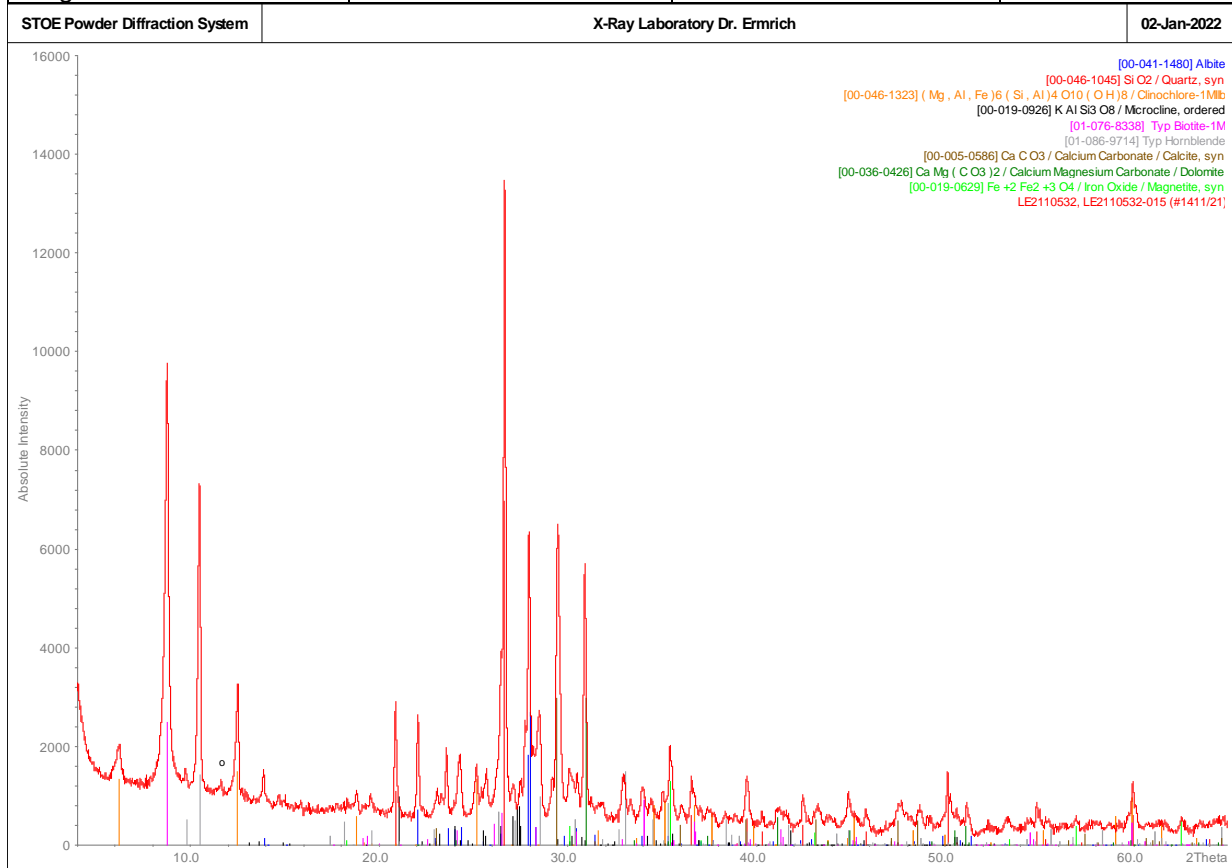
Laboratoriets provnummer	LE2110532-014		
Provbeteckning	Vis-Ti-Mix-3		
Parameter	Resultat	Enhet	Metod
Provberedning	malning		1
XRD analys	Figur 14		2
Amorf andel	låg		
Kvarts	10.5	Vikt %	
Kalcit	15.3	Vikt %	
Albit	19.9	Vikt %	
Mikroklin	1.0	Vikt %	
Muscovit 2M2/Biotit Typ	11.4	Vikt %	
Klinoklor	9.1	Vikt %	
Hornblände	18.1	Vikt %	
Dolomit	11.4	Vikt %	
Magnetit	3.3	Vikt %	



Figur 14: Diffraktogram av prov " Vis-Ti-Mix-3"



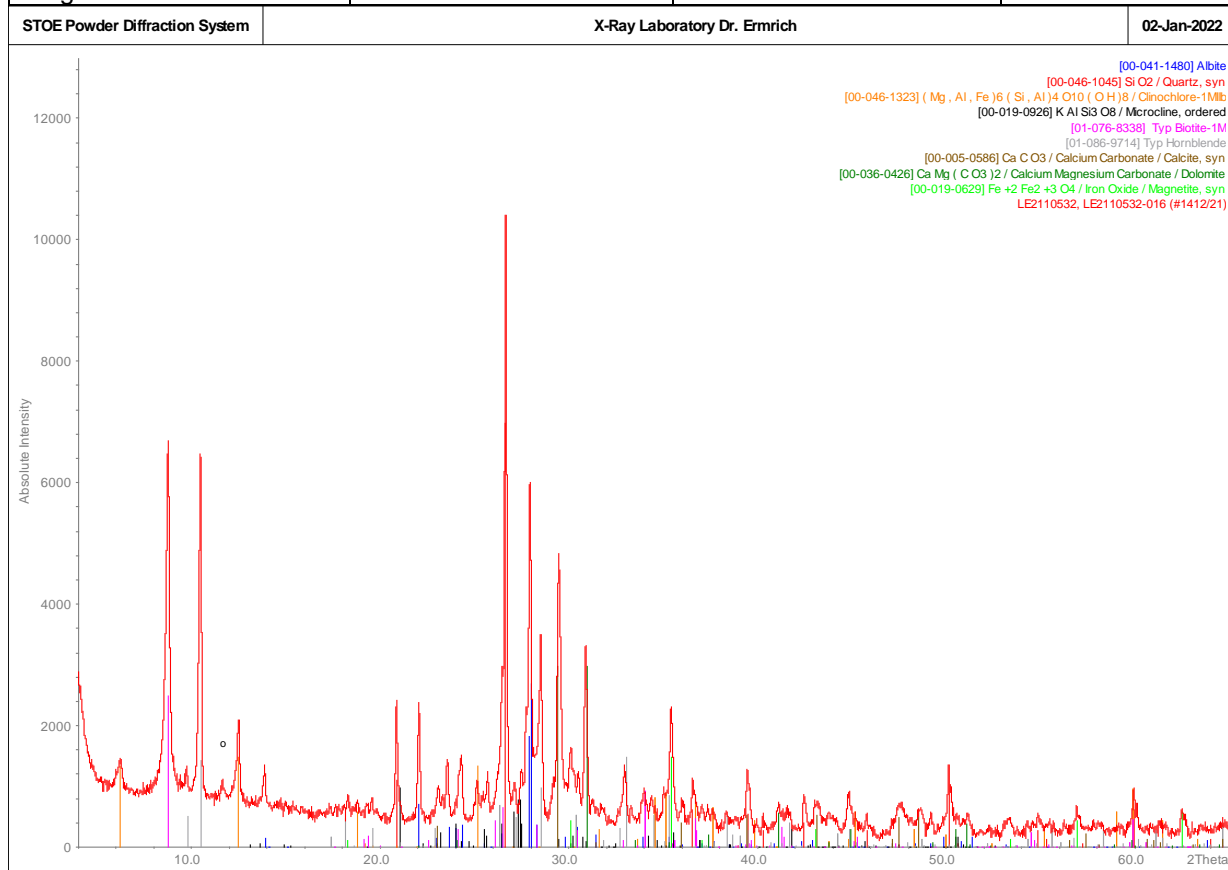
Laboratoriets provnummer	LE2110532-015		
Provbeteckning	Vis-Ti-Mix-4		
Parameter	Resultat	Enhet	Metod
Provberedning	malning		1
XRD analys	Figur 15		2
Amorf andel	låg		
Kvarts	13.0	Vikt %	
Kalcit	14.0	Vikt %	
Albit	17.5	Vikt %	
Mikroklin	1.2	Vikt %	
Muscovit 2M2/Biotit Typ	10.2	Vikt %	
Klinoklor	10.6	Vikt %	
Hornblände	18.2	Vikt %	
Dolomit	12.1	Vikt %	
Magnetit	3.2	Vikt %	



Figur 15: Diffraktogram av prov " Vis-Ti-Mix-4"



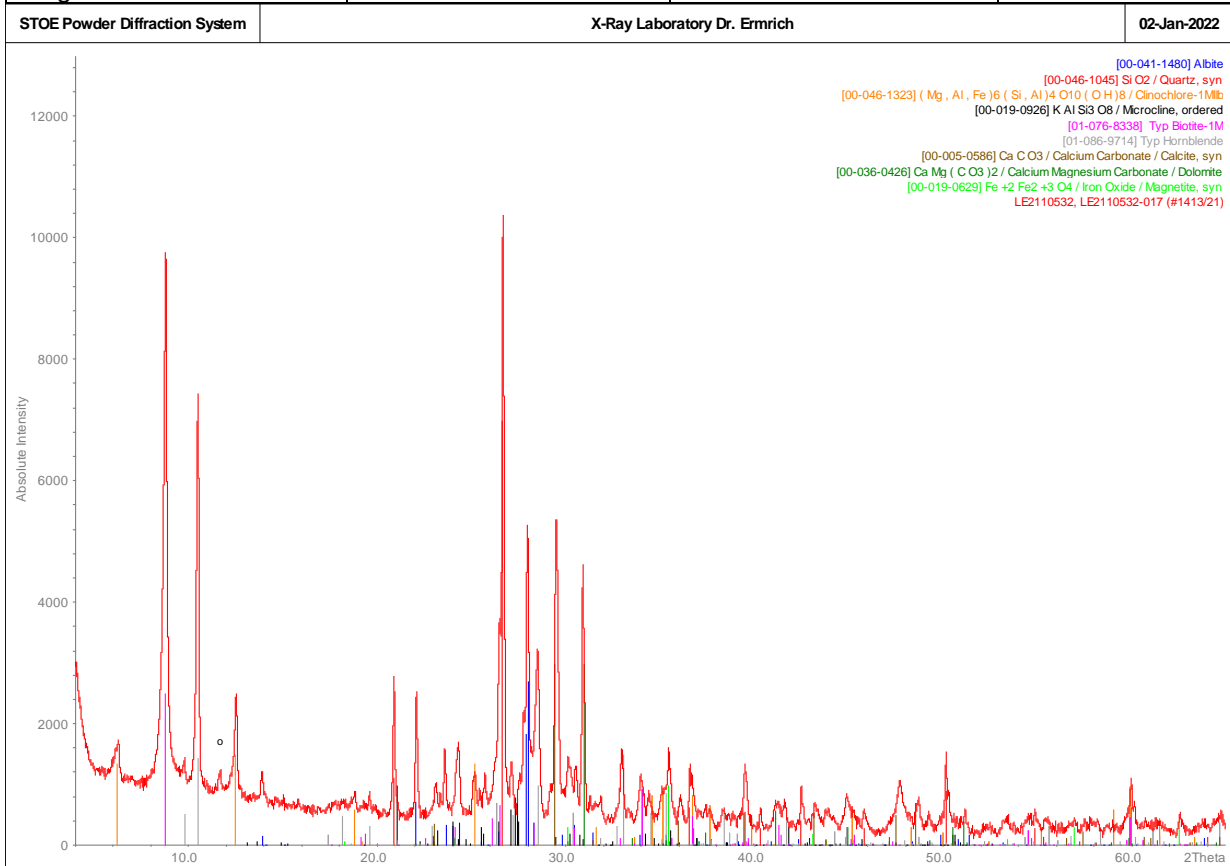
Laboratoriets provnummer	LE2110532-016		
Provbeteckning	Vis-Ti-Mix-5		
Parameter	Resultat	Enhet	Metod
Provberedning	malning		1
XRD analys	Figur 16		2
Amorf andel	låg		
Kvarts	11.8	Vikt %	
Kalcit	12.8	Vikt %	
Albit	21.1	Vikt %	
Mikroklin	1.3	Vikt %	
Muscovit 2M2/Biotit Typ	11.9	Vikt %	
Klinoklor	7.9	Vikt %	
Hornblände	18.5	Vikt %	
Dolomit	8.6	Vikt %	
Magnetit	6.1	Vikt %	



Figur 16: Diffraktogram av prov " Vis-Ti-Mix-5"



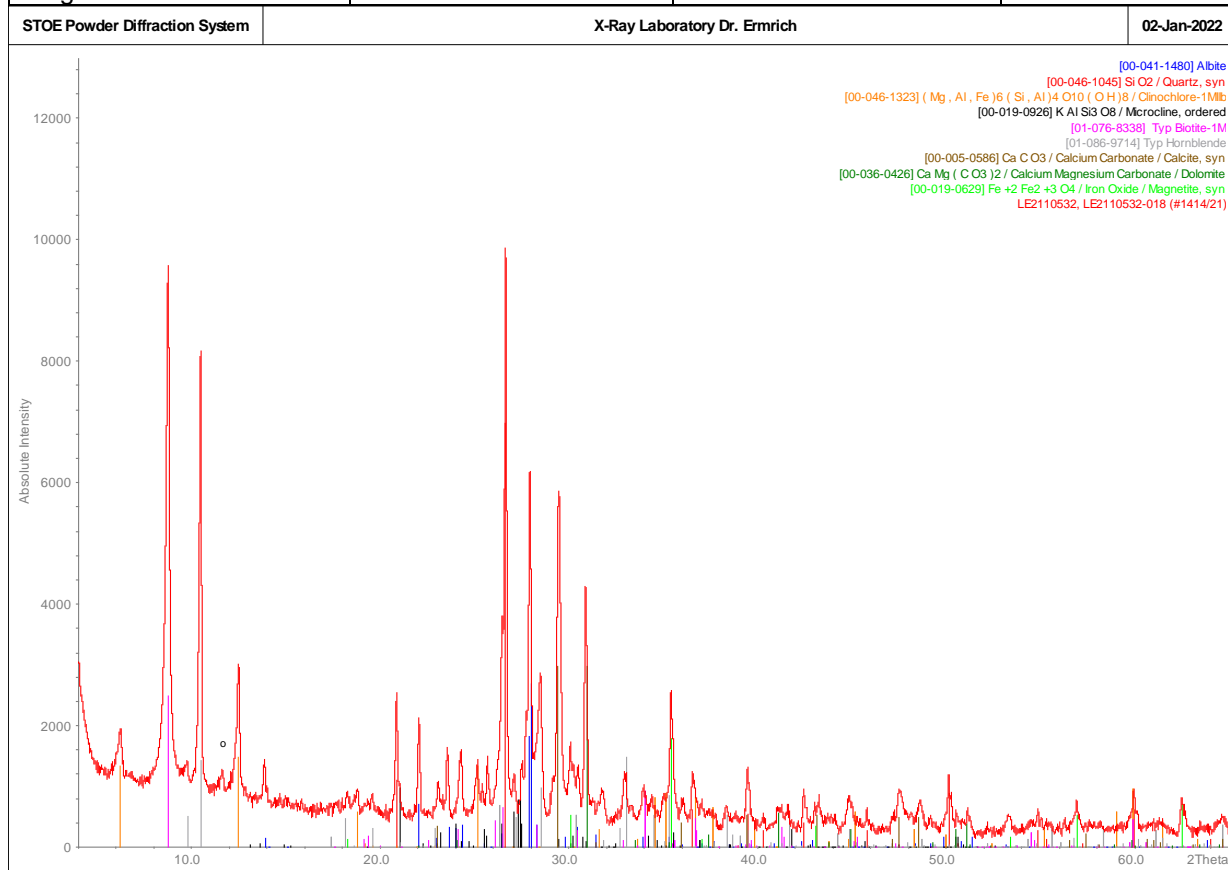
Laboratoriets provnummer	LE2110532-017		
Provbeteckning	Vis-Ti-Mix-6		
Parameter	Resultat	Enhet	Metod
Provberedning	malning		1
XRD analys	Figur 17		2
Amorf andel	låg		
Kvarts	10.8	Vikt %	
Kalcit	13.1	Vikt %	
Albit	19.5	Vikt %	
Mikroklin	1.2	Vikt %	
Muscovit 2M2/Biotit Typ	11.2	Vikt %	
Klinoklor	9.3	Vikt %	
Hornblände	21.5	Vikt %	
Dolomit	10.4	Vikt %	
Magnetit	3.0	Vikt %	



Figur 17: Diffraktogram av prov " Vis-Ti-Mix-6"



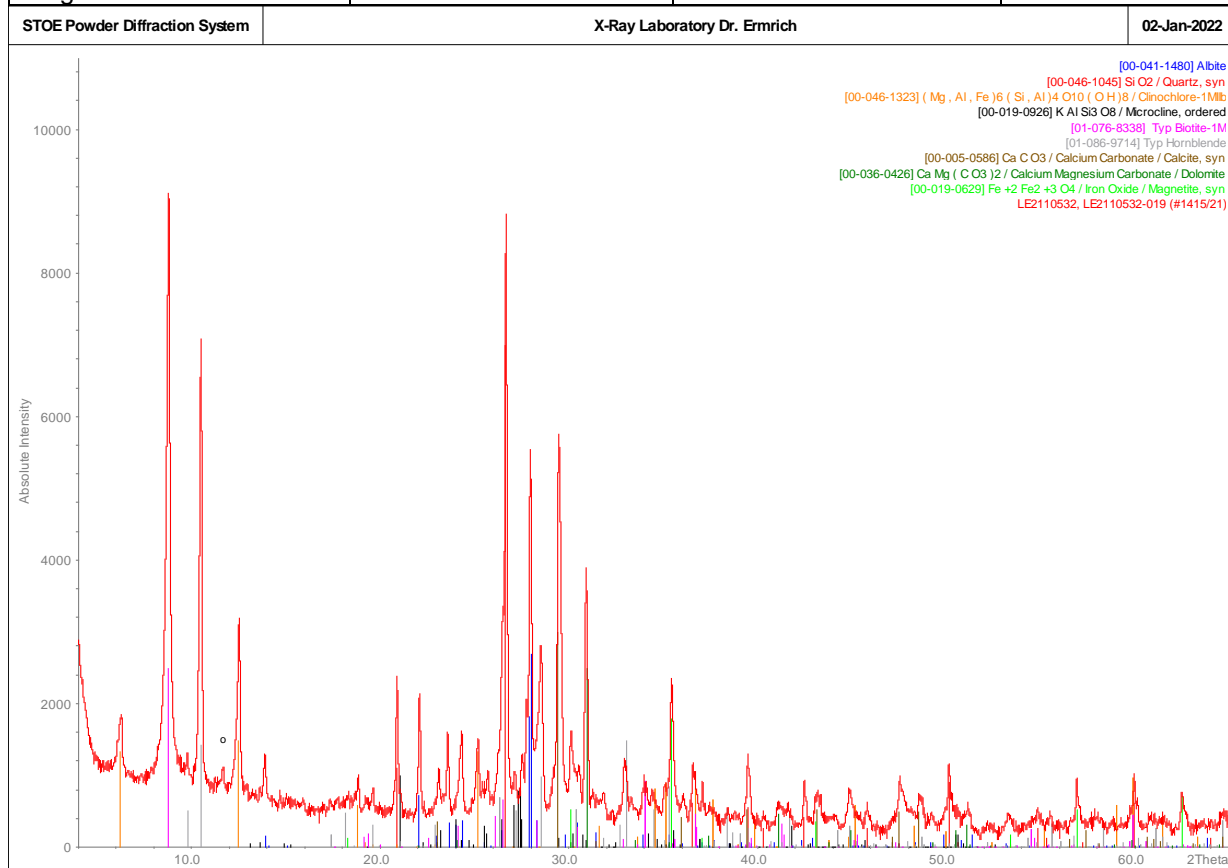
Laboratoriets provnummer	LE2110532-018		
Provbeteckning	Vis-Ti-Mix-7		
Parameter	Resultat	Enhet	Metod
Provberedning	malning		1
XRD analys	Figur 18		2
Amorf andel	låg		
Kvarts	9.2	Vikt %	
Kalcit	13.8	Vikt %	
Albit	18.5	Vikt %	
Mikroklin	1.5	Vikt %	
Muscovit 2M2/Biotit Typ	10.8	Vikt %	
Klinoklor	10.7	Vikt %	
Hornblände	20.5	Vikt %	
Dolomit	9.4	Vikt %	
Magnetit	5.6	Vikt %	



Figur 18: Diffraktogram av prov " Vis-Ti-Mix-7"



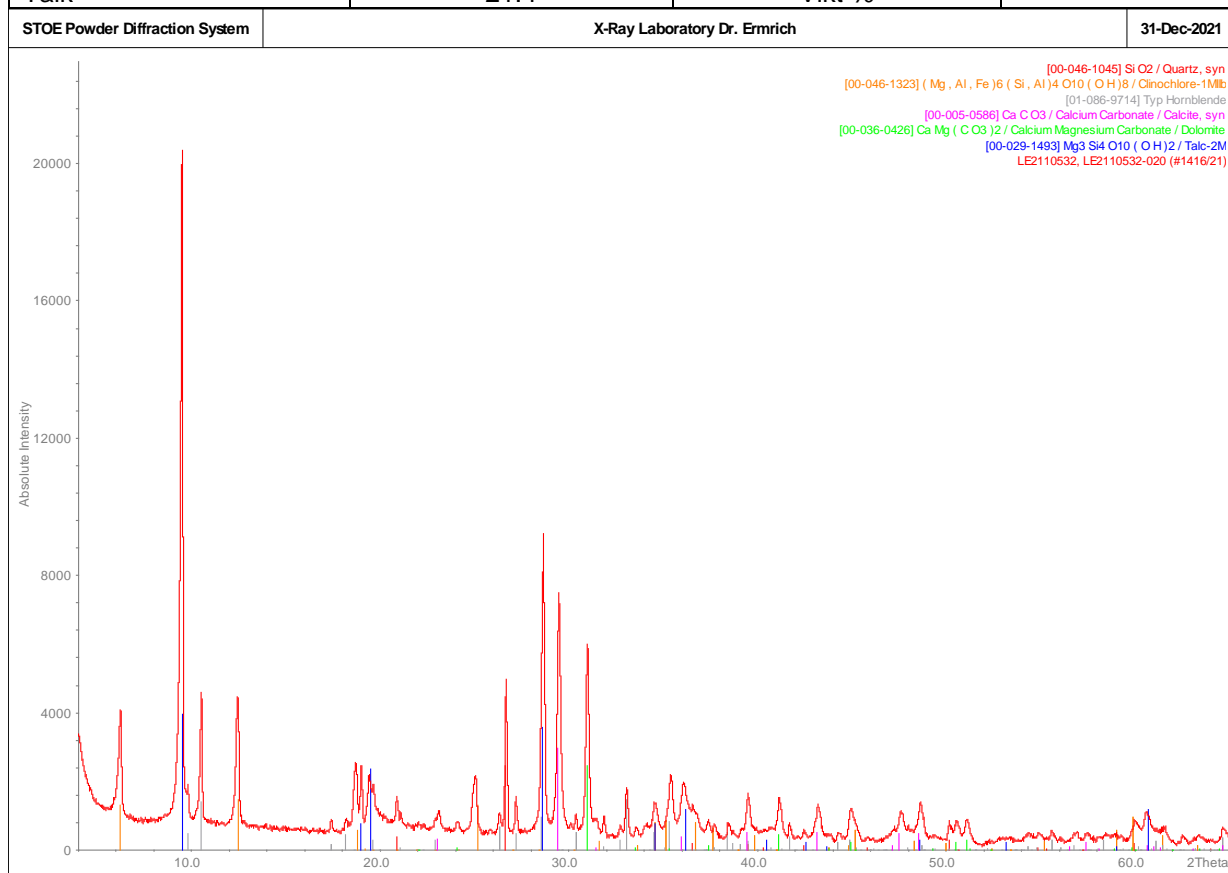
Laboratoriets provnummer	LE2110532-019		
Provbeteckning	Vis-Ti-Mix-8		
Parameter	Resultat	Enhet	Metod
Provberedning	malning		1
XRD analys	Figur 19		2
Amorf andel	låg		
Kvarts	8.5	Vikt %	
Kalcit	15.5	Vikt %	
Albit	14.6	Vikt %	
Mikroklin	1.4	Vikt %	
Muscovit 2M2/Biotit Typ	12.1	Vikt %	
Klinoklor	11.1	Vikt %	
Hornblände	23.9	Vikt %	
Dolomit	8.3	Vikt %	
Magnetit	4.6	Vikt %	



Figur 19: Diffraktogram av prov " Vis-Ti-Mix-8"



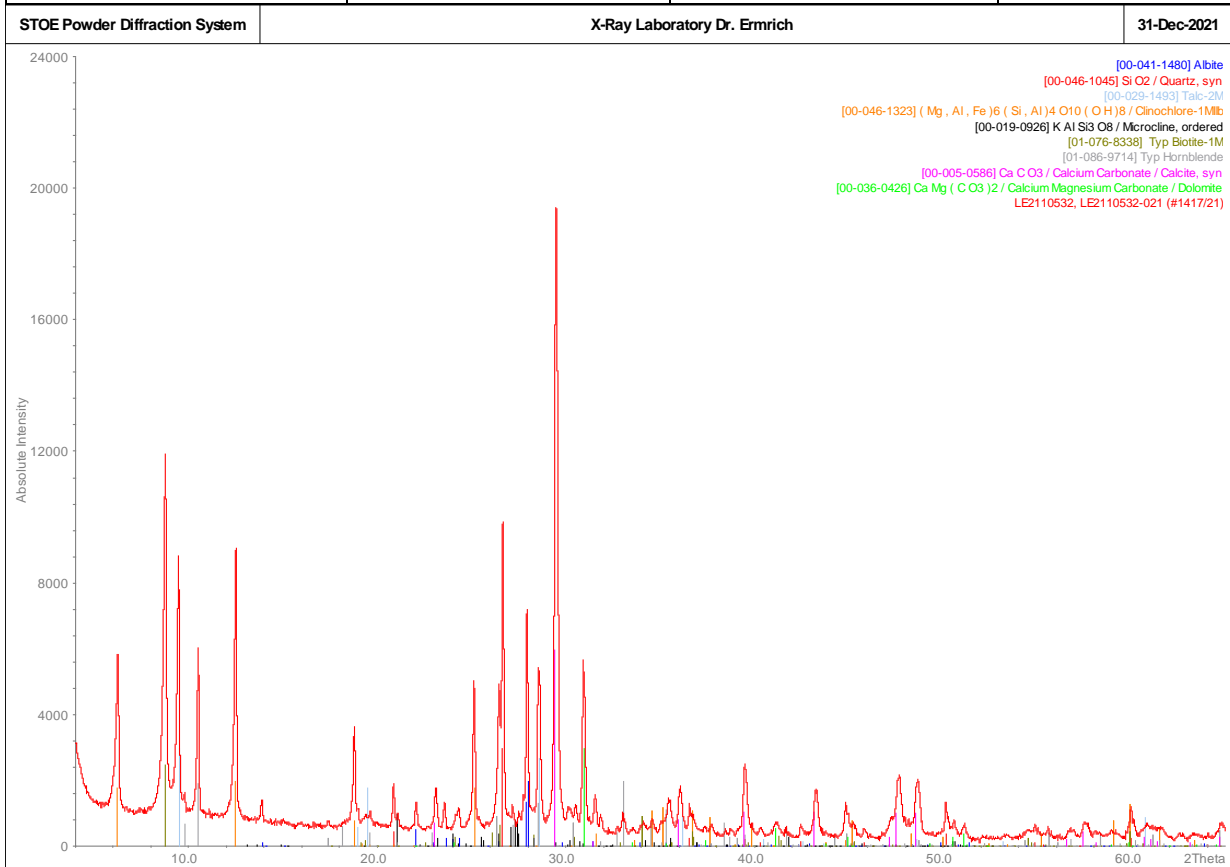
Laboratoriets provnummer	LE2110532-020		
Provbeteckning	Vis-Ti-Mix-20		
Parameter	Resultat	Enhet	Metod
Provberedning	malning		1
XRD analys	Figur 20		2
Amorf andel	låg		
Kvarts	5.6	Vikt %	
Kalcit	20.1	Vikt %	
Klinoklor	25.9	Vikt %	
Hornblände	9.4	Vikt %	
Dolomit	17.6	Vikt %	
Talk	21.4	Vikt %	



Figur 20: Diffraktogram av prov " Vis-Ti-Mix-20"



Laboratoriets provnummer	LE2110532-021		
Provbeteckning	Vis-Ti-Mix-21		
Parameter	Resultat	Enhet	Metod
Provberedning	malning		1
XRD analys	Figur 21		2
Amorf andel	låg		
Kvarts	3.8	Vikt %	
Kalcit	30.5	Vikt %	
Albit	5.6	Vikt %	
Muscovit 2M2/Biotit Typ	10.4	Vikt %	
Klinoklor	17.9	Vikt %	
Hornblände	18.1	Vikt %	
Dolomit	8.3	Vikt %	
Talk	5.4	Vikt %	



Figur 21: Diffraktogram av prov " Vis-Ti-Mix-21"



*indikerar oackrediterad analys

Metod	
1	Provberedning.
2	<p>Paket G-11C. Mineralkvantifiering av kristallina faser (Rietvelds metod).</p> <p>Provet har finmalts och undersökts på en röntgendiffraktometer (XRD) med $\text{CuK}\alpha$ röntgenrör. Haltbestämningen sker genom Rietveld – analys. Halterna har beräknats för de kristallina faserna och nominerats till 100 %. Halterna är angivna i viktsprocent.</p>

Utförande lab	
ST	<p>Analys utförd av ALS Scandinavia AB, Rinkebyvägen 19C, 182 36 Danderyd, Sverige Ackrediterad av: SWEDAC Ackrediteringsnummer: 2030</p>

Generell kommentar

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Laboratoriet tar inget ansvar för information i denna rapport som har lämnats av kunden, eller resultat som kan ha påverkats av sådan information. Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se.



Analyscertifikat

Ordernummer	: LE2110532	Sida	: 1 av 6
Kund	: Avalon Minerals Viscaria AB	Projekt	: Viscaria Kinetisk test
Kontaktperson	: Anders Lundkvist	Beställningsnummer	: ----
Adress	: Fasadvägen 43	Provtagare	: Ingar Walder
	98141 Kiruna	Provtagningspunkt	: ----
	Sverige	Ankomstdatum, prover	: 2021-11-03 16:03
E-post	: anders.lundkvist@copperstone.se	Analys påbörjad	: 2022-01-10
Telefon	: ----	Utfärdad	: 2022-01-10 16:43
C-O-C-nummer	: ----	Antal ankomna prover	: 21
(eller			
Orderblankett-num			
mer)			
Offertnummer	: ----	Antal analyserade prover	: 21

Generell kommentar

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Laboratoriet tar inget ansvar för information i denna rapport som har lämnats av kunden, eller resultat som kan ha påverkats av sådan information. Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se vår webbplats www.alsglobal.se

Signatur

Position

Ilia Rodushkin

Laboratoriechef

Laboratorium	: ALS Scandinavia AB	hemsida	: www.alsglobal.com
Adress	: Aurorum 10	E-post	: info.lu@alsglobal.com
	977 75 Luleå	Telefon	: +46 920 28 99 00
	Sverige		



Analysresultat

Matris: JORD		<i>Provbeteckning</i>		Vis-WRc-Mix-01 Green				
		<i>Laboratoriets provnummer</i>		LE2110532-001				
		<i>Provtagningsdatum / tid</i>		2021-11-03				
<i>Parameter</i>	Resultat	MU	<i>Enhet</i>	LOR	<i>Analyspaket</i>	<i>Metod</i>	<i>Utf.</i>	
Provberedning								
Provberedning	Malning *	----	-	-	Provberedning	PP-Provb./RO	RO	
Rapport								
bilaga	Ja	----	-	-	G-11C	XRD/RO	RO	

Matris: JORD		<i>Provbeteckning</i>		Vis-WRc-Mix-02 Green				
		<i>Laboratoriets provnummer</i>		LE2110532-002				
		<i>Provtagningsdatum / tid</i>		2021-11-03				
<i>Parameter</i>	Resultat	MU	<i>Enhet</i>	LOR	<i>Analyspaket</i>	<i>Metod</i>	<i>Utf.</i>	
Provberedning								
Provberedning	Malning *	----	-	-	Provberedning	PP-Provb./RO	RO	
Rapport								
bilaga	Ja	----	-	-	G-11C	XRD/RO	RO	

Matris: JORD		<i>Provbeteckning</i>		Vis-WRc-Mix-03 Dol				
		<i>Laboratoriets provnummer</i>		LE2110532-003				
		<i>Provtagningsdatum / tid</i>		2021-11-03				
<i>Parameter</i>	Resultat	MU	<i>Enhet</i>	LOR	<i>Analyspaket</i>	<i>Metod</i>	<i>Utf.</i>	
Provberedning								
Provberedning	Malning *	----	-	-	Provberedning	PP-Provb./RO	RO	
Rapport								
bilaga	Ja	----	-	-	G-11C	XRD/RO	RO	

Matris: JORD		<i>Provbeteckning</i>		Vis-WRc-Mix-04 Dol				
		<i>Laboratoriets provnummer</i>		LE2110532-004				
		<i>Provtagningsdatum / tid</i>		2021-11-03				
<i>Parameter</i>	Resultat	MU	<i>Enhet</i>	LOR	<i>Analyspaket</i>	<i>Metod</i>	<i>Utf.</i>	
Provberedning								
Provberedning	Malning *	----	-	-	Provberedning	PP-Provb./RO	RO	
Rapport								
bilaga	Ja	----	-	-	G-11C	XRD/RO	RO	

Matris: JORD		<i>Provbeteckning</i>		Vis-WRc-Mix-05 Marb				
		<i>Laboratoriets provnummer</i>		LE2110532-005				
		<i>Provtagningsdatum / tid</i>		2021-11-03				
<i>Parameter</i>	Resultat	MU	<i>Enhet</i>	LOR	<i>Analyspaket</i>	<i>Metod</i>	<i>Utf.</i>	
Provberedning								
Provberedning	Malning *	----	-	-	Provberedning	PP-Provb./RO	RO	
Rapport								
bilaga	Ja	----	-	-	G-11C	XRD/RO	RO	



Matris: JORD		<i>Provbeteckning</i>		Vis-WRc-Mix -06 Brec			
		<i>Laboratoriets provnummer</i>		LE2110532-006			
		<i>Provtagningsdatum / tid</i>		2021-11-03			
<i>Parameter</i>	Resultat	<i>MU</i>	<i>Enhet</i>	<i>LOR</i>	<i>Analyspaket</i>	<i>Metod</i>	<i>Utf.</i>
Provberedning							
Provberedning	Malning *	----	-	-	Provberedning	PP-Provb./RO	RO
Rapport							
bilaga	Ja	----	-	-	G-11C	XRD/RO	RO

Matris: JORD		<i>Provbeteckning</i>		Vis-WR-Mix-07			
		<i>Laboratoriets provnummer</i>		LE2110532-007			
		<i>Provtagningsdatum / tid</i>		2021-11-03			
<i>Parameter</i>	Resultat	<i>MU</i>	<i>Enhet</i>	<i>LOR</i>	<i>Analyspaket</i>	<i>Metod</i>	<i>Utf.</i>
Provberedning							
Provberedning	Malning *	----	-	-	Provberedning	PP-Provb./RO	RO
Rapport							
bilaga	Ja	----	-	-	G-11C	XRD/RO	RO

Matris: JORD		<i>Provbeteckning</i>		Vis-WR-Mix-08			
		<i>Laboratoriets provnummer</i>		LE2110532-008			
		<i>Provtagningsdatum / tid</i>		2021-11-03			
<i>Parameter</i>	Resultat	<i>MU</i>	<i>Enhet</i>	<i>LOR</i>	<i>Analyspaket</i>	<i>Metod</i>	<i>Utf.</i>
Provberedning							
Provberedning	Malning *	----	-	-	Provberedning	PP-Provb./RO	RO
Rapport							
bilaga	Ja	----	-	-	G-11C	XRD/RO	RO

Matris: JORD		<i>Provbeteckning</i>		Vis-WR-Mix-09			
		<i>Laboratoriets provnummer</i>		LE2110532-009			
		<i>Provtagningsdatum / tid</i>		2021-11-03			
<i>Parameter</i>	Resultat	<i>MU</i>	<i>Enhet</i>	<i>LOR</i>	<i>Analyspaket</i>	<i>Metod</i>	<i>Utf.</i>
Provberedning							
Provberedning	Malning *	----	-	-	Provberedning	PP-Provb./RO	RO
Rapport							
bilaga	Ja	----	-	-	G-11C	XRD/RO	RO

Matris: JORD		<i>Provbeteckning</i>		Vis-WR-Mix-10			
		<i>Laboratoriets provnummer</i>		LE2110532-010			
		<i>Provtagningsdatum / tid</i>		2021-11-03			
<i>Parameter</i>	Resultat	<i>MU</i>	<i>Enhet</i>	<i>LOR</i>	<i>Analyspaket</i>	<i>Metod</i>	<i>Utf.</i>
Provberedning							
Provberedning	Malning *	----	-	-	Provberedning	PP-Provb./RO	RO
Rapport							
bilaga	Ja	----	-	-	G-11C	XRD/RO	RO

Matris: JORD		<i>Provbeteckning</i>		Vis-WR-Mix-11			
		<i>Laboratoriets provnummer</i>		LE2110532-011			



Provtagningsdatum / tid		2021-11-03						
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analyspaket	Metod	Utf.	
Provberedning								
Provberedning	Malning *	----	-	-	Provberedning	PP-Prov./RO	RO	
Rapport								
bilaga	Ja	----	-	-	G-11C	XRD/RO	RO	

Provtagningsdatum / tid		2021-11-03						
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analyspaket	Metod	Utf.	
Provberedning								
Provberedning	Malning *	----	-	-	Provberedning	PP-Prov./RO	RO	
Rapport								
bilaga	Ja	----	-	-	G-11C	XRD/RO	RO	

Provtagningsdatum / tid		2021-11-03						
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analyspaket	Metod	Utf.	
Provberedning								
Provberedning	Malning *	----	-	-	Provberedning	PP-Prov./RO	RO	
Rapport								
bilaga	Ja	----	-	-	G-11C	XRD/RO	RO	

Provtagningsdatum / tid		2021-11-03						
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analyspaket	Metod	Utf.	
Provberedning								
Provberedning	Malning *	----	-	-	Provberedning	PP-Prov./RO	RO	
Rapport								
bilaga	Ja	----	-	-	G-11C	XRD/RO	RO	

Provtagningsdatum / tid		2021-11-03						
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analyspaket	Metod	Utf.	
Provberedning								
Provberedning	Malning *	----	-	-	Provberedning	PP-Prov./RO	RO	
Rapport								
bilaga	Ja	----	-	-	G-11C	XRD/RO	RO	

Provtagningsdatum / tid		2021-11-03						
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analyspaket	Metod	Utf.	
Provberedning								
Provberedning	Malning *	----	-	-	Provberedning	PP-Prov./RO	RO	



Rapport							
bilaga	Ja	----	-	-	G-11C	XRD/RO	RO

Matris: JORD	<i>Provbeteckning</i>	Vis-Ti-Mix-6					
	<i>Laboratoriets provnummer</i>	LE2110532-017					
	<i>Provtagningsdatum / tid</i>	2021-11-03					
<i>Parameter</i>	Resultat	MU	<i>Enhet</i>	LOR	<i>Analyspaket</i>	<i>Metod</i>	<i>Utf.</i>
Provberedning							
Provberedning	Malning *	----	-	-	Provberedning	PP-Prov./RO	RO
Rapport							
bilaga	Ja	----	-	-	G-11C	XRD/RO	RO

Matris: JORD	<i>Provbeteckning</i>	Vis-Ti-Mix-7					
	<i>Laboratoriets provnummer</i>	LE2110532-018					
	<i>Provtagningsdatum / tid</i>	2021-11-03					
<i>Parameter</i>	Resultat	MU	<i>Enhet</i>	LOR	<i>Analyspaket</i>	<i>Metod</i>	<i>Utf.</i>
Provberedning							
Provberedning	Malning *	----	-	-	Provberedning	PP-Prov./RO	RO
Rapport							
bilaga	Ja	----	-	-	G-11C	XRD/RO	RO

Matris: JORD	<i>Provbeteckning</i>	Vis-Ti-Mix-8					
	<i>Laboratoriets provnummer</i>	LE2110532-019					
	<i>Provtagningsdatum / tid</i>	2021-11-03					
<i>Parameter</i>	Resultat	MU	<i>Enhet</i>	LOR	<i>Analyspaket</i>	<i>Metod</i>	<i>Utf.</i>
Provberedning							
Provberedning	Malning *	----	-	-	Provberedning	PP-Prov./RO	RO
Rapport							
bilaga	Ja	----	-	-	G-11C	XRD/RO	RO

Matris: JORD	<i>Provbeteckning</i>	Vis-Ti-Mix-20					
	<i>Laboratoriets provnummer</i>	LE2110532-020					
	<i>Provtagningsdatum / tid</i>	2021-11-03					
<i>Parameter</i>	Resultat	MU	<i>Enhet</i>	LOR	<i>Analyspaket</i>	<i>Metod</i>	<i>Utf.</i>
Provberedning							
Provberedning	Malning *	----	-	-	Provberedning	PP-Prov./RO	RO
Rapport							
bilaga	Ja	----	-	-	G-11C	XRD/RO	RO

Matris: JORD	<i>Provbeteckning</i>	Vis-Ti-Mix-21					
	<i>Laboratoriets provnummer</i>	LE2110532-021					
	<i>Provtagningsdatum / tid</i>	2021-11-03					
<i>Parameter</i>	Resultat	MU	<i>Enhet</i>	LOR	<i>Analyspaket</i>	<i>Metod</i>	<i>Utf.</i>
Provberedning							
Provberedning	Malning *	----	-	-	Provberedning	PP-Prov./RO	RO
Rapport							
bilaga	Ja	----	-	-	G-11C	XRD/RO	RO



Metodsammanfattningar

Analysmetoder	Metod
PP-Provb./RO	Provberedning
XRD/RO	Mineralanalys enligt DIN EN 13925-1, -2:2003, -3:2005 och DIN EN 1330-11:2007.

Nyckel: **LOR** = Den rapporteringsgräns (LOR) som anges är standard för respektive parameter i metoden. Rapporteringsgränsen kan påverkas vid t.ex. spädning p.g.a. matrisstörningar, begränsad provmängd eller låg torrsustanshalt.

MU = Mätosäkerhet

* = Asterisk efter resultatet visar på ej ackrediterat test, gäller både egna lab och underleverantör

Mätosäkerhet:

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data- Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet anges endast för detekterade ämnen med halter över rapporteringsgränsen.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Utförande laboratorium (teknisk enhet inom ALS Scandinavia eller anlitat laboratorium (underleverantör)).

	Utf.
RO	Analys utförd av Röntgenlabor Dr Ermrich, Am Kandelborn 7 Reinheim Tyskland 64354 Ackrediterad av: DAkKS Ackrediteringsnummer: D-PL-18075-01-00



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
 www.alsglobal.com/geochemistry

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
 C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
 SVÄRDVÄGEN 21
 182 33 DANDERYD

Page: 1
 Total # Pages: 3 (A - E)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-OCT-2020
 Account: KOPMIN

CERTIFICATE PI20189623

Project: Not provided

This report is for 47 Tailings samples submitted to our lab in Pitea, Sweden on 18-SEP-2020.

The following have access to data associated with this certificate:

ANDERS LUNDKVIST

INGAR WALDER

SAMPLE PREPARATION

ALS CODE	DESCRIPTION
WEI-21	Received Sample Weight
LOG-22	Sample login - Rcd w/o BarCode
SPLIT-2	Pulp split for send out
SPL-22Y	Split Sample - Boyd Rotary Splitter
PUL-31	Pulverize up to 250g 85% <75 um
PUL-QC	Pulverizing QC Test
SPL-22Xd	Addnl Rot Cru Spl w No Analysis-DUP
SPL-22X	Addnl Rot Cru Split w No Analysis
SPL-22	Split sample - rotary splitter
SPL-22d	Duplicate split - rotary splitter
MIN-SIV	Sizing

ANALYTICAL PROCEDURES

ALS CODE	DESCRIPTION	INSTRUMENT
S-CAL19	Sulphide Sulphur (Calculated)	LECO
C-IR07	Total Carbon (IR Spectroscopy)	LECO
C-IR06	Organic Carbon (IR Spectroscopy)	LECO
C-CAL04	Inorganic Carbon	LECO
OA-VOL08EU	AP & NP of Sulphidic Waste	
ME-MS61	48 element four acid ICP-MS	
ME-OG62	Ore Grade Elements - Four Acid	ICP-AES
Cu-OG62	Ore Grade Cu - Four Acid	
S-IR08	Total Sulphur (IR Spectroscopy)	LECO
S-ICP19	Sulphate Sulphur / By ICP-AES	ICP-AES

This is the Final Report and supersedes any preliminary report with this certificate number. Results apply to samples as submitted. All pages of this report have been checked and approved for release.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****

Comments: Samples were received on 28-Aug-2020 and the SSF/Request on 28-Aug & 18-Sep-2020.

Signature:

Andrey Tairov, Technical Manager, Ireland



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
 C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
 SVÄRDVÄGEN 21
 182 33 DANDERYD

Page: 2 - A
 Total # Pages: 3 (A - E)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-OCT-2020
 Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20189623

Sample Description	Method Analyte Units LOD	WEI-21	PUL-QC	S-IR08	S-ICP19	S-CAL19	C-IR07	C-IR06	C-CAL04	OA-VOL08EU	OA-VOL08EU	OA-VOL08EU	OA-VOL08EU	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61
		Recvd Wt. kg	Pass75um %	S %	S %	S %	C %	C organi %	C inorga %	NP tCaCO3/1Kt	AP tCaCO3/1Kt	NPR Unity	NNP tCaCO3/1Kt	Ag ppm	Al %	As ppm
		0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	1	0.3	0.01	1	0.01	0.01	0.2
VIS-TI-01-2020 0-1		15.82	90.7	3.02	0.33	2.69	2.59	1.45	1.14	114	84.1	1.36	30	2.24	5.22	88.3
VIS-TI-01-2020 1-2		18.56		1.73	0.57	1.16	2.45	1.00	1.45	138	36.3	3.82	102	1.06	4.71	185.5
VIS-TI-01-2020 2-3		18.34		1.94	0.40	1.54	2.53	1.15	1.38	135	48.1	2.80	87	1.28	4.68	155.5
VIS-TI-02-2020 0-1		13.84		2.57	0.64	1.93	2.66	1.03	1.63	153	60.3	2.53	92	2.18	4.83	106.0
VIS-TI-02-2020 1-2		19.61		1.72	0.28	1.44	2.81	1.28	1.53	151	45.0	3.35	106	1.06	4.54	147.5
VIS-TI-02-2020 2-3		26.72		1.54	0.30	1.24	2.95	1.43	1.52	146	38.8	3.75	107	1.11	4.86	125.0
VIS-TI-03-2020 0-1		15.64		1.81	0.38	1.43	2.90	1.24	1.66	163	44.7	3.65	118	1.30	4.55	176.0
VIS-TI-03-2020 1-2		12.66		1.79	0.29	1.50	2.86	1.23	1.63	162	46.9	3.45	115	1.09	4.80	163.0
VIS-TI-03-2020 2-3		15.32		1.77	0.29	1.48	2.99	1.37	1.62	162	46.3	3.51	116	1.15	4.73	166.0
VIS-TI-04-2020 0-1		10.84		2.63	0.36	2.27	2.91	1.22	1.69	158	70.9	2.23	87	1.82	5.07	73.0
VIS-TI-04-2020 1-2		7.99		1.72	0.35	1.37	2.50	0.94	1.56	149	42.8	3.48	106	1.06	5.20	111.0
VIS-TI-04-2020 2-3		8.88		1.66	0.18	1.48	2.67	1.21	1.46	138	46.3	2.98	92	0.97	4.80	108.0
VIS-TI-05-2020 0-1		12.52		1.95	0.35	1.60	2.55	1.09	1.46	136	50.0	2.71	86	1.12	5.20	95.0
VIS-TI-05-2020 1-2		18.18		1.60	0.20	1.40	2.69	1.23	1.46	140	43.8	3.20	96	0.96	4.76	88.0
VIS-TI-05-2020 2-3		22.14		1.53	0.25	1.28	2.80	1.16	1.64	161	40.0	4.03	121	1.01	4.68	104.0
VIS-TI-06-2020 0-1		16.43		1.79	0.26	1.53	3.11	1.05	2.06	193	47.8	4.04	145	1.55	4.66	246
VIS-TI-06-2020 1-2		12.93		1.82	0.22	1.60	3.00	1.02	1.98	184	50.0	3.69	134	1.23	4.65	122.0
VIS-TI-06-2020 2-3		16.40		1.55	0.28	1.27	3.08	1.28	1.80	173	39.7	4.36	133	0.92	4.63	103.5
VIS-TI-07-2020 0-1		9.87		1.15	0.03	1.12	2.71	1.77	0.94	97	35.0	2.77	62	0.69	5.73	106.0
VIS-TI-07-2020 1-2		8.93		1.80	0.29	1.51	2.63	1.13	1.50	137	47.2	2.89	89	1.14	5.12	73.3
VIS-TI-07-2020 2-3		12.33	94.7	1.77	0.26	1.51	2.70	1.20	1.50	141	47.2	2.98	94	1.11	4.80	103.0
VIS-TI-08-2020 0-1		12.44		1.47	0.15	1.32	2.85	0.95	1.90	168	41.3	4.08	127	0.54	5.41	32.6
VIS-TI-08-2020 1-2		16.73		1.63	0.25	1.38	2.75	0.92	1.83	169	43.1	3.91	126	1.12	4.79	109.5
VIS-TI-08-2020 2-3		15.55		1.72	0.23	1.49	2.61	0.85	1.76	163	46.6	3.49	116	1.04	4.68	97.8
VIS-TI-09-2020 0-1		14.58		1.81	0.26	1.55	2.68	1.03	1.65	154	48.4	3.17	105	1.73	4.79	212
VIS-TI-09-2020 1-2		13.24		1.33	0.24	1.09	3.16	1.03	2.13	201	34.1	5.90	167	1.17	4.59	167.5
VIS-TI-09-2020 2-3		15.59		1.46	0.23	1.23	2.77	0.88	1.89	176	38.4	4.57	137	1.00	4.89	117.5
VIS-TI-10-2020 0-1		10.58		1.21	0.15	1.06	2.86	1.66	1.20	117	33.1	3.54	84	1.28	5.54	75.1
VIS-TI-10-2020 1-2		9.51		1.53	0.22	1.31	2.95	1.28	1.67	164	40.9	4.01	123	1.00	4.83	98.6
VIS-TI-10-2020 2-3		10.23		1.48	0.24	1.24	3.09	1.52	1.57	146	38.8	3.75	107	1.02	4.98	83.6
VIS-TI-11-2020 0-1		12.30		1.66	0.04	1.62	3.23	1.73	1.50	142	50.6	2.80	91	0.74	5.47	56.1
VIS-TI-11-2020 1-2		14.92		1.67	0.22	1.45	2.61	0.76	1.85	168	45.3	3.71	123	0.82	4.74	97.5
VIS-TI-11-2020 2-3		16.99		1.45	0.28	1.17	2.62	0.97	1.65	160	36.6	4.37	123	0.90	4.92	85.7
VIS-TI-12-2020 0-1		11.57		1.27	0.07	1.20	2.67	1.20	1.47	140	37.5	3.74	103	0.56	5.60	91.1
VIS-TI-12-2020 1-2		10.21		1.42	0.15	1.27	2.95	1.31	1.64	165	39.7	4.15	125	0.66	5.29	69.0
VIS-TI-12-2020 2-3		11.40		1.37	0.19	1.18	3.53	1.40	2.13	201	36.9	5.45	164	0.95	4.89	87.6
VIS-TI-13-2020 0-1		10.49		1.35	0.20	1.15	3.34	1.74	1.60	138	35.9	3.84	102	0.86	5.48	82.2
VIS-TI-13-2020 1-2		13.62		2.71	0.33	2.38	2.65	0.82	1.83	155	74.4	2.08	80	0.50	5.40	36.7
VIS-TI-13-2020 2-3		12.77		2.64	0.23	2.41	2.78	0.99	1.79	155	75.3	2.06	79	0.63	5.35	30.7
Vis-TI-Mix-1																

Comments: Samples were received on 28-Aug-2020 and the SSF/Request on 28-Aug & 18-Sep-2020.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
 C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
 SVÄRDVÄGEN 21
 182 33 DANDERYD

Page: 2 - B
 Total # Pages: 3 (A - E)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-OCT-2020
 Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20189623

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	
		Ba ppm	Be ppm	Bi ppm	Ca %	Cd ppm	Ce ppm	Co ppm	Cr ppm	Cs ppm	Cu ppm	Fe %	Ga ppm	Ge ppm	Hf ppm	In ppm
		10	0.05	0.01	0.01	0.02	0.01	0.1	1	0.05	0.2	0.01	0.05	0.1	0.005	
VIS-TI-01-2020 0-1		170	1.42	3.84	5.54	3.70	142.0	213	107	1.10	>10000	12.75	14.90	0.24	1.9	1.010
VIS-TI-01-2020 1-2		380	1.06	4.82	7.14	2.63	172.0	183.5	89	1.17	3230	15.05	14.75	0.23	1.7	0.566
VIS-TI-01-2020 2-3		480	1.20	5.04	6.77	2.87	172.0	180.0	89	1.11	5920	15.55	14.40	0.24	1.7	0.719
VIS-TI-02-2020 0-1		310	1.24	4.58	6.59	3.20	149.0	198.0	102	1.23	9460	13.60	15.00	0.23	1.7	0.867
VIS-TI-02-2020 1-2		800	1.18	5.62	7.06	2.56	179.5	168.5	92	1.27	4420	16.40	14.45	0.25	1.6	0.715
VIS-TI-02-2020 2-3		1240	1.04	5.70	6.82	3.42	168.0	145.0	103	1.82	3050	14.40	15.45	0.21	1.7	0.753
VIS-TI-03-2020 0-1		760	1.04	6.49	7.43	3.21	185.5	210	93	1.49	4600	15.40	14.60	0.23	1.7	0.776
VIS-TI-03-2020 1-2		920	1.40	6.50	7.17	2.96	162.0	183.5	110	1.39	4470	15.40	14.90	0.22	1.7	0.769
VIS-TI-03-2020 2-3		440	1.09	6.30	7.61	3.37	180.5	176.5	99	1.56	3030	15.90	14.60	0.21	1.7	0.768
VIS-TI-04-2020 0-1		320	1.36	3.72	6.74	3.67	127.0	173.5	109	1.06	9980	11.15	13.70	0.20	1.9	0.853
VIS-TI-04-2020 1-2		1000	1.30	3.50	6.30	2.21	114.5	167.5	105	1.06	4850	10.75	14.60	0.17	1.9	0.515
VIS-TI-04-2020 2-3		940	1.21	5.06	6.32	2.07	149.5	173.0	107	1.15	4810	13.60	14.40	0.19	1.8	0.651
VIS-TI-05-2020 0-1		690	1.41	3.74	6.08	2.93	130.0	179.0	126	1.14	4910	10.40	15.05	0.15	2.0	0.605
VIS-TI-05-2020 1-2		960	1.17	4.68	6.17	2.44	150.5	141.0	108	1.20	4620	13.55	13.90	0.18	1.8	0.632
VIS-TI-05-2020 2-3		1120	1.09	5.30	6.89	2.47	159.0	144.0	106	1.33	3690	12.85	13.65	0.17	1.7	0.658
VIS-TI-06-2020 0-1		840	1.08	7.42	7.92	2.76	173.0	253	98	1.40	6070	13.05	13.85	0.17	1.8	0.863
VIS-TI-06-2020 1-2		850	1.16	5.64	7.28	2.46	155.0	178.5	104	1.25	5470	12.20	13.70	0.16	1.7	0.693
VIS-TI-06-2020 2-3		1030	1.04	6.19	7.35	2.29	181.5	155.0	102	1.57	3800	13.30	14.10	0.17	1.8	0.780
VIS-TI-07-2020 0-1		460	1.06	3.58	5.22	2.17	114.0	123.0	116	1.46	2430	9.95	14.90	0.13	2.3	0.432
VIS-TI-07-2020 1-2		840	1.13	4.01	6.13	2.36	131.0	155.5	108	1.23	5480	11.40	14.30	0.15	2.0	0.601
VIS-TI-07-2020 2-3		880	1.07	5.37	6.80	2.92	169.5	157.0	96	1.29	4040	14.15	14.35	0.18	1.9	0.694
VIS-TI-08-2020 0-1		530	1.51	2.29	6.15	1.52	90.0	159.0	143	1.25	2300	8.64	14.95	0.12	2.1	0.377
VIS-TI-08-2020 1-2		850	1.14	5.14	7.15	2.12	165.0	167.0	107	1.34	4200	12.95	14.50	0.16	1.8	0.615
VIS-TI-08-2020 2-3		680	1.08	4.74	6.79	2.01	156.5	155.5	107	1.14	4690	13.15	13.80	0.15	1.7	0.580
VIS-TI-09-2020 0-1		870	1.25	6.47	6.88	3.07	167.0	238	105	1.31	7790	13.15	14.65	0.18	1.8	0.923
VIS-TI-09-2020 1-2		1070	1.11	7.75	8.62	2.54	191.5	177.5	102	1.63	3060	12.40	14.55	0.18	1.8	0.769
VIS-TI-09-2020 2-3		1070	1.15	5.09	7.19	2.24	154.5	152.5	115	1.30	3780	12.25	14.55	0.16	1.8	0.595
VIS-TI-10-2020 0-1		710	1.04	4.96	6.77	2.50	156.0	103.5	105	1.59	2840	12.55	15.15	0.15	2.3	0.560
VIS-TI-10-2020 1-2		1180	0.95	5.79	7.70	3.08	177.5	150.0	106	1.42	2920	15.30	13.95	0.17	1.7	0.684
VIS-TI-10-2020 2-3		1080	1.02	5.42	7.56	2.97	167.5	128.5	101	1.41	3140	14.15	13.65	0.17	1.8	0.643
VIS-TI-11-2020 0-1		470	1.26	3.70	6.40	2.36	134.5	143.0	125	1.31	2530	10.90	14.85	0.13	2.1	0.533
VIS-TI-11-2020 1-2		860	1.10	4.49	7.00	1.99	164.5	180.5	105	1.03	3180	14.40	13.50	0.16	1.7	0.524
VIS-TI-11-2020 2-3		890	1.24	5.14	6.92	2.30	173.5	157.5	123	1.43	3630	13.35	15.40	0.17	1.8	0.671
VIS-TI-12-2020 0-1		440	1.20	2.83	6.69	1.71	95.8	172.0	120	1.60	1840	10.15	14.65	0.13	2.1	0.407
VIS-TI-12-2020 1-2		860	1.22	3.58	6.98	1.87	117.0	134.0	127	1.50	1750	12.25	14.10	0.14	1.9	0.456
VIS-TI-12-2020 2-3		1040	1.06	6.05	8.97	2.94	187.0	137.5	110	1.62	2120	12.15	14.15	0.16	1.8	0.730
VIS-TI-13-2020 0-1		510	1.22	5.09	6.76	3.25	150.5	138.5	122	1.71	2240	11.35	15.25	0.14	2.1	0.687
VIS-TI-13-2020 1-2		540	1.45	2.31	6.24	1.91	107.5	215	126	0.83	1730	10.75	14.30	0.13	2.1	0.390
VIS-TI-13-2020 2-3		540	1.35	2.18	6.11	1.92	103.0	186.0	122	0.85	1920	10.50	13.75	0.12	2.0	0.382
VIS-TI-Mix-1																

Comments: Samples were received on 28-Aug-2020 and the SSF/Request on 28-Aug & 18-Sep-2020.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
 C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
 SVÄRDVÄGEN 21
 182 33 DANDERYD

Page: 2 - C
 Total # Pages: 3 (A - C)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-OCT-2020
 Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20189623

Sample Description	Method	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	
	Analyte	K	La	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Ni	P	Pb	Rb	Re	S	
Units		%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	
LOD		0.01	0.5	0.2	0.01	5	0.05	0.01	0.1	0.2	10	0.5	0.1	0.002	0.01	
VIS-TI-01-2020 0-1		1.28	86.5	19.3	2.40	2070	16.35	2.14	4.5	141.5	1140	62.3	69.5	0.026	3.14	0.78
VIS-TI-01-2020 1-2		1.12	100.5	21.0	2.37	3000	14.00	1.89	4.4	141.0	1510	98.0	64.6	0.043	1.76	1.13
VIS-TI-01-2020 2-3		1.12	102.5	19.3	2.19	2980	13.30	1.87	4.5	137.5	1460	115.0	64.2	0.043	1.94	1.14
VIS-TI-02-2020 0-1		1.28	89.1	20.0	2.54	2400	14.25	1.87	3.8	152.0	1370	145.5	68.5	0.042	2.67	0.86
VIS-TI-02-2020 1-2		1.12	106.5	20.4	2.18	3200	14.20	1.72	4.5	138.5	1610	139.0	67.9	0.040	1.69	1.17
VIS-TI-02-2020 2-3		1.37	100.5	27.8	2.69	3120	12.65	1.58	4.9	132.5	1700	149.0	91.2	0.040	1.50	1.13
VIS-TI-03-2020 0-1		1.26	109.5	23.7	2.38	3170	15.40	1.50	4.3	155.5	1750	131.0	77.0	0.048	1.80	1.02
VIS-TI-03-2020 1-2		1.30	97.8	21.3	2.42	2990	15.00	1.76	4.1	151.5	1630	153.0	78.5	0.037	1.85	1.05
VIS-TI-03-2020 2-3		1.29	106.0	25.2	2.58	3410	14.00	1.61	4.4	147.5	1840	154.0	78.3	0.048	1.76	1.21
VIS-TI-04-2020 0-1		1.28	74.8	16.2	2.30	2240	12.85	2.10	4.2	135.0	940	68.1	64.9	0.025	2.70	0.90
VIS-TI-04-2020 1-2		1.25	68.2	19.1	2.54	2310	13.75	2.22	4.0	115.5	1000	53.2	63.9	0.030	1.71	0.81
VIS-TI-04-2020 2-3		1.15	87.4	18.5	2.25	2780	12.10	1.90	4.4	131.0	1240	78.9	65.7	0.028	1.59	1.49
VIS-TI-05-2020 0-1		1.35	74.6	17.5	2.21	2130	13.35	2.09	4.1	131.0	1070	54.5	67.8	0.023	1.95	0.73
VIS-TI-05-2020 1-2		1.22	88.1	17.4	2.25	2590	11.80	1.82	4.0	123.5	1250	80.8	66.8	0.033	1.55	0.90
VIS-TI-05-2020 2-3		1.21	91.3	19.4	2.44	2840	14.65	1.74	4.1	120.0	1450	100.5	68.0	0.049	1.46	1.01
VIS-TI-06-2020 0-1		1.30	99.6	23.1	2.49	3060	19.60	1.60	3.9	136.0	1800	64.9	72.6	0.029	1.81	0.78
VIS-TI-06-2020 1-2		1.26	92.3	18.6	2.47	2710	15.95	1.73	3.6	131.5	1540	89.1	66.8	0.038	1.81	0.85
VIS-TI-06-2020 2-3		1.23	107.0	21.0	2.36	3140	12.75	1.64	4.1	134.0	1800	108.5	75.4	0.033	1.53	1.01
VIS-TI-07-2020 0-1		1.37	66.0	21.6	2.29	2220	9.92	2.30	5.1	106.0	970	37.6	78.8	0.017	1.15	0.55
VIS-TI-07-2020 1-2		1.26	77.6	17.6	2.43	2470	10.10	2.11	4.4	125.0	1140	53.0	67.9	0.032	1.79	0.77
VIS-TI-07-2020 2-3		1.19	99.3	19.4	2.30	3090	11.75	1.89	4.8	123.5	1390	86.3	69.3	0.030	1.75	1.00
VIS-TI-08-2020 0-1		1.43	52.9	17.7	2.59	1820	10.60	2.11	3.6	121.5	890	54.8	70.1	0.015	1.50	0.44
VIS-TI-08-2020 1-2		1.26	92.7	20.2	2.60	2700	13.95	1.77	4.0	127.0	1480	99.4	69.1	0.036	1.62	0.96
VIS-TI-08-2020 2-3		1.15	90.5	17.7	2.42	2660	12.10	1.83	3.8	123.5	1400	91.6	61.6	0.057	1.66	1.00
VIS-TI-09-2020 0-1		1.25	98.7	21.8	2.27	2700	17.00	1.76	4.2	148.5	1500	64.3	69.4	0.040	1.82	0.91
VIS-TI-09-2020 1-2		1.25	111.0	23.8	2.62	3240	14.80	1.52	4.2	126.5	1910	145.0	75.4	0.048	1.33	1.11
VIS-TI-09-2020 2-3		1.28	89.6	19.6	2.66	2650	14.20	1.84	3.7	129.5	1410	111.0	68.8	0.042	1.48	1.03
VIS-TI-10-2020 0-1		1.38	89.4	24.5	2.32	2770	10.05	2.12	5.8	102.5	1220	84.8	82.1	0.028	1.28	0.87
VIS-TI-10-2020 1-2		1.26	102.5	20.9	2.36	3420	11.50	1.77	4.7	134.0	1530	80.8	74.2	0.033	1.58	1.06
VIS-TI-10-2020 2-3		1.31	99.2	20.9	2.24	3230	12.45	1.82	5.0	120.0	1400	93.7	74.5	0.039	1.52	1.11
VIS-TI-11-2020 0-1		1.36	78.6	19.8	2.47	2410	10.95	2.26	4.5	120.0	1120	35.3	70.7	0.020	1.71	0.58
VIS-TI-11-2020 1-2		1.13	96.0	16.8	2.52	2770	12.65	1.92	3.7	133.0	1390	71.9	57.3	0.047	1.70	0.89
VIS-TI-11-2020 2-3		1.32	101.5	20.3	2.45	2930	14.05	1.83	4.1	140.5	1550	79.5	73.9	0.036	1.50	0.90
VIS-TI-12-2020 0-1		1.48	54.2	22.8	2.64	1910	8.60	2.15	4.7	126.5	880	76.0	82.8	0.017	1.31	0.47
VIS-TI-12-2020 1-2		1.44	68.2	18.6	2.46	2810	10.50	2.05	4.2	141.0	1240	76.5	79.3	0.054	1.44	1.00
VIS-TI-12-2020 2-3		1.39	108.5	22.8	2.39	3530	12.25	1.61	4.4	122.5	1980	82.3	81.8	0.036	1.41	1.16
VIS-TI-13-2020 0-1		1.47	90.0	23.9	2.47	2910	13.05	2.02	4.8	125.5	1490	39.5	85.9	0.027	1.36	0.64
VIS-TI-13-2020 1-2		1.17	65.7	14.5	2.27	1860	12.00	2.47	3.6	141.0	910	27.5	54.0	0.024	2.77	0.49
VIS-TI-13-2020 2-3		1.17	61.2	14.3	2.29	1920	12.35	2.44	3.5	132.5	880	28.1	53.7	0.029	2.56	0.46
VIS-TI-Mix-1																

Comments: Samples were received on 28-Aug-2020 and the SSF/Request on 28-Aug & 18-Sep-2020.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
 C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
 SVÄRDVÄGEN 21
 182 33 DANDERYD

Page: 2 - D
 Total # Pages: 3 (A - E)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-OCT-2020
 Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20189623

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	
		Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Zn	Zr
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
		0.1	1	0.2	0.2	0.05	0.05	0.01	0.005	0.02	0.1	1	0.1	0.1	2	0.5
VIS-TI-01-2020 0-1		24.2	8	6.7	102.0	0.28	1.34	2.61	0.339	0.32	15.9	215	1.6	25.8	2860	78.8
VIS-TI-01-2020 1-2		22.7	5	8.9	126.0	0.27	0.97	2.50	0.361	0.34	15.8	230	1.5	30.6	1790	70.1
VIS-TI-01-2020 2-3		22.9	5	8.8	122.5	0.28	1.10	2.79	0.366	0.36	15.9	234	1.7	30.4	2030	68.3
VIS-TI-02-2020 0-1		23.9	6	6.5	110.0	0.23	1.47	2.70	0.316	0.34	17.1	208	1.8	26.9	2060	70.5
VIS-TI-02-2020 1-2		22.7	5	8.8	119.5	0.26	1.08	2.27	0.347	0.38	21.3	231	1.4	30.4	1850	64.8
VIS-TI-02-2020 2-3		24.0	4	8.2	111.5	0.28	1.04	2.40	0.396	0.51	17.8	242	1.2	31.7	2400	71.4
VIS-TI-03-2020 0-1		22.3	6	8.3	116.5	0.25	1.25	2.42	0.358	0.36	21.0	242	1.7	30.9	2300	67.0
VIS-TI-03-2020 1-2		25.0	5	7.0	116.0	0.24	1.30	2.36	0.361	0.37	18.7	246	1.9	29.7	2410	66.0
VIS-TI-03-2020 2-3		22.6	4	8.8	118.0	0.27	1.13	2.18	0.371	0.46	20.9	246	1.3	31.4	2460	66.0
VIS-TI-04-2020 0-1		23.0	5	5.5	119.5	0.27	1.25	2.69	0.327	0.36	17.2	191	2.2	25.3	2970	77.8
VIS-TI-04-2020 1-2		23.8	4	5.8	117.0	0.26	1.17	2.80	0.352	0.30	13.2	208	2.0	23.5	1830	74.9
VIS-TI-04-2020 2-3		22.4	5	7.7	116.5	0.29	1.12	2.94	0.348	0.38	14.4	219	1.8	26.3	1720	67.6
VIS-TI-05-2020 0-1		21.7	5	5.7	105.0	0.31	1.20	3.57	0.318	0.32	17.0	200	2.2	23.1	2300	88.8
VIS-TI-05-2020 1-2		21.4	5	7.9	107.0	0.28	1.28	3.03	0.318	0.38	16.7	217	3.5	25.4	1880	66.4
VIS-TI-05-2020 2-3		20.9	4	8.2	109.0	0.28	1.14	2.92	0.333	0.41	16.8	223	1.8	25.9	1780	64.2
VIS-TI-06-2020 0-1		20.2	5	7.2	95.9	0.25	1.20	2.84	0.353	0.37	17.3	220	2.1	28.2	2120	66.7
VIS-TI-06-2020 1-2		21.0	5	7.5	108.0	0.25	1.40	3.06	0.308	0.35	18.4	210	2.2	25.0	1750	68.7
VIS-TI-06-2020 2-3		20.8	5	8.7	102.5	0.27	1.39	3.11	0.325	0.43	19.3	218	1.7	28.6	1990	67.8
VIS-TI-07-2020 0-1		22.3	3	4.8	87.8	0.37	0.71	3.28	0.380	0.34	9.0	209	1.5	23.7	1600	86.5
VIS-TI-07-2020 1-2		21.4	5	6.1	102.5	0.30	1.10	3.26	0.346	0.39	16.4	207	1.8	24.0	2000	76.6
VIS-TI-07-2020 2-3		21.0	5	8.5	113.5	0.32	0.90	2.92	0.359	0.41	16.5	228	1.7	29.2	2310	76.5
VIS-TI-08-2020 0-1		23.8	3	3.7	99.8	0.26	1.28	3.56	0.300	0.26	16.0	185	2.8	19.6	1350	79.5
VIS-TI-08-2020 1-2		22.3	5	8.3	124.5	0.27	1.26	3.07	0.334	0.37	16.8	216	2.0	26.6	1370	70.7
VIS-TI-08-2020 2-3		21.1	4	8.3	121.5	0.25	1.43	3.05	0.324	0.36	17.2	211	2.1	25.6	1340	65.7
VIS-TI-09-2020 0-1		21.2	5	7.2	104.5	0.27	1.27	3.16	0.352	0.39	15.2	221	2.1	27.6	2320	70.8
VIS-TI-09-2020 1-2		21.0	4	10.0	123.5	0.27	1.31	2.84	0.352	0.38	19.5	222	1.9	29.8	1580	68.4
VIS-TI-09-2020 2-3		22.5	5	8.7	113.5	0.25	1.53	3.34	0.321	0.36	21.7	217	2.5	25.3	1380	68.7
VIS-TI-10-2020 0-1		22.7	5	6.3	106.5	0.40	0.90	2.97	0.405	0.44	9.9	232	1.2	28.7	1770	88.4
VIS-TI-10-2020 1-2		20.3	4	8.2	125.5	0.31	0.89	2.39	0.374	0.45	13.9	242	2.1	28.1	2520	77.7
VIS-TI-10-2020 2-3		19.9	5	7.8	120.0	0.33	0.75	2.55	0.374	0.46	12.3	235	1.5	28.1	2450	72.3
VIS-TI-11-2020 0-1		22.3	5	5.4	90.5	0.32	0.97	3.54	0.333	0.35	12.6	214	1.9	24.2	1750	80.3
VIS-TI-11-2020 1-2		20.7	5	7.9	113.0	0.25	1.17	3.15	0.314	0.31	18.2	217	2.1	24.9	1650	63.0
VIS-TI-11-2020 2-3		23.6	5	8.2	116.5	0.28	1.62	3.30	0.333	0.35	17.6	223	2.8	27.3	1800	70.8
VIS-TI-12-2020 0-1		25.4	4	4.1	96.7	0.33	0.67	2.94	0.413	0.33	7.9	213	1.6	25.6	1150	79.5
VIS-TI-12-2020 1-2		20.6	3	5.8	125.5	0.28	0.72	2.38	0.368	0.50	13.6	219	2.3	22.4	1790	71.1
VIS-TI-12-2020 2-3		19.0	4	8.2	121.5	0.28	1.07	2.77	0.359	0.51	17.4	224	2.1	29.3	2530	67.1
VIS-TI-13-2020 0-1		21.3	5	6.4	83.0	0.32	1.10	3.64	0.353	0.40	15.3	219	1.6	26.7	2520	82.7
VIS-TI-13-2020 1-2		20.9	5	4.3	97.4	0.25	1.44	4.35	0.270	0.23	21.0	183	2.3	20.1	1420	80.3
VIS-TI-13-2020 2-3		20.8	5	4.2	97.4	0.25	1.32	3.81	0.278	0.25	18.5	183	1.9	19.6	1390	77.0
VIS-TI-Mix-1																

Comments: Samples were received on 28-Aug-2020 and the SSF/Request on 28-Aug & 18-Sep-2020.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
 C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
 SVÄRDVÄGEN 21
 182 33 DANDERYD

Page: 2 - E
 Total # Pages: 3 (A - E)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-OCT-2020
 Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20189623

Sample Description	Method Analyte Units LOD	Cu-OC62 Cu % 0.001
VIS-TI-01-2020 0-1 VIS-TI-01-2020 1-2 VIS-TI-01-2020 2-3 VIS-TI-02-2020 0-1 VIS-TI-02-2020 1-2		1.325
VIS-TI-02-2020 2-3 VIS-TI-03-2020 0-1 VIS-TI-03-2020 1-2 VIS-TI-03-2020 2-3 VIS-TI-04-2020 0-1		
VIS-TI-04-2020 1-2 VIS-TI-04-2020 2-3 VIS-TI-05-2020 0-1 VIS-TI-05-2020 1-2 VIS-TI-05-2020 2-3		
VIS-TI-06-2020 0-1 VIS-TI-06-2020 1-2 VIS-TI-06-2020 2-3 VIS-TI-07-2020 0-1 VIS-TI-07-2020 1-2		
VIS-TI-07-2020 2-3 VIS-TI-08-2020 0-1 VIS-TI-08-2020 1-2 VIS-TI-08-2020 2-3 VIS-TI-09-2020 0-1		
VIS-TI-09-2020 1-2 VIS-TI-09-2020 2-3 VIS-TI-10-2020 0-1 VIS-TI-10-2020 1-2 VIS-TI-10-2020 2-3		
VIS-TI-11-2020 0-1 VIS-TI-11-2020 1-2 VIS-TI-11-2020 2-3 VIS-TI-12-2020 0-1 VIS-TI-12-2020 1-2		
VIS-TI-12-2020 2-3 VIS-TI-13-2020 0-1 VIS-TI-13-2020 1-2 VIS-TI-13-2020 2-3 Vis-TI-Mix-1		

Comments: Samples were received on 28-Aug-2020 and the SSF/Request on 28-Aug & 18-Sep-2020.



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
 C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
 SVÄRDVÄGEN 21
 182 33 DANDERYD

Page: 3 - A
 Total # Pages: 3 (A - E)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-OCT-2020
 Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20189623

Method Analyte Units LOD	WEI-21 Recvd Wt. kg	PUL-QC Pass75um %	S-IR08 S %	S-ICP19 S %	S-CAL19 S %	C-IR07 C %	C-IR06 C organi %	C-CAL04 C inorga %	OA-VOL08EU NP tCaCO3/1Kt	OA-VOL08EU AP tCaCO3/1Kt	OA-VOL08EU NPR Unity	OA-VOL08EU NNP tCaCO3/1Kt	ME-MS61 Ag ppm	ME-MS61 Al %	ME-MS61 As ppm
Sample Description	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	1	0.3	0.01	1	0.01	0.01	0.2
Vis-TI-Mix-2															
Vis-TI-Mix-3															
Vis-TI-Mix-4															
Vis-TI-Mix-5															
Vis-TI-Mix-6															
Vis-TI-Mix-7															
Vis-TI-Mix-8															

Comments: Samples were received on 28-Aug-2020 and the SSF/Request on 28-Aug & 18-Sep-2020.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
 C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
 SVÄRDVÄGEN 21
 182 33 DANDERYD

Page: 3 - B
 Total # Pages: 3 (A - E)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-OCT-2020
 Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20189623

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	
		Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	Ga	Ge	Hf	In
		ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm
		10	0.05	0.01	0.01	0.02	0.01	0.1	1	0.05	0.2	0.01	0.05	0.05	0.1	0.005
Vis-Ti-Mix-2																
Vis-Ti-Mix-3																
Vis-Ti-Mix-4																
Vis-Ti-Mix-5																
Vis-Ti-Mix-6																
Vis-Ti-Mix-7																
Vis-Ti-Mix-8																

Comments: Samples were received on 28-Aug-2020 and the SSF/Request on 28-Aug & 18-Sep-2020.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
 C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
 SVÄRDVÄGEN 21
 182 33 DANDERYD

Page: 3 - C
 Total # Pages: 3 (A - E)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-OCT-2020
 Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20189623

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	
		K	La	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Ni	P	Pb	Rb	Re	S	Sb
		%	ppm	ppm	%	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm
		0.01	0.5	0.2	0.01	5	0.05	0.01	0.1	0.2	10	0.5	0.1	0.002	0.01	0.05
Vis-Ti-Mix-2																
Vis-Ti-Mix-3																
Vis-Ti-Mix-4																
Vis-Ti-Mix-5																
Vis-Ti-Mix-6																
Vis-Ti-Mix-7																
Vis-Ti-Mix-8																

Comments: Samples were received on 28-Aug-2020 and the SSF/Request on 28-Aug & 18-Sep-2020.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
 C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
 SVÄRDVÄGEN 21
 182 33 DANDERYD

Page: 3 - D
 Total # Pages: 3 (A - E)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-OCT-2020
 Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20189623

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	
		Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Zn	Zr
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
		0.1	1	0.2	0.2	0.05	0.05	0.01	0.005	0.02	0.1	1	0.1	0.1	2	0.5
Vis-Ti-Mix-2																
Vis-Ti-Mix-3																
Vis-Ti-Mix-4																
Vis-Ti-Mix-5																
Vis-Ti-Mix-6																
Vis-Ti-Mix-7																
Vis-Ti-Mix-8																

Comments: Samples were received on 28-Aug-2020 and the SSF/Request on 28-Aug & 18-Sep-2020.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
 C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
 SVÄRDVÄGEN 21
 182 33 DANDERYD

Page: Appendix 1
 Total # Appendix Pages: 1
 Finalized Date: 24-OCT-2020
 Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20189623

CERTIFICATE COMMENTS

ANALYTICAL COMMENTS

Applies to Method: REEs may not be totally soluble in this method.
 ME-MS61

Applies to Method: OA-VOL08EU Units: tCaCO3/1Kt = tCaCO3/1000t ore
 OA-VOL08EU

ACCREDITATION COMMENTS

Applies to Method: The methods immediately below this line are ISO 17025:2005 Accredited. INAB Registration No: 173T
 C-IR07 Cu-OG62 ME-MS61 ME-OG62
 S-IR08



LABORATORY ADDRESSES

Applies to Method: Processed at ALS Pitea located at Hammarvagen 22, SE-943 36, Ojebyn, Sweden.

LOG-22	MIN-SIV	PUL-31	PUL-QC
SPL-22	SPL-22d	SPL-22X	SPL-22Xd
SPL-22Y	SPLIT-Z	WEI-21	

Applies to Method: Processed at ALS Loughrea located at Dublin Road, Loughrea, Co. Galway, Ireland.

C-CAL04	C-IR06	C-IR07	Cu-OG62
ME-MS61	ME-OG62	OA-VOL08EU	S-CAL19
S-ICP19	S-IR08		



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
 www.alsglobal.com/geochemistry

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
 C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
 SVÄRDVÄGEN 21
 182 33 DANDERYD

Page: 1
 Total # Pages: 3 (A - E)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-OCT-2020
 Account: KOPMIN

CERTIFICATE PI20189623

Project: Not provided

This report is for 47 Tailings samples submitted to our lab in Pitea, Sweden on 18-SEP-2020.

The following have access to data associated with this certificate:

ANDERS LUNDKVIST

INGAR WALDER

SAMPLE PREPARATION

ALS CODE	DESCRIPTION
WEI-21	Received Sample Weight
LOG-22	Sample login - Rcd w/o BarCode
SPLIT-2	Pulp split for send out
SPL-22Y	Split Sample - Boyd Rotary Splitter
PUL-31	Pulverize up to 250g 85% <75 um
PUL-QC	Pulverizing QC Test
SPL-22Xd	Addnl Rot Cru Spl w No Analysis-DUP
SPL-22X	Addnl Rot Cru Split w No Analysis
SPL-22	Split sample - rotary splitter
SPL-22d	Duplicate split - rotary splitter
MIN-SIV	Sizing

ANALYTICAL PROCEDURES

ALS CODE	DESCRIPTION	INSTRUMENT
S-CAL19	Sulphide Sulphur (Calculated)	LECO
C-IR07	Total Carbon (IR Spectroscopy)	LECO
C-IR06	Organic Carbon (IR Spectroscopy)	LECO
C-CAL04	Inorganic Carbon	LECO
OA-VOL08EU	AP & NP of Sulphidic Waste	
ME-MS61	48 element four acid ICP-MS	
ME-OG62	Ore Grade Elements - Four Acid	ICP-AES
Cu-OG62	Ore Grade Cu - Four Acid	
S-IR08	Total Sulphur (IR Spectroscopy)	LECO
S-ICP19	Sulphate Sulphur / By ICP-AES	ICP-AES

This is the Final Report and supersedes any preliminary report with this certificate number. Results apply to samples as submitted. All pages of this report have been checked and approved for release.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****

Comments: Samples were received on 28-Aug-2020 and the SSF/Request on 28-Aug & 18-Sep-2020.

Signature:

Andrey Tairov, Technical Manager, Ireland



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
 C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
 SVÄRDVÄGEN 21
 182 33 DANDERYD

Page: 2 - A
 Total # Pages: 3 (A - E)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-OCT-2020
 Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20189623

Sample Description	Method Analyte Units LOD	WEI-21	PUL-QC	S-IR08	S-ICP19	S-CAL19	C-IR07	C-IR06	C-CAL04	OA-VOL08EU	OA-VOL08EU	OA-VOL08EU	OA-VOL08EU	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61
		Recvd Wt. kg	Pass75um %	S %	S %	S %	C %	C organi %	C inorga %	NP tCaCO3/1Kt	AP tCaCO3/1Kt	NPR Unity	NNP tCaCO3/1Kt	Ag ppm	Al %	As ppm
		0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	1	0.3	0.01	1	0.01	0.01	0.2
VIS-TI-01-2020 0-1		15.82	90.7	3.02	0.33	2.69	2.59	1.45	1.14	114	84.1	1.36	30	2.24	5.22	88.3
VIS-TI-01-2020 1-2		18.56		1.73	0.57	1.16	2.45	1.00	1.45	138	36.3	3.82	102	1.06	4.71	185.5
VIS-TI-01-2020 2-3		18.34		1.94	0.40	1.54	2.53	1.15	1.38	135	48.1	2.80	87	1.28	4.68	155.5
VIS-TI-02-2020 0-1		13.84		2.57	0.64	1.93	2.66	1.03	1.63	153	60.3	2.53	92	2.18	4.83	106.0
VIS-TI-02-2020 1-2		19.61		1.72	0.28	1.44	2.81	1.28	1.53	151	45.0	3.35	106	1.06	4.54	147.5
VIS-TI-02-2020 2-3		26.72		1.54	0.30	1.24	2.95	1.43	1.52	146	38.8	3.75	107	1.11	4.86	125.0
VIS-TI-03-2020 0-1		15.64		1.81	0.38	1.43	2.90	1.24	1.66	163	44.7	3.65	118	1.30	4.55	176.0
VIS-TI-03-2020 1-2		12.66		1.79	0.29	1.50	2.86	1.23	1.63	162	46.9	3.45	115	1.09	4.80	163.0
VIS-TI-03-2020 2-3		15.32		1.77	0.29	1.48	2.99	1.37	1.62	162	46.3	3.51	116	1.15	4.73	166.0
VIS-TI-04-2020 0-1		10.84		2.63	0.36	2.27	2.91	1.22	1.69	158	70.9	2.23	87	1.82	5.07	73.0
VIS-TI-04-2020 1-2		7.99		1.72	0.35	1.37	2.50	0.94	1.56	149	42.8	3.48	106	1.06	5.20	111.0
VIS-TI-04-2020 2-3		8.88		1.66	0.18	1.48	2.67	1.21	1.46	138	46.3	2.98	92	0.97	4.80	108.0
VIS-TI-05-2020 0-1		12.52		1.95	0.35	1.60	2.55	1.09	1.46	136	50.0	2.71	86	1.12	5.20	95.0
VIS-TI-05-2020 1-2		18.18		1.60	0.20	1.40	2.69	1.23	1.46	140	43.8	3.20	96	0.96	4.76	88.0
VIS-TI-05-2020 2-3		22.14		1.53	0.25	1.28	2.80	1.16	1.64	161	40.0	4.03	121	1.01	4.68	104.0
VIS-TI-06-2020 0-1		16.43		1.79	0.26	1.53	3.11	1.05	2.06	193	47.8	4.04	145	1.55	4.66	246
VIS-TI-06-2020 1-2		12.93		1.82	0.22	1.60	3.00	1.02	1.98	184	50.0	3.69	134	1.23	4.65	122.0
VIS-TI-06-2020 2-3		16.40		1.55	0.28	1.27	3.08	1.28	1.80	173	39.7	4.36	133	0.92	4.63	103.5
VIS-TI-07-2020 0-1		9.87		1.15	0.03	1.12	2.71	1.77	0.94	97	35.0	2.77	62	0.69	5.73	106.0
VIS-TI-07-2020 1-2		8.93		1.80	0.29	1.51	2.63	1.13	1.50	137	47.2	2.89	89	1.14	5.12	73.3
VIS-TI-07-2020 2-3		12.33	94.7	1.77	0.26	1.51	2.70	1.20	1.50	141	47.2	2.98	94	1.11	4.80	103.0
VIS-TI-08-2020 0-1		12.44		1.47	0.15	1.32	2.85	0.95	1.90	168	41.3	4.08	127	0.54	5.41	32.6
VIS-TI-08-2020 1-2		16.73		1.63	0.25	1.38	2.75	0.92	1.83	169	43.1	3.91	126	1.12	4.79	109.5
VIS-TI-08-2020 2-3		15.55		1.72	0.23	1.49	2.61	0.85	1.76	163	46.6	3.49	116	1.04	4.68	97.8
VIS-TI-09-2020 0-1		14.58		1.81	0.26	1.55	2.68	1.03	1.65	154	48.4	3.17	105	1.73	4.79	212
VIS-TI-09-2020 1-2		13.24		1.33	0.24	1.09	3.16	1.03	2.13	201	34.1	5.90	167	1.17	4.59	167.5
VIS-TI-09-2020 2-3		15.59		1.46	0.23	1.23	2.77	0.88	1.89	176	38.4	4.57	137	1.00	4.89	117.5
VIS-TI-10-2020 0-1		10.58		1.21	0.15	1.06	2.86	1.66	1.20	117	33.1	3.54	84	1.28	5.54	75.1
VIS-TI-10-2020 1-2		9.51		1.53	0.22	1.31	2.95	1.28	1.67	164	40.9	4.01	123	1.00	4.83	98.6
VIS-TI-10-2020 2-3		10.23		1.48	0.24	1.24	3.09	1.52	1.57	146	38.8	3.75	107	1.02	4.98	83.6
VIS-TI-11-2020 0-1		12.30		1.66	0.04	1.62	3.23	1.73	1.50	142	50.6	2.80	91	0.74	5.47	56.1
VIS-TI-11-2020 1-2		14.92		1.67	0.22	1.45	2.61	0.76	1.85	168	45.3	3.71	123	0.82	4.74	97.5
VIS-TI-11-2020 2-3		16.99		1.45	0.28	1.17	2.62	0.97	1.65	160	36.6	4.37	123	0.90	4.92	85.7
VIS-TI-12-2020 0-1		11.57		1.27	0.07	1.20	2.67	1.20	1.47	140	37.5	3.74	103	0.56	5.60	91.1
VIS-TI-12-2020 1-2		10.21		1.42	0.15	1.27	2.95	1.31	1.64	165	39.7	4.15	125	0.66	5.29	69.0
VIS-TI-12-2020 2-3		11.40		1.37	0.19	1.18	3.53	1.40	2.13	201	36.9	5.45	164	0.95	4.89	87.6
VIS-TI-13-2020 0-1		10.49		1.35	0.20	1.15	3.34	1.74	1.60	138	35.9	3.84	102	0.86	5.48	82.2
VIS-TI-13-2020 1-2		13.62		2.71	0.33	2.38	2.65	0.82	1.83	155	74.4	2.08	80	0.50	5.40	36.7
VIS-TI-13-2020 2-3		12.77		2.64	0.23	2.41	2.78	0.99	1.79	155	75.3	2.06	79	0.63	5.35	30.7
Vis-TI-Mix-1																

Comments: Samples were received on 28-Aug-2020 and the SSF/Request on 28-Aug & 18-Sep-2020.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
 C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
 SVÄRDVÄGEN 21
 182 33 DANDERYD

Page: 2 - B
 Total # Pages: 3 (A - E)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-OCT-2020
 Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20189623

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	
		Ba ppm	Be ppm	Bi ppm	Ca %	Cd ppm	Ce ppm	Co ppm	Cr ppm	Cs ppm	Cu ppm	Fe %	Ga ppm	Ge ppm	Hf ppm	In ppm
		10	0.05	0.01	0.01	0.02	0.01	0.1	1	0.05	0.2	0.01	0.05	0.1	0.005	
VIS-TI-01-2020 0-1		170	1.42	3.84	5.54	3.70	142.0	213	107	1.10	>10000	12.75	14.90	0.24	1.9	1.010
VIS-TI-01-2020 1-2		380	1.06	4.82	7.14	2.63	172.0	183.5	89	1.17	3230	15.05	14.75	0.23	1.7	0.566
VIS-TI-01-2020 2-3		480	1.20	5.04	6.77	2.87	172.0	180.0	89	1.11	5920	15.55	14.40	0.24	1.7	0.719
VIS-TI-02-2020 0-1		310	1.24	4.58	6.59	3.20	149.0	198.0	102	1.23	9460	13.60	15.00	0.23	1.7	0.867
VIS-TI-02-2020 1-2		800	1.18	5.62	7.06	2.56	179.5	168.5	92	1.27	4420	16.40	14.45	0.25	1.6	0.715
VIS-TI-02-2020 2-3		1240	1.04	5.70	6.82	3.42	168.0	145.0	103	1.82	3050	14.40	15.45	0.21	1.7	0.753
VIS-TI-03-2020 0-1		760	1.04	6.49	7.43	3.21	185.5	210	93	1.49	4600	15.40	14.60	0.23	1.7	0.776
VIS-TI-03-2020 1-2		920	1.40	6.50	7.17	2.96	162.0	183.5	110	1.39	4470	15.40	14.90	0.22	1.7	0.769
VIS-TI-03-2020 2-3		440	1.09	6.30	7.61	3.37	180.5	176.5	99	1.56	3030	15.90	14.60	0.21	1.7	0.768
VIS-TI-04-2020 0-1		320	1.36	3.72	6.74	3.67	127.0	173.5	109	1.06	9980	11.15	13.70	0.20	1.9	0.853
VIS-TI-04-2020 1-2		1000	1.30	3.50	6.30	2.21	114.5	167.5	105	1.06	4850	10.75	14.60	0.17	1.9	0.515
VIS-TI-04-2020 2-3		940	1.21	5.06	6.32	2.07	149.5	173.0	107	1.15	4810	13.60	14.40	0.19	1.8	0.651
VIS-TI-05-2020 0-1		690	1.41	3.74	6.08	2.93	130.0	179.0	126	1.14	4910	10.40	15.05	0.15	2.0	0.605
VIS-TI-05-2020 1-2		960	1.17	4.68	6.17	2.44	150.5	141.0	108	1.20	4620	13.55	13.90	0.18	1.8	0.632
VIS-TI-05-2020 2-3		1120	1.09	5.30	6.89	2.47	159.0	144.0	106	1.33	3690	12.85	13.65	0.17	1.7	0.658
VIS-TI-06-2020 0-1		840	1.08	7.42	7.92	2.76	173.0	253	98	1.40	6070	13.05	13.85	0.17	1.8	0.863
VIS-TI-06-2020 1-2		850	1.16	5.64	7.28	2.46	155.0	178.5	104	1.25	5470	12.20	13.70	0.16	1.7	0.693
VIS-TI-06-2020 2-3		1030	1.04	6.19	7.35	2.29	181.5	155.0	102	1.57	3800	13.30	14.10	0.17	1.8	0.780
VIS-TI-07-2020 0-1		460	1.06	3.58	5.22	2.17	114.0	123.0	116	1.46	2430	9.95	14.90	0.13	2.3	0.432
VIS-TI-07-2020 1-2		840	1.13	4.01	6.13	2.36	131.0	155.5	108	1.23	5480	11.40	14.30	0.15	2.0	0.601
VIS-TI-07-2020 2-3		880	1.07	5.37	6.80	2.92	169.5	157.0	96	1.29	4040	14.15	14.35	0.18	1.9	0.694
VIS-TI-08-2020 0-1		530	1.51	2.29	6.15	1.52	90.0	159.0	143	1.25	2300	8.64	14.95	0.12	2.1	0.377
VIS-TI-08-2020 1-2		850	1.14	5.14	7.15	2.12	165.0	167.0	107	1.34	4200	12.95	14.50	0.16	1.8	0.615
VIS-TI-08-2020 2-3		680	1.08	4.74	6.79	2.01	156.5	155.5	107	1.14	4690	13.15	13.80	0.15	1.7	0.580
VIS-TI-09-2020 0-1		870	1.25	6.47	6.88	3.07	167.0	238	105	1.31	7790	13.15	14.65	0.18	1.8	0.923
VIS-TI-09-2020 1-2		1070	1.11	7.75	8.62	2.54	191.5	177.5	102	1.63	3060	12.40	14.55	0.18	1.8	0.769
VIS-TI-09-2020 2-3		1070	1.15	5.09	7.19	2.24	154.5	152.5	115	1.30	3780	12.25	14.55	0.16	1.8	0.595
VIS-TI-10-2020 0-1		710	1.04	4.96	6.77	2.50	156.0	103.5	105	1.59	2840	12.55	15.15	0.15	2.3	0.560
VIS-TI-10-2020 1-2		1180	0.95	5.79	7.70	3.08	177.5	150.0	106	1.42	2920	15.30	13.95	0.17	1.7	0.684
VIS-TI-10-2020 2-3		1080	1.02	5.42	7.56	2.97	167.5	128.5	101	1.41	3140	14.15	13.65	0.17	1.8	0.643
VIS-TI-11-2020 0-1		470	1.26	3.70	6.40	2.36	134.5	143.0	125	1.31	2530	10.90	14.85	0.13	2.1	0.533
VIS-TI-11-2020 1-2		860	1.10	4.49	7.00	1.99	164.5	180.5	105	1.03	3180	14.40	13.50	0.16	1.7	0.524
VIS-TI-11-2020 2-3		890	1.24	5.14	6.92	2.30	173.5	157.5	123	1.43	3630	13.35	15.40	0.17	1.8	0.671
VIS-TI-12-2020 0-1		440	1.20	2.83	6.69	1.71	95.8	172.0	120	1.60	1840	10.15	14.65	0.13	2.1	0.407
VIS-TI-12-2020 1-2		860	1.22	3.58	6.98	1.87	117.0	134.0	127	1.50	1750	12.25	14.10	0.14	1.9	0.456
VIS-TI-12-2020 2-3		1040	1.06	6.05	8.97	2.94	187.0	137.5	110	1.62	2120	12.15	14.15	0.16	1.8	0.730
VIS-TI-13-2020 0-1		510	1.22	5.09	6.76	3.25	150.5	138.5	122	1.71	2240	11.35	15.25	0.14	2.1	0.687
VIS-TI-13-2020 1-2		540	1.45	2.31	6.24	1.91	107.5	215	126	0.83	1730	10.75	14.30	0.13	2.1	0.390
VIS-TI-13-2020 2-3		540	1.35	2.18	6.11	1.92	103.0	186.0	122	0.85	1920	10.50	13.75	0.12	2.0	0.382
VIS-TI-Mix-1																

Comments: Samples were received on 28-Aug-2020 and the SSF/Request on 28-Aug & 18-Sep-2020.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
 C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
 SVÄRDVÄGEN 21
 182 33 DANDERYD

Page: 2 - C
 Total # Pages: 3 (A - C)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-OCT-2020
 Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20189623

Sample Description	Method	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	
	Analyte	K	La	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Ni	P	Pb	Rb	Re	S	
Units		%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	
LOD		0.01	0.5	0.2	0.01	5	0.05	0.01	0.1	0.2	10	0.5	0.1	0.002	0.01	
VIS-TI-01-2020 0-1		1.28	86.5	19.3	2.40	2070	16.35	2.14	4.5	141.5	1140	62.3	69.5	0.026	3.14	0.78
VIS-TI-01-2020 1-2		1.12	100.5	21.0	2.37	3000	14.00	1.89	4.4	141.0	1510	98.0	64.6	0.043	1.76	1.13
VIS-TI-01-2020 2-3		1.12	102.5	19.3	2.19	2980	13.30	1.87	4.5	137.5	1460	115.0	64.2	0.043	1.94	1.14
VIS-TI-02-2020 0-1		1.28	89.1	20.0	2.54	2400	14.25	1.87	3.8	152.0	1370	145.5	68.5	0.042	2.67	0.86
VIS-TI-02-2020 1-2		1.12	106.5	20.4	2.18	3200	14.20	1.72	4.5	138.5	1610	139.0	67.9	0.040	1.69	1.17
VIS-TI-02-2020 2-3		1.37	100.5	27.8	2.69	3120	12.65	1.58	4.9	132.5	1700	149.0	91.2	0.040	1.50	1.13
VIS-TI-03-2020 0-1		1.26	109.5	23.7	2.38	3170	15.40	1.50	4.3	155.5	1750	131.0	77.0	0.048	1.80	1.02
VIS-TI-03-2020 1-2		1.30	97.8	21.3	2.42	2990	15.00	1.76	4.1	151.5	1630	153.0	78.5	0.037	1.85	1.05
VIS-TI-03-2020 2-3		1.29	106.0	25.2	2.58	3410	14.00	1.61	4.4	147.5	1840	154.0	78.3	0.048	1.76	1.21
VIS-TI-04-2020 0-1		1.28	74.8	16.2	2.30	2240	12.85	2.10	4.2	135.0	940	68.1	64.9	0.025	2.70	0.90
VIS-TI-04-2020 1-2		1.25	68.2	19.1	2.54	2310	13.75	2.22	4.0	115.5	1000	53.2	63.9	0.030	1.71	0.81
VIS-TI-04-2020 2-3		1.15	87.4	18.5	2.25	2780	12.10	1.90	4.4	131.0	1240	78.9	65.7	0.028	1.59	1.49
VIS-TI-05-2020 0-1		1.35	74.6	17.5	2.21	2130	13.35	2.09	4.1	131.0	1070	54.5	67.8	0.023	1.95	0.73
VIS-TI-05-2020 1-2		1.22	88.1	17.4	2.25	2590	11.80	1.82	4.0	123.5	1250	80.8	66.8	0.033	1.55	0.90
VIS-TI-05-2020 2-3		1.21	91.3	19.4	2.44	2840	14.65	1.74	4.1	120.0	1450	100.5	68.0	0.049	1.46	1.01
VIS-TI-06-2020 0-1		1.30	99.6	23.1	2.49	3060	19.60	1.60	3.9	136.0	1800	64.9	72.6	0.029	1.81	0.78
VIS-TI-06-2020 1-2		1.26	92.3	18.6	2.47	2710	15.95	1.73	3.6	131.5	1540	89.1	66.8	0.038	1.81	0.85
VIS-TI-06-2020 2-3		1.23	107.0	21.0	2.36	3140	12.75	1.64	4.1	134.0	1800	108.5	75.4	0.033	1.53	1.01
VIS-TI-07-2020 0-1		1.37	66.0	21.6	2.29	2220	9.92	2.30	5.1	106.0	970	37.6	78.8	0.017	1.15	0.55
VIS-TI-07-2020 1-2		1.26	77.6	17.6	2.43	2470	10.10	2.11	4.4	125.0	1140	53.0	67.9	0.032	1.79	0.77
VIS-TI-07-2020 2-3		1.19	99.3	19.4	2.30	3090	11.75	1.89	4.8	123.5	1390	86.3	69.3	0.030	1.75	1.00
VIS-TI-08-2020 0-1		1.43	52.9	17.7	2.59	1820	10.60	2.11	3.6	121.5	890	54.8	70.1	0.015	1.50	0.44
VIS-TI-08-2020 1-2		1.26	92.7	20.2	2.60	2700	13.95	1.77	4.0	127.0	1480	99.4	69.1	0.036	1.62	0.96
VIS-TI-08-2020 2-3		1.15	90.5	17.7	2.42	2660	12.10	1.83	3.8	123.5	1400	91.6	61.6	0.057	1.66	1.00
VIS-TI-09-2020 0-1		1.25	98.7	21.8	2.27	2700	17.00	1.76	4.2	148.5	1500	64.3	69.4	0.040	1.82	0.91
VIS-TI-09-2020 1-2		1.25	111.0	23.8	2.62	3240	14.80	1.52	4.2	126.5	1910	145.0	75.4	0.048	1.33	1.11
VIS-TI-09-2020 2-3		1.28	89.6	19.6	2.66	2650	14.20	1.84	3.7	129.5	1410	111.0	68.8	0.042	1.48	1.03
VIS-TI-10-2020 0-1		1.38	89.4	24.5	2.32	2770	10.05	2.12	5.8	102.5	1220	84.8	82.1	0.028	1.28	0.87
VIS-TI-10-2020 1-2		1.26	102.5	20.9	2.36	3420	11.50	1.77	4.7	134.0	1530	80.8	74.2	0.033	1.58	1.06
VIS-TI-10-2020 2-3		1.31	99.2	20.9	2.24	3230	12.45	1.82	5.0	120.0	1400	93.7	74.5	0.039	1.52	1.11
VIS-TI-11-2020 0-1		1.36	78.6	19.8	2.47	2410	10.95	2.26	4.5	120.0	1120	35.3	70.7	0.020	1.71	0.58
VIS-TI-11-2020 1-2		1.13	96.0	16.8	2.52	2770	12.65	1.92	3.7	133.0	1390	71.9	57.3	0.047	1.70	0.89
VIS-TI-11-2020 2-3		1.32	101.5	20.3	2.45	2930	14.05	1.83	4.1	140.5	1550	79.5	73.9	0.036	1.50	0.90
VIS-TI-12-2020 0-1		1.48	54.2	22.8	2.64	1910	8.60	2.15	4.7	126.5	880	76.0	82.8	0.017	1.31	0.47
VIS-TI-12-2020 1-2		1.44	68.2	18.6	2.46	2810	10.50	2.05	4.2	141.0	1240	76.5	79.3	0.054	1.44	1.00
VIS-TI-12-2020 2-3		1.39	108.5	22.8	2.39	3530	12.25	1.61	4.4	122.5	1980	82.3	81.8	0.036	1.41	1.16
VIS-TI-13-2020 0-1		1.47	90.0	23.9	2.47	2910	13.05	2.02	4.8	125.5	1490	39.5	85.9	0.027	1.36	0.64
VIS-TI-13-2020 1-2		1.17	65.7	14.5	2.27	1860	12.00	2.47	3.6	141.0	910	27.5	54.0	0.024	2.77	0.49
VIS-TI-13-2020 2-3		1.17	61.2	14.3	2.29	1920	12.35	2.44	3.5	132.5	880	28.1	53.7	0.029	2.56	0.46
VIS-TI-Mix-1																

Comments: Samples were received on 28-Aug-2020 and the SSF/Request on 28-Aug & 18-Sep-2020.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
 C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
 SVÄRDVÄGEN 21
 182 33 DANDERYD

Page: 2 - D
 Total # Pages: 3 (A - E)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-OCT-2020
 Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20189623

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	
		Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Zn	Zr
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
		0.1	1	0.2	0.2	0.05	0.05	0.01	0.005	0.02	0.1	1	0.1	0.1	2	0.5
VIS-TI-01-2020 0-1		24.2	8	6.7	102.0	0.28	1.34	2.61	0.339	0.32	15.9	215	1.6	25.8	2860	78.8
VIS-TI-01-2020 1-2		22.7	5	8.9	126.0	0.27	0.97	2.50	0.361	0.34	15.8	230	1.5	30.6	1790	70.1
VIS-TI-01-2020 2-3		22.9	5	8.8	122.5	0.28	1.10	2.79	0.366	0.36	15.9	234	1.7	30.4	2030	68.3
VIS-TI-02-2020 0-1		23.9	6	6.5	110.0	0.23	1.47	2.70	0.316	0.34	17.1	208	1.8	26.9	2060	70.5
VIS-TI-02-2020 1-2		22.7	5	8.8	119.5	0.26	1.08	2.27	0.347	0.38	21.3	231	1.4	30.4	1850	64.8
VIS-TI-02-2020 2-3		24.0	4	8.2	111.5	0.28	1.04	2.40	0.396	0.51	17.8	242	1.2	31.7	2400	71.4
VIS-TI-03-2020 0-1		22.3	6	8.3	116.5	0.25	1.25	2.42	0.358	0.36	21.0	242	1.7	30.9	2300	67.0
VIS-TI-03-2020 1-2		25.0	5	7.0	116.0	0.24	1.30	2.36	0.361	0.37	18.7	246	1.9	29.7	2410	66.0
VIS-TI-03-2020 2-3		22.6	4	8.8	118.0	0.27	1.13	2.18	0.371	0.46	20.9	246	1.3	31.4	2460	66.0
VIS-TI-04-2020 0-1		23.0	5	5.5	119.5	0.27	1.25	2.69	0.327	0.36	17.2	191	2.2	25.3	2970	77.8
VIS-TI-04-2020 1-2		23.8	4	5.8	117.0	0.26	1.17	2.80	0.352	0.30	13.2	208	2.0	23.5	1830	74.9
VIS-TI-04-2020 2-3		22.4	5	7.7	116.5	0.29	1.12	2.94	0.348	0.38	14.4	219	1.8	26.3	1720	67.6
VIS-TI-05-2020 0-1		21.7	5	5.7	105.0	0.31	1.20	3.57	0.318	0.32	17.0	200	2.2	23.1	2300	88.8
VIS-TI-05-2020 1-2		21.4	5	7.9	107.0	0.28	1.28	3.03	0.318	0.38	16.7	217	3.5	25.4	1880	66.4
VIS-TI-05-2020 2-3		20.9	4	8.2	109.0	0.28	1.14	2.92	0.333	0.41	16.8	223	1.8	25.9	1780	64.2
VIS-TI-06-2020 0-1		20.2	5	7.2	95.9	0.25	1.20	2.84	0.353	0.37	17.3	220	2.1	28.2	2120	66.7
VIS-TI-06-2020 1-2		21.0	5	7.5	108.0	0.25	1.40	3.06	0.308	0.35	18.4	210	2.2	25.0	1750	68.7
VIS-TI-06-2020 2-3		20.8	5	8.7	102.5	0.27	1.39	3.11	0.325	0.43	19.3	218	1.7	28.6	1990	67.8
VIS-TI-07-2020 0-1		22.3	3	4.8	87.8	0.37	0.71	3.28	0.380	0.34	9.0	209	1.5	23.7	1600	86.5
VIS-TI-07-2020 1-2		21.4	5	6.1	102.5	0.30	1.10	3.26	0.346	0.39	16.4	207	1.8	24.0	2000	76.6
VIS-TI-07-2020 2-3		21.0	5	8.5	113.5	0.32	0.90	2.92	0.359	0.41	16.5	228	1.7	29.2	2310	76.5
VIS-TI-08-2020 0-1		23.8	3	3.7	99.8	0.26	1.28	3.56	0.300	0.26	16.0	185	2.8	19.6	1350	79.5
VIS-TI-08-2020 1-2		22.3	5	8.3	124.5	0.27	1.26	3.07	0.334	0.37	16.8	216	2.0	26.6	1370	70.7
VIS-TI-08-2020 2-3		21.1	4	8.3	121.5	0.25	1.43	3.05	0.324	0.36	17.2	211	2.1	25.6	1340	65.7
VIS-TI-09-2020 0-1		21.2	5	7.2	104.5	0.27	1.27	3.16	0.352	0.39	15.2	221	2.1	27.6	2320	70.8
VIS-TI-09-2020 1-2		21.0	4	10.0	123.5	0.27	1.31	2.84	0.352	0.38	19.5	222	1.9	29.8	1580	68.4
VIS-TI-09-2020 2-3		22.5	5	8.7	113.5	0.25	1.53	3.34	0.321	0.36	21.7	217	2.5	25.3	1380	68.7
VIS-TI-10-2020 0-1		22.7	5	6.3	106.5	0.40	0.90	2.97	0.405	0.44	9.9	232	1.2	28.7	1770	88.4
VIS-TI-10-2020 1-2		20.3	4	8.2	125.5	0.31	0.89	2.39	0.374	0.45	13.9	242	2.1	28.1	2520	77.7
VIS-TI-10-2020 2-3		19.9	5	7.8	120.0	0.33	0.75	2.55	0.374	0.46	12.3	235	1.5	28.1	2450	72.3
VIS-TI-11-2020 0-1		22.3	5	5.4	90.5	0.32	0.97	3.54	0.333	0.35	12.6	214	1.9	24.2	1750	80.3
VIS-TI-11-2020 1-2		20.7	5	7.9	113.0	0.25	1.17	3.15	0.314	0.31	18.2	217	2.1	24.9	1650	63.0
VIS-TI-11-2020 2-3		23.6	5	8.2	116.5	0.28	1.62	3.30	0.333	0.35	17.6	223	2.8	27.3	1800	70.8
VIS-TI-12-2020 0-1		25.4	4	4.1	96.7	0.33	0.67	2.94	0.413	0.33	7.9	213	1.6	25.6	1150	79.5
VIS-TI-12-2020 1-2		20.6	3	5.8	125.5	0.28	0.72	2.38	0.368	0.50	13.6	219	2.3	22.4	1790	71.1
VIS-TI-12-2020 2-3		19.0	4	8.2	121.5	0.28	1.07	2.77	0.359	0.51	17.4	224	2.1	29.3	2530	67.1
VIS-TI-13-2020 0-1		21.3	5	6.4	83.0	0.32	1.10	3.64	0.353	0.40	15.3	219	1.6	26.7	2520	82.7
VIS-TI-13-2020 1-2		20.9	5	4.3	97.4	0.25	1.44	4.35	0.270	0.23	21.0	183	2.3	20.1	1420	80.3
VIS-TI-13-2020 2-3		20.8	5	4.2	97.4	0.25	1.32	3.81	0.278	0.25	18.5	183	1.9	19.6	1390	77.0
VIS-TI-Mix-1																

Comments: Samples were received on 28-Aug-2020 and the SSF/Request on 28-Aug & 18-Sep-2020.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB

Hammarvagen 22
SE-943 36, Ojebyn
Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
www.alsglobal.com/geochemistry

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
SVÄRDVÄGEN 21
182 33 DANDERYD

Page: 2 - E
Total # Pages: 3 (A - E)
Plus Appendix Pages
Finalized Date: 24-OCT-2020
Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20189623

Sample Description	Method Analyte Units LOD	Cu-OC62 Cu % 0.001
VIS-TI-01-2020 0-1 VIS-TI-01-2020 1-2 VIS-TI-01-2020 2-3 VIS-TI-02-2020 0-1 VIS-TI-02-2020 1-2		1.325
VIS-TI-02-2020 2-3 VIS-TI-03-2020 0-1 VIS-TI-03-2020 1-2 VIS-TI-03-2020 2-3 VIS-TI-04-2020 0-1		
VIS-TI-04-2020 1-2 VIS-TI-04-2020 2-3 VIS-TI-05-2020 0-1 VIS-TI-05-2020 1-2 VIS-TI-05-2020 2-3		
VIS-TI-06-2020 0-1 VIS-TI-06-2020 1-2 VIS-TI-06-2020 2-3 VIS-TI-07-2020 0-1 VIS-TI-07-2020 1-2		
VIS-TI-07-2020 2-3 VIS-TI-08-2020 0-1 VIS-TI-08-2020 1-2 VIS-TI-08-2020 2-3 VIS-TI-09-2020 0-1		
VIS-TI-09-2020 1-2 VIS-TI-09-2020 2-3 VIS-TI-10-2020 0-1 VIS-TI-10-2020 1-2 VIS-TI-10-2020 2-3		
VIS-TI-11-2020 0-1 VIS-TI-11-2020 1-2 VIS-TI-11-2020 2-3 VIS-TI-12-2020 0-1 VIS-TI-12-2020 1-2		
VIS-TI-12-2020 2-3 VIS-TI-13-2020 0-1 VIS-TI-13-2020 1-2 VIS-TI-13-2020 2-3 Vis-TI-Mix-1		

Comments: Samples were received on 28-Aug-2020 and the SSF/Request on 28-Aug & 18-Sep-2020.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
 C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
 SVÄRDVÄGEN 21
 182 33 DANDERYD

Page: 3 - A
 Total # Pages: 3 (A - E)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-OCT-2020
 Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20189623

Method Analyte Units LOD	WEI-21 Recvd Wt. kg	PUL-QC Pass75um %	S-IR08 S %	S-ICP19 S %	S-CAL19 S %	C-IR07 C %	C-IR06 C organi %	C-CAL04 C inorga %	OA-VOL08EU NP tCaCO3/1Kt	OA-VOL08EU AP tCaCO3/1Kt	OA-VOL08EU NPR Unity	OA-VOL08EU NNP tCaCO3/1Kt	ME-MS61 Ag ppm	ME-MS61 Al %	ME-MS61 As ppm
Sample Description	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	1	0.3	0.01	1	0.01	0.01	0.2
Vis-TI-Mix-2															
Vis-TI-Mix-3															
Vis-TI-Mix-4															
Vis-TI-Mix-5															
Vis-TI-Mix-6															
Vis-TI-Mix-7															
Vis-TI-Mix-8															

Comments: Samples were received on 28-Aug-2020 and the SSF/Request on 28-Aug & 18-Sep-2020.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
 C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
 SVÄRDVÄGEN 21
 182 33 DANDERYD

Page: 3 - B
 Total # Pages: 3 (A - E)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-OCT-2020
 Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20189623

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	
		Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	Ga	Ge	Hf	In
		ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm
		10	0.05	0.01	0.01	0.02	0.01	0.1	1	0.05	0.2	0.01	0.05	0.05	0.1	0.005
Vis-Ti-Mix-2																
Vis-Ti-Mix-3																
Vis-Ti-Mix-4																
Vis-Ti-Mix-5																
Vis-Ti-Mix-6																
Vis-Ti-Mix-7																
Vis-Ti-Mix-8																

Comments: Samples were received on 28-Aug-2020 and the SSF/Request on 28-Aug & 18-Sep-2020.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
 C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
 SVÄRDVÄGEN 21
 182 33 DANDERYD

Page: 3 - C
 Total # Pages: 3 (A - E)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-OCT-2020
 Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20189623

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	
		K	La	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Ni	P	Pb	Rb	Re	S	Sb
		%	ppm	ppm	%	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm
		0.01	0.5	0.2	0.01	5	0.05	0.01	0.1	0.2	10	0.5	0.1	0.002	0.01	0.05
Vis-Ti-Mix-2																
Vis-Ti-Mix-3																
Vis-Ti-Mix-4																
Vis-Ti-Mix-5																
Vis-Ti-Mix-6																
Vis-Ti-Mix-7																
Vis-Ti-Mix-8																

Comments: Samples were received on 28-Aug-2020 and the SSF/Request on 28-Aug & 18-Sep-2020.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
 C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
 SVÄRDVÄGEN 21
 182 33 DANDERYD

Page: 3 - D
 Total # Pages: 3 (A - E)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-OCT-2020
 Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20189623

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	
		Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Zn	Zr
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
		0.1	1	0.2	0.2	0.05	0.05	0.01	0.005	0.02	0.1	1	0.1	0.1	2	0.5
Vis-Ti-Mix-2																
Vis-Ti-Mix-3																
Vis-Ti-Mix-4																
Vis-Ti-Mix-5																
Vis-Ti-Mix-6																
Vis-Ti-Mix-7																
Vis-Ti-Mix-8																

Comments: Samples were received on 28-Aug-2020 and the SSF/Request on 28-Aug & 18-Sep-2020.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
 C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
 SVÄRDVÄGEN 21
 182 33 DANDERYD

Page: 3 - E
 Total # Pages: 3 (A - E)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-OCT-2020
 Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20189623

Sample Description	Method Analyte Units LOD	Cu-OC62 Cu % 0.001
Vis-Ti-Mix-2 Vis-Ti-Mix-3 Vis-Ti-Mix-4 Vis-Ti-Mix-5 Vis-Ti-Mix-6		
Vis-Ti-Mix-7 Vis-Ti-Mix-8		

Comments: Samples were received on 28-Aug-2020 and the SSF/Request on 28-Aug & 18-Sep-2020.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: AVALON MINERALS VISCARIA AB
 C/O COPPERSTONE RESOURCES AB
 SVÄRDVÄGEN 21
 182 33 DANDERYD

Page: Appendix 1
 Total # Appendix Pages: 1
 Finalized Date: 24-OCT-2020
 Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20189623

CERTIFICATE COMMENTS

ANALYTICAL COMMENTS

Applies to Method: REEs may not be totally soluble in this method.
 ME-MS61

Applies to Method: OA-VOL08EU Units: tCaCO3/1Kt = tCaCO3/1000t ore
 OA-VOL08EU

ACCREDITATION COMMENTS

Applies to Method: The methods immediately below this line are ISO 17025:2005 Accredited. INAB Registration No: 173T
 C-IR07 Cu-OG62 ME-MS61 ME-OG62
 S-IR08



LABORATORY ADDRESSES

Applies to Method: Processed at ALS Pitea located at Hammarvagen 22, SE-943 36, Ojebyn, Sweden.

LOG-22	MIN-SIV	PUL-31	PUL-QC
SPL-22	SPL-22d	SPL-22X	SPL-22Xd
SPL-22Y	SPLIT-Z	WEI-21	

Applies to Method: Processed at ALS Loughrea located at Dublin Road, Loughrea, Co. Galway, Ireland.

C-CAL04	C-IR06	C-IR07	Cu-OG62
ME-MS61	ME-OG62	OA-VOL08EU	S-CAL19
S-ICP19	S-IR08		

BILAGA D – Analyserapport - Anrikningsand



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: **GOLDER ASSOCIATES AB**
 FE 211
 838 80 FRÖSÖN

Page: 1
 Total # Pages: 2 (A - D)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 18-AUG-2021
 Account: GOLDAS

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

CERTIFICATE PI21196521

Project: 19135792 Malmberget

This report is for 1 sample of Clay submitted to our lab in Pitea, Sweden on 29-JUL-2021.

The following have access to data associated with this certificate:

ERIK KARLSSON

ANDERS LUNDKVIST

SAMPLE PREPARATION

ALS CODE	DESCRIPTION
WEI-21	Received Sample Weight
LOG-22	Sample login - Rcd w/o BarCode
CRU-31	Fine crushing - 70% <2mm
SPL-22Y	Split Sample - Boyd Rotary Splitter
PUL-31	Pulverize up to 250g 85% <75 um
CRU-QC	Crushing QC Test
PUL-QC	Pulverizing QC Test

ANALYTICAL PROCEDURES

ALS CODE	DESCRIPTION	INSTRUMENT
ME-MS61	48 element four acid ICP-MS	
Au-ICP21	Au 30g FA ICP-AES Finish	ICP-AES

This is the Final Report and supersedes any preliminary report with this certificate number. Results apply to samples as submitted. All pages of this report have been checked and approved for release.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****

Comments: Samples were received on 29-Jul-2021 and the SSF/Request on 27-Jul-2021.

Signature:

Andrey Tairov, Technical Manager, Ireland



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: GOLDER ASSOCIATES AB
 FE 211
 838 80 FRÖSÖN

Page: 2 - A
 Total # Pages: 2 (A - D)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 18-AUG-2021
 Account: GOLDAS

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: 19135792 Malmberget

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI21196521

Sample Description	Method Analyte Units LOD	WEI-21 Recvd Wt. kg	ME-MS61 Ag ppm	ME-MS61 Al %	ME-MS61 As ppm	ME-MS61 Ba ppm	ME-MS61 Be ppm	ME-MS61 Bi ppm	ME-MS61 Ca %	ME-MS61 Cd ppm	ME-MS61 Ce ppm	ME-MS61 Co ppm	ME-MS61 Cr ppm	ME-MS61 Cs ppm	ME-MS61 Cu ppm	ME-MS61 Fe %
4D 4,5-5		0.02	0.01	0.01	0.2	10	0.05	0.01	0.01	0.02	0.01	0.1	1	0.05	0.2	0.01
		1.10	0.88	5.44	82.2	1320	0.96	3.89	7.00	3.37	135.0	104.5	108	1.81	1460	12.45

Comments: Samples were received on 29-Jul-2021 and the SSF/Request on 27-Jul-2021.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: GOLDER ASSOCIATES AB
 FE 211
 838 80 FRÖSÖN

Page: 2 - B
 Total # Pages: 2 (A - D)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 18-AUG-2021
 Account: GOLDAS

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: 19135792 Malmberget

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI21196521

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	
		Ca	Ge	HF	In	K	La	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Ni	P	Pb
		ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	%	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm
		0.05	0.05	0.1	0.005	0.01	0.5	0.2	0.01	5	0.05	0.01	0.1	0.2	10	0.5
4D 4,5-5		17.15	0.21	2.0	0.587	1.52	78.3	28.9	2.71	3240	10.60	1.73	5.2	113.0	1540	153.5

Comments: Samples were received on 29-Jul-2021 and the SSF/Request on 27-Jul-2021.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: **GOLDER ASSOCIATES AB**
FE 211
838 80 FRÖSÖN

Page: 2 - C
 Total # Pages: 2 (A - D)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 18-AUG-2021
 Account: GOLDAS

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: 19135792 Malmberget

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI21196521

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	
		Rb	Re	S	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Te	Th	Ti	Tl	U	V
		ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm
		0.1	0.002	0.01	0.05	0.1	1	0.2	0.2	0.05	0.05	0.01	0.005	0.02	0.1	1
4D 4,5-5		91.4	0.028	1.24	1.24	24.5	4	6.4	138.0	0.53	0.72	2.28	0.467	0.43	11.3	243

Comments: Samples were received on 29-Jul-2021 and the SSF/Request on 27-Jul-2021.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: **GOLDER ASSOCIATES AB**
 FE 211
 838 80 FRÖSÖN

Page: 2 - D
 Total # Pages: 2 (A - D)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 18-AUG-2021
 Account: GOLDAS

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: 19135792 Malmberget

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI21196521

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61 W ppm 0.1	ME-MS61 Y ppm 0.1	ME-MS61 Zn ppm 2	ME-MS61 Zr ppm 0.5	PUL-QC Pass75um % 0.01	CRU-QC Pass2mm % 0.01	Au-ICP21 Au ppm 0.001
4D 4,5-5		1.1	29.5	2630	84.0	96.4	91.6	0.030

Comments: Samples were received on 29-Jul-2021 and the SSF/Request on 27-Jul-2021.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: 19135792 Malmberget

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI21196521

CERTIFICATE COMMENTS

ANALYTICAL COMMENTS

Applies to Method:

REEs may not be totally soluble in this method.
 ME-MS61

ACCREDITATION COMMENTS

Applies to Method:

The methods immediately below this line are ISO 17025:2017 Accredited. INAB Registration No: 173T
 Au-ICP21 ME-MS61



LABORATORY ADDRESSES

Applies to Method:

Processed at ALS Pitea located at Hammarvagen 22, SE-943 36, Ojebyn, Sweden.
 CRU-31 CRU-QC LOG-22
 PUL-QC SPL-22Y WEI-21

PUL-31

Applies to Method:

Processed at ALS Loughrea located at Dublin Road, Loughrea, Co. Galway, Ireland.
 Au-ICP21 ME-MS61



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: **GOLDER ASSOCIATES AB**
 FE 211
 838 80 FRÖSÖN

Page: 1
 Total # Pages: 3 (A - D)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 26-JUL-2021
 Account: GOLDAS

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

CERTIFICATE PI21182380

Project: Not provided

This report is for 59 samples of Sediment submitted to our lab in Pitea, Sweden on 15-JUL-2021.

The following have access to data associated with this certificate:

ERIK KARLSSON

ANDERS LUNDKVIST

SAMPLE PREPARATION

ALS CODE	DESCRIPTION
WEI-21	Received Sample Weight
LOG-22	Sample login - Rcd w/o BarCode
CRU-31	Fine crushing - 70% <2mm
SPL-22Y	Split Sample - Boyd Rotary Splitter
PUL-31	Pulverize up to 250g 85% <75 um
CRU-QC	Crushing QC Test
PUL-QC	Pulverizing QC Test

ANALYTICAL PROCEDURES

ALS CODE	DESCRIPTION	INSTRUMENT
ME-MS61	48 element four acid ICP-MS	
Au-ICP21	Au 30g FA ICP-AES Finish	ICP-AES

This is the Final Report and supersedes any preliminary report with this certificate number. Results apply to samples as submitted. All pages of this report have been checked and approved for release.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****

Comments: Samples were received on 15-Jul-2021 and the SSF/Request on 15-Jul-2021.

Signature:

Andrey Tairov, Technical Manager, Ireland



An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request. Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS P121182380

Sample Description	Method Analyte Units LOD	WEI-21	CRU-QC	PUL-QC	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61
		Recvd Wt. kg	Pass2mm %	Pass75um %	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Be ppm	Bi ppm	Ca %	Cd ppm	Ce ppm	Co ppm	Cr ppm	Cs ppm
3D 0-0.5		0.36	96.6	93.3	0.86	4.98	76.4	400	0.89	3.77	6.40	1.94	124.5	125.5	86	1.54
3D 0.5-1		0.58			0.69	5.29	66.2	400	1.16	3.12	5.90	2.10	132.5	147.0	102	1.40
3D 1-1.5		0.76			0.55	5.36	56.8	430	1.51	2.60	6.35	2.04	111.5	189.0	115	1.40
3D 1.5-2		1.28			1.27	4.10	84.6	940	1.08	5.73	6.99	4.34	198.0	121.0	64	1.16
3D 2-2.5		0.87			1.28	4.05	84.2	960	0.98	5.63	7.10	4.12	194.5	124.0	66	1.11
3D 2.5-3		1.07			1.02	4.35	89.5	640	0.98	4.86	6.61	3.57	182.5	148.0	82	1.18
3D 3-3.5		0.98			1.02	4.02	64.9	990	0.90	6.91	8.99	3.49	243	135.5	78	1.39
3D 3.5-4		0.80			1.35	4.74	82.0	1060	0.95	7.68	8.51	3.73	193.0	132.0	97	1.80
3D 4-4.5		0.78			0.69	4.85	68.0	780	1.08	4.40	8.03	2.04	144.0	131.5	112	1.45
3D 4.5-5		0.76			0.35	5.45	40.8	510	1.34	2.04	6.66	0.87	94.6	106.5	130	1.49
3D 5-5.5		0.38			0.59	5.39	62.1	750	1.35	3.03	6.40	1.44	114.0	147.0	122	1.36
3D 5.5-6		0.48			0.47	4.94	52.1	470	1.33	2.48	6.35	1.14	121.5	206	110	1.00
3D 6-6.5		0.68			0.91	4.45	93.5	700	1.09	6.52	7.53	2.80	260	133.5	72	1.53
3D 6.5-7		0.97			0.92	5.11	133.5	1130	1.08	5.79	6.83	3.17	203	143.5	94	2.02
3D 7-7.5		0.59			1.02	4.19	96.1	830	0.81	6.62	7.22	4.00	243	148.5	78	1.74
3D 7.5-8		0.92			1.07	4.66	100.0	1270	0.83	6.82	7.84	4.58	241	117.5	100	2.13
3D 8-8.5		0.97			1.30	5.32	81.0	1690	0.89	5.46	7.87	4.37	155.0	99.0	103	1.92
3D 8.5-9		1.04			1.11	5.24	93.8	1440	0.81	5.87	7.91	5.36	173.0	111.5	109	2.00
3D 9-9.5		0.54			1.23	5.23	109.5	1550	0.81	5.76	8.16	5.36	161.5	113.0	118	1.95
3D 9.5-10		0.85			1.59	4.79	126.0	1370	0.83	7.77	9.36	5.80	190.0	134.0	102	1.84
4D 0-0.5		0.31	94.4	95.7	0.67	5.98	54.8	460	1.33	3.01	5.57	2.52	111.5	118.5	148	2.06
4D 0.5-1		0.68			1.56	5.71	61.6	600	1.74	3.76	5.61	3.26	127.5	172.0	141	1.24
4D 1-1.5		1.49			0.98	4.86	163.5	870	1.21	7.22	8.04	2.57	168.5	185.5	103	1.58
4D 1.5-2		1.17		91.4	1.18	4.64	105.0	1090	1.11	6.07	7.84	2.02	169.0	176.5	94	1.36
4D 2-2.5		1.35			1.06	4.94	99.9	890	1.06	6.32	7.43	2.53	186.5	143.0	101	1.63
4D 2.5-3		1.16			1.95	4.61	126.5	980	0.96	8.03	8.16	4.11	206	153.0	91	1.54
4D 3-3.5		1.19			1.60	5.08	190.5	1540	1.03	7.75	7.92	4.46	196.5	148.0	109	2.10
4D 3.5-4		1.15			1.20	4.64	112.5	1400	0.94	7.48	8.49	4.24	238	131.0	90	2.41
4D 4-4.5		0.93			0.97	5.49	99.1	1130	0.90	4.25	6.39	3.99	138.0	121.0	103	1.94
4D 5-5.5		0.81			1.23	5.22	127.0	1610	0.94	5.54	7.42	5.16	160.0	140.0	106	1.84
4D 5.5-6		0.92			1.08	4.71	82.4	1110	0.85	6.09	6.57	4.34	177.0	127.0	86	1.37
4D 6-6.5		0.93			1.24	4.92	90.5	1270	0.92	7.22	7.82	4.85	185.0	122.5	98	1.97
4D 6.5-7		1.09			1.88	4.91	110.5	1250	0.95	9.16	9.06	5.91	217	140.0	103	2.49
4D 7-7.5		0.79			1.23	4.85	101.0	550	0.83	6.40	7.05	3.62	169.5	136.0	84	1.36
4D 7.5-8		0.93			1.25	4.47	155.0	660	0.88	7.39	8.54	5.02	243	167.0	84	1.60
4D 8-8.5		0.55			1.11	4.26	125.0	1150	0.92	6.90	7.79	4.73	228	147.0	79	1.29
4D 8.5-9		0.93			1.11	4.83	98.4	1840	0.76	7.13	8.76	4.67	202	119.5	98	1.93
4D 9-9.5		1.21			1.72	5.06	179.5	1360	1.07	9.98	8.92	5.78	182.5	151.5	109	2.29
4D 9.5-10		0.96			1.54	5.31	171.5	1200	0.99	8.19	8.33	6.01	162.0	144.0	121	2.30
4D 10-10.5		1.19			1.64	4.84	158.0	1220	0.95	10.50	9.36	5.57	207	143.5	108	2.23

Comments: Samples were received on 15-Jul-2021 and the SSF/Request on 15-Jul-2021.



An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS P121182380

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	
		Cu ppm	Fe %	Ga ppm	Ce ppm	Hf ppm	In ppm	K %	La ppm	Li ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Nb ppm	Ni ppm
3D 0-0.5		2080	10.30	13.55	0.15	1.9	0.448	1.26	67.2	23.7	2.48	2120	8.34	1.79	4.6	100.0
3D 0.5-1		1750	10.65	14.45	0.15	2.1	0.395	1.24	74.1	20.5	2.29	2130	8.42	2.13	4.5	107.0
3D 1-1.5		1130	8.80	14.35	0.13	2.1	0.330	1.30	62.1	18.5	2.60	1920	7.90	2.12	3.7	114.5
3D 1.5-2		3350	18.25	13.20	0.19	1.9	0.611	1.25	108.0	14.8	1.44	3570	10.25	1.44	5.2	129.0
3D 2-2.5		3510	17.80	12.75	0.20	1.8	0.615	1.23	106.5	14.4	1.51	3460	10.45	1.44	4.8	127.0
3D 2.5-3		2070	17.10	13.25	0.18	1.6	0.562	1.16	98.3	15.4	1.86	3780	10.80	1.65	4.6	140.5
3D 3-3.5		1630	15.60	13.40	0.24	1.5	0.823	1.07	133.5	17.9	2.01	3660	11.30	1.30	4.1	123.5
3D 3.5-4		2650	11.75	14.35	0.20	2.2	0.831	1.38	106.0	22.1	2.19	3820	12.10	1.55	4.7	118.0
3D 4-4.5		1200	11.80	13.45	0.15	1.6	0.448	1.25	78.8	18.8	2.45	2710	11.00	1.86	3.9	121.5
3D 4.5-5		903	9.56	13.75	0.12	1.9	0.226	1.45	52.2	15.6	2.73	1810	7.24	2.24	3.9	117.0
3D 5-5.5		1410	9.59	14.45	0.13	1.9	0.332	1.35	64.1	17.4	2.74	2070	9.87	2.22	3.4	117.0
3D 5.5-6		1230	11.60	13.40	0.16	1.8	0.283	1.15	70.5	14.0	2.73	1820	9.12	2.23	2.9	123.0
3D 6-6.5		1100	16.00	15.15	0.26	1.8	0.690	1.20	139.0	21.5	2.27	2980	12.95	1.59	4.5	112.0
3D 6.5-7		1820	11.75	15.80	0.20	2.1	0.625	1.48	110.5	27.7	2.64	2820	12.10	1.59	4.8	108.0
3D 7-7.5		2270	16.60	13.35	0.24	1.6	0.819	1.31	133.5	20.0	2.30	3640	9.59	1.31	4.4	146.5
3D 7.5-8		2190	12.75	14.70	0.22	1.6	0.854	1.46	131.5	25.8	2.85	3440	12.95	1.26	4.3	115.5
3D 8-8.5		2230	11.20	15.50	0.16	2.1	0.662	1.50	85.7	27.4	2.65	3350	13.55	1.63	4.9	98.4
3D 8.5-9		1940	11.35	15.05	0.18	1.8	0.763	1.44	94.2	28.3	2.76	3500	14.45	1.63	4.7	107.0
3D 9-9.5		1830	11.20	15.40	0.17	1.9	0.807	1.43	89.0	28.3	2.90	3280	19.20	1.57	4.5	112.0
3D 9.5-10		2080	11.30	14.75	0.16	1.7	0.995	1.28	103.5	29.7	2.69	3540	15.35	1.39	4.1	108.5
4D 0-0.5		1770	9.27	16.65	0.16	2.3	0.479	1.75	61.9	25.7	2.75	2200	9.76	2.07	4.3	109.5
4D 0.5-1		7130	8.69	16.40	0.16	2.3	0.709	1.50	73.2	16.5	2.05	1900	15.85	2.38	3.4	142.0
4D 1-1.5		2250	10.85	13.95	0.16	2.3	0.625	1.31	94.1	22.2	2.63	2920	14.60	1.72	3.5	123.0
4D 1.5-2		4820	13.25	13.45	0.16	1.6	0.563	1.23	92.0	18.4	2.69	2760	12.05	1.67	3.4	131.5
4D 2-2.5		4090	14.80	14.80	0.18	1.8	0.787	1.23	105.0	21.4	2.19	3190	11.30	1.71	4.2	129.0
4D 2.5-3		5880	15.15	14.05	0.21	1.7	0.978	1.22	112.0	21.4	2.30	3380	15.60	1.56	4.3	120.5
4D 3-3.5		2890	12.10	15.00	0.20	1.9	0.921	1.44	104.0	28.2	2.91	3400	15.85	1.52	4.4	110.5
4D 3.5-4		1930	12.00	14.80	0.21	2.1	1.050	1.47	131.0	27.4	2.65	3640	14.85	1.33	4.8	105.0
4D 4-4.5		1960	12.65	15.15	0.16	2.1	0.582	1.49	77.2	25.5	2.61	3100	10.65	1.85	4.9	123.5
4D 5-5.5		2510	12.90	15.30	0.18	1.9	0.721	1.36	87.4	28.9	2.65	3270	16.90	1.68	4.7	122.0
4D 5.5-6		2850	18.10	13.90	0.22	1.7	0.717	1.12	101.5	18.8	2.07	3390	13.25	1.70	4.8	140.0
4D 6-6.5		2390	13.85	14.95	0.20	1.8	0.863	1.35	102.0	26.2	2.53	3660	14.00	1.55	4.6	120.5
4D 6.5-7		3350	10.90	15.60	0.22	1.8	1.295	1.43	117.5	33.4	2.87	4130	18.95	1.34	4.4	117.5
4D 7-7.5		3100	15.35	13.65	0.17	1.8	0.711	1.21	91.5	21.2	2.11	3440	14.80	1.64	4.6	141.5
4D 7.5-8		2080	17.05	14.55	0.24	1.4	1.005	1.15	132.0	25.3	2.27	4040	16.65	1.37	4.1	137.0
4D 8-8.5		2580	19.10	13.80	0.23	1.6	0.953	1.04	126.5	20.1	2.00	3950	14.15	1.43	4.3	136.5
4D 8.5-9		1720	11.90	14.55	0.22	1.6	0.920	1.36	112.5	31.3	2.71	4060	14.15	1.34	3.9	110.5
4D 9-9.5		2290	11.50	15.85	0.22	1.7	1.005	1.43	104.0	34.1	3.03	3490	19.35	1.29	4.1	111.0
4D 9.5-10		2130	10.80	15.50	0.19	1.7	0.943	1.47	90.6	35.9	3.31	3230	17.85	1.37	4.0	111.0
4D 10-10.5		2360	11.30	14.95	0.22	1.6	1.085	1.38	116.5	32.4	2.86	3750	19.30	1.25	4.0	110.5

Comments: Samples were received on 15-Jul-2021 and the SSF/Request on 15-Jul-2021.



An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS P121182380

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	
		Cu ppm	Fe %	Ga ppm	Ce ppm	Hf ppm	In ppm	K %	La ppm	Li ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Nb ppm	Ni ppm
3D 0-0.5		2080	10.30	13.55	0.15	1.9	0.448	1.26	67.2	23.7	2.48	2120	8.34	1.79	4.6	100.0
3D 0.5-1		1750	10.65	14.45	0.15	2.1	0.395	1.24	74.1	20.5	2.29	2130	8.42	2.13	4.5	107.0
3D 1-1.5		1130	8.80	14.35	0.13	2.1	0.330	1.30	62.1	18.5	2.60	1920	7.90	2.12	3.7	114.5
3D 1.5-2		3350	18.25	13.20	0.19	1.9	0.611	1.25	108.0	14.8	1.44	3570	10.25	1.44	5.2	129.0
3D 2-2.5		3510	17.80	12.75	0.20	1.8	0.615	1.23	106.5	14.4	1.51	3460	10.45	1.44	4.8	127.0
3D 2.5-3		2070	17.10	13.25	0.18	1.6	0.562	1.16	98.3	15.4	1.86	3780	10.80	1.65	4.6	140.5
3D 3-3.5		1630	15.60	13.40	0.24	1.5	0.823	1.07	133.5	17.9	2.01	3660	11.30	1.30	4.1	123.5
3D 3.5-4		2650	11.75	14.35	0.20	2.2	0.831	1.38	106.0	22.1	2.19	3820	12.10	1.55	4.7	118.0
3D 4-4.5		1200	11.80	13.45	0.15	1.6	0.448	1.25	78.8	18.8	2.45	2710	11.00	1.86	3.9	121.5
3D 4.5-5		903	9.56	13.75	0.12	1.9	0.226	1.45	52.2	15.6	2.73	1810	7.24	2.24	3.9	117.0
3D 5-5.5		1410	9.59	14.45	0.13	1.9	0.332	1.35	64.1	17.4	2.74	2070	9.87	2.22	3.4	117.0
3D 5.5-6		1230	11.60	13.40	0.16	1.8	0.283	1.15	70.5	14.0	2.73	1820	9.12	2.23	2.9	123.0
3D 6-6.5		1100	16.00	15.15	0.26	1.8	0.690	1.20	139.0	21.5	2.27	2980	12.95	1.59	4.5	112.0
3D 6.5-7		1820	11.75	15.80	0.20	2.1	0.625	1.48	110.5	27.7	2.64	2820	12.10	1.59	4.8	108.0
3D 7-7.5		2270	16.60	13.35	0.24	1.6	0.819	1.31	133.5	20.0	2.30	3640	9.59	1.31	4.4	146.5
3D 7.5-8		2190	12.75	14.70	0.22	1.6	0.854	1.46	131.5	25.8	2.85	3440	12.95	1.26	4.3	115.5
3D 8-8.5		2230	11.20	15.50	0.16	2.1	0.662	1.50	85.7	27.4	2.65	3350	13.55	1.63	4.9	98.4
3D 8.5-9		1940	11.35	15.05	0.18	1.8	0.763	1.44	94.2	28.3	2.76	3500	14.45	1.63	4.7	107.0
3D 9-9.5		1830	11.20	15.40	0.17	1.9	0.807	1.43	89.0	28.3	2.90	3280	19.20	1.57	4.5	112.0
3D 9.5-10		2080	11.30	14.75	0.16	1.7	0.995	1.28	103.5	29.7	2.69	3540	15.35	1.39	4.1	108.5
4D 0-0.5		1770	9.27	16.65	0.16	2.3	0.479	1.75	61.9	25.7	2.75	2200	9.76	2.07	4.3	109.5
4D 0.5-1		7130	8.69	16.40	0.16	2.3	0.709	1.50	73.2	16.5	2.05	1900	15.85	2.38	3.4	142.0
4D 1-1.5		2250	10.85	13.95	0.16	2.3	0.625	1.31	94.1	22.2	2.63	2920	14.60	1.72	3.5	123.0
4D 1.5-2		4820	13.25	13.45	0.16	1.6	0.563	1.23	92.0	18.4	2.69	2760	12.05	1.67	3.4	131.5
4D 2-2.5		4090	14.80	14.80	0.18	1.8	0.787	1.23	105.0	21.4	2.19	3190	11.30	1.71	4.2	129.0
4D 2.5-3		5880	15.15	14.05	0.21	1.7	0.978	1.22	112.0	21.4	2.30	3380	15.60	1.56	4.3	120.5
4D 3-3.5		2890	12.10	15.00	0.20	1.9	0.921	1.44	104.0	28.2	2.91	3400	15.85	1.52	4.4	110.5
4D 3.5-4		1930	12.00	14.80	0.21	2.1	1.050	1.47	131.0	27.4	2.65	3640	14.85	1.33	4.8	105.0
4D 4-4.5		1960	12.65	15.15	0.16	2.1	0.582	1.49	77.2	25.5	2.61	3100	10.65	1.85	4.9	123.5
4D 5-5.5		2510	12.90	15.30	0.18	1.9	0.721	1.36	87.4	28.9	2.65	3270	16.90	1.68	4.7	122.0
4D 5.5-6		2850	18.10	13.90	0.22	1.7	0.717	1.12	101.5	18.8	2.07	3390	13.25	1.70	4.8	140.0
4D 6-6.5		2390	13.85	14.95	0.20	1.8	0.863	1.35	102.0	26.2	2.53	3660	14.00	1.55	4.6	120.5
4D 6.5-7		3350	10.90	15.60	0.22	1.8	1.295	1.43	117.5	33.4	2.87	4130	18.95	1.34	4.4	117.5
4D 7-7.5		3100	15.35	13.65	0.17	1.8	0.711	1.21	91.5	21.2	2.11	3440	14.80	1.64	4.6	141.5
4D 7.5-8		2080	17.05	14.55	0.24	1.4	1.005	1.15	132.0	25.3	2.27	4040	16.65	1.37	4.1	137.0
4D 8-8.5		2580	19.10	13.80	0.23	1.6	0.953	1.04	126.5	20.1	2.00	3950	14.15	1.43	4.3	136.5
4D 8.5-9		1720	11.90	14.55	0.22	1.6	0.920	1.36	112.5	31.3	2.71	4060	14.15	1.34	3.9	110.5
4D 9-9.5		2290	11.50	15.85	0.22	1.7	1.005	1.43	104.0	34.1	3.03	3490	19.35	1.29	4.1	111.0
4D 9.5-10		2130	10.80	15.50	0.19	1.7	0.943	1.47	90.6	35.9	3.31	3230	17.85	1.37	4.0	111.0
4D 10-10.5		2360	11.30	14.95	0.22	1.6	1.085	1.38	116.5	32.4	2.86	3750	19.30	1.25	4.0	110.5

Comments: Samples were received on 15-Jul-2021 and the SSF/Request on 15-Jul-2021.



An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI21182380

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	
		P	Pb	Rb	Re	S	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Te	Th	Ti	Tl
		ppm 10	ppm 0.5	ppm 0.1	ppm 0.002	% 0.01	ppm 0.05	ppm 0.1	ppm 1	ppm 0.2	ppm 0.2	ppm 0.05	ppm 0.05	ppm 0.01	% 0.005	ppm 0.02
3D 0-0.5	1170	161.0	80.9	0.031	1.11	0.60	25.7	3	4.2	102.0	0.36	0.63	2.77	0.383	0.38	
3D 0.5-1	1020	62.4	76.7	0.017	1.72	0.61	24.8	4	4.3	97.0	0.35	0.77	3.54	0.343	0.34	
3D 1-1.5	1000	61.9	75.1	0.017	1.60	0.54	23.9	2	4.1	96.0	0.29	1.22	4.27	0.300	0.29	
3D 1.5-2	1310	117.5	68.9	0.029	1.82	1.97	15.7	4	11.4	124.5	0.33	0.79	3.44	0.280	0.81	
3D 2-2.5	1290	115.0	66.0	0.030	1.78	1.81	16.0	4	8.6	123.5	0.34	0.78	3.18	0.279	0.76	
3D 2.5-3	1410	93.4	71.6	0.031	1.93	1.39	19.6	4	8.1	135.5	0.30	0.72	2.79	0.309	0.64	
3D 3-3.5	2070	62.1	71.2	0.041	1.67	1.10	18.7	5	11.2	125.5	0.27	1.14	2.88	0.290	0.48	
3D 3.5-4	1930	117.0	90.5	0.039	1.53	1.54	20.7	4	8.3	134.0	0.31	1.23	3.28	0.346	0.75	
3D 4-4.5	1350	46.2	76.2	0.025	1.20	0.79	23.4	3	5.5	127.5	0.27	0.84	2.64	0.349	0.32	
3D 4.5-5	840	28.8	81.0	0.015	1.03	0.50	25.2	2	3.2	124.0	0.29	0.66	2.72	0.372	0.24	
3D 5-5.5	1070	43.9	71.5	0.027	1.43	0.60	25.0	3	4.5	112.0	0.26	1.45	3.82	0.323	0.26	
3D 5.5-6	990	37.7	57.8	0.020	2.20	0.48	24.7	4	4.1	103.0	0.21	1.43	4.16	0.278	0.21	
3D 6-6.5	2260	75.3	75.4	0.051	1.57	0.77	21.4	3	8.9	107.5	0.26	1.24	3.53	0.383	0.34	
3D 6.5-7	1940	102.0	99.3	0.046	1.15	0.97	24.0	3	7.3	108.0	0.32	0.97	3.32	0.408	0.50	
3D 7-7.5	1920	58.0	88.1	0.033	2.29	1.05	19.5	4	7.3	86.3	0.27	0.95	2.82	0.316	0.70	
3D 7.5-8	2140	86.5	102.0	0.046	1.41	0.99	23.0	3	8.6	96.3	0.28	1.11	2.67	0.371	0.70	
3D 8-8.5	1610	186.0	94.4	0.030	1.24	1.37	26.2	3	6.9	153.5	0.34	0.78	2.73	0.442	0.54	
3D 8.5-9	1690	184.0	97.2	0.035	1.33	1.23	25.5	3	7.1	148.5	0.30	0.71	2.60	0.417	0.60	
3D 9-9.5	1630	196.5	98.2	0.037	1.11	1.29	26.4	2	7.7	170.0	0.29	0.74	2.45	0.432	0.56	
3D 9.5-10	1780	261	83.9	0.044	1.33	1.46	22.9	3	8.9	163.5	0.27	1.04	2.55	0.373	0.57	
4D 0-0.5	1030	34.9	110.0	0.017	0.88	0.54	27.4	3	4.4	90.4	0.30	1.13	3.85	0.379	0.41	
4D 0.5-1	950	62.7	75.2	0.024	2.23	2.06	24.6	5	4.7	107.0	0.24	1.90	5.65	0.263	0.35	
4D 1-1.5	1560	105.5	80.1	0.043	1.33	0.83	24.1	3	6.6	110.5	0.23	1.41	3.72	0.322	0.34	
4D 1.5-2	1600	103.5	71.9	0.058	1.88	1.00	23.0	3	8.0	126.0	0.22	1.65	3.25	0.306	0.38	
4D 2-2.5	1620	110.0	80.5	0.099	1.39	1.03	23.1	4	7.5	120.5	0.28	1.36	3.66	0.336	0.46	
4D 2.5-3	1730	164.0	76.7	0.069	1.73	1.36	21.5	4	10.3	128.0	0.27	1.29	3.00	0.333	0.53	
4D 3-3.5	1920	228	93.4	0.053	1.36	1.35	23.2	4	9.6	124.0	0.28	1.20	3.12	0.385	0.64	
4D 3.5-4	2180	102.5	103.5	0.047	1.32	1.27	20.5	3	9.5	116.5	0.30	1.16	3.17	0.349	0.65	
4D 4-4.5	1410	180.0	94.8	0.028	1.53	1.15	26.6	3	5.9	131.5	0.33	0.63	2.88	0.457	0.58	
4D 5-5.5	1470	199.5	88.8	0.028	1.44	1.28	26.1	4	7.0	145.0	0.30	0.75	2.78	0.414	0.55	
4D 5.5-6	1270	105.5	70.5	0.045	1.92	1.26	21.9	4	7.2	142.5	0.30	0.68	2.72	0.353	0.54	
4D 6-6.5	1620	164.0	89.1	0.030	1.52	1.41	23.0	3	8.2	162.0	0.28	0.95	2.69	0.384	0.61	
4D 6.5-7	2080	230	101.5	0.051	1.45	1.74	22.5	4	10.8	175.5	0.26	1.27	2.70	0.373	0.76	
4D 7-7.5	1370	114.0	75.1	0.033	1.98	1.29	21.4	4	7.8	162.5	0.29	0.74	2.50	0.361	0.61	
4D 7.5-8	1830	178.5	81.6	0.044	1.82	1.33	22.5	4	9.3	166.0	0.25	1.08	2.51	0.343	0.51	
4D 8-8.5	1490	152.5	69.2	0.033	2.02	1.44	20.7	5	9.0	160.0	0.29	0.85	2.33	0.318	0.51	
4D 8.5-9	1890	241	91.0	0.044	1.40	1.23	23.7	4	8.4	168.5	0.27	0.89	2.27	0.372	0.54	
4D 9-9.5	1960	313	99.5	0.043	1.20	1.40	25.7	4	8.6	157.0	0.29	1.05	2.60	0.407	0.61	
4D 9.5-10	1850	317	101.5	0.039	1.10	1.25	26.6	3	7.9	148.5	0.29	0.96	2.15	0.429	0.55	
4D 10-10.5	2050	331	93.1	0.042	1.16	1.49	23.2	4	9.5	158.5	0.26	1.25	2.33	0.383	0.64	

Comments: Samples were received on 15-Jul-2021 and the SSF/Request on 15-Jul-2021.



An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS P121182380

Sample Description	Method Analyte Units LOD	WEI-21	CRU-QC	PUL-QC	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	
		Recvd Wt. kg	Pass2mm %	Pass75um %	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Be ppm	Bi ppm	Ca %	Cd ppm	Ce ppm	Co ppm	Cr ppm	Cs ppm
		0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.2	10	0.05	0.01	0.01	0.02	0.01	0.1	0.05	
4D 10.5-11		0.94	90.0	94.1	1.61	4.78	120.5	1300	0.84	9.21	9.36	5.28	211	138.5	98	2.02
4D 11-11.5		0.94			1.71	5.12	118.0	1250	0.90	7.93	9.28	6.66	179.0	122.5	109	2.37
4D 11.5-12		1.03			1.51	5.38	143.0	1650	0.87	6.29	8.63	6.27	149.0	131.0	126	2.49
4D 12-12.5		1.08			1.73	5.20	202	1230	0.87	7.31	8.76	6.91	153.5	151.0	122	2.65
4D 12.5-13		1.54			1.90	5.48	156.5	1970	0.99	6.91	8.62	5.80	152.5	136.0	109	3.01
4D 13.5-14		1.25			1.64	5.58	136.5	1920	0.85	6.19	9.46	5.99	139.0	123.0	115	2.52
4D 14-14.5		0.91			2.03	5.49	152.5	2140	0.91	6.84	9.29	5.94	159.5	138.0	110	2.57
4D 14.5-15		1.45			2.36	5.38	130.0	2740	0.87	7.37	9.58	7.07	170.5	122.0	106	2.65
4D 15-15.5		1.41			1.72	5.80	116.5	1560	1.03	6.20	8.36	4.63	152.5	115.5	119	2.74
4D 15.5-16		1.73			1.68	5.82	195.0	1000	1.05	5.55	8.71	3.25	158.0	160.0	107	2.75
4D 16-16.5		1.39			1.28	5.79	163.5	1030	1.13	5.14	7.82	2.39	143.0	138.5	106	2.74
4D 16.5-17		1.58			1.25	6.00	148.0	950	1.08	5.23	6.63	2.02	145.5	128.5	116	2.94
4D 17-17.5		1.04			1.17	5.82	145.5	870	1.12	4.15	6.73	2.43	156.5	135.5	112	2.66
4D 17.5-18		1.38			1.17	5.95	136.0	920	1.04	4.48	6.57	2.55	127.5	126.0	123	2.79
4D 18-18.5		0.74			1.17	5.99	134.5	980	1.10	4.54	6.93	2.55	136.0	131.0	123	2.79
4D 18.5-19		0.84			1.07	6.29	122.0	670	0.83	4.03	6.32	1.73	88.3	105.0	160	3.03
4D 13-13.5		1.09			3.19	5.38	176.0	1780	0.94	7.90	9.19	6.45	152.0	149.0	108	2.77
4D 19-19.5		1.11			1.09	5.92	154.5	750	0.92	5.25	6.99	1.99	112.0	137.0	144	2.85
4D 4.5-5		Not Recvd														

Comments: Samples were received on 15-Jul-2021 and the SSF/Request on 15-Jul-2021.



An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS P121182380

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	
		Cu ppm	Fe %	Ga ppm	Ge ppm	Hf ppm	In ppm	K %	La ppm	Li ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Nb ppm	Ni ppm
		0.2	0.01	0.05	0.05	0.1	0.005	0.01	0.5	0.2	0.01	5	0.05	0.01	0.1	0.2
4D 10.5-11		2840	12.75	14.50	0.20	1.6	1.140	1.34	119.5	29.0	2.56	4020	17.50	1.31	4.2	120.5
4D 11-11.5		2740	10.10	15.60	0.19	1.9	1.060	1.48	101.0	35.6	2.98	3630	18.05	1.37	4.4	107.0
4D 11.5-12		2320	9.73	16.00	0.18	1.9	0.825	1.52	81.3	36.1	3.17	3230	14.40	1.51	4.3	104.0
4D 12-12.5		2570	10.90	16.25	0.18	1.8	1.015	1.58	86.0	36.6	3.10	3290	16.85	1.42	4.2	114.5
4D 12.5-13		3230	9.01	16.45	0.17	2.5	0.887	1.66	81.8	39.2	3.14	3280	16.45	1.50	4.6	104.5
4D 13.5-14		2410	8.72	16.30	0.16	1.8	0.777	1.43	76.5	40.3	3.58	3160	13.80	1.55	3.8	97.8
4D 14-14.5		3880	9.92	16.30	0.16	1.8	0.913	1.46	88.3	40.9	3.41	3250	16.15	1.53	4.1	106.5
4D 14.5-15		4330	8.71	16.45	0.18	1.8	1.075	1.39	93.4	43.0	3.48	3350	15.65	1.52	4.0	99.6
4D 15-15.5		3380	9.94	16.95	0.20	2.0	0.808	1.62	85.1	42.0	3.35	3320	14.15	1.58	4.5	107.5
4D 15.5-16		3610	9.34	17.10	0.19	2.6	0.705	1.86	86.3	38.3	3.06	2990	18.50	1.68	5.2	88.1
4D 16-16.5		2610	9.73	17.25	0.21	2.5	0.579	1.80	78.1	38.4	3.02	2820	16.85	1.68	5.2	89.1
4D 16.5-17		3690	10.35	17.30	0.19	2.7	0.667	1.96	81.5	40.1	3.10	3060	14.75	1.62	5.3	94.1
4D 17-17.5		2760	11.50	16.45	0.19	2.5	0.547	1.85	87.9	37.4	3.05	3010	15.60	1.64	5.1	103.5
4D 17.5-18		2980	10.55	16.60	0.21	2.4	0.581	1.88	70.5	39.3	3.15	2990	16.15	1.65	5.2	102.0
4D 18-18.5		2990	10.95	17.00	0.18	2.4	0.599	1.88	75.9	39.5	3.24	3000	14.90	1.67	5.1	104.5
4D 18.5-19		3350	10.85	16.45	0.15	2.0	0.469	2.04	48.9	45.6	3.86	2980	6.79	1.45	3.9	102.5
4D 13-13.5		8250	9.30	16.40	0.21	1.9	1.085	1.52	84.1	40.3	3.21	3090	18.40	1.48	4.2	108.5
4D 19-19.5		3360	11.00	15.60	0.17	1.8	0.576	1.91	63.4	42.0	3.56	3170	10.05	1.40	3.8	114.0
4D 4.5-5																

Comments: Samples were received on 15-Jul-2021 and the SSF/Request on 15-Jul-2021.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI21182380

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	ME-MSG1	
		P ppm	Pb ppm	Rb ppm	Re ppm	S %	Sb ppm	Sc ppm	Se ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ta ppm	Te ppm	Th ppm	Ti %	Tl ppm
4D 10.5-11		2010	205	85.8	0.049	1.52	1.39	22.3	5	9.7	160.5	0.28	1.23	2.41	0.375	0.62
4D 11-11.5		1930	300	97.2	0.045	1.27	1.31	23.9	4	8.8	143.0	0.29	1.16	2.55	0.396	0.61
4D 11.5-12		1700	259	101.0	0.039	1.02	1.44	26.0	3	8.5	147.5	0.28	0.86	2.37	0.433	0.54
4D 12-12.5		1640	275	108.5	0.043	1.08	1.25	24.7	3	8.0	138.5	0.27	0.95	2.42	0.423	0.55
4D 12.5-13		1820	301	109.5	0.047	0.98	1.57	23.4	3	8.4	168.0	0.30	0.99	2.85	0.415	0.70
4D 13.5-14		1620	367	89.9	0.031	0.80	1.56	25.2	2	8.1	190.0	0.26	0.78	2.11	0.443	0.53
4D 14-14.5		1720	326	95.7	0.039	1.09	1.68	24.9	3	9.1	190.5	0.25	1.03	2.41	0.423	0.60
4D 14.5-15		1750	372	92.6	0.089	1.04	1.61	24.5	3	10.4	212	0.25	1.02	2.28	0.414	0.50
4D 15-15.5		1850	300	106.5	0.041	0.84	1.25	25.5	3	8.0	165.0	0.27	0.88	2.61	0.463	0.55
4D 15.5-16		2340	133.0	119.0	0.034	0.73	0.91	24.7	3	6.7	142.0	0.32	0.77	3.16	0.533	0.71
4D 16-16.5		1960	95.8	118.0	0.031	0.65	0.93	26.5	2	6.7	131.0	0.33	0.78	3.23	0.512	0.62
4D 16.5-17		2150	93.5	126.0	0.027	0.62	0.76	26.8	3	5.7	108.5	0.35	0.68	3.26	0.531	0.65
4D 17-17.5		1960	95.7	117.5	0.026	0.83	0.75	26.7	2	5.6	109.5	0.34	0.74	2.83	0.514	0.53
4D 17.5-18		1840	118.0	122.5	0.023	0.76	0.80	27.2	2	5.9	113.0	0.33	0.65	2.87	0.522	0.54
4D 18-18.5		1840	119.0	122.5	0.031	0.80	0.82	28.4	2	5.8	117.5	0.32	0.80	2.91	0.522	0.55
4D 18.5-19		1210	41.3	151.5	0.012	0.44	0.69	30.6	2	3.9	90.7	0.27	0.49	1.87	0.531	0.51
4D 13-13.5		1720	293	102.0	0.044	1.48	1.88	24.7	4	9.2	179.5	0.26	1.02	2.62	0.416	0.76
4D 19-19.5		1260	53.9	139.5	0.017	0.59	0.85	27.8	3	5.0	94.1	0.25	0.68	2.17	0.464	0.49
4D 4.5-5																

Comments: Samples were received on 15-Jul-2021 and the SSF/Request on 15-Jul-2021.



An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI21182380

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	Au-ICP21
		U	V	W	Y	Zn	Zr	Au
		ppm 0.1	ppm 1	ppm 0.1	ppm 0.1	ppm 2	ppm 0.5	ppm 0.001
4D 10.5-11		18.3	243	1.4	34.5	3150	60.0	0.055
4D 11-11.5		16.2	246	1.3	32.5	3430	68.0	0.042
4D 11.5-12		12.6	246	1.0	30.7	3650	68.9	0.032
4D 12-12.5		14.1	242	1.1	30.6	4480	76.4	0.043
4D 12.5-13		13.2	234	1.0	30.3	3390	92.5	0.031
4D 13.5-14		13.1	242	1.0	28.8	3380	62.5	0.035
4D 14-14.5		15.1	243	1.0	30.8	3290	66.6	0.032
4D 14.5-15		15.8	236	1.0	33.2	4280	67.3	0.029
4D 15-15.5		13.3	240	1.2	31.7	2740	87.5	0.033
4D 15.5-16		13.0	254	1.2	34.8	1710	97.8	0.029
4D 16-16.5		11.9	257	1.1	32.0	1250	95.3	0.030
4D 16.5-17		10.5	253	1.1	31.2	1110	104.5	0.032
4D 17-17.5		10.5	261	1.2	32.1	1380	93.6	0.037
4D 17.5-18		10.4	262	1.1	29.9	1580	91.5	0.034
4D 18-18.5		10.4	258	1.2	30.7	1580	90.8	0.039
4D 18.5-19		6.5	267	1.1	25.5	1020	74.7	0.029
4D 13-13.5		14.4	240	1.1	29.9	3530	76.5	0.041
4D 19-19.5		9.3	255	1.2	26.0	1120	74.3	0.047
4D 4.5-5								

Comments: Samples were received on 15-Jul-2021 and the SSF/Request on 15-Jul-2021.



An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI21182380

CERTIFICATE COMMENTS

ANALYTICAL COMMENTS

Applies to Method:

REEs may not be totally soluble in this method.
 ME-MS61

ACCREDITATION COMMENTS

Applies to Method:

The methods immediately below this line are ISO 17025:2017 Accredited. INAB Registration No: 173T
 Au-ICP21 ME-MS61



LABORATORY ADDRESSES

Applies to Method:

Processed at ALS Pitea located at Hammarvagen 22, SE-943 36, Ojebyn, Sweden.
 CRU-31 CRU-QC LOG-22
 PUL-QC SPL-22Y WEI-21

PUL-31

Applies to Method:

Processed at ALS Loughrea located at Dublin Road, Loughrea, Co. Galway, Ireland.
 Au-ICP21 ME-MS61



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: COPPERSTONE VISCARIA AB
 LIN4522 SCANCLOUD
 831 97 ÖSTERSUND

Page: 1
 Total # Pages: 2 (A)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 10-DEC-2021
 Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

CERTIFICATE PI21319004

Project: Not provided

This report is for 10 samples of Pulp submitted to our lab in Pitea, Sweden on 23-NOV-2021.

The following have access to data associated with this certificate:

ERIK KARLSSON	ANDERS LUNDKVIST
---------------	------------------

SAMPLE PREPARATION	
ALS CODE	DESCRIPTION
WEI-21	Received Sample Weight
LOG-24	Pulp Login - Rcd w/o Barcode

ANALYTICAL PROCEDURES		
ALS CODE	DESCRIPTION	INSTRUMENT
S-IR08	Total Sulphur (IR Spectroscopy)	LECO
S-ICP19	Sulphate Sulphur / By ICP-AES	ICP-AES
S-CAL19	Sulphide Sulphur (Calculated)	LECO
C-IR07	Total Carbon (IR Spectroscopy)	LECO
C-IR06	Non-Carbonate C by HCl Leach, IR Spec	LECO
C-CAL04	Inorganic Carbon	LECO
OA-VOL08EU	AP & NP of Sulphidic Waste	

This is the Final Report and supersedes any preliminary report with this certificate number. Results apply to samples as submitted. All pages of this report have been checked and approved for release.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****

Signature:


 Andrey Tairov, Technical Manager, Ireland



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: COPPERSTONE VISCARIA AB
 LIN4522 SCANCLOUD
 831 97 ÖSTERSUND

Page: 2 - A
 Total # Pages: 2 (A)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 10-DEC-2021
 Account: KOPMIN

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Not provided

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI21319004

Sample Description	Method Analyte Units LOD	WEI-21	S-IR08	S-ICP19	S-CAL19	C-IR07	C-IR06	C-CAL04	OA-VOL08EU	OA-VOL08EU	OA-VOL08EU	OA-VOL08EU
		Recvd Wt.	S	S	S	C	C organi	C inorga	NP	AP	NPR	NNP
		kg	%	%	%	%	%	%	tCaCO3/1Kt	tCaCO3/1Kt	Unity	tCaCO3/1Kt
		0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	1	0.3	0.01	1
4D 18.5-19		0.11	0.43	0.05	0.38	2.29	1.15	1.14	91	11.9	7.66	79
4D 17.5-18		0.13	0.77	0.07	0.70	2.94	1.66	1.28	101	21.9	4.59	79
4D 12.5-13		0.14	0.99	0.12	0.87	4.37	2.14	2.23	161	27.2	5.90	133
4D 9.5-10		0.12	1.15	0.09	1.06	3.66	1.64	2.02	157	33.1	4.74	124
4D 9-9.5		0.13	1.26	0.07	1.19	3.81	1.58	2.23	170	37.2	4.58	133
4D 1-1.5		0.16	1.38	0.08	1.30	3.33	0.77	2.56	202	40.6	4.98	162
4D 5-5.5		0.08	1.59	0.09	1.50	3.08	1.54	1.54	133	46.9	2.83	86
4D 4-4.5		0.14	1.68	0.08	1.60	2.72	1.55	1.17	102	50.0	2.04	52
3D 2-2.5		0.13	2.00	0.09	1.91	3.55	1.67	1.88	153	59.7	2.56	93
4D 7-7.5		0.13	2.30	0.09	2.21	3.30	1.84	1.46	120	69.1	1.73	51



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: **GOLDER ASSOCIATES AB**
 FE 211
 838 80 FRÖSÖN

Page: 1
 Total # Pages: 2 (A - D)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 18-AUG-2021
 Account: GOLDAS

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

CERTIFICATE PI21196521

Project: 19135792 Malmberget

This report is for 1 sample of Clay submitted to our lab in Pitea, Sweden on 29-JUL-2021.

The following have access to data associated with this certificate:

ERIK KARLSSON

ANDERS LUNDKVIST

SAMPLE PREPARATION

ALS CODE	DESCRIPTION
WEI-21	Received Sample Weight
LOG-22	Sample login - Rcd w/o BarCode
CRU-31	Fine crushing - 70% <2mm
SPL-22Y	Split Sample - Boyd Rotary Splitter
PUL-31	Pulverize up to 250g 85% <75 um
CRU-QC	Crushing QC Test
PUL-QC	Pulverizing QC Test

ANALYTICAL PROCEDURES

ALS CODE	DESCRIPTION	INSTRUMENT
ME-MS61	48 element four acid ICP-MS	
Au-ICP21	Au 30g FA ICP-AES Finish	ICP-AES

This is the Final Report and supersedes any preliminary report with this certificate number. Results apply to samples as submitted. All pages of this report have been checked and approved for release.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****

Comments: Samples were received on 29-Jul-2021 and the SSF/Request on 27-Jul-2021.

Signature:

Andrey Tairov, Technical Manager, Ireland



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: GOLDER ASSOCIATES AB
 FE 211
 838 80 FRÖSÖN

Page: 2 - A
 Total # Pages: 2 (A - D)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 18-AUG-2021
 Account: GOLDAS

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: 19135792 Malmberget

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI21196521

Sample Description	Method Analyte Units LOD	WEI-21 Recvd Wt. kg	ME-MS61 Ag ppm	ME-MS61 Al %	ME-MS61 As ppm	ME-MS61 Ba ppm	ME-MS61 Be ppm	ME-MS61 Bi ppm	ME-MS61 Ca %	ME-MS61 Cd ppm	ME-MS61 Ce ppm	ME-MS61 Co ppm	ME-MS61 Cr ppm	ME-MS61 Cs ppm	ME-MS61 Cu ppm	ME-MS61 Fe %
4D 4,5-5		0.02	0.01	0.01	0.2	10	0.05	0.01	0.01	0.02	0.01	0.1	1	0.05	0.2	0.01
		1.10	0.88	5.44	82.2	1320	0.96	3.89	7.00	3.37	135.0	104.5	108	1.81	1460	12.45

Comments: Samples were received on 29-Jul-2021 and the SSF/Request on 27-Jul-2021.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: GOLDER ASSOCIATES AB
 FE 211
 838 80 FRÖSÖN

Page: 2 - B
 Total # Pages: 2 (A - D)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 18-AUG-2021
 Account: GOLDAS

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: 19135792 Malmberget

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI21196521

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	
		Ca	Ge	HF	In	K	La	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Ni	P	Pb
		ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	%	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm
		0.05	0.05	0.1	0.005	0.01	0.5	0.2	0.01	5	0.05	0.01	0.1	0.2	10	0.5
4D 4,5-5		17.15	0.21	2.0	0.587	1.52	78.3	28.9	2.71	3240	10.60	1.73	5.2	113.0	1540	153.5

Comments: Samples were received on 29-Jul-2021 and the SSF/Request on 27-Jul-2021.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: **GOLDER ASSOCIATES AB**
FE 211
838 80 FRÖSÖN

Page: 2 - C
 Total # Pages: 2 (A - D)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 18-AUG-2021
 Account: GOLDAS

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: 19135792 Malmberget

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI21196521

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	ME-MS61	
		Rb	Re	S	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Te	Th	Ti	Tl	U	V
		ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm
		0.1	0.002	0.01	0.05	0.1	1	0.2	0.2	0.05	0.05	0.01	0.005	0.02	0.1	1
4D 4,5-5		91.4	0.028	1.24	1.24	24.5	4	6.4	138.0	0.53	0.72	2.28	0.467	0.43	11.3	243

Comments: Samples were received on 29-Jul-2021 and the SSF/Request on 27-Jul-2021.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
 Hammarvagen 22
 SE-943 36, Ojebyn
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: **GOLDER ASSOCIATES AB**
FE 211
838 80 FRÖSÖN

Page: 2 - D
 Total # Pages: 2 (A - D)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 18-AUG-2021
 Account: GOLDAS

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: 19135792 Malmberget

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI21196521

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61 W ppm 0.1	ME-MS61 Y ppm 0.1	ME-MS61 Zn ppm 2	ME-MS61 Zr ppm 0.5	PUL-QC Pass75um % 0.01	CRU-QC Pass2mm % 0.01	Au-ICP21 Au ppm 0.001
4D 4,5-5		1.1	29.5	2630	84.0	96.4	91.6	0.030

Comments: Samples were received on 29-Jul-2021 and the SSF/Request on 27-Jul-2021.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: 19135792 Malmberget

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI21196521

CERTIFICATE COMMENTS

ANALYTICAL COMMENTS

Applies to Method:

REEs may not be totally soluble in this method.
 ME-MS61

ACCREDITATION COMMENTS

Applies to Method:

The methods immediately below this line are ISO 17025:2017 Accredited. INAB Registration No: 173T
 Au-ICP21 ME-MS61



LABORATORY ADDRESSES

Applies to Method:

Processed at ALS Pitea located at Hammarvagen 22, SE-943 36, Ojebyn, Sweden.
 CRU-31 CRU-QC LOG-22
 PUL-QC SPL-22Y WEI-21

PUL-31

Applies to Method:

Processed at ALS Loughrea located at Dublin Road, Loughrea, Co. Galway, Ireland.
 Au-ICP21 ME-MS61