

# AVFALLSHANTERINGSPLAN

Botnia Exploration AB

## Vindelgransele gruvor, tillståndsansökan

Luleå/Kiruna

# Vindelgransele gruvor, tillståndsansökan

## AVFALLSHANTERINGSPLAN

Datum	2018-08-08
Uppdragsnummer	1320020893
Utgåva/Status	Version 1

Björn Winnerstam

Uppdragsledare

Klas Strömberg

Peter Ögren

Handläggare

Christian Maurice

Granskare

## Innehållsförteckning

1.	Bakgrund .....	1
2.	Inledning .....	2
3.	Verksamhetsbeskrivning.....	3
3.1	Administrativa uppgifter .....	3
3.2	Lokalisering Gruvområdet .....	3
3.3	Skyddade områden, planförhållanden och andra värden.....	4
3.3.1	Skyddade områden.....	4
3.3.2	Planförhållanden .....	5
3.3.3	Miljö kvalitetsnormer .....	5
3.3.4	Naturvärden .....	5
3.3.5	Rennäring .....	5
3.3.6	Övriga värden.....	5
3.4	Gällande beslut och tillstånd.....	6
3.4.1	Bearbetningskoncession .....	6
3.4.2	Tillstånd provbrytning .....	6
3.5	Koordinatsystem och höjdsystem .....	6
3.6	Övergripande beskrivning av planerad verksamhet.....	6
3.6.1	Brytning och tillhörande verksamhet.....	6
3.6.2	Anrikning .....	8
4.	Lokalisering förutsättningar.....	10
4.1	Inledning .....	10
4.2	Lämplighet avseende geologi och hydrogeologi.....	10
4.2.1	Fäbodtjärn .....	10
4.2.2	Vargbäcken .....	12
4.3	Lämplighet avseende sättningar och stabilitet .....	14
4.3.1	Gråberg .....	14
4.3.2	Anrikningssand .....	14
4.4	Lämplighet avseende erosion och damning .....	15
4.4.1	Gråberg .....	15
4.4.2	Anrikningssand .....	15
4.5	Lämplighet avseende kultur-, och naturvärden samt skyddade områden.....	15
5.	Beskrivning av avfallens fysikaliska och kemiska egenskaper .....	16
5.1	Mineraliseringarna/fyndigheterna .....	16
5.1.1	Fäbodtjärn .....	16

5.1.2	Vargbäcken .....	19
5.2	Utförda borrhningsarbeten, provbrytning och anrikningsförsök.....	22
5.2.1	Fäbodtjärn .....	22
5.2.2	Vargbäcken .....	23
5.3	Datainsamling och provtagningsprogram för tester.....	25
5.3.1	Gråberg .....	27
5.3.2	Anrikningssand .....	28
5.3.3	Buffrande tillsats anrikning.....	29
5.4	Fysikaliska egenskaper.....	29
5.4.1	Gråberg .....	29
5.4.2	Anrikningssand .....	30
5.5	Geokemiska egenskaper .....	31
5.5.1	Inledning .....	31
5.5.2	Totala halter spårämnen.....	32
5.5.3	Syrbildande- och nettobuffrande egenskaper, svavel-specifiering och fördelning sulfidmineraler.....	50
5.5.4	Statiskt lakttest.....	58
5.5.5	Fuktkammarförsök .....	62
5.5.6	Vattenfas .....	74
5.5.7	Avbaningsmassor .....	74
5.5.8	Torv.....	76
5.6	Klassificering av avfall.....	76
5.7	Klassificering inert utvinningsavfall.....	77
5.7.1	Gråberg .....	78
5.7.2	Anrikningssand .....	78
5.8	Karakterisering och särhållning under drift.....	79
5.8.1	Allmänt.....	79
5.8.2	Gråberg .....	79
5.8.3	Anrikningssand .....	81
6.	Uppgifter om totala mängder utvinningsavfall.....	82
6.1	Gråberg.....	82
6.1.1	Fäbodtjärn .....	82
6.1.2	Vargbäcken .....	82
6.2	Anrikningssand .....	83
6.3	Övrigt avfall vid utvinning.....	83
7.	Redogörelse för kemiska ämnen .....	84



7.1	Gruvbrytning - Sprängämnen .....	84
7.2	Anrikning och process .....	85
7.2.1	Flotation .....	85
7.2.2	Avvattning - förtjockning och filterpress .....	86
7.2.3	Buffrande medel.....	87
7.3	Övrigt.....	87
8.	Metoder och strategi för bortskaffande .....	88
8.1	Allmänt.....	88
8.2	Gråberg.....	88
8.2.1	Fäbodtjärn .....	88
8.2.2	Vargbäcken.....	92
8.3	Anrikningssand .....	94
8.3.1	Strategier för bortskaffande .....	94
8.3.2	Utformning av sandupplag och bortskaffande .....	95
8.4	Morän och torv .....	99
8.5	Transport av avfall.....	101
8.6	Konsekvensbegränsande åtgärder .....	101
8.6.1	Förebyggande av uppkomst av utvinningsavfall och avfallets skadlighet.....	101
8.6.2	Återvinning .....	101
8.6.3	Återfyllning av gruva eller annan hålighet.....	102
8.6.4	Sammanblandning.....	102
8.7	Övervakning och kontroller .....	103
9.	Vattenhantering och vattenbalans.....	104
9.1	Fäbodtjärn .....	104
9.2	Vargbäcken.....	105
9.3	Vattenbalans .....	106
10.	Efterbehandling.....	108
10.1	Generellt för efterbehandling.....	108
10.2	Efterbehandling av dagbrott .....	109
10.2.1	Fäbodtjärn .....	109
10.2.2	Vargbäcken.....	109
10.3	Efterbehandling av gråbergs- och sandupplag .....	110
10.3.1	Fäbodtjärn .....	110
10.3.2	Vargbäcken.....	110
10.4	Uppställningsytor, vägar, bassänger och diken .....	111
10.5	Malmupplag (plan för malmupplag) .....	112

10.6	Torv- och moränupplag .....	113
10.6.1	Efterbehandling upplagsplatser .....	113
10.6.2	Massbalans .....	113
10.7	Successiv efterbehandling.....	115
10.8	Kontroll och övervakning .....	115
11.	Bedömning av riskanläggning .....	116
11.1	Inledning .....	116
11.2	Klassificering avseende olyckor .....	116
11.2.1	Strukturell integritet - Olyckor med ras, sättningar och liknande.....	116
11.2.2	Klassificering med avseende på felaktig drift .....	117
11.2.3	Anrikningssand .....	118
11.3	Klassificering avseende farligt avfall.....	119
11.4	Klassificering avseende vattenfas och farliga substanser och ämnen.....	119
11.5	Sammantagen klassificering .....	119
12.	Hur verksamheten följer 22, 51-56, 67-71 och 74 §§ i SFS 2013:319 .....	120
12.1	22 § Allmänna principer.....	120
12.2	51-54 §§ Bedömning om riskanläggning.....	121
12.3	Lokalisering och utformning av en utvinningsavfalls-anläggning (55-56 §§).....	121
12.4	Driften av en utvinningsavfallsanläggning (67 §, 68 § och 70 §).....	121
12.5	Stängning av en utvinningsavfallsanläggning (71 §) .....	121
13.	Referenser .....	122

## Bilagor

D.1 Resultat fuktkammarförsök, diagram.

## 1. Bakgrund

Botnia Exploration (nedan bolaget) planerar att driva två mindre guldgruvor i Lycksele kommun, Västerbottens län, med brytning av malm under och ovan jord. Den planerade verksamheten omfattar även ett anrikningsverk vid Vargbäckengruvan, där malm från de två fyndigheterna kan komma att upparbetas. Malm från fyndigheterna kan även komma att transporteras direkt till extern anläggning/mottagare. Planerad verksamhet kommer att generera restprodukter (utvinningsavfall) i form av framförallt gråberg och anrikningssand. Därmed blir förordningen om utvinningsavfall (SFS 2013:319) tillämplig.

## 2. Inledning

Den verksamhetsutövare som omfattas av förordningen om utvinningsavfall (SFS 2013:319) och ansöker om ett sådant tillstånd som avses i 9 eller 11 kap. miljöbalken ska i samband med ansökan informera tillståndsmyndigheten om innehållet i den avfallshanteringsplan som krävs enligt förordningen (SFS 2013:319, 64 §). Som en del av ansökan har därför denna avfallshanteringsplan upprättats. Avfallshanteringsplanen utgör Bilaga D till ansökan.

En avfallshanteringsplan beskriver hur den planerade verksamheten vidtar avfallsförebyggande åtgärder, återvinner, bortskaffar eller på annat sätt fysiskt hanterar utvinningsavfall samt hanterar faror för och konsekvenser av olyckor så att en hållbar utveckling främjas. Planen beskriver också verksamhetens risker för och konsekvenser av olyckor kopplade till avfallet, så att dessa kan hanteras genom försiktighetsmått och skyddsåtgärder.

Vad avfallshanteringsplanen skall omfatta beskrivs i 24 - 26 § (SFS 2013:319). Avfallshanteringsplanen ska i korthet beskriva innehållet i det avfall som kan uppstå, dess egenskaper, liksom de förändringar som avfallet kan genomgå när dess volym förstoras och det utsätts för olika förhållanden ovan eller under jord. Avfallshanteringsplanen beskriver hur en verksamhet ska minimera, behandla, återvinna och bortskaffa utvinningsavfall och hantera risker för olyckshändelser.

Vid utformning av planerad verksamhet samt åtgärder för hantering och bortskaffande av det utvinningsavfall som uppkommer, har EU:s referensvägledningar (BREF MTWR 2009 och BREF MWEI 2017) gällande bästa teknologi tillämpats där relevant.

Avfallshanteringsplanen ses fortlöpande över och hålls uppdaterad. Det ska ske minst vart femte år, eller så snart det finns anledning till det.

### 3. Verksamhetsbeskrivning

#### 3.1 Administrativa uppgifter

Verksamhetsutövare	
	Botnia Exploration AB
Organisationsnummer	556721-7954
Kontaktperson	Bengt Ljung
Telefon	070-543 16 05
Ombud i kommande tillståndsprövning	Advokat Magnus Fröberg Fröberg & Lundholm Advokatbyrå

Administrativa uppgifter	
Kommun	Lycksele kommun
Tillsynsmyndighet	Länsstyrelsen Västerbottens län

#### 3.2 Lokalisering Gruvområdet

Botnia Exploration AB, nedan förkortat bolaget, bedriver för närvarande prospektering av ett mineralrikt område i Lycksele kommun, Västerbottens län. Området är belägna ca 17 mil nordväst om Umeå, 1,5 mil väster om Kristineberg och 2,5 mil sydost om Malå, se figur 1.

Fäbodtjärn ligger ca 2 km sydväst om Vindelälven i utkanten av ett myrområde. Väg 1003 passeras ca 300 m från gruvområdet. Vargbäcken ligger ca 1,5 km nordöst om Vindelälven på sluttningen till berget Granselliden. Utmed Vindelälven passerar väg 363.

Den planerade gruvverksamheten ligger inom avrinningsområdet för Vindelälven. Fäbodtjärn ligger i övre delen av avrinningsområdet för bäcken Kvarnbäcken som rinner ut i Vindelälven. Vargbäckenfyndigheten ligger i övre delen av avrinningsområdet för bäcken Vargbäcken som också den rinner ut i Vindelälven.

Fyndigheterna ligger i ett område med historisk och pågående gruvdrift, exempelvis ligger Kristinebergsgruvan cirka 15 km sydost om de planerade guldgruvorna.



Figur 1. Fyndigheternas lokaliseringar på ömse sidor om Vindelälven.

### 3.3 Skyddade områden, planförhållanden och andra värden

#### 3.3.1 Skyddade områden

Natura 2000 är ett nätverk inom EU för bevarandet av den biologiska mångfalden genom att hindra utrotandet av skyddsvärda arter och livsmiljöer listade i det så kallade fågeldirektivet (EU direktiv 2009/147/EG) och art- och habitatdirektivet (EU direktiv 92/43/EEG). Intrång i dessa områden får inte strida mot syftet med skyddet. Vindelälven med biflöden utgör ett Natura 2000-område.

Vindelälven tillhör även en av de fyra nationalälvarna i Sverige och är enligt 4 kapitlet 6§ miljöbalken riksintresse för vattendrag och skyddad mot framtida vattenregleringar eller vattenöverledningar för kraftändamål.

Längs med Vindelälven finns områden av riksintresse för naturvård, kulturmiljövård och friluftsliv.

### 3.3.2 Planförhållanden

De planerade anläggningarna ligger inte inom detaljplanerat område och är förhållandevis långt från bebyggelse. Lycksele kommuns senaste översiktsplan är antagen juli 2006 och revidering av planen påbörjades under våren 2016. De planerade anläggningarna ligger inte inom områden som särskilt beskrivs i översiktsplanen.

### 3.3.3 Miljökvalitetsnormer

Vindelälven är en vattenförekomst och därmed gäller försämringsförbudet enligt (HaV, 2013). Genomgång av påverkan av kvalitetsfaktorer görs i Bilaga C.3 till ansökan, med konstaterande att miljökvalitetsnormerna för vattenförekomsten inte kommer att överskridas.

Den östra stranden vid Vindelgransele och både västra och östra stranden ytterligare norrut är en grundvattenförekomst med benämningen SE722540-161710. Genomgång av påverkan på grundvattenförekomsten har gjorts i Bilaga C.4, med konstaterande att planerad verksamhet inte kommer att medföra påverkan på kemisk eller kvantitativ grundvattenstatus.

Miljökvalitetsnormer finns även för luft. Dessa syftar till att skydda människans hälsa. Skyddsåtgärder i form av damningsbegränsande åtgärder kommer att vidtas vid avfallsanläggningarna samt vid behov vid transporter av bergmaterial. Skyddsåtgärderna begränsar damning och innehåll av partiklar i luften och verksamheten bedöms inte medföra överskridande av miljökvalitetsnormerna.

