

Rapport om sulfidberg vid Kv. Tåjärnet, Stockholm Stad

- Bedömning av risken för förekomst av bergmaterial med försurande egenskaper



Status:	Rapport
Datum:	2020-08-04
Författare:	Josef Mácsik & Fredrik Meurman
Granskare:	Fredrik Meurman
Projektnummer:	2023
Uppdragsgivare:	Johanna Lindenkäll, Skanska

På uppdrag av Skanska har Ecoloop tagit fram en rapport om bedömning av risken för förekomst av bergmaterial med försurande egenskaper vid blivande kvarteret Tåjärnet i Solberga. Sweco utförde provtagningen av bergmaterialet i fält den 12 maj 2020.

Projektet innebär byggande av fyra punkthus, samt angränsande arbeten med gård och parkeringar kring byggnaderna.

Stockholm 2020-08-04

.....
Josef Mácsik

.....
Fredrik Meurman

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INNEHÅLLSFÖRTECKNING.....	4
1. BAKGRUND.....	5
1.1. SYFTE	6
1.2. METODIK.....	6
1.2.1. ALLMÄNT	6
1.2.2. BEDÖMNING AV JORD OCH BERG.....	6
1.2.3. PROVTAGNING	8
2. SAMMANSTÄLLNING AV BEFINTLIG KARTINFORMATION.....	10
2.1. BERGKVALITET	10
2.2. GENOMSLÄPPLIGHET	10
2.3. BIOGEOKEMISK KOPPAR	11
3. PLATSSPECIFIK GEOTEKNISK, MARKKEMISK OCH GEOHYDROLOGISK INFORMATION	12
3.1. BEDÖMNING AV GLACIALLERAN	12
3.2. BERGMATERIALETS HALT AV SVAVEL	12
3.3. BERGMATERIALETS NEUTRALISERINGSPOTENTIAL (NNP)	15
4. BEDÖMNING	18
4.1. SUMMERAD BEDÖMNING AV BERG OCH JORD.....	18
5. HANTERING AV ENTREPRENADBERG FRÅN SCHAKTNINGEN.....	19
5.1. FÖRSLAG PÅ ANALYS OCH KONTROLLPROGRAM	19
5.1.1. Val av analyser	19
5.2. FÖRSLAG PÅ KLASSNING AV ENTREPRENADBERG.....	19
5.3. FÖRSLAG PÅ KLASSNING AV EVENTUELL SULFIDJORD.....	20
6. REFERENSER	20

BILAGOR

1. PROVPUNKTERNAS KOORDINATER, BERARTSBEDÖMNING
2. ANALYSRESULTAT KV TÅJÄRNET:
 - 2.1 - SVAVELHALT
 - 2.2 - ABA OCH PASTA PH

1. BAKGRUND

Kvarteret Tåjärnet, som ingår i bedömningen ligger norr om Toffelbacken, Stockholm Stad (se figur 1.1). Skanska Sverige AB arbetar med att ta fram underlag i detaljplanskedet för projektet Tåjärnet i Solberga. Fyra punkthus planeras uppföras, benämnda 1 – 4. I projektet ingår även angränsande arbeten med gård och parkeringar kring byggnaderna. Grundvattennivån inom området ligger ca 3-4 m under markytan och området är ca 36 m över dagens havsnivå.

Inom området förekommer berg i dagen med ett tunt jordtäck i två av fyra sektioner (C, och D sektionerna) och lera i sektion C. Länsstyrelsen har påtalat att projektet behöver säkerställa att eventuell förekomst av sulfidmineral hanteras på ett säkert sätt.

Förekomst av sulfidhaltigt berg och sulfidlera undersöks och bedöms för att säkerställa att eventuell förekomst av sulfidmineral hanteras på ett säkert sätt. Vid förekomst av sulfidhaltigt bergmaterial kan entreprenadberg som produceras medföra att sulfidmineralisering exponeras för luftens syre, vilket kan bidra till oxidation, försurning (sänkning av pH) och metallutlakning av bland annat koppar. På motsvarande sätt kan oxidation av sulfidjord som orsakas av schaktning och eventuell grundvattensänkning i området orsaka försurande mark- och grundvattenförhållanden. Frågan som generellt ställs är om aktuellt område och/eller entreprenadberg kan orsaka försurning och därmed läckage av metaller.



Figur 1.1. Blivande kvarteret Tåjärnet

1.1. Syfte

Syftet med rapporten är att bedöma förekomsten av sulfidmineral respektive sulfidjord och om dessa förekommer ge förslag på principiella åtgärder för hantering och ha ett underlag i form av en rapport i beredskap för dialog.

Målsättningen är att resultaten ska kunna användas för SKANSKAs fortsatta beslut i saken och i dialog med intressenter och myndigheter som Stockholms hem, Stockholms stad, Länsstyrelsen m.fl.

1.2. Metodik

1.2.1. Allmänt

Relevant kartmaterial från SGU har sammanställts i syfte att bedöma risken för att syraproducerande bergarter förekommer inom det aktuella området. Utredningen utgör första steget i att identifiera och karaktärisera sulfidförande bergarter. Metoden baseras till delar på Trafikverket, 2015 - Handbok för hantering av sulfidförande bergarter samt Region Stockholms hantering av tunnelbaneberg (FUT) och följer följande moment:

- Sammanställning av befintlig kartinformation och utredningar
 - Bergkvalitet (bergartsbedömning och klassning av kvalitet)
 - Genomsläpplighet (jordartsbedömning)
 - Biogeokemi (koppar)
 - Grundvattennivå
- Platsspecifik geoteknisk, mark- och bergkemisk information
 - Jordartsbeskrivning
 - Bergets halt av svavel
 - Bergets neutraliseringspotential och pH
- Bedömning
 - Platsen
 - Hantering av entreprenadberg från schaktningen
 - Förslag på kontrollprogram och analys
 - Förslag på klassning av entreprenadberg
 - Hantering av jord och schaktmassor vid eventuell förekomst av sulfidjord.

1.2.2. Bedömning av jord och berg

Biogeokemisk förekomst av koppar har använts som indikator på förekomst av sulfidmineralisering. Koppar bundet till svavel är en beståndsdel i sulfidmineraliseringar. Koppar är ett rörligt ämne och när sulfidmineralen vittrar frigörs kopparjoner, en process som

påskyndas i sura miljöer. När kopparjoner från sulfidberg har frigjorts genom vittring blir de biologiskt tillgängliga och kan exempelvis anrikas i starrväxters rötter. I SGU:s kartvisare "Biogeokemi, koppar" redovisas kopparhalterna i prover tagna från starrväxter i bäckfåror. Syftet är att beskriva hur metallbelastningen av biologiskt tillgängligt koppar i vattendragen varierar beroende på naturlig förekomst och genom mänsklig aktivitet, som bergtäkt industriverksamhet etc.

Bergkvalitet och den mineralogiska sammansättningen hos en bergart kan ge en första förenklad riskbedömning av materialets potentiella miljöpåverkan. Förekomst av sulfidmineral är normalt sett vanligare i bergarter som exempelvis glimmerskiffer, gråvacka och tonalit än i granit och granodiorit.

Det aktuella området har ett tunt jord- och moräntäcke som har försvårat provtagning av berget vid hus 3, där den största bergvolymen avses sprängas.

Berg med innehåll av sulfider kan bidra tillförsurande egenskaper vid oxidation. Schaktning och krossning av berg öppnar upp nya ytor som kan oxidera. Dessa nya oxidationsytor kan med tiden ge upphov till försurande förhållanden om bergets neutraliserande förmåga är lägre än dess förurningspotential. Bergmaterialets halt av sulfidmineral och dess buffringskapacitet ger viktig information om framtida förurningsrisker. Buffringskapaciteten undersöks med ABA-test, där resultaten visar om de undersökta bergmaterialen har positiva eller negativa NNP¹-värden, dvs bergmaterialets neutraliseringspotential uttryckt som *kg CaCO₃/ton berg* är större eller lägre än dess försurande effekt. NNP-värdena mellan 1 och 20, utesluter inte syrabildningspotential, men med kvoten mellan NP/AP (NPR) större än 2,3 bedöms bergmaterial inte vara syraproducerande. Bergprovernas pH indikerar om materialet är försurat eller uppvisar neutrala pH, dvs pH > 7.

Region Stockholm har för att underlätta hantering av bergmassor delat in bergmaterialen i tre olika kategorier med respektive gränsvärde:

- Icke försurande miljöpåverkan: **NPR > 3 – Ingen risk för syrabildning**
- Osäker miljöpåverkan – vidare undersökning krävs: **NPR 1-3 – Möjlig syrabildning**
- Försurande miljöpåverkan – åtgärder bör vidtas: **NPR < 1 – Materialet är syrabildande**

Sulfidjord är ett vattenmättat finsediment med mellan 2% – 20% TS organiskt halt. Sulfidjord förekommer från Haparanda i norr till Mälardalen i söder. I Mälardalen är sulfidjordar mer leriga och gyttjiga, medan längs Norrlandskusten är det siltiga sulfidjordar som dominerar. Under grundvattenytan råder anaerob (syrefri) miljö, där pH ligger runt 7 – 9. Svavel förekommer som sulfid (S²⁻) och järn som Fe²⁺. Dessa bildar järnsulfiderna som FeS och FeS₂. Järnsulfider är svårslösliga och stabila under anaeroba förhållanden, dvs under grundvattenytan. Halten av svavel i en typisk sulfidjord varierar från några tusen till ca 30 000 mg/kg TS. Grundvattensänkning och uttorkning påverkar jorden aerobt vilket resulterar i att järnsulfider oxideras och grundvattnet kan försuras om jorden saknar tillräcklig buffringskapacitet.

¹ Enligt Lottermoser (2003) tolkas NNP och NP/AP-kvoten enligt;

NNP = positiv (större än +20), finns ingen syrabildningspotential.

NNP = negativ (mindre än -20), finns potential för syrabildning.

Mellan ovan givna NNP-intervall, går det inte att avgöra om det finns syrabildningspotential eller inte. NP/AP-kvoten anger den teoretiska kapaciteten för bergmaterialet att generera surt lakvatten.

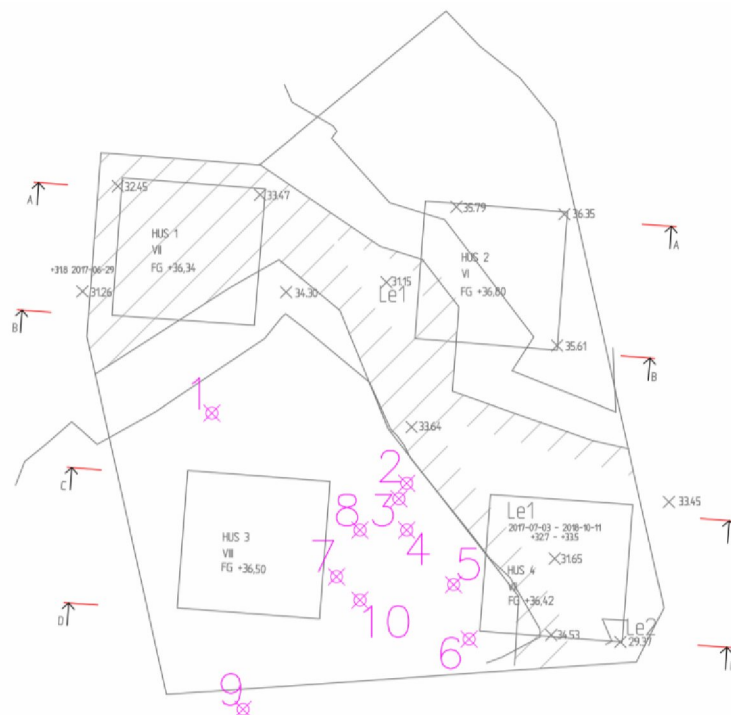
NP/AP-kvot < 1 bergmaterialet kommer troligen producera syra.

NP/AP-kvot > 2,3 bergmaterialet är inte syraproducerande.

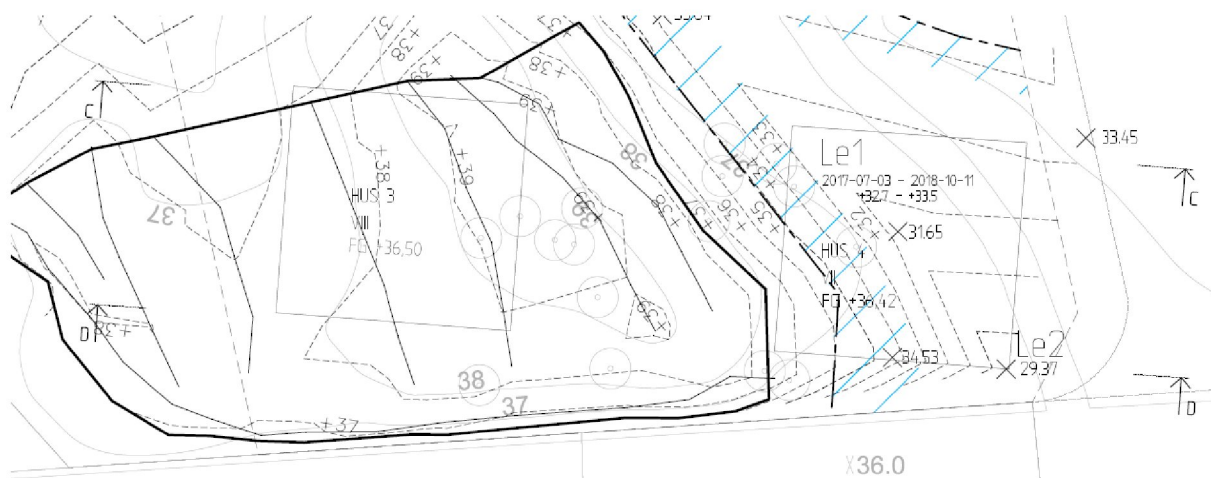
Landhöjningens dränerande effekt påskyndas om området dikas. Vid långvarig dränering utarmas jordens sulfatinnehåll och kvar finns en torrskorpa utan vidare förurningspotential.

1.2.3. Provtagning

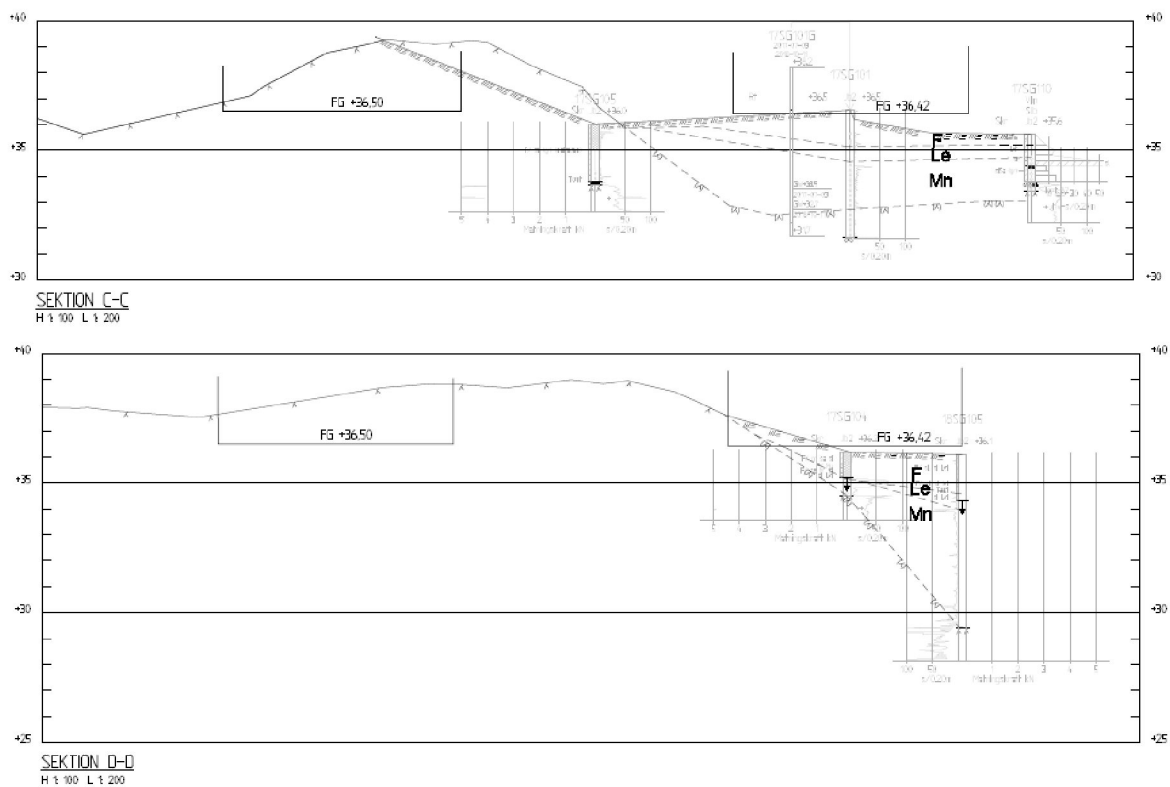
Det är främst hus tre och fyra och området mellan dessa som kommer att schaktas, se figur 1.2. Provtagning av bergprover utfördes i sektion C och D, där berg finns i dagen med ett tunt jordtäckte och där schaktning i berg kommer att utföras, se figurerna 1.3 och 1.4. Provpunkternas koordinater redovisas i Bilaga 1. Provpunkt 1 ligger norr om sektion C, medan provpunkt 9 är beläget i befintlig bergsskärning vid Toffelbacksvägen.



Figur 1.2. Provpunkternas placering och numrering.



Figur 1.3. Hus tre och fyra kommer att byggas vid sektionerna C och D.



Figur 1.4. Det är sektionerna C och D där berg kommer att schaktas.

2. SAMMANSTÄLLNING AV BEFINTLIG KARTINFORMATION

2.1. Bergkvalitet

Den dominerande bergarten inom området är kvarts- och fältspatsrik sedimentär bergart (gråvacka, sedimentgnejs). Materialet lämpar sig som bärlager och förstärkningslager i väg (klass 2). I en provtagningspunkt öster om det aktuella området, se figur 2.1 (blå prisma öster om cirkeln), var glimmerhalt, ca 26%, se (referens SGU:s kartgenerator Bergkvalitetsklassning).



Figur 2.1. Beskrivning av området, SGU:s kartgenerator.

2.2. Genomsläpplighet

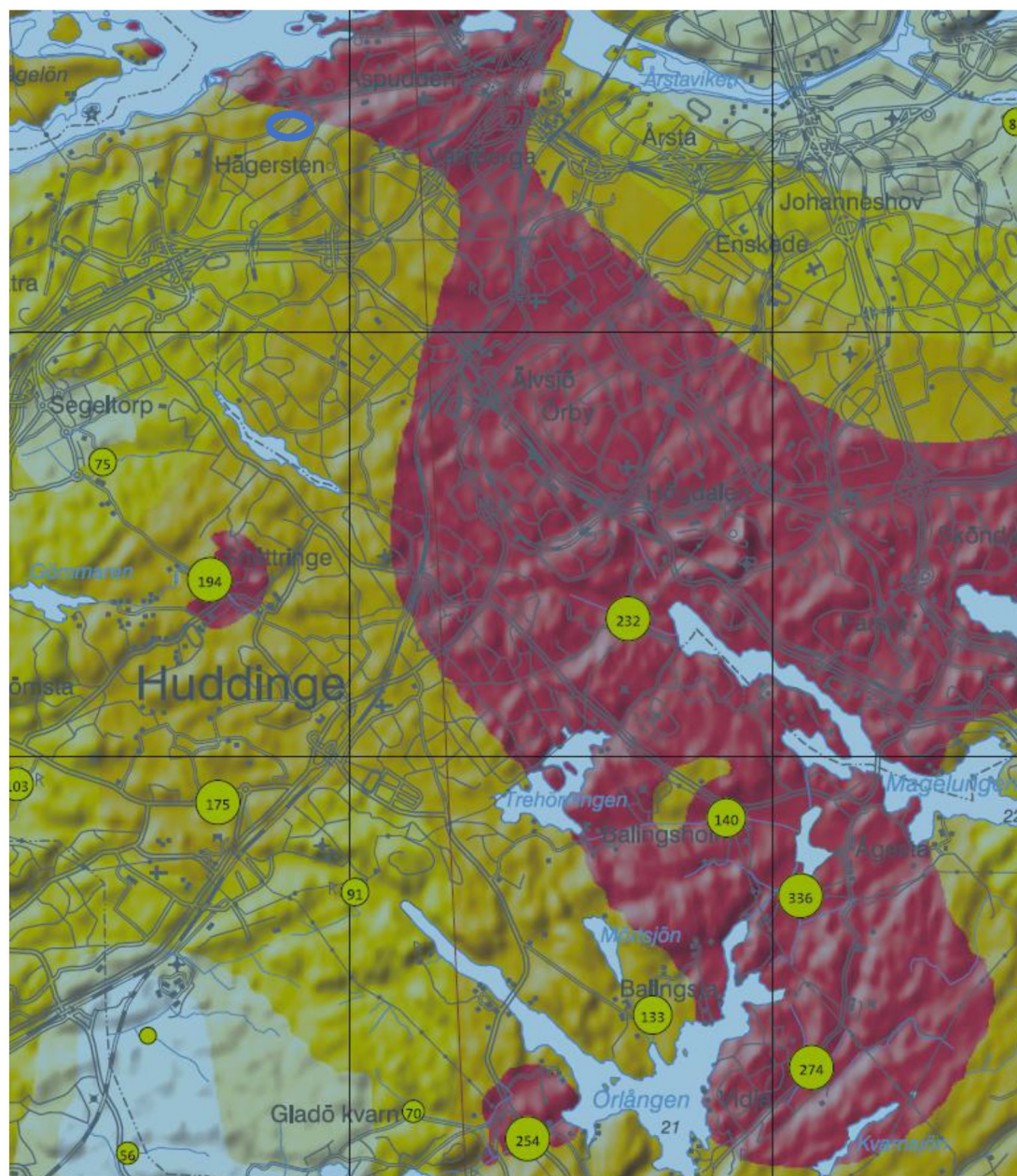
Figur 2.2 visar att det aktuella området (gult område) är urberg med tunt jord- och moräntäcke och har medelhög genomsläpplighet. Det gröna området är en postglacial lera med låg genomsläpplighet.



Figur 2.2. Genomsläpplighet för vatten. Källa: SGU:s kartgenerator.

2.3. Biogeokemisk koppar

Mätpunkterna i figur 2.3 markeras med gul cirkel med uppmätta kopparhalter i starrväxter som redovisas i cirkeln. Koppar är ett rörligt ämne och när sulfidmineralen vittrar frigörs kopparjoner, en process som påskyndas i sura miljöer. Kopparjonerna kan tas upp av växter och adsorberas i lermineral. Det röda stråket öster i figur 4 indikerar ökad risk och baseras på uppmätta kopparhalter. Det bör noteras att det saknas mät punkt i SGU:s kartmaterial som tar emot vatten som avvattnas från det aktuella området, Kv. Tåjärnet (Referens: SGU:s kartgenerator).



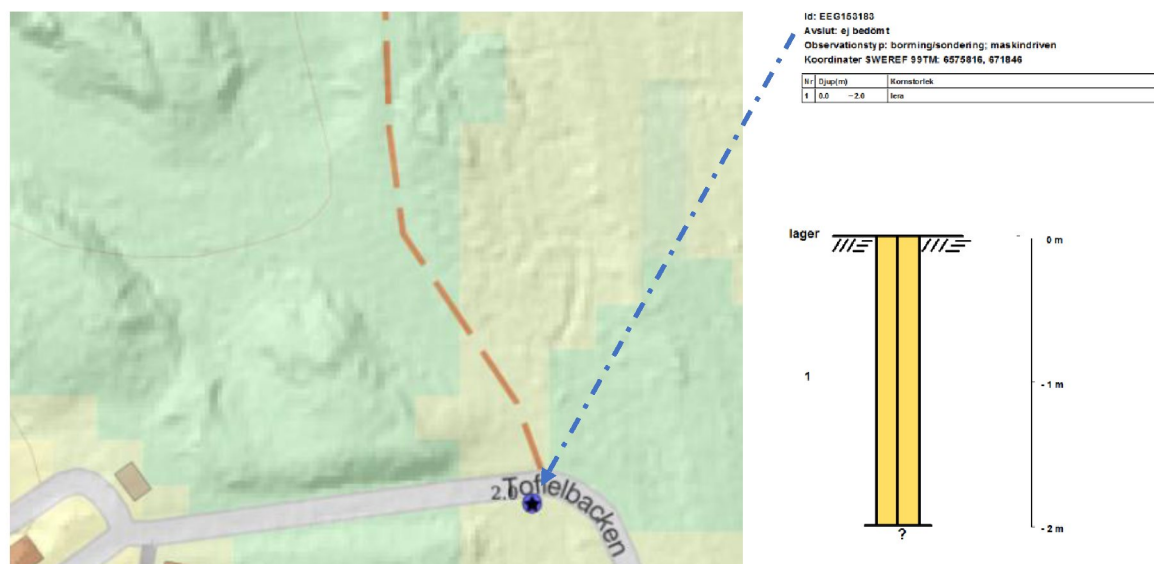
Figur 2.3. Biogeokemikarta – Koppar, SGU:s kartgenerator.

3. PLATSSPECIFIK GEOTEKNISK, MARKKEMISK OCH GEOHYDROLOGISK INFORMATION

3.1. Bedömning av glacialleran

Inom områdets västra del är det berg i dagen medan det inom den östra delen består jordlagerföljden av; överst av fyllning, sedan ett lager av torrskorpelera/lera, och därunder finns ett lager av siltig, sandig morän på berg, se figur 3.1. Djup till berg i utförda undersökningspunkter varierar mellan 0 och 7 m. Torrskorpelerans/lerans mäktighet är störst i den centrala och sydöstra delen av området (se gulmarkerat område i figur 3.1).

Kv. Tåjärnet är beläget ca 36 m över havet och det tunna lerlagret har varit ovanför strandnivån i drygt 5000 år. Det innebär att lerlagret har påverkats av dränering i minst 5000 år. Grundvattenröret 17SG101G2, som installerades 2017-06-29 i områdets sydöstra del, med spetsen i friktionsjorden under leran, indikerar att grundvattennivån ligger under lerlagret, ca 3 m under marknivå. Lerlagret har vid okulärbeskrivning beskrivits som torrskorpelera dvs oxiderad lera. I en tidigare bedömning beskrivs benämns lagret som lera. Moränen, som ligger under leran har en hydraulisk konduktivitet (HC) på ca 10^{-7} m/s, (Structor 2018-10-12).



Figur 3.1. Jordlagret mäktighet, där det gröna området är berg i dagen och det gulmarkerade området har jordlagertjocklek på ca 1 – 3 m. Källa: SGU:s kartgenerator.

Markens halter av ämnen ligger under känslig markanvändningsnivå. Det tunna lerlagret med underlagrande dränerande morän (HC ca 10^{-7} m/s) och den långa tidsperioden (> 5000 år) som leran har utsatts för cykliskt dränerande och oxiderande förhållanden ger en god indikation på att leran inte är sulfidjord, och därmed inte kommer att bidra till försurning.

3.2. Bergmaterialets halt av svavel

Det aktuella området har ett tunt jord- och moräntäcke, som försvårar bedömningen av bergmassans blockighet. (se figur 3.2 a). Bergmassan i området domineras av en grå ojämnkorning sedimentådergnejs, som karakteriseras av alternerande ljusa och mörka skikt. De

² Structor: Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik, 2018-10-12.

ljusa domineras av kvarts och fältspat, medan de mörka innehåller avsevärda mängder mörka mineral som exempelvis biotit (se figur 3.2 b). Berget bedöms ha hög enaxiell hållfasthet med låg sprickfrekvens. Indikation på att vittrade sprickplan har rost på sprickytor i hela området. Provpunkterna 6, 9 och 10 är belägna i sprängbergsskärning. Provpunkt 1 har inslag av pegmatit, med grovkristallin kvarts och fältspat med inslag av glimmer.



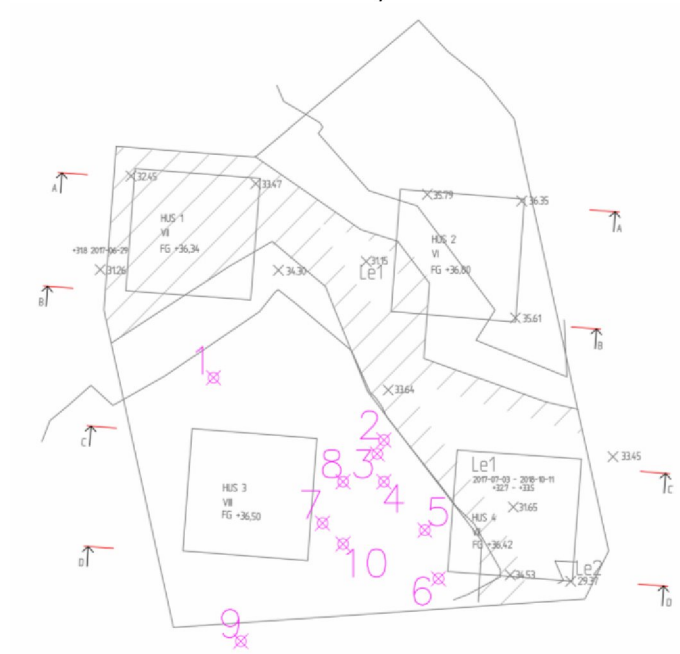
Figur 3.2 a) Området täcks av ett tunt jordlager, b) ojämnkornig sedimentgnejs punkt 1.

Ytliga, ca 5-10 cm djupa prover togs i tio punkter 1 – 10 och samtliga bergprover analyserades på totalhalt av svavel. Prover med svavelhalt > 300 mg/kg TS undersöktes vidare med avseende på neutraliseringspotential (ABA-Test) och pH-pasta. pH-pasta visar på bergmaterialets pH i dagsläget.

Provpunkterna placerades ut vid schaktlägena för hus tre och hus fyra, mellan husen, samt två punkter utanför sektionerna C och D. (se figur 3.3, a och b). I övrigt valdes provpunkterna efter rådande förhållanden, dvs. där det fanns berg i dagen (blottade hållar) och utspritt över området för att få representativa värden över området och geologin.



a)



b)

Figur 3.3. a) Situationsplan för planerade fastigheter (Hus tre och Hus 4). (Källa Structor) b) Karta över Kv. Tåjärnet med bergprovtagning.

3.3. Bergmaterialets neutraliseringspotential (NNP)

Svavelanalys (totalhalt svavel) utfördes på tio prover, bilaga 2.1. De prov som hade svavelhalt över 300 mg/kg TS, kompletterades med ABA-test och pasta pH (bergets befintliga pH). Analysresultaten summeras i tabell 3.1 och redovisas i sin helhet i bilaga 2.2 - ABA och pasta pH. Pasta pH-värdena är generellt höga och visar att bergmaterialet inte är försurat, $\text{pH} > 7,5$. Positiva NNP-värden och NP/AP-kvot > 1 ($\text{NPR} > 1$) indikerar att bergets neutraliseringspotential är större än dess syraproducerande potential. Det är enbart prov 1, utanför det för schaktning aktuella området som hade negativt NNP värde och $\text{NPR} < 1$, dvs som har potential att kunna försura. Detta område är dock inte aktuellt för markarbeten.

Området mellan hus 3 och 4 (proverna 2, 3 och 4): Resultaten visar att bergmaterialet har låga halter av svavel, < 300 mg/kg TS. I och med de låga halterna bedöms materialet inte kunna orsaka försurning och undersöktes inte med kompletterande ABA test.

Tabell 3.1. Resultat från mätning av bergmaterialets neutraliseringspotential, ABA-test och mätning av bergets befintliga pH (pasta pH).

Provtagningspunkt	S-tot, mg /kg TS	Sulfat/S-tot	Sulfid, mg/kg TS	pH	NPR (NP/AP)	NNP (NP-AP)	Läge
Kv. Tåjärn 1	2800	21%	2200	7,5	0,62	-3	Norr om sektion C
Kv. Tåjärn 2	200	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	Mellan husen
Kv. Tåjärn 3	300	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	Mellan husen
Kv. Tåjärn 4	300	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	Mellan husen
Kv. Tåjärn 5	900	44%	500	7,8	3,52	4	Hus 4
Kv. Tåjärn 6	500	33%	400	8,2	5,20	5	Hus 4
Kv. Tåjärn 7	9400	5%	9000	8,3	1,16	4	Hus 3
Kv. Tåjärn 8	200	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	Hus 3
Kv. Tåjärn 9	500	25%	300	8,3	4,80	4	Söder om Sektion D
Kv. Tåjärn 10	1400	21%	1100	8,5	1,67	2	Hus 3

- i.a.: inte analyserad

Hus 4: Inom området hus 4 togs två prover, prov 5 och 6. Dessa prov hade sulfidhalt mellan 400 - 500 mg/kg TS. Proverna kompletterades med ABA och pH-pasta tester. Provernas pH var 7,8 – 8,2, dvs bergmaterialet är inte påverkat av försurning. Provernas NPR, dvs kvoten mellan neutraliseringspotential (NP) och försurningspotential (AP) är mellan 3,5 och 5,2, vilket indikerar ett överskott av neutraliserande kapacitet. Bergmaterialet bedöms inte kunna orsaka försurning i och med låg halt av sulfider och netto neutraliseringspotential mellan 4 och 5, (NP-AP). $\text{NPR} > 3$, dvs ingen risk för syrabildning.

Hus 3: Provpunkt 8 har liknande egenskaper som proverna 2, 3 och 4, dvs svavelhalten är < 300 mg/kg TS och bergmaterialet bedöms sakna försurande egenskaper. Provpunkt 7 hade den högst uppmätta halten av svavel, och sulfidhalten ligger på ca 9000 mg/kg TS. Materialet har pH 8,3 och är i dagsläget inte påverkad av försurning. Även om materialets netto neutraliseringspotential är 4, dvs överskott av neutraliserande potential, så är NRP värdet nära 1 (1,16) vilket indikerar att berget ska hanteras separat om större volymer påträffas vid schaktning. Om berget krossas finns det möjlig risk för syrabildning där det används som konstruktionsmaterial. Provpunkt 10 har också något förhöjda halter av svavel, sulfidhalten är 1100 mg/kg TS. NPR värde på 1,67 indikerar att berget bedöms kunna utgöra marginell risk för syrabildning om den krossas och återanvänds.



Figur 3.3 Exempel på provtagning, provpunkt 3 med svavelhalt (totalhalt) på 300 mg/kg TS.

Området norr om sektion D: Provpunkt 1 har sulfidhalt på 2200 mg/kg/TS. Bergmaterialet har det lägsta pH-värdet, pH=7,5. Det höga pH-värdet indikerar dock att bergmaterialet i dagsläget inte är försurande. Bergmaterialet har dock ett underskott av neutraliserande kapacitet med NPR under 1 (0,62). Detta material bedöms vara syrabildande om den krossas och återanvänds. Notera att punkt 1 ligger utanför det område som kommer att schaktas.



Figur 3.4 Exempel på provtagning, provpunkt 1 med svavelhalt (totalhalt) på 2800 mg/kg TS, varav 2200 mg är sulfid, med pH ca 7,5 och NPR 0,62. Materialet är syrabildande.

Söder om sektion D: Provpunkt 9 har svavelhalt på ca 500 mg/kg TS, varav 300 mg/kg TS är sulfid. Materialets pasta pH är 8,3, har netto neutraliseringspotential och bedöms inte kunna orsaka försurning.

4. BEDÖMNING

4.1. Summerad bedömning av berg och jord

En kombinerad bedömning av bergmaterial utifrån kart-, berganalyser ger att området inte är påverkat av försurning. Bergmaterial i området runt hus 4 och området mellan hus 3 och 4 bedöms inte vara syraproducerande inom schaktområdet. Baserat på resultaten kan exempelvis punkterna 2, 3, 4, 5, 6, och 9 med sulfidhalter upp till ca 500 mg/kg TS hanteras utan risk för försurning. Punkterna 7 och 10 vid schaktområdet för hus 3 har sulfidhalter mellan 1100 – 9000 mg/kg TS, och bedöms utgöra möjlig risk för syrabildning baserat på NNR-värden som är när 1, dvs det finns risk för att bergmaterialet kan bli syraproducerande, se tabell 4.1.

Tabell 4.1 Bedömning utifrån materialets syrabildningspotential.

Provtagningspunkt	Bergart	S-tot, mg /kg TS	Sulfid, mg/kg TS	NPR (NP/AP)	Risk
Kv. Tåjärn 1	Pegmatit	2800	2200	0,62	<i>Materialet är syrabildande</i>
Kv. Tåjärn 2	#	200	i.a.	i.a.	Ingen risk för syrabildning
Kv. Tåjärn 3	#	300	i.a.	i.a.	Ingen risk för syrabildning
Kv. Tåjärn 4	#	300	i.a.	i.a.	Ingen risk för syrabildning
Kv. Tåjärn 5	#	900	500	3,52	Ingen risk för syrabildning
Kv. Tåjärn 6	#	500	400	5,20	Ingen risk för syrabildning
Kv. Tåjärn 7	#	9400	9000	1,16	<i>Möjlig risk för syrabildning</i>
Kv. Tåjärn 8	#	200	i.a.	i.a.	Ingen risk för syrabildning
Kv. Tåjärn 9	#	500	300	4,80	Ingen risk för syrabildning
Kv. Tåjärn 10	#	1400	1100	1,67	<i>Möjlig risk för syrabildning</i>

Sedimentådergneijs

Inget av de prov som togs har uppvisar pasta-pH värden < 7,5. Den summerade bedömningen är därför att bergmaterialet inte orsakar försurade förhållanden i grundvattnet i dagsläget och i denna del inte påverkar miljökvalitetsnormer för vatten, MKN, negativt. På motsvarande sätt bedöms framtida schaktbotten inte heller påverka miljökvalitetsnormer för vatten, MKN, negativt, förutsatt att sulfidhaltigt entreprenadberg inte används som konstruktionsmaterial i schaktområdet.

Sulfidjord bedöms inte kunna finnas ovanför grundvattenytan. Baserat på tidigare undersökningar i området bedömdes leran som lera (Le, dvs utan indikation på sulfidförekomst), dagens grundvattennivå, lerans ålder och lagertjocklek samt de lokala hydrologiska förhållandena med en förhållandevis permeabel morän som underlagrar leran, bedöms leran sakna försurande egenskaper.

5. HANTERING AV ENTREPRENADBERG FRÅN SCHAKTNINGEN

5.1. Förslag på analys och kontrollprogram

Syftet med att ta fram kontrollprogram är att bedöma risken för syrabildning för bergmaterialet som schaktas ut och för schaktbotten. Det ytliga bergmaterialet, om det är påverkat av vittring och oxidation, kan också ge indikation på hur bergmaterial under grundvattennivån kommer att bete sig på lång sikt efter att bergmaterialet har sprängts och schaktats ut. Målsättningen är att utifrån det förslagna kontrollprogrammet bedöma om:

- schaktbotten utgör risk för förurning,
- återanvändning av entreprenadberget är möjligt utan risk för framtida förurning,
- bedömning av material som behöver skyddsåtgärder alternativt behöver skickas till deponering.

Svavelhalt har kalibrerats mot bergart och NPR hos aktuellt bergmaterial, se tabell 4.1. Vid avtäckning av området (hus 3) tas bergprov som analyseras på svavelhalt som sedan jämförs med de för platsen framtagna halterna och förurningsrisken. Ytliga prov och borrhax på djupet kan användas för att analysera innehållet av svavel.

5.1.1. Val av analyser

Följande analyser föreslås i kontrollprogrammet:

1. Bergart: Bergmaterial beskrivs som sedimentgnejs (ojämnkornig), sedimentgnejs (finkornig), granit.
2. Analys av bergmaterialets innehåll av svavel. Här föreslås S-IR08, totalhalt av svavel i fasta material, bergarter (ALS-Globals analyspaket eller motsvarande).

Fältkontroll av entreprenadberget, där svavelhalt överstiger 1000 mg/kg kompletteras med pH-pasta och ABA analys.

5.2. Förslag på klassning av entreprenadberg

Bergmaterialet i kv. Tåjärnet har sulfidhalter mellan < 200 - 9 000 mg/kg TS, med en median svavelhalt på 500 mg/kg TS.

Med selektiv hantering av entreprenadberget, baserat på kontroll av svavelhalt som kopplas till NPR, kan fraktioner med förhöjda halter av svavel identifieras och hanteras separat. Förslaget för att entreprenadberget ska kunna användas i egna och andra byggprojekt är enligt följande:

Återanvändning av entreprenadberg utan restriktioner:

- Svavelhalt ≤ 300 mg/kg
- Svavelhalt 300 – 1 000 mg med NPR >3

Bergmaterial som inte klarar ovannämnda kriterier undersöks vidare för att hitta andra applikationer inom eller utom projektet, alternativt deponering.

Bergmaterial som undersöks vidare för eventuella skyddsåtgärder:

- Svavelhalt > 1 000 mg/kg undersöks med avseende på NPR.

5.3. Förslag på klassning av eventuell sulfidjord

Leror som bedöms som sulfidlera undersöks med avseende på svavel- och kalciumhalt om leran bedöms okulärt som aerobt påverkad sulfatjord (torrskorpelera) eller anaerob sulfidjord (vattenmättad). Sulfat-/Sulfidjordens pH undersöks direkt efter provtagning (utan att provet utsätts för vidare oxidation).

- Torrskorpelera med $\text{pH} > 6,3$, ej sulfidjord/sulfatjord
- Svavelhalt $< 1\,000\text{ mg/kg}$ inga restriktioner för användning ej sulfidjord/sulfatjord
- Svavelhalt $> 1\,000\text{ mg/kg}$ undersöks med avseende NNP och på pH enligt VV publikation 2007:100.

6. REFERENSER

Structor, 2018. PM Geoteknik – Markförhållanden och Grundläggning. Kv. Tåjärnet, Solberga, Stockholms stad. Nya bostäder. Rev 2019-10-01.

Structor, 2018. Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik. Kv. Tåjärnet, Solberga, Stockholms stad. Nya bostäder. Rev 2019-01-16

Trafikverket, 2015. Handbok för hantering av sulfidförande bergarter: Frogner-Kockum, P; Loorents, K-J; Lindgren, Å. Trafikverkets handbok för hantering av sulfidförande bergarter.

FUT 2020-0620, 2020-03-16, Masshantering - Hantering av risk för sulfidhaltiga bergmassor i utbyggnaden av tunnelbanan i Stockholm

VV publikation 2007:100. Råd och rekommendationer för hantering av sulfidjordsmassor.





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: ECOLOOP AB
STADSGÅRDEN 6
11645 STOCKHOLM

Page: 1
Total # Pages: 2 (A)
Plus Appendix Pages
Finalized Date: 3-JUN-2020
Account: COOPEL

QC CERTIFICATE PI20104862

Project: Kv Tåjärnet

This report is for 10 Rock samples submitted to our lab in Pitea, Sweden on 15-MAY-2020.

The following have access to data associated with this certificate:

JOSEF MACSIK

FREDRICK REGNELL

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
S-IR08	Total Sulphur (IR Spectroscopy)	LECO

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-May-2020 and the SSF/Request on 15-May-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: ECOLOOP AB
STADSGÅRDEN 6
11645 STOCKHOLM

Page: 2 - A
Total # Pages: 2 (A)
Plus Appendix Pages
Finalized Date: 3-JUN-2020
Account: COOPEL

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

Project: Kv Tåjärnet

QC CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20104862

Sample Description	Method Analyte Units LOD	S-IR08 S % 0.01
STANDARDS		
GGC-09		4.36
Target Range - Lower Bound		4.42
Upper Bound		4.76
GS915-3		0.21
Target Range - Lower Bound		0.17
Upper Bound		0.21
BLANKS		
BLANK		<0.01
BLANK		<0.01
Target Range - Lower Bound		<0.01
Upper Bound		0.02
DUPLICATES		
Kv Tåjärn 1		0.28
DUP		0.27
Target Range - Lower Bound		0.26
Upper Bound		0.29
Kv Tåjärn 5		0.09
DUP		0.09
Target Range - Lower Bound		0.08
Upper Bound		0.10
Kv Tåjärn 10		0.14
DUP		0.14
Target Range - Lower Bound		0.13
Upper Bound		0.15

Comments: Samples were received on 15-May-2020 and the SSF/Request on 15-May-2020.

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

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2020-12-22, Dnr 2016-16476



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

To: ECOLOOP AB
STADSGÅRDEN 6
11645 STOCKHOLM

Page: Appendix 1
Total # Appendix Pages: 1
Finalized Date: 3-JUN-2020
Account: COOPEL

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

Project: Kv Tåjärnet

QC CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20104862

CERTIFICATE COMMENTS

ACCREDITATION COMMENTS

Applies to Method:

The methods immediately below this line are ISO 17025:2005 Accredited. INAB Registration No: 173T
S-IR08



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-31

PUL-QC

SPL-22Y

WEI-21

Applies to Method:

Processed at ALS Loughrea located at Dublin Road, Loughrea, Co. Galway, Ireland.

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.

CERTIFICATE PI20117335

Project: Kv Tåjärnet

This report is for 6 Rock samples submitted to our lab in Pitea, Sweden on 4-JUN-2020.

The following have access to data associated with this certificate:

JOSEF MACSIK

FREDRICK REGNELL

To: ECOLOOP AB
STADSGÅRDEN 6
11645 STOCKHOLM

Page: 1
Total # Pages: 2 (A)
Plus Appendix Pages
Finalized Date: 19-JUN-2020
Account: COOPEL

SAMPLE PREPARATION

ALS CODE	DESCRIPTION
FND-02	Find Sample for Addn Analysis

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	
OA-ELE07	Paste pH	
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 *****

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: ECOLOOP AB
STADSGÅRDEN 6
11645 STOCKHOLM

Page: 2 - A
Total # Pages: 2 (A)
Plus Appendix Pages
Finalized Date: 19-JUN-2020
Account: COOPEL

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

Project: Kv Tåjärnet

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20117335

Sample Description	Method Analyte Units LOD	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	OA-ELE07 pH Unity
Kv Tåjärn 1		0.28	0.06	0.22	0.17	0.14	0.03	4	6.9	0.62	-3	7.5
Kv Tåjärn 5		0.09	0.04	0.05	0.11	0.13	<0.01	6	1.6	3.52	4	7.8
Kv Tåjärn 6		0.06	0.02	0.04	0.14	0.11	0.03	7	1.3	5.20	5	8.2
Kv Tåjärn 7		0.95	0.05	0.90	0.03	0.02	0.01	33	28.1	1.16	4	8.3
Kv Tåjärn 9		0.04	0.01	0.03	0.11	0.13	<0.01	5	0.9	4.80	4	8.3
Kv Tåjärn 10		0.14	0.03	0.11	0.10	0.10	<0.01	6	3.4	1.67	2	8.5



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

To: ECOLOOP AB
STADSGÅRDEN 6
11645 STOCKHOLM

Page: Appendix 1
Total # Appendix Pages: 1
Finalized Date: 19-JUN-2020
Account: COOPEL

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

Project: Kv Tåjärnet

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI20117335

CERTIFICATE COMMENTS

ANALYTICAL COMMENTS

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 S-IR08



LABORATORY ADDRESSES

Applies to Method: Processed at ALS Loughrea located at Dublin Road, Loughrea, Co. Galway, Ireland.
C-CAL04 C-IR06 C-IR07 FND-02
OA-ELE07 OA-VOL08EU S-CAL19 S-ICP19
S-IR08