### 3.3.4 Naturvärden

Anläggningar för avfall har i stort sett lokaliserats utanför områden med höga naturvärden. I den östra delen av sandupplaget finns ett område med äldre delvis grovstammig skog. Området bedömdes ha Högt naturvärde (naturvärdesklass 2). I utkanten av naturvärdet finns även en sälk med doftticka som ligger nära sandupplaget och ett avskärande dike. Dofttickan och större delen av naturvärdet kan undvikas och påverkan från sandupplaget på naturområdet bedöms som liten.

### 3.3.5 Rennäring

Renskötsel i området bedrivs av Gran, Malå samt Rans samebyar. Svaipa sameby har flytträtt i området och betesrätt endast i samband med flyttning. För att beskriva rennäringen i området samt analysera de konsekvenser som verksamheten medför har rennäringanalyser utförts för Grans, Malå och Rans samebyar, vilket beskrivs i MKB, Bilaga C till ansökan.

### 3.3.6 Övriga värden

För påverkan på övriga värden kopplat till avfallsanläggningarna hänvisas till MKB, Bilaga C till ansökan.

### 3.4 Gällande beslut och tillstånd

#### 3.4.1 Bearbetningskoncession

Bolaget har av Bergmästaren beviljats bearbetningskoncession enligt Minerallagen (SFS 1991:45) för fyndigheten i Vargbäcken (nordost om Vindelgransele) och i Fäbodtjärn (sydväst om Vindelgransele). För Vargbäcken (Vargbäcken K nr 1) beviljades bearbetningskoncession 2003 och för Fäbodtjärn (Fäbodtjärn K nr 1) erhöll bolaget bearbetningskoncession september 2016.

#### 3.4.2 Tillstånd provbrytning

För Vargbäcken erhöles tillstånd till provbrytning om 65 000 ton malm och gråberg år 2011. Provbrytning av 15 000 ton utfördes 2011.

För Fäbodtjärn erhöles tillstånd till provbrytning om 25 000 ton malm och gråberg 2015. Provbrytning av 2 000 ton malm och 15 000 ton gråberg och malm utfördes 2017.

### 3.5 Koordinatsystem och höjdsystem

Som koordinatsystem gäller rikets koordinatsystem projektion Sweref 99 TM. Som höjdsystem gäller rikets höjdsystem RH 2000.

### 3.6 Övergripande beskrivning av planerad verksamhet

#### 3.6.1 Brytning och tillhörande verksamhet

Vid Fäbodtjärn avses malmen att brytas i en underjordsgruva. I anslutning till gruvan kommer ett malmupplag, gråbergsupplag och mellanlager för gråberg att anläggas (se figur 2). Gråberg på mellanlagret används för återfyllning av gruvan). Övrig infrastruktur omfattar servicebyggnader och anläggningar för vattenhantering. Malmen som bryts transporteras med lastbil från Fäbodtjärn till Vargbäcken för anrikning eller direkt till extern mottagare. Brytning vid Fäbodtjärn planeras att ske året runt. Brytningen beräknas att pågå under ca 4-6 år.





Figur 2. Översikt planerad verksamhet Fäbodtjärn.

Vid Vargbäcken kommer malmen att brytas i ett dagbrott (se figur 3), som en utökning av befintligt område där provbrytning utförts. Underjordsbrytning av begränsade delar kan också bli aktuellt. Upplag för malm och inre gråberg (ofyndigt material som sorteras bort från malmen efter krossning) kommer att anläggas i anslutning till dagbrottet. Malmen upparbetas i anrikningsverket eller transporteras direkt till extern mottagare. Brytning vid Vargbäcken planeras i nuläget ske under sommarhalvåret, ca 7 månader från april till oktober. Brytningen beräknas att pågå under ca 4-7 år.

Övrig infrastruktur omfattar huvudsakligen vägar (nya och upprustning av befintliga), uppsamlade och avskärande diken, vattenledningar och klarningsbassäng för vattenhantering, ytor för uppställning samt servicebyggnader.



Figur 3. Översikt planerad verksamhet Vargbäcken.

### 3.6.2 Anrikning

Ett anrikningsverk planeras att anläggas i anslutning till dagbrottet i Vargbäcken för upparbetning av malmen från både Fäbodtjärn och Vargbäcken. Anrikningsverket blir en enklare byggnad, exempelvis bestående av containers eller tält på betongplatta.

I anslutning till anrikningsverket sker krossning och siktning. Malmen från Vargbäcken planeras även att försorteras (sovras) i ett s.k. lasersorteringsverk för att reducera inblandning av ofyndigt berg. Även mindre delar av malmen från Fäbodtjärn kan komma att försorteras.

Anrikningsprocessen utgörs av malning och gravimetrisk upparbetning i flera steg där ett gravimetriskt guldkoncentrat produceras. Mellanprodukten från den gravimetriska anrikningen av malm från Fäbodtjärn genomgår även flotation varvid ytterligare guld kan utvinnas (flotationskoncentrat) och innehållet av

sulfider i anrikningssanden reduceras. De producerade guldprodukterna avvattnas och transporteras sedan med lastbil till kund.

Restprodukten från anrikningsverket, så kallad anrikningssand, avvattnas i anrikningsverket i förtjockare och filterpress till ett lågt innehåll av vatten. Till den förtjockade anrikningssanden från Fäbodtjärn tillsätts flygaska eller material med motsvarande egenskaper, nedan förkortat flygaska, för att öka sandens buffrande kapacitet. Anrikningssanden transporteras med dumpers och bortskaffas på ett sandupplag beläget ca 700 meter från anrikningsverket.

## 4. Lokalisering förutsättningar

### 4.1 Inledning

Enligt 55 § ska platsen för en avfallsanläggning vara lämplig med hänsyn till ett antal aspekter vilka innefattar:

- de geologiska, hydrologiska, seismiska, geotekniska och hydrogeologiska förhållandena på och omkring platsen samt till faran för översvämningar, sättningar, jordskred, snöskred och erosion,
- förekomsten av grundvatten, ytvatten och kustvatten, och
- skyddet av kultur- och naturvärden samt förekomsten av skyddade områden.

Alternativa lokaliseringar för gråbergssupplagen och sandupplaget återfinns i MKB, Bilaga C till ansökan.

Strategin för hantering och bortskaffande av det utvinningsavfall som uppkommer vid gruvproduktionen är att lagra och bortskaffa utvinningsavfallet på ett sätt som i alla avseenden ger en långtidsstabil upplag, såväl under produktionsfasen som efter avslutad drift, utan risk för uttransport av lakvatten med oönskad sammansättning.

En viktig faktor vid lokaliseringen av upplagen är att placera dem så nära gruvan som möjligt för att hålla transportkostnader och bränsleförbrukning på en så låg nivå som möjligt.

Vid Fäbodtjärn är gråbergssupplaget för diorit beläget 300 m norr om fyndigheten och rampen (se figur 2). Mellanlagret för metasediment är placerat i anslutning till gråbergssupplaget för diorit. Vid Vargbäcken är gråbergssupplaget beläget strax norr om dagbrottet och sandupplaget ca 700 nordost om anrikningsverket (se figur 3).

### 4.2 Lämplighet avseende geologi och hydrogeologi

#### 4.2.1 Fäbodtjärn

Området för mellanlager och gråbergssupplag är beläget i yttre delen av ett utdikad myrområde öster om Lill-Fäbodtjärn (Figur 4). Norra och östra delen av upplaget för diorit utgörs av en brantare sluttning in mot myrområdet (Figur 5). Myren utgör utströmningsområde med ytligt liggande grundvattennivå (ca 0,5-1 m under markytan). Vid sluttningarna ligger grundvattenytan något lägre med gradient mot myren. Grundvattenytan kommer att kvarstå eller höjas något efter bortskaffandet påbörjas. Det innebär ett huvudsakligen lateralt flöde hos grundvattnet och med en liten vertikal infiltration till underliggande berg. Under drift och under den inledande delen av efterbehandlingsfasen, innan gruvan vattenfyllets, kan grundvattenbildningen, till djupare delar av markprofilen öka till

följd av gruvans dränerande inverkan. Grundvattenflödet i berg sker då i huvudsak i riktning mot gruvan. Området avrinner naturligt huvudsakligen mot diket direkt väster om mellanlagret, som är en del av det dikessystem som utgör översta delen av Kvarnbäcken.

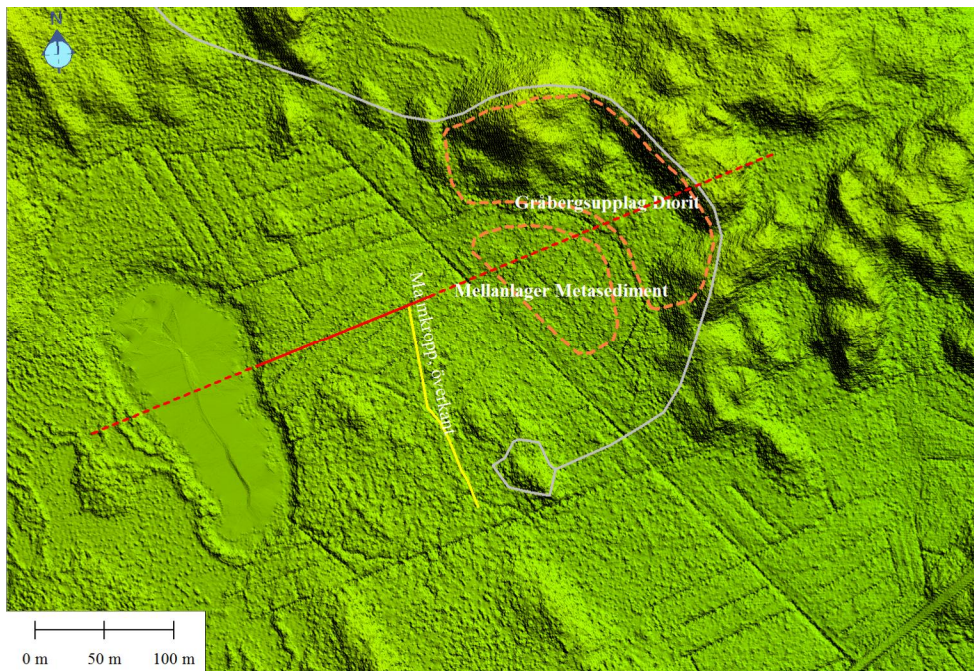


Figur 4. Ortofoto med lokalisering gråbergssupplag diorit, mellanlager metasediment och läge i förhållande till kvartsgångens/malmkroppens överkant.

Torvens mäktighet i de yttre delarna av myrområdet uppgår till ca 1 m och underlagras av ett moränlager med en mäktighet på 3-4 meter, något mindre vid bergslutningar, enligt utförda geotekniska undersökningar. Under moränen ligger berggrunden. Jordlagren kan klassas som sandig, grusig, siltig morän (sagrsiTi) till sandig, grusig silt (sagrSi). Den hydrauliska konduktiviteten uppgår i genomsnitt till ca  $3 \cdot 10^{-5}$  m/s enligt utförda tester i fält och på lab.

Vinkelrät mot norra delen av kvartsgång löper en lokal förkastning (figur 5) som skär av kvartsgången. Förkastningens utbredning är inte känd mer än från ca 100 m väster om kvartsgången och fram till denna, utgående från var prospekteringsborrning har utförts. Förkastningens inverkan på den regionala grundvattenströmningen i berggrunden är sannolikt begränsad (se Bilaga C.4.1 PM Hydrogeologi för vidare detaljer). Eftersom avrinningen från markytan i hög grad sker ytligt och lateralt har den sammantaget därför liten betydelse för eventuellt transport med grundvattnet av ämnen som lakar från gråbergssupplaget.





Figur 5. Topografisk karta med lokalisering gråbergssupplag diorit, mellanlager metasediment samt lokal förkastning (heldrag röd linje = konstaterad, streckad röd linje = tolkad fortsättning) och läge i förhållande till kvartsgångens/malmkroppens överkant i gult.

Sammantaget bedöms de geologiska och hydrogeologiska förhållandena för området överlag som goda.

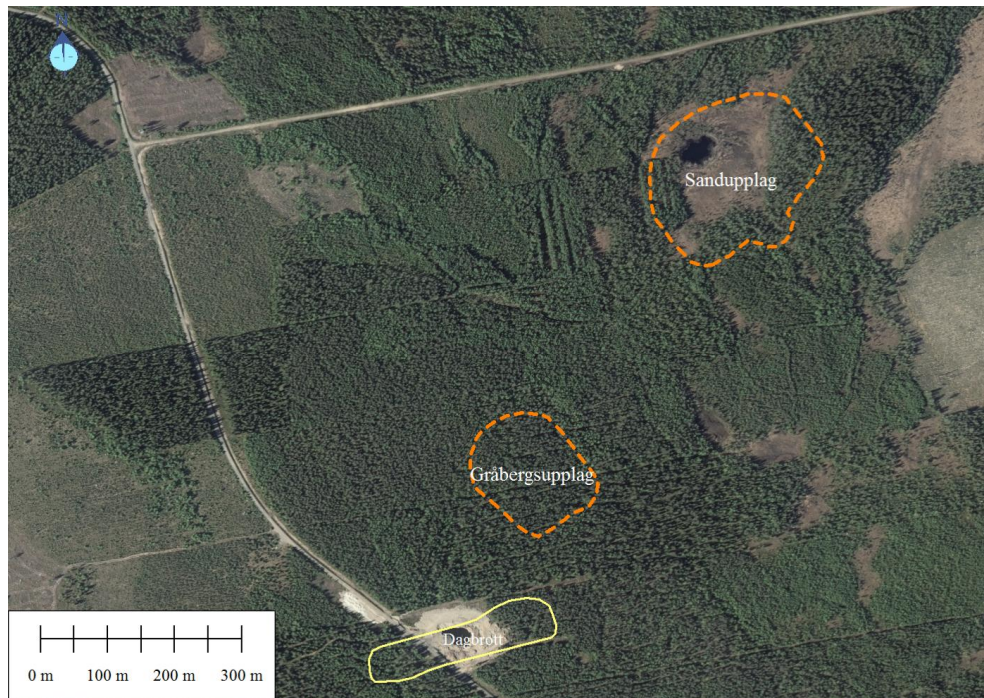
#### 4.2.2 Vargbäcken

Gråbergets egenskaper (se vidare avsnitt 5.5) medför att lokal geologi och hydrogeologi inte är lika viktiga faktorer vid val av plats för upplaget. En redogörelse av de faktiska förhållandena följer.

Området vid gråbergssupplag vid Vargbäcken utgörs av tall-/granskog med morän, se figur 6. Marken sluttar ca 5 % och avrinner mot norr ut mot de övre delarna av Vargbäcken. Mäktigheten hos moränen är ca 1,5 m och moränen överlagrar direkt berggrunden enligt utförda geotekniska undersökningar. Grundvattenytan ligger 1,5-2 meter eller mer under markytan, i moränen eller övre delen av berggrunden. Huvuddelen av avrinningen sker i form av grundvattenflöde.

Sandupplaget är huvudsakligen beläget i myrområdet Vilmyran sluttning mot det uppströms liggande skogsområdet (figur 7). Myrområdet utgör ett utströmningsområde med ytligt liggande grundvattennivå i nivå med markytan (något lägre vid sluttningarna). I mitten av myrområdet finns en liten grund tjärn, ca 1,3 m djup. Förutsättningarna innebär en huvudsakligen lateral avrinning av grundvatten i området, med en försumbar vertikal infiltration till underliggande morän och berg. Myren avvattnas norr ut mot de övre delarna av Vargbäcken.

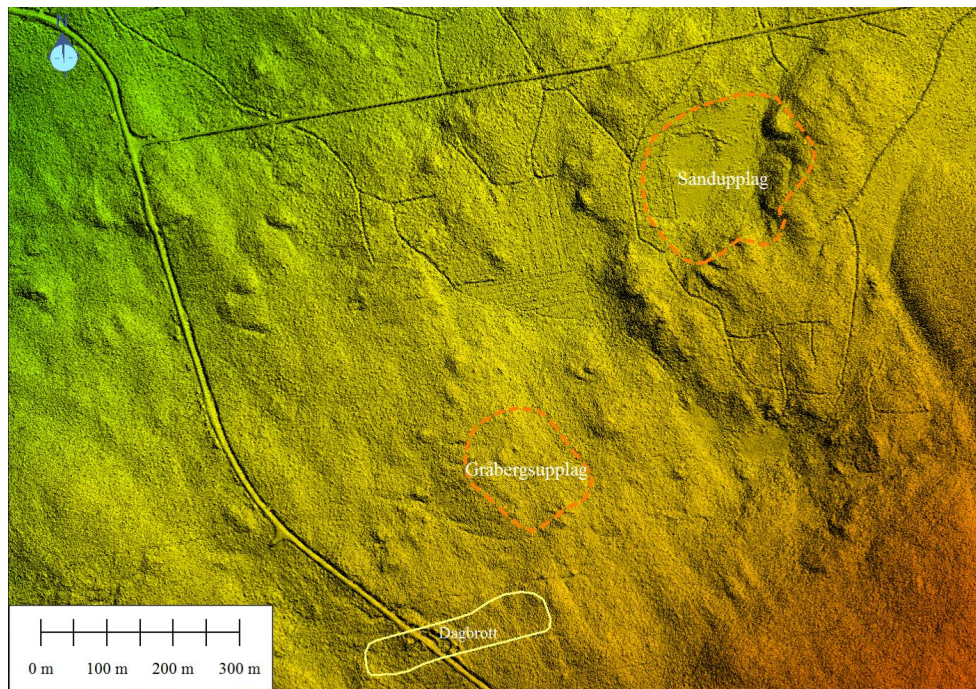
Mäktigheten hos torven uppgår till ca 3 meter. Den övre delen (ca 0,5 m) är mer fibrös och den undre med en högre grad av humifiering. Mäktigheten hos underliggande moränlager uppgår till som i övriga delar av området till ca 1,5 m.



Figur 6. Ortofoto med lokalisering gråbergsupplag och sandupplag samt läge i förhållande till planerat dagbrott.

Områdets karaktär med riklig torvförekomst, ytligt grundvatten och ringa infiltration till djupare jordlager och berg ger gör det väl lämpat för planerat sandupplag, ex. med hänsyn till möjligheten att samla upp och kontrollera lakvatten. En ytterligare fördel är att torv har en mycket god förmåga att fastlägga metaller och joner.





Figur 7. Topografisk karta med lokalisering gråbergsupplag och sandupplag samt läge i förhållande till planerat dagbrott.

### 4.3 Lämplighet avseende sättningar och stabilitet

#### 4.3.1 Gråberg

Risken för sättningar hos bortskaffat gråberg på upplag är av erfarenhet liten, framför allt med hänsyn till det stora innehållet av större stenar. Vid Fäbodtjärn är torvmäktigheten ur sättningssynvinkel liten och torven kommer att konsolideras ett par decimeter initialt, när det första lagret gråberg placeras. Risk för större sättningar kan uteslutas. Slutsatsen är att stabiliteten är god och att det inte kommer att uppkomma några problem med sättningar i upplaget vare sig på kort eller på lång sikt.

Den seismiska aktiviteten i området är låg och inga risker kopplade till detta föreligger därför.

#### 4.3.2 Anrikningssand

Bortskaffande av anrikningssand på torv är i sig inget nytt. Exempelvis har Boliden använt metoden för gråberg och anrikningssand i Aitik sedan 1968 och används även som alternativ undergrund för två nya sandmagasin i Finland (Kevitsa och Laivakangas/Raahe). När anrikningssand placeras på ett naturligt förekommande torvlager kommer detta att sakta att konsolideras (från ett par meter till mindre än en meter) i takt med att större last påförs. Den snabbaste konsolideringen erhålls initialt då det lagret av sand (några meters tjocklek) påförs. Efter detta går konsolideringen betydligt långsammare vilket också innebär att torven då blir allt



mer stabil. Om mindre sättningar uppkommer är det i så fall under den initiala fasen av bortskaffandet då sanden inte byggt upp mer än några meters mäktighet. Sättningarna är långsamma och medför enbart att det bildas sprickor i sandens överyta. När ny sand påförs i nästa pall kommer initiala sättningar att utjämnas och således försvinna på sikt och när upplaget når sin maximala storlek.

#### 4.4 Lämplighet avseende erosion och damning

##### 4.4.1 Gråberg

Erosion både genom vind och vatten hos bortskaffat gråberg är mycket liten. Detta beror på gråbergets sammansättning med stort innehåll större sten.

Damning kan förekomma från det bortskaffade gråberget vid ogynnsamma vindar, framför allt från vägar och upplagets överyta där trafikering sker och mer finmaterial ansamlas. Beredskap för bevattning vid torr väderlek och blåst kommer att finnas för att reducera risken för dammspridning.

##### 4.4.2 Anrikningssand

Anrikningssanden kommer att bortskaffas fast, med en fastgodshalt på ca 85 vikt-% (motsvarande naturfuktig sand), vilket innebär att sanden inte dränerar något vatten i sig när den läggs på upplaget. Risken för damning och erosion minskar även generellt jämfört med konventionell våt metod för bortskaffande då segregering av de finaste partiklarna på ytan minskar. Däremot kommer ytan på upplaget att torka snabbare särskilt sommartid och under senhösten då sanden frystorkar i ytskiktet, eftersom sanden är torrare i sig, vilket innebär att förekomst av damningsepisoder inte kan uteslutas.

Beredskap för bevattning vid torr väderlek och blåst kommer att finnas för att reducera risken för betydande dammspridning.

#### 4.5 Lämplighet avseende kultur-, och naturvärden samt skyddade områden

Avfallsanläggningarna ligger i stort sett utanför områden med höga natur- och kulturvärden. Anpassningar har gjorts så att höga värden till stor del kan bevaras.

Verksamheten kommer inte att medföra att miljö kvalitetsnormer i Vindelälven överskrids. Inte heller kommer miljö kvalitetsnormer för luft eller grundvatten att överskridas.

Vattnet i Vargbäcken och Kvarnbäcken har idag förhöjda halter av bland annat arsenik. Verksamheten innebär att halter av vissa metaller i bäckarna kommer att öka. Ökningen innebär dock ingen påverkan på de arter som ska skyddas i Natura 2000 området (se vidare Bilaga C3 till MKB).

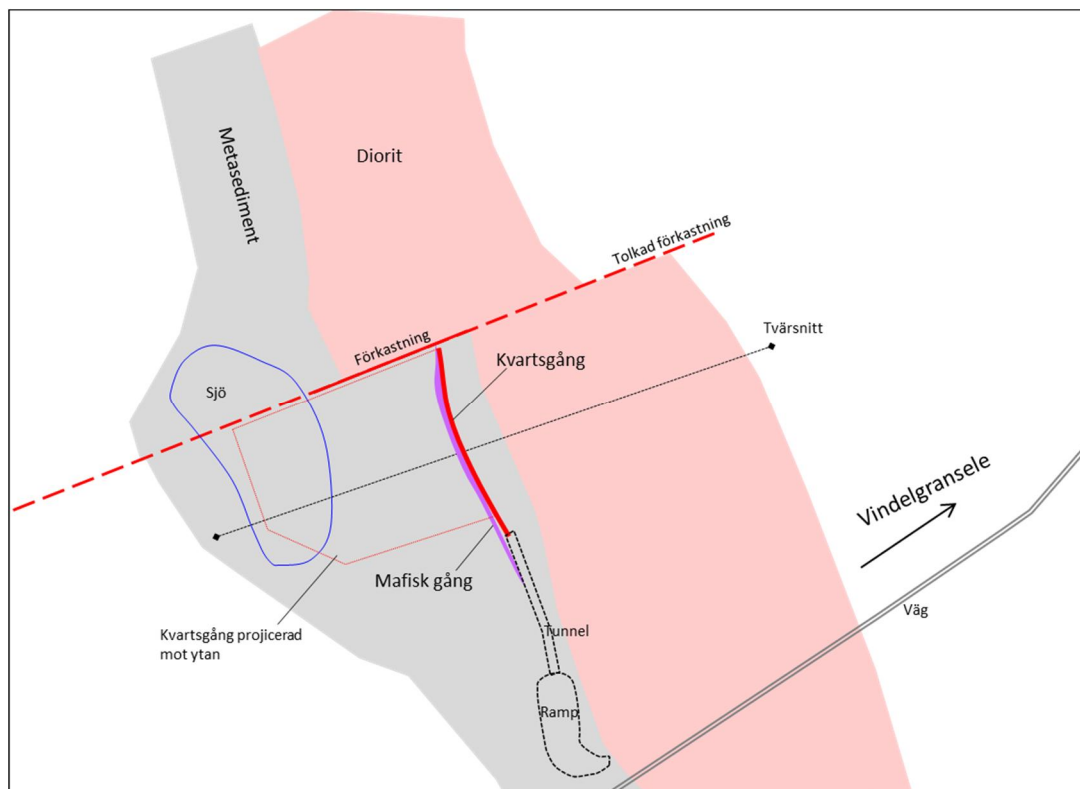
## 5. Beskrivning av avfallens fysikaliska och kemiska egenskaper

### 5.1 Mineraliseringarna/fyndigheterna

#### 5.1.1 Fäbodtjärn

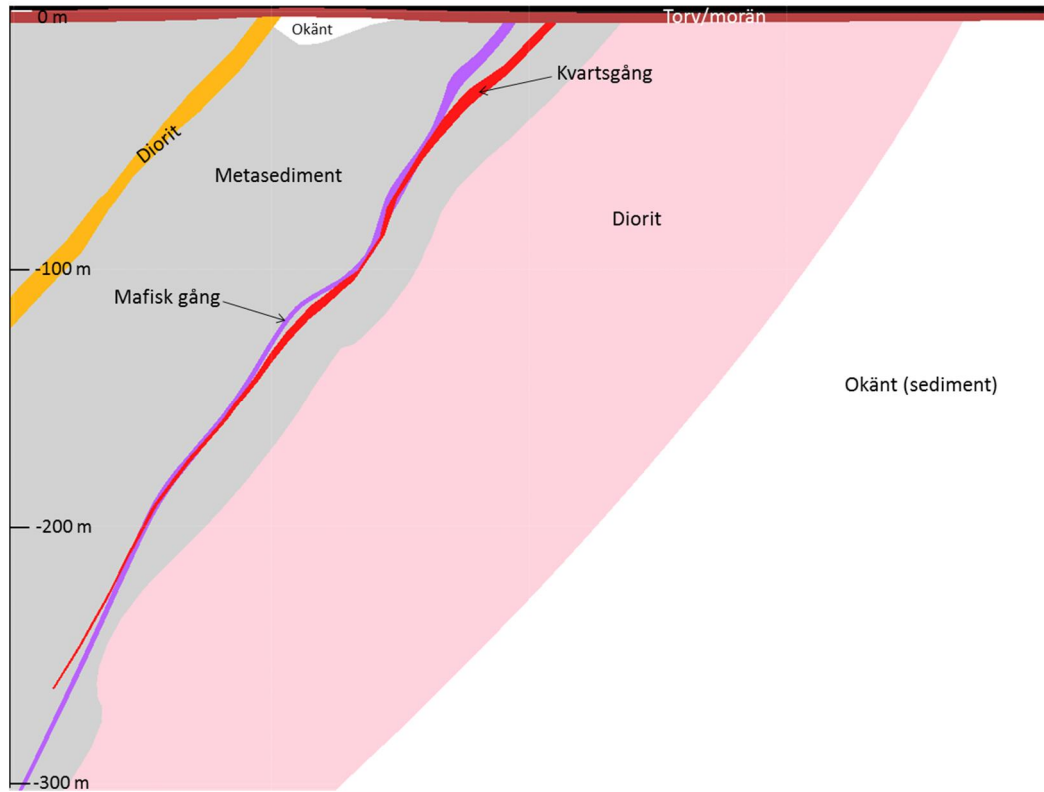
I Fäbodtjärnsfyndigheten förekommer guldet i en större kvartsgång bildad i metasediment (gråvacka), se planvy figur 8. Kvartsgången är cirka 180 m lång och har ett vertikaldjup på cirka 260 m och stupar mellan 55-70 grader, vilket innebär att den är cirka 320 m längs med stupningsriktningen. Snittmäktigheten uppgår till ca 1,5 m, med en variation på mellan ca 0,5 m till ca 4 m. Kvartsgången är väldefinierad och regelbunden och dess norra ände avslutas mot en förkastning. Kvartsgångens eventuella fortsättning mot norr, på andra sidan förkastningen, har ännu inte påträffats. Kvartsgången är öppen mot djupet.

Intill och parallellt kvartsgången finns en mafisk gångbergart med en snittmäktighet på ca 1,5 m (varierar mellan ett par dm till ca 4 m). Huvudsakligen ligger den på kvartsgångens hängsida, men skär vid enstaka platser igenom kvartsgången. Ungefär 20 meter (mäktighet varierar ca 10-30 m) under kvartsgången ligger en större intrusion av diorit.



Figur 8. Planvy över tolkad lokal berggrundsgeologi och kvartsgång (projicerad på djupet i plan med prickad röd linje) samt ungefärligt läge ramp och tunnel.

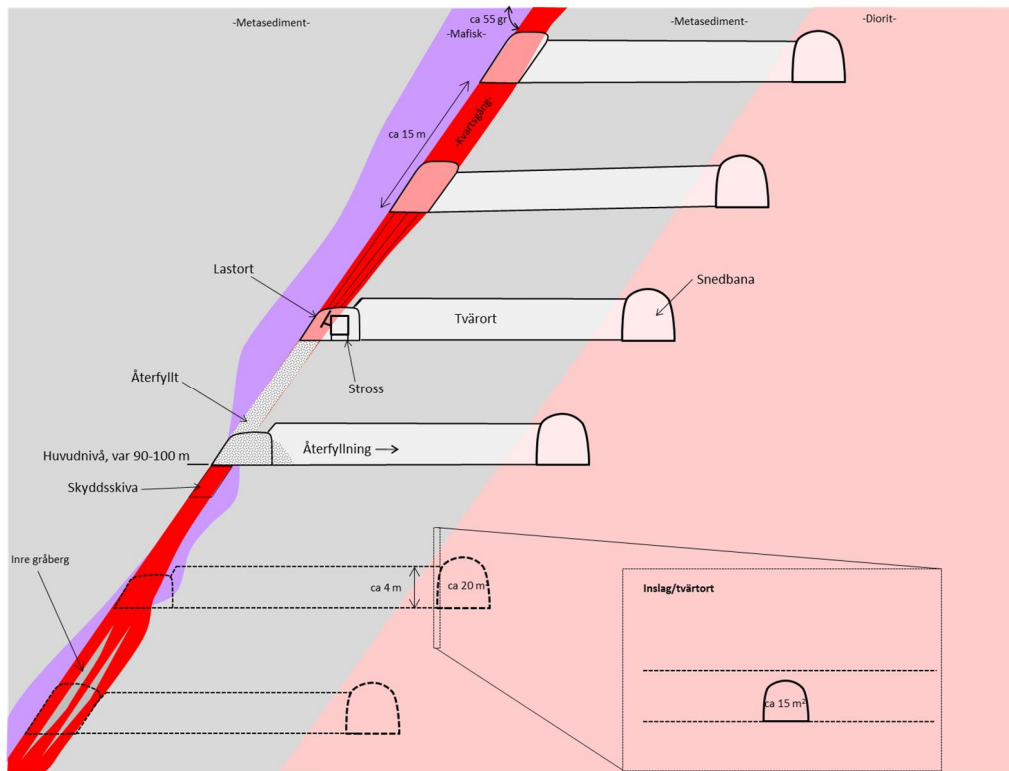
Ett tvärsnitt över typisk berggrundsgeologi för området visas i figur 9. Denna är representativ för hela utsträckningen av fyndigheten. I figur 10 visas även konceptuellt var de olika delarna (snedbana, tvärtorter och lastort/stross) av gruvan ligger. Ungefärligt läge för ramp och tunnel framgår av figur 8.



Figur 9. Tvärsektion (se läge i plan figur 8) över tolkad lokal berggrundsgeologi.

Figur 11 visar den övre delen av kvartsgången i bergets överyta med metasediment i liggväggen och figur 12 övre delen av kvartsgången med berg utbrutet på hängsidan.

Information om regional berggrundsgeologi återfinns i Teknisk beskrivning, Bilaga B till ansökan.



Figur 10. Konceptuell tvärsnitt av gruva Fäbodtjärn, visande snedbana, tvärtorter/inslag och brytningsmetod.



Figur 11. Bild på kvartsgången (utbredning utmed vita linjer) vid Fäbodtjärn, med stupning i riktning uppåt i bilden. I nedre delen av bilden (liggväggen) vid stegen syns svart metasediment (gråvacka). Foto från dikesgrävning 2016.



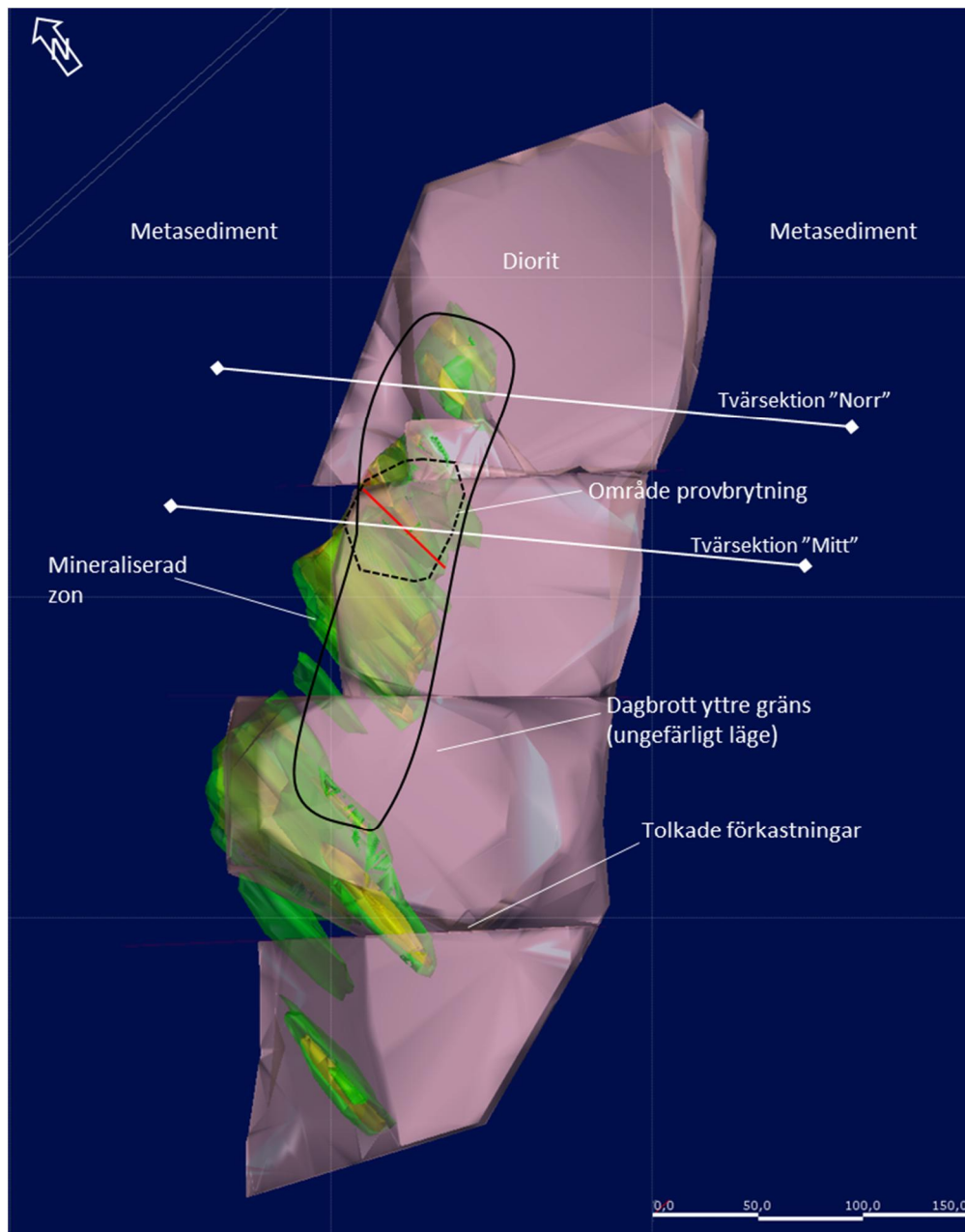
*Figur 12. Bild på kvartsgången (förtydligad gräns med röda linjer) vid Fäbodtjärn sett från norr, med stupning åt vänster i bilden. Foto från provbrytning 2017.*

Totalt omfattar den klassificerade fyndigheten vid Fäbodtjärn 196 000 ton. Med hänsyn till osäkerheter och för att ha en marginal har den totala mängden malm som tillståndsansökan omfattar satts till ca 250 000 ton.

#### 5.1.2 Vargbäcken

Guldfyndigheten i Vargbäcken förekommer huvudsakligen i tvär- och längsgående kvartsgångar i en utsträckt dioritkropp omgivet av metasediment samt i skjuvzonerna i kontakten mellan dioriten och sedimentbergarten (figur 13). Guldfyndigheten går in någon meter i sedimenten. Hela den klassade fyndigheten är cirka 500 m lång, 200 m djup med en tvärgående bredd på cirka 30-40 m och en mäktighet hos kvartsgångarna från några centimeter till över en meter. Fyndigheten är öppen mot djupet.

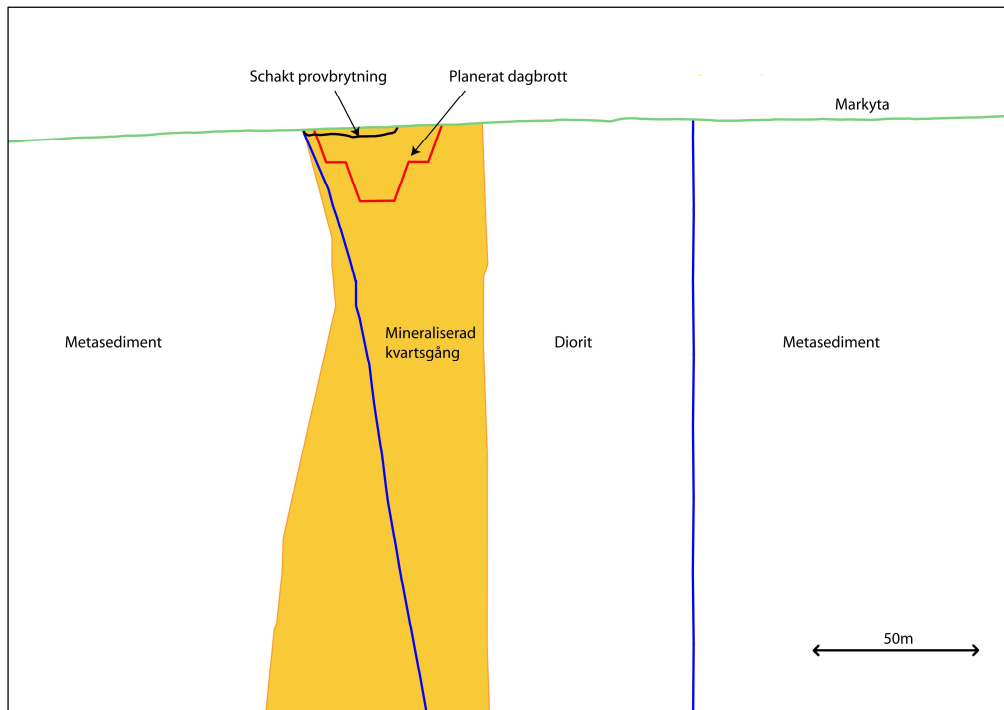




Figur 13. Planvy över tolkad lokal berggrundsgeologi med läge mineraliserad zon ungefärlig yttre gräns planerat dagbrott samt område provbrytning. Röd linje anger exempel på utsträckning/läge hos tvärgående kvartsgångar.

I figur 14 och 15 visas tvärsektioner (se figur 13 för ungefärligt läge i plan) över typisk berggrundsgeologi och planerat dagbrott vid Vargbäcken.

Fördjupad information om regional berggrundsgeologi återfinns i Teknisk beskrivning, Bilaga B till ansökan.



Figur 14. Tvärsektion "mitt" över tolkad lokal berggrundsgeologi med läget av mineraliserad zon, område tidigare utförd provbrytning samt planerat dagbrott.



Figur 15. Tvärsektion "norr" över tolkad lokal berggrundsgeologi med läget av mineraliserad zon och planerat dagbrott.

Figur 16 visar exempel på de tvärgående kvartsgångarna från den centrala delen av fyndigheten där provbrytning utförts.



Figur 16. Tvärgående kvartsgångar (i detta fall ca 2 cm och 0,7 meters mäktighet) vid Vargbäcken i bergets överytan längs med fyndigheten.

Totalt omfattar den klassificerade fyndigheten i Vargbäcken 2 050 000 ton, ned till ett vertikalt djup av cirka 200 meter. Tillståndsansökan omfattar 400 000 ton, som avses brytas i dagbrott. Detta innefattar den centrala ytliga delen av fyndigheten, där mest kunskap om fyndighetens utbredning och halter finns och där provbrytning utförts.

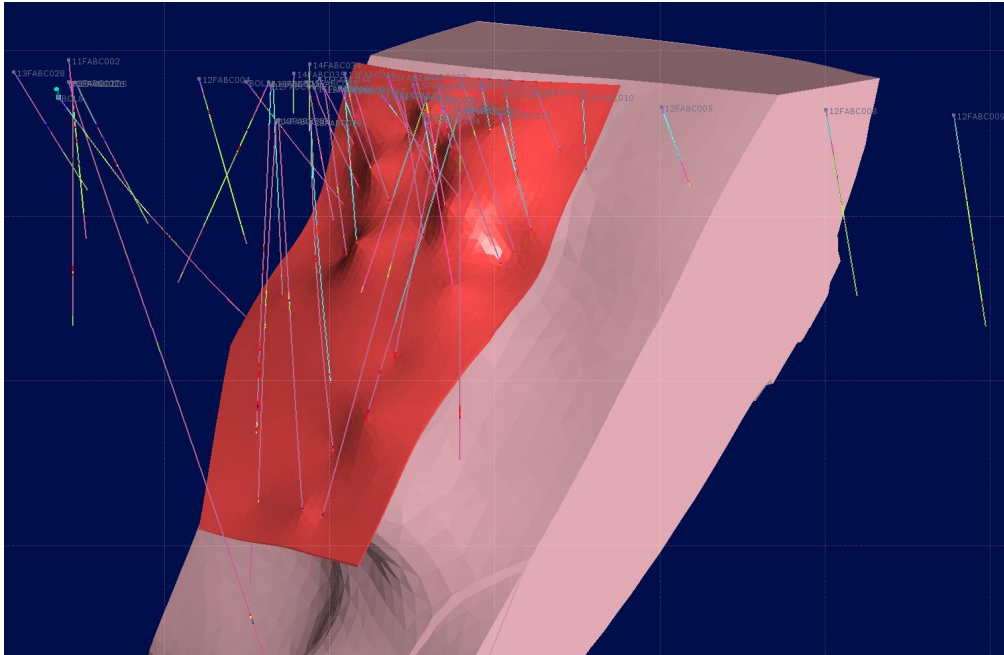
## 5.2 Utförda borrhingsarbeten, provbrytning och anrikningsförsök

### 5.2.1 Fäbodtjärn

Kunskapen om mineraliseringen och dess utbredning är överlag god. Prospekteringsborrningar (diamantborrning) har utförts av bolaget vid flera tillfällen under perioden 2012-2015 och tidigare även av Boliden. Totalt har ca 43 diamantborrhål, med en total längd av ca 7 000 m, borrats ned igenom kvartsgången huvudsakligen vinkelrät in mot denna och vidare ned i underliggande diorit (figur 17). Ett flertal hål har även utförts i det direkta närområdet.

2016 utfördes en dikesgrävning ned till kvartsgångens översta del (1-2 meter) i centrala fyndigheten, där ca 25 ton bröts. 2017 utfördes en provbrytning, om ca 2 000 ton malm, i södra delen av kvartsgången längs en sträcka på ca 70 m och ett djup utmed kvartsgången på ca 10 meter.





Figur 17. Kvartsgång (röd) och underliggande diorit samt utbredning av utförda borrhål.

Två anrikningsförsök i pilotskala har utförts hos Avdelningen för mineralteknik och metallurgi vid Luleå Tekniska Universitet (LTU). 2014 användes 116 kg kvartsmalm, vilket kom från ytliga kvartsblock som påträffats i det direkta närområdet till kvartsgången. Anrikningsförsöket omfattade våtmekanisk upparbetning och producerade förutom ett guldkoncentrat en våtmekanisk anrikningssand. Eftersom svavelhalten i sanden var förhållandevis låg gjordes inget flotationsförsök.

2016 utfördes ett anrikningsförsök vilket använde 123 kg kvartsmalm, som kom från dikesgrävningen i ytan av kvartsgången. Anrikningsförsöket omfattade våtmekanisk upparbetning och flotation och producerade guldkoncentrat och flotationskoncentrat samt en våtmekanisk och floterad (avsvavlad) anrikningssand. Något anrikningsförsök på samlingsprov av borrhärdar har inte utförts.

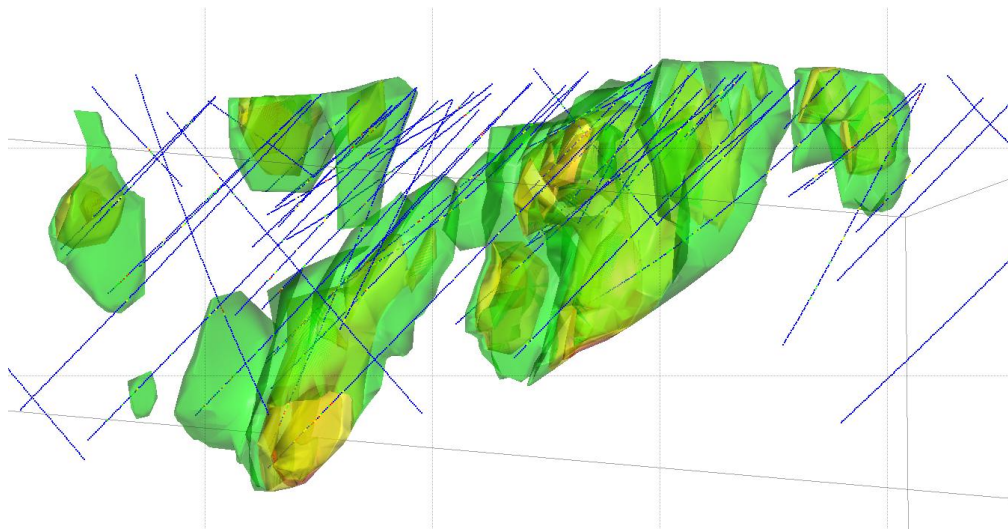
Båda försöken är representativa sett till den anrikningsprocess som planeras i full skala, både sett till utrustning som planeras användas och malningsgrader hos malm och anrikningssand.

### 5.2.2 Vargbäcken

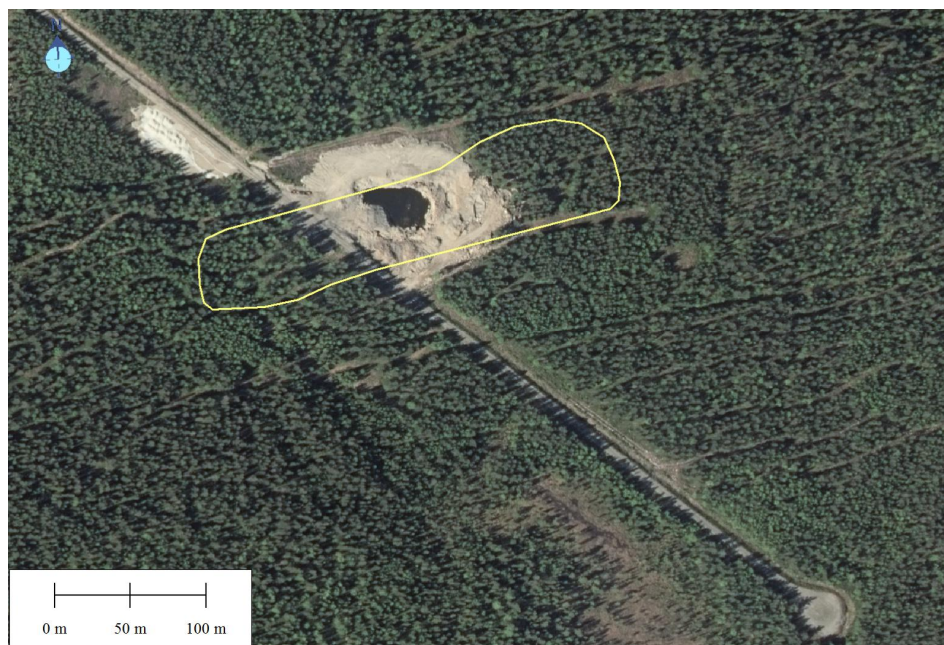
Kunskapen om mineraliseringen och dess utbredning är överlag god. Prospekteringsborrningar (diamantborrning och RC-borrning) utfördes i slutet av 90-talet och början av 2000-talet av tidigare ägare. Totalt har ca 65 stycken

diamantborrhål och RC-hål gjorts i området kring fyndigheten med en längd av ca 8 600 m (figur 18). Ett flertal hål har även utförts i det direkta närområdet.

2011 utfördes en provbrytning av bolaget, om ca 15 000 ton malm, i centrala delen av mineraliseringen utmed skogsbilvägen (figur 19). Området för provbrytningen är ca 40x30 m och ca 5 m djup under markytan. Inför provbrytningen gjordes även borrhål i området.



Figur 18. Mineralisering (grönt och gult) samt utbredning av utförda borrhål.



Figur 19. Ortofoto; område provbrytning med vattenspegel och sökt yttre gräns för dagbrott i föreliggande ansökan visat med gult streck.

För Vargbäcken har ett anrikningsförsök i fullskala utförts och ett försök i pilotskala. 2012 utfördes ett anrikningsförsök med 8000 ton osorterad malm från provbrytningen i Björkdalsgruvans anrikningsverk, med deras processlayout (gravimetrisk upparbetning samt flotation). Ett guldkoncentrat producerades, men något avfall från detta försök har inte funnits att tillgå för tester. 2016 utfördes ett anrikningsförsök i pilotskala hos Avdelningen för mineralteknik och metallurgi vid LTU. Vid försöket användes 91 kg försorterad kvartsmalm från ett tidigare försorteringsstest (Tomra 2014). Anrikningsförsöket omfattade våtmekanisk upparbetning samt test med flotation. Försöket producerade guldkoncentrat och flotationskoncentrat samt våtmekanisk och floterad/avsvavlad anrikningssand.

Två stycken försök med försortering har utförts 2014 och 2016. 2014 utfördes ett test med 373 kg malm från provbrytningen hos företaget Tomra i Tyskland. Finfraktionen (avskiljs i första siktsteget innan sortering) och den utsorterad kvartsmalmen (<40 mm) användes sedan vid anrikningsförsöket hos LTU 2016. Försöket 2016 producerade även ett inre gråberg, dvs. den ofyndiga delen av försorterad malm. I slutet av 2016 utfördes även ett test av försortering med 1500 kg malm från provbrytningen hos Outotec i Finland.

Försöken är representativa sett till den anrikningsprocess som planeras i full skala, både sett till utrustning som planeras användas och malningsgrader hos malm och anrikningssand.

### 5.3 Datainsamling och provtagningsprogram för tester

En viktig grund för att kunna utvärdera de fysiska och geokemiska egenskaperna hos det utvinningsavfall som uppkommer är datainsamling och provtagningsprogram. Detta för att få en god förståelse av variationer geografiskt (berggrund/litologi) samt över tid hos malm och avfall

Karakteriseringen specifikt inför föreliggande ansökan började 2016 med insamling av resultat från utförda analyser i samband med prospektering och geologiska undersökningar, samt resultat från dittills utförda geokemiska tester.

En utvärdering utfördes först av tidigare geokemiska tester (gråberg Fäbodtjärn, anrikningssand Fäbodtjärn 2014 samt gråberg Vargbäcken), vilka utfördes som en del av ansökningar om bearbetningskoncessioner och provbrytningar. Syftet med denna utvärdering var att se på relevans, representativitet och var data saknades med hänsyn till aktuella brytningsplaner. Det kunde konstateras att underlaget i flera avseenden behövde kompletteras (se tabell 1).

Tabell 1. Sammanfattning av tidigare utförda geokemiska tester och relevans.

Fyndighet	Avfall / del	Tester**	Relevans för aktuella planer	Kommentar
<i>Fäbodtjärn</i>	Anrikningssand 2014	ABA och totalhaltsanalyser av metaller Skakförsök	Medelhög	Saknas vissa resultat metaller. Inga kinetiska tester
	6 prover gråberg och kvartsgång	ABA och totalhaltsanalyser av metaller Skakförsök	Viss	Varje prov enbart 1 m borrhälsa, ej känt var taget. Metasediment delvis tagit i hängvägg som ej planeras brytas. Prover diorit och metasediment har för låga svavel och metallhalter för att representera genomsnitt av de material som kommer att hanteras vid planerad verksamhet.
<i>Vargbäcken</i>	4 prover borrhälsa gråberg och diorit/kvarts*	ABA och totalhaltsanalyser av metaller Skakförsök	Låg	För låga svavelhalter för att representera genomsnitt av de material som kommer att hanteras vid planerad verksamhet samt vissa oklarheter kring provtagning, .

\*Notera att ingen brytning av separat gråberg ingår i brytningsplan. Inre gråberg uppkommer dock vid försortering

\*\*ABA; Acid Base Accounting, se förklaring avsnitt 5.5.3.1

Som en del av den prospektering och de geologiska undersökningar som utförts har mycket omfattande analyser utförts, inte bara av prover från kvartsgång och mineraliserad zon utan även av kringliggande gråberg. Ett stort antal prover har även genomgått analyser på lab, inte bara av guld utan även av andra metaller och svavel, se tabell 2. Normalt har analyser utförts på 1-meters borrhälsor (halva eller kvartsdel av borrhälsorna). För gråberg har i vissa fall analyser utförts på längre sektioner (ex. 20 m), men ibland enbart på delar av en längre sektion. Det senare gäller särskilt dioriten vid Fäbodtjärn där prover med klart synbara sulfider har valts ut i flera fall, eftersom guldet är associerat med sulfider. Det har således gett en viss överrepresentativitet av svavel/sulfidmetaller i de analyserade gråbergsproverna, varför hänsyn har tagits till det och halterna i samlingsproverna minskats något.

Tabell 2. Sammanfattning av analyser utförda som del av prospektering. Antal prover och typer av analyser.

Fyndighet	Litologi	Antal analyser (ca)	Typ analyser	Kommentar
Fäbodtjärn	Kvartsgång	70	Metaller och svavel	Alla relevanta metaller inte analyserade på alla prover
	Mafisk gång	20	Metaller och svavel	
	Metasediment	90	Metaller och svavel	
	Diorit	130	Metaller och svavel	
Vargbäcken	Mineraliserad zon kvartsgång, lokalt provbrytningsområde	30	Metaller och svavel	
	Diorit*	200-600	Metaller och delvis svavel	Ej aktuellt att bryta Fåtal metaller analyserade (enbart sulfidrelaterade)

\*Kommer ej att brytas inom ramen för planerad verksamhet.

Resultaten från ovan redovisade analyser har använts som underlag för att se på variationer hos malm och gråberg samt för att ta fram prover för geokemiska tester av gråberg.

### 5.3.1 Gråberg

#### 5.3.1.1 Fäbodtjärn

Två typer av gråberg kommer att uppkomma vid Fäbodtjärn: diorit och metasediment/mafisk (grupperingen förklaras vidare nedan).

Utvärdering av resultat från analyserade borrhärdar hos diorit och metasediment/mafisk visar att det inte finns några lokala zoner med tydligt avvikande högre halter. Svavel utgör ett bra summerande mått på den variation av halter som förekommer, eftersom de mest intressanta metallerna förekommer i form av sulfidmineraler och metaller associerade med sådana. Den variation av halter som förekommer är i stort helt slumpmässigt fördelad över hela den bergvolym där gråberg kan komma att brytas. Det gråberg av ex. diorit som bryts från olika mindre delområden blandas därtill när det läggs på gråbergsupplaget. Det innebär sammantaget att det gråberg som bortscaffas på upplaget för diorit respektive som lagras på ytan för metasediment, kommer att ha en sammansättningen motsvarande den genomsnittliga geokemiska hos dessabergarter i den studerade bergvolymen.

Slutsatsen är att det därför är mest relevant att utföra geokemiska tester och utvärdera avfallets egenskaper och utlakning på bergmaterial av diorit respektive metasediment/mafisk som har en genomsnittlig sammansättning. Att se på enstaka borrhärdar och delar av borrhärdar är mindre relevant.

För samlingsprov av bergtyperna Fäbodtjärn diorit och metasediment/mafisk togs en provtagningsplan fram utgående från de beräknade genomsnittliga halterna av

svavel och sulfidmineraler/metaller. Halter och egenskaper hos metasediment och mafiskt berg skiljer sig inte mycket åt och inslaget av mafiskt berg är litet, både lokalt där det förekommer, och totalt sett (ca 1/15-del). Därför ingår de i samma samlingsprov; metasediment/mafisk.

Samlingsproverna utgjordes av 15 stycken 1 meters borrhävar (kvartsdel av kärnor), totalt på ca 15 kg vardera. Dessa valdes ut dels så att den beräknade halten hos proverna ungefär motsvarade de genomsnittliga halterna enligt utvärdering av analyser från prospektering (tabell 2). I de utvalda delproverna ingick både partier/borrhävar med låga halter, medelhöga halter och enstaka höga halter. Hänsyn togs även så att de fördelades någorlunda utspritt över hela ytan där gråberg kommer att brytas. Borrhävarna klövs och togs ut av SGU vid deras borrhävarsarkiv i Malå. Proverna krossades och neddelades hos ALS i Malå till mindre prover för tester.

#### 5.3.1.2 *Vargbäcken*

För tester på gråberg från Vargbäcken har berg från försök av försortering 2014 använts. Som beskrivits ovan användes vid försöket berg från provbrytningen 2011, vilken gjordes i den centrala delen av området där dagbrottet nu planeras. Det representerar således den malm som kommer att brytas inom den mineraliserade zonen runt det utförda provbrytningsområdet.

För de geokemiska testerna valdes fraktionen 32-40 mm från försorteringstestet ut, eftersom den är mest lik det gråberg som kommer att produceras i full skala. 18 kg prov lagrat hos ALS i Piteå neddelades till mindre prover för tester.

Initialt var det planerat att bryta diorit och metasediment som låg angränsande till den mineraliserade zonen, men detta är inte längre aktuellt och ingår alltså inte i brytningsplanen. Prover från dessa två typer av bergarter togs dock ut, ungefär på motsvarande sätt som i Fäbodtjärn. Tester utfördes även innan brytningsstrategin ändrades. Resultat för tester av dioriten redovisas i viss utsträckning nedan, främst som jämförelse med motsvarande tester för den mineraliserade zonen, vilken utgörs av kvarts och diorit.

#### 5.3.2 Anrikningssand

##### 5.3.2.1 *Fäbodtjärn*

För tester på anrikningssand har sand från de anrikningsförsök som utförts använts. Dessa försök har som beskrivits ovan använt malm från ytliga block samt dikesgrävning till övre delen av malmkroppen. Det innebär att den anrikningssand som producerats och vilka tester har utförts på, representerar sandens egenskaper i denna del av kvartsgången. Det är således viktigt att förstå hur halter och sammansättning av metaller och svavel i den malm som använts i försöken jämför sig med halter och variationer hos kvartsgången i sin helhet. Detta för att kunna bedöma representativiteten i de prover som genomgått geokemiska tester.

Från de två anrikningsförsöken utförda 2016 levererades ca 10 kg sand (torr vikt) som slurry till ALS för torkning, neddelning och fortsatt beredning. För anrikningsförsök 2014 Fäbodtjärn levererades 10 kg av ett torkat prov.

#### 5.3.2.2 Vargbäcken

För Vargbäcken har sand från anrikningsförsöket 2016 använts, vilket i sin tur använde sorterad malm från försorteringstest 2014. Som beskrivits ovan är den använda malmen representativ för den malm som kommer att brytas vid planerad verksamhet.

För tester levererades ca 10 kg sand (torr vikt) som slurry från LTU till ALS för torkning, neddelning och fortsatt beredning.

#### 5.3.3 Buffrande tillsats anrikning

Bolaget planerar tillsats av buffrande ämne, för att öka den buffrande kapaciteten hos Fäbodtjärn anrikningssand, i det fall malmen upparbetas i Vargbäcken.

Två olika tillsatser har utvärderats: kalkfiller (finmald kalksten, kalciumkarbonat) och flygaska från förbränning av biobränslen (dvs. trädbränslen, torv), även kallat bioaska.

Analyserat prov av kalk är från Nordkalks närmaste produktionsstation i Orsa. Utvärderade prov och data för flygaskan är från Skellefte Kraft (med anläggningar i Skellefteå, Lycksele och Malå). I de geokemiska testerna har aska från kraftverket i Skellefteå använts, eftersom detta producerar störst mängd aska per år. Data avseende totalhalter av metaller och spårämnen i kalk respektive flygaska, samt ytterligare detaljer kring val av prov finns i avsnitt 5.5.2.3.

De mängder flygaska som bolaget skulle ha behov av bedöms av bolaget finnas tillgängliga på marknaden, eftersom flygaska idag inte har någon större avsättning.

Genomförda undersökningar visar att flygaska totalt sett är det mest lämpade buffrande medlet. Bakgrunden till detta redovisas i följande avsnitt och sammanfattas slutligen i avsnitt 8.3.1.1.

### 5.4 Fysikaliska egenskaper

#### 5.4.1 Gråberg

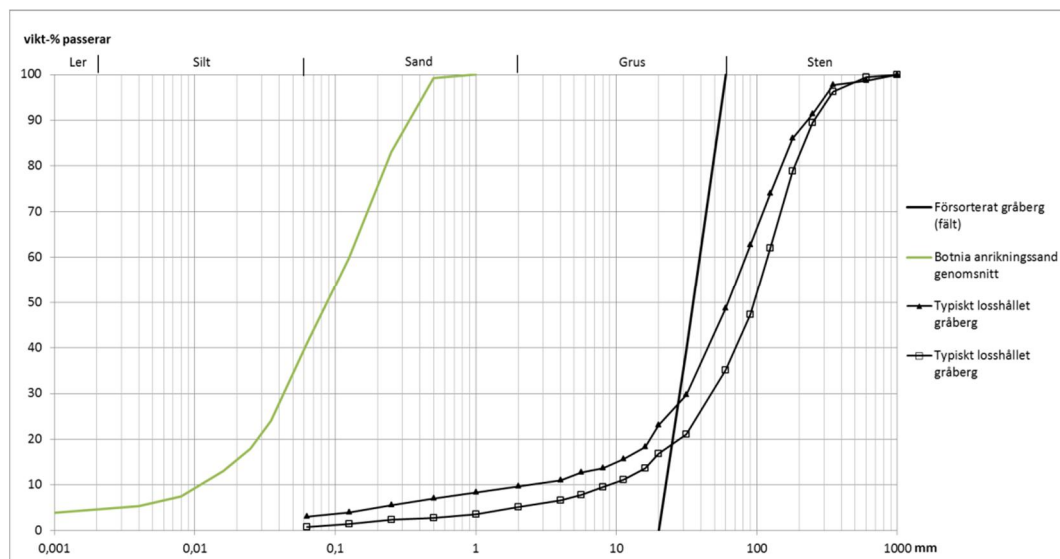
Gråberg eller sidoberg från brytning under jord och ovan jord utgörs av lossprängt berg i Fäbodtjärn och lossprängt, krossat och sorterat berg från Vargbäcken.

Sammansättningen hos lossprängt berg varierar från block med en diameter på ca 0,6 m ned till siltpartiklar med en diameter på 10 µm. Huvuddelen av materialet utgörs av större sten och grus. Andelen mindre än 30 mm, vilken är den fraktion

som med hänsyn till den specifika ytan hos materialet huvudsakligen bidrar till utlakning av metaller och andra ämnen, uppgår till ca 20-30 vikt-%

Det försorterade gråberget skiljer sig något mot lossprängt gråberg då det inte innehåller finpartiklar eller större block. I full skala kommer gråberg som enbart innehåller material med en diameter 20-60 mm att produceras.

I figur 20 visas typiska siktkurvor för försorterat gråberg (beräknad fördelning), typiskt gråberg från sprängning och som jämförelse siktkurva för anrikningssand.



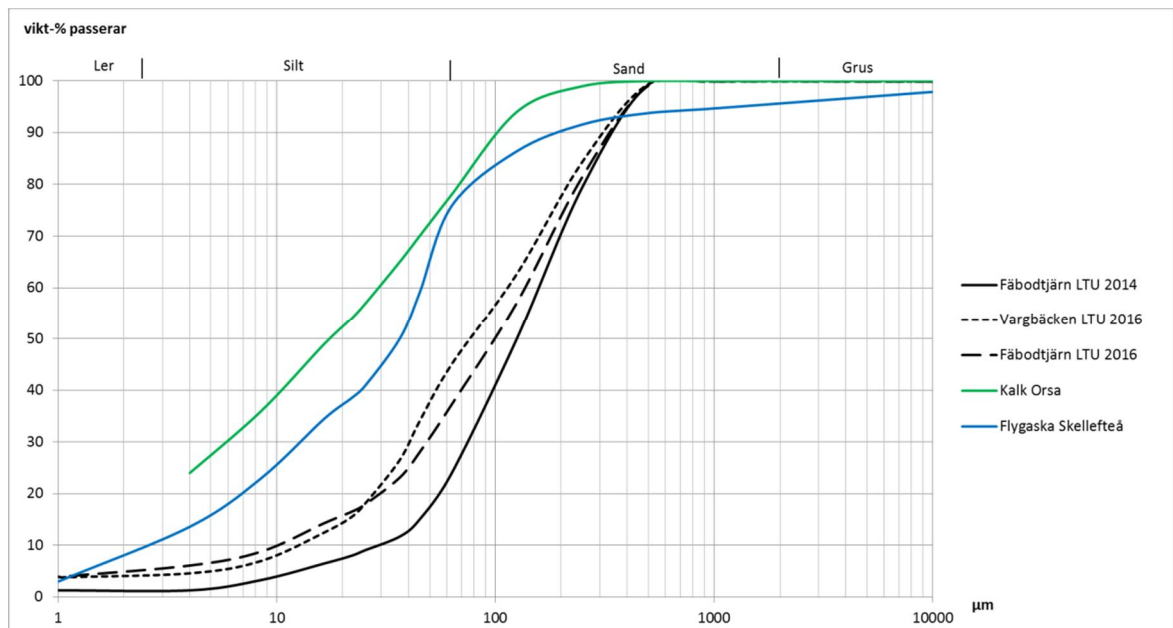
Figur 20. Typiska siktkurvor försorterat gråberg, losshållet gråberg (faktisk siktkurva i fält) och anrikningssand.

Materialets kornstorleksfördelning gör att det dränerar väl. Porositeten i gråberg ligger normalt på ca 35-38 volym-% och normalt dränerad vattenhalt är ca 8-12 volym-%. Materialet dränerar av denna anledning med lätthet vilket gör det geotekniskt stabilt.

#### 5.4.2 Anrikningssand

Anrikningssanden, vilken är den restprodukt som uppstår när guldet har utvunnits, utgörs av ett finmalt sandliknande material, med partikelstorlek från ca 1 mm ned till lerpartiklar på mindre än 2 mikrometer. Huvuddelen (p80, dvs 80% av partiklar över en viss storlek) av partiklarna är mindre än 210 mikrometer. I Figur 21 visas kornstorleksfördelningskurva för anrikningssand från utförda anrikningsförsök (resultaten från anrikningsförsök 2016 Fäbodtjärn är mer relevanta än försöket 2014). I figuren visas även siktkurvor för de buffrande ämnen som utvärderats; kalkfiller och flygaska.





Figur 21. Siktkurvor anrikningssand från utförda anrikningsförsök samt kalkfiller och flygaska som jämförelse.

En sammanfattning av övriga fysiska och geotekniska (mekaniska) egenskaper för anrikningssanden baserat på uppgifter från utförda tester samt erfarenhetsmässigt redovisas i tabell 3.

Tabell 3. Fysiska och mekaniska egenskaper anrikningssand.

Parameter	Storlek	Kommentar
Bulkdensitet, vid bortskaffande	ca 2 kg/L	Beräknad
Bulkdensitet, konsoliderat	2-2,2 kg/L	Beräknad/erfarenhetsmässigt
Fastgodshalt, vid bortskaffande	85 vikt-%	Projekterad
Fastgodshalt, konsoliderat	85-90 vikt%	Erfarenhetsmässigt
Porositet	25-30%	Beräknad/erfarenhetsmässigt
Specifik/korn densitet	2,7 kg/L	Labtest
Friktionsvinkel	25 grader	Erfarenhetsmässigt
Kohesion	20-25 kPa	Erfarenhetsmässigt
Hydraulisk konduktivitet, mättad	$1 \cdot 10^{-7}$ till $3 \cdot 10^{-7}$ m/s	Labtest sand LTU 2016

## 5.5 Geokemiska egenskaper

### 5.5.1 Inledning

Geokemiska tester har utförts för att bestämma totala halter av olika ämnen, variationer hos avfallet gällande halter och sammansättning, variationer i litologier, tidsberoende utlakning samt variationer i lakning. Karakteriseringen

utgör ett viktigt underlag för val av plats för bortskaffande, utformning av strategi för bortskaffande och efterbehandlingsmetoder. Den utgör även underlag för beräkning och modellering av utlakning och halter i lakvatten från verksamheten på kort och lång sikt. I tabell 4 sammanfattas de olika tester som har utförts som del av karakteriseringen.

Tabell 4. Sammanfattning av utförda geokemiska tester på malm, gråberg, anrikningssand och buffrande medel.

Fyndighet / Avfall	Statiska tester				Kinetiska
	Mineralogisk	Totalhalter	ABA*	Skakförsök, lakning	Fuktkammarförsök
<i>Fåbodtjärn</i>					
Borrkärnor, prospektering		X			
Gråberg, diorit		X	X		X
Gråberg, metasediment		X	X		X
Malm, dikesgrävning	X	X			
Malm, provbrytning	X	X			
Sand LTU 2014		X	X	X	X
Sand LTU 2016, våtmek		X	X	X	
Sand LTU 2016, avsvavlad		X	X		X
Sand LTU 2016, avsvavlad + kalk					X
Sand LTU 2016, avsvavlad + flygaska					X
Flygaska		X	X		
Kalk		X	X		
<i>Vargbäcken</i>					
Borrkärnor, prospektering		X			
Gråberg, inre		X	X	X	X
Gråberg, diorit		X	X	X	X
Malm, sorterad provbrytn	X	X			
Sand LTU 2016, våtmek		X	X	X	X
Sand LTU 2016, avsvavlad		X	X		X

\*\*ABA; Acid Base Accounting, se förklaring avsnitt 5.5.3.1

#### 5.5.2 Totala halter spårämnen

Redovisning av totalhalter i detta avsnitt omfattar resultat från kvartsgång, samlingsprover på gråberg (motsvarande snitt av analyser från prospektering enligt beskrivning ovan) och prover från provbrytningar och anrikningsförsök. Resultaten jämförs med ungefärliga genomsnittliga bakgrundshalter i jordskorpan i Sverige/världen (Smith & Huyck, 1999) för att få en ungefärlig uppfattning om avvikelser.

### 5.5.2.1 Fäbodtjärn

#### Kvartsgång och gråberg

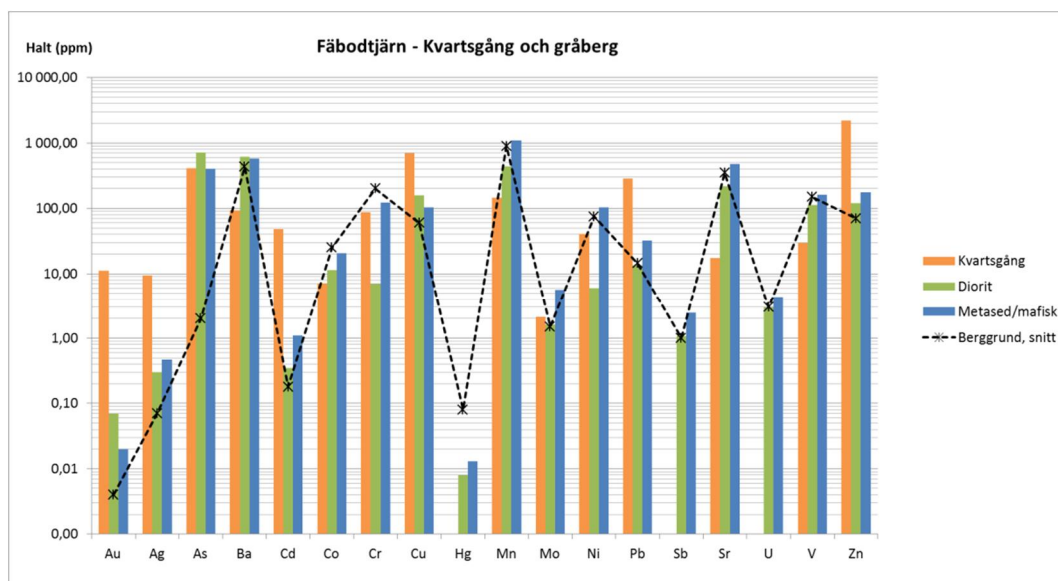
I tabell 5 och figur 22 och 23 redovisas genomsnittliga halter av metaller/spårämnen för kvartsgång (snitt av analyser prospektering) samt metasediment/mafisk och diorit (samlingsprover). I tabell 6 visas även beräknade dominerande oxider för de två gråbergsproverna.

Tabell 5. Totalhalter metaller och spårämnen Fäbodtjärn kvartsgång och gråberg.

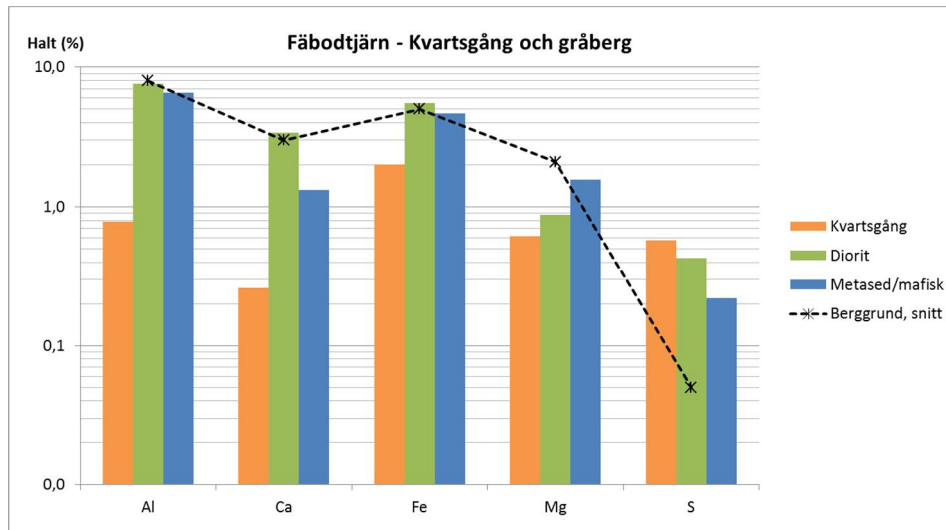
Ämne	Enhet	Sverige berggrund	Kvartsgång	Diorit	Metasediment/mafisk
Au	ppm	0,004	11	0,07	0,02
Ag	ppm	0,07	9	0,3	0,47
As	ppm	2	409	711	401
Ba	ppm	430	92	620	580
Cd	ppm	0,18	48	0,35	1,1
Co	ppm	25	7	11	21
Cr	ppm	200	87	7	122
Cu	ppm	60	696	157	104
Hg	ppm	0,08		0,008	0,013
Mn	ppm	900	146	1090	439
Mo	ppm	1,5	2,1	1,6	5,6
Ni	ppm	75	40	6	103
Pb	ppm	15	285	14	32
Sb	ppm	1		1,1	2,5
Sr	ppm	350	17	475	219
U	ppm	3		3	4,4
V	ppm	150	30	113	163
Zn	ppm	70	2 220	121	175
Al	%	8	0,78	7,6	6,6
Ca	%	3	0,26	3,4	1,3
Fe	%	5,0	2,0	5,6	4,7
Mg	%	2,1	0,62	0,88	1,6
S	%	0,05	0,6	0,4-0,5	0,2-0,25

Tabell 6. Beräknade dominerande oxider (karbonater angivna som ex. CaO) gråbergsprover Fäbodtjärn.

Oxid	Enhet	Diorit	Metasediment/Mafisk
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	15,54	14,71
BaO	%	0,09	0,07
CaO	%	5,11	2,19
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	<0,01	0,02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	8,72	7,84
K <sub>2</sub> O	%	2,63	3,57
MgO	%	1,64	3,1
MnO	%	0,16	0,08
Na <sub>2</sub> O	%	3,94	2,17
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0,38	0,15
SO <sub>3</sub>	%	1,16	0,62
SiO <sub>2</sub>	%	58,01	62,89
SrO	%	0,07	0,03
TiO <sub>2</sub>	%	0,84	0,67
Total	%	100,2	99,7



Figur 22. Totalhalter metaller och spårämnen Fäbodtjärn kvartsgång och gråberg samt genomsnittliga halter i berggrund.

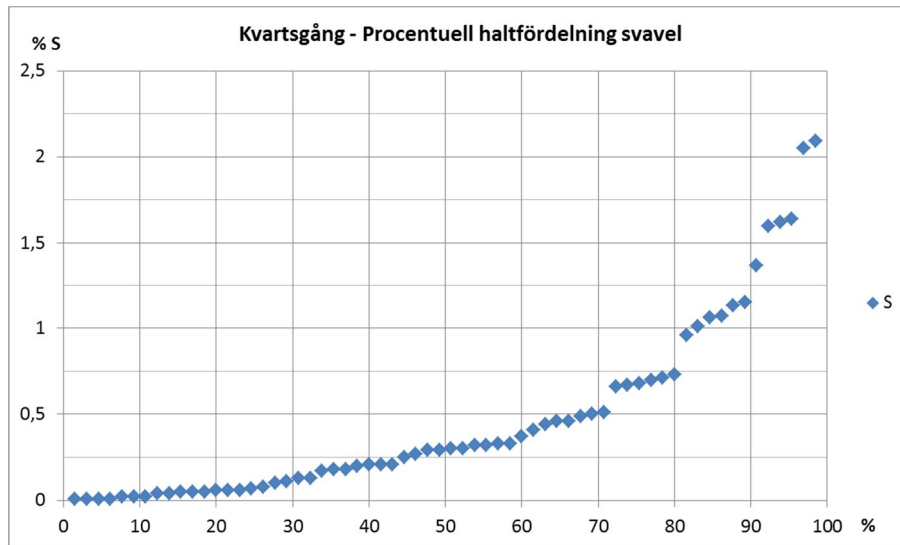


Figur 23. Totalhaltar metaller och spårämnen Fäbodtjärn kvartsgång och gråberg samt genomsnittliga halter i berggrund.

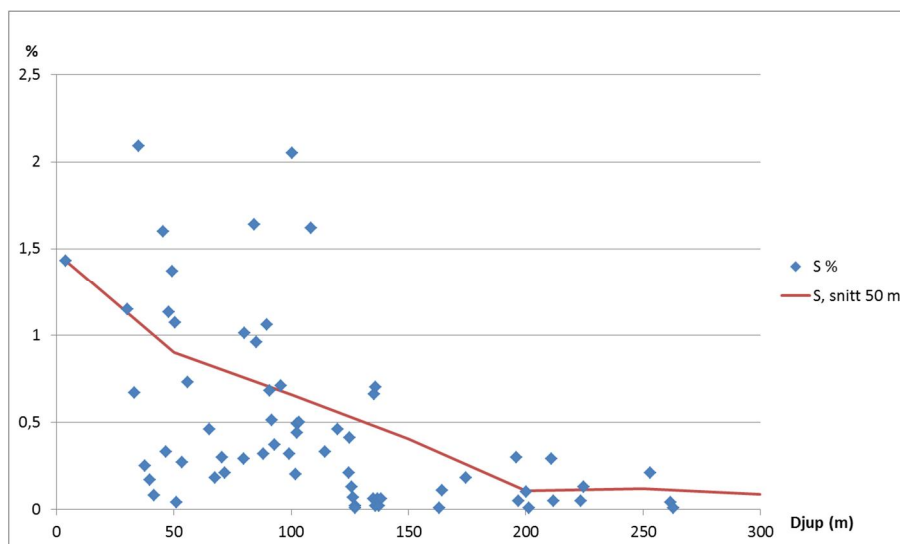
De ämnen som främst är förhöjda är svavel, guld, silver och sulfidmetaller (främst arsenik, bly, koppar och zink) samt kadmium som är associerat med sulfidmetaller (zink). Av sulfidmetallerna är det framför allt arsenik och kadmium som är förhöjda, ca 200 gånger över snitthalter i berggrunden. Generellt är halterna av svavel och sulfidmetaller, vid sidan av guld, mest förhöjda i kvartsgången. Det beror på att guldet, förutom att förekomma fritt, även finns som inneslutningar i sulfiderna eller associerat med sulfiderna i kvartsen.

Övriga metaller uppvisar normala halter och variationer. Halten av kalcium och magnesium (de dominerande metallerna i buffrande karbonater) uppvisar normala halter i dioriten. De är i metasediment och särskilt i kvartsen lägre än normalt.

I figurer 24, 26 och 28 nedan visas procentuell fördelning av svavel i kvartsgång, diorit och metasediment från analyserade prover från borrhål från prospekteringsborrningarna. I figur 25, 27 och 29 visas även fördelning av svavel på djupet (dvs. längs med kvartsgång och parallellt med denna) i kvartsgång, diorit och metasediment från analyserade borrhål.



Figur 24. Fäbodtjärn kvartsgång, procentuell fördelning av svavel.

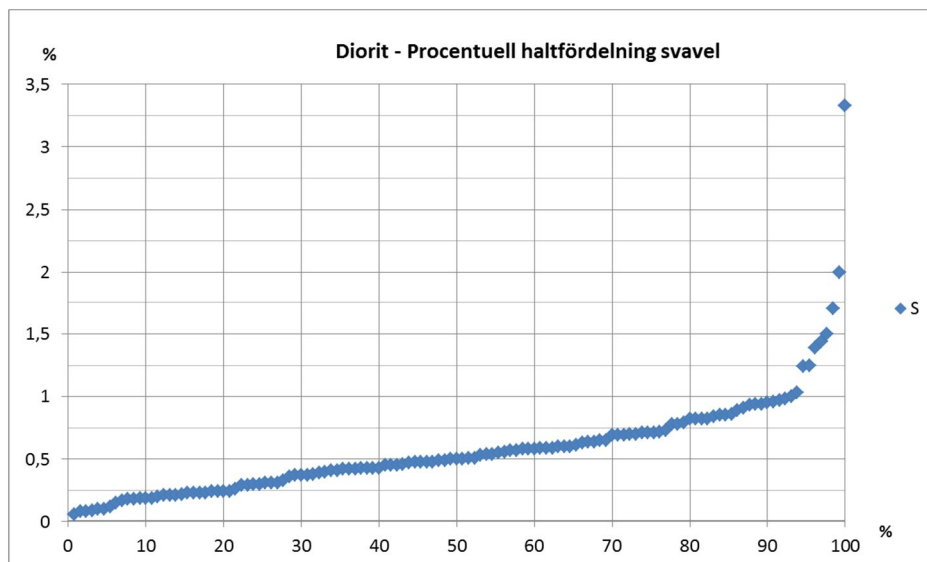


Figur 25. Fäbodtjärn, fördelning av svavel mot djup utmed kvartsgång.

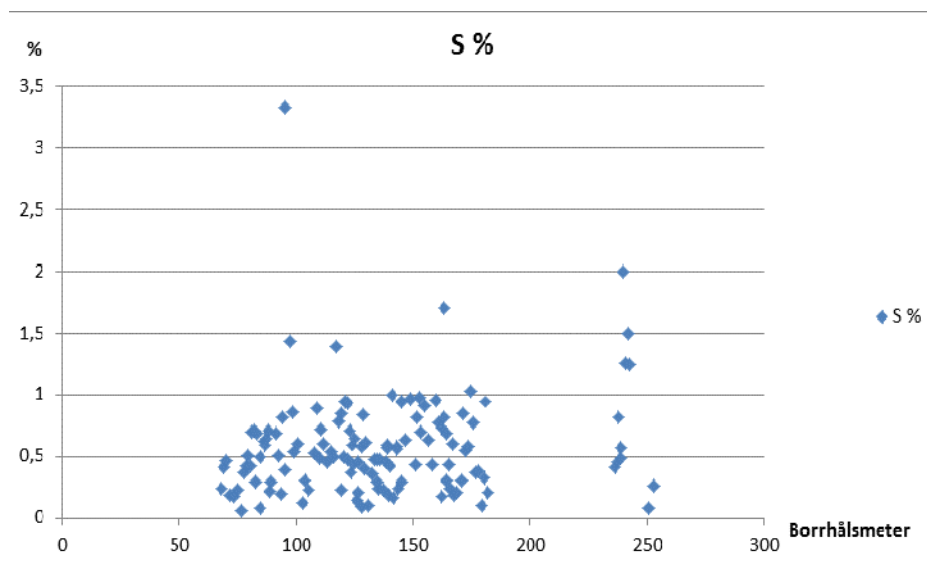
Kvartsgången har ett genomsnittligt innehåll av svavel på ca 0,6 %. Ungefär 65 % av testade borrkärnsprover har en halt under 0,5 % och ca 20 % en halt över 1 %. Fördelningen av svavel avtar tydligt med djupet (även om antalet prover i sig är färre på större djup), vilket är särskilt tydligt vid beräkning av en snitthalt var femtionde meter.

I dioriten ligger det genomsnittliga innehållet av svavel på ca 0,4-0,5 % (antalet prover med högre halter är överrepresenterade i datasetet som redovisas i figurerna). Detta beror som beskrivits ovan på uttag korta sektioner av borrkärnor med synbara sulfider). Ungefär 50-60 % har en halt under 0,5 % och ca 10 % en

halt över 1 %. Någon skillnad i fördelning av svavel med djupet förekommer inte (figur 27).

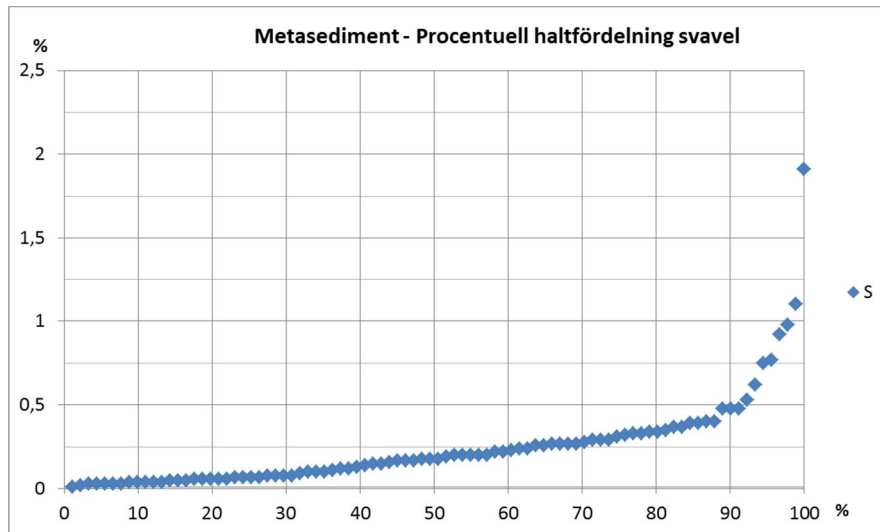


Figur 26. Fäbodtjärn diorit, procentuell fördelning av svavel.

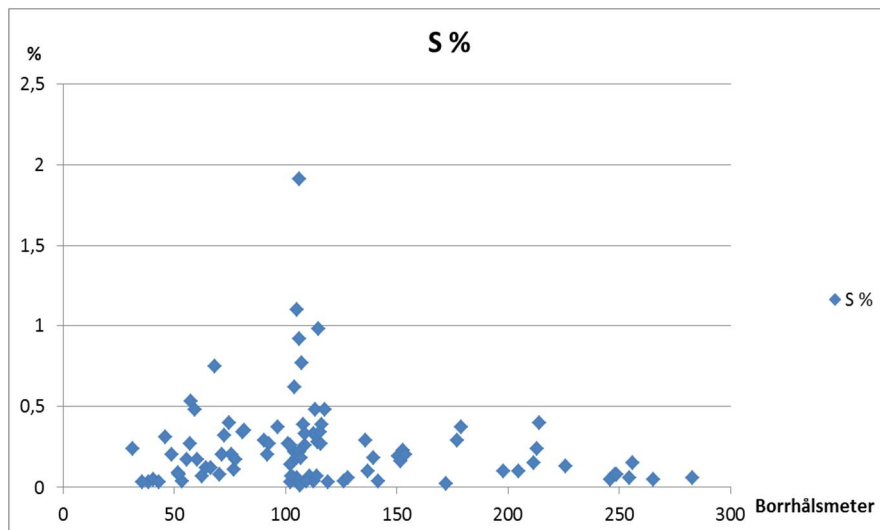


Figur 27. Fäbodtjärn diorit, fördelning av svavel mot borrhålsmeter från markytan.

I metasedimenten ligger det genomsnittliga innehållet av svavel på ca 0,2-0,25 %. Ungefär 90 % har en halt under 0,5 % och ca 10 % halt över detta (figur 27). Någon skillnad i fördelning av svavel med djupet förekommer inte, möjligen en antydning till enskilda delar med högre halter i mitten av fyndigheten. Aktuella punkter ligger inte samlade i ett lokalt område, utan utspridda på djupet och bredden.



Figur 28. Metasediment kvartsgång, procentuell fördelning av svavel.



Figur 29. Fåbodtjärn metasediment, fördelning av svavel mot borrhålsmeter från markytan.

#### Malm och anrikningssand

Tabell 7 och figur 30 och 31 redovisas genomsnittliga halter av metaller/spårämnen för de malmprover som använts i pilotanrikningsförsöken och de prover av anrikningssand som producerats. I tabell 8 visas även beräknade dominerande oxider för malm och anrikningssand.

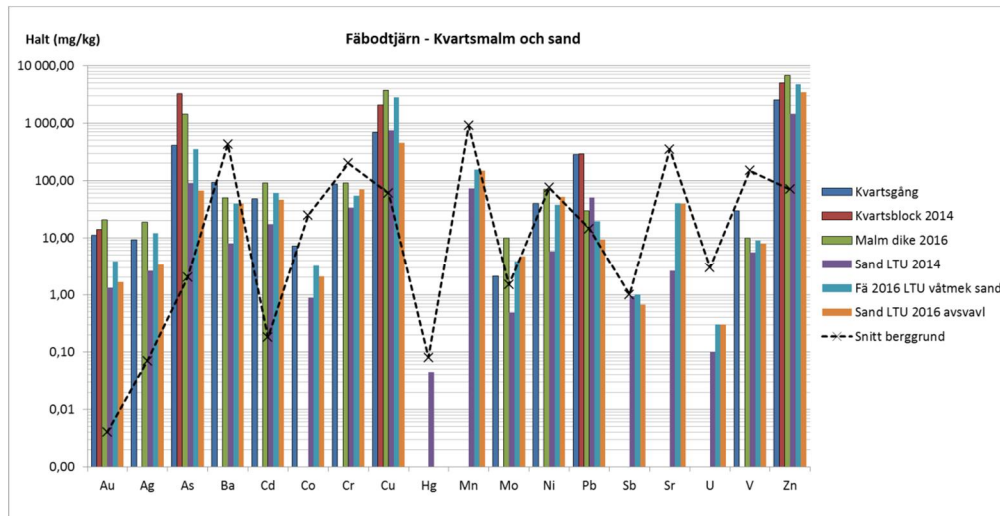


Tabell 7. Totalhalter metaller och spårämnen Fäbodtjärn malmprover anrikningsförsök och anrikningssand.

Ämne	Enhet	Sverige berggrund	Kvartsblock 2014	Malm dike 2016	Sand LTU 2014 våtmek	Sand LTU 2016 våtmek	Sand LTU 2016 avsvavlad
Au	ppm	0,004	14	21	1,3	3,9	1,7
Ag	ppm	0,07		19	2,7	12	3,3
As	ppm	2	3 245	1440	89	356	66
Ba	ppm	430		50	8	40	40
Cd	ppm	0,18		90	17	61	46
Co	ppm	25			0,88	3,2	2,1
Cr	ppm	200		90	34	54	70
Cu	ppm	60	2 051	3760	750	2820	449
Hg	ppm	0,08			0,044		
Mn	ppm	900			74	155	147
Mo	ppm	1,5		10	0,49	3,9	4,7
Ni	ppm	75		70	5,9	38	52
Pb	ppm	15	293	30	51	20	9,5
Sb	ppm	1			0,94	1	0,67
Sr	ppm	350			2,6	40	40
U	ppm	3			0,1	0,3	0,3
V	ppm	150		10	5,6	9	8
Zn	ppm	70	5 015	6740	1450	4730	3480
Al	%	8		0,58	0,05	0,54	0,54
Ca	%	3		0,42	0,08	0,32	0,32
Fe	%	5,0	2	2,37	0,62	1,6	1,0
Mg	%	2,1		0,27	0,07	0,21	0,21
S	%	0,05	1,3	1,4	0,19	0,89	0,42

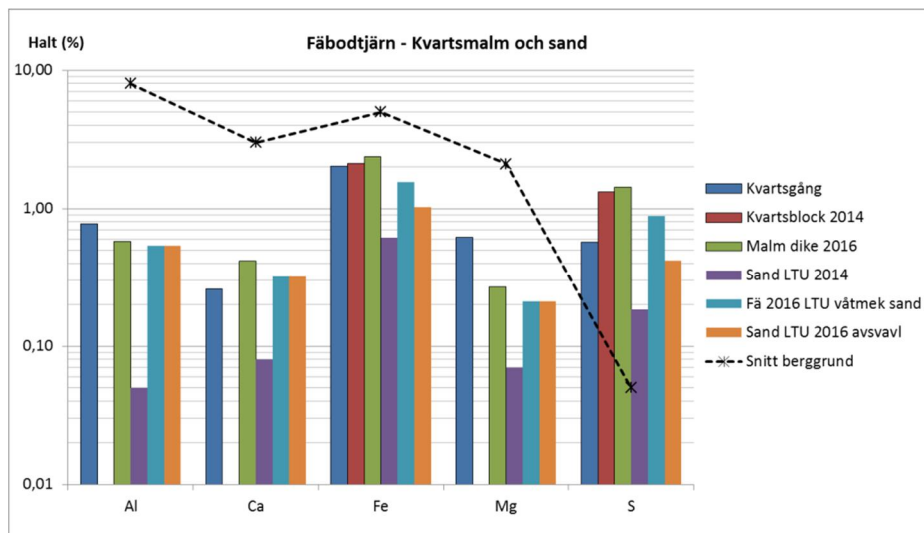
Tabell 8. Beräknade dominerande oxider (karbonater angivna som ex. CaO) malmprover anrikningsförsök och anrikningssand.

Oxid	Enhet	Kvartsblock 2014	Malm dike 2016	Sand LTU 2014 våtmek	Sand LTU 2016 avsvavlad
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	-	1,15	0,1	1,09
BaO	%	-	0,01	<0.01	0,01
CaO	%	-	0,58	0,1	0,46
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	-	0,01	<0.01	0,01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	-	3,41	0,93	1,56
K <sub>2</sub> O	%	-	0,18	0,01	0,18
MgO	%	-	0,69	0,12	0,38
MnO	%	-	0,04	0,01	0,02
Na <sub>2</sub> O	%	-	0,24	0,02	0,25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	-	0,02	<0.01	0,02
SO <sub>3</sub>	%	-	3,5	0,44	1,08
SiO <sub>2</sub>	%	-	90,6	98,02	95,35
SrO	%	-	<0.01	<0.01	0,01
TiO <sub>2</sub>	%	-	0,05	<0.01	0,04
Total	%	-	102,75	100,00	101,5



Figur 30. Totalhalter metaller och spårämnen Fäbodtjärn malmprover och anrikningssand samt genomsnittliga halter i berggrund.

Vad gäller de malmprover som använts i anrikningsförsöken, så är halterna överlag förhöjda för samma ämnen relativt hos hela kvartsgången. Halterna av guld, svavel och sulfidmetaller är 2-3 gånger högre i malmproverna jämfört med snittet för hela kvartsgången. Det innebär att den malm som använts i anrikningsförsöken (av vilken malm från dikesgravningen 2016 är mest representativ, eftersom den är från övre delen av kvartsgången i sig), motsvarar malm med de högsta halterna av svavel (över 90-e percentilen) som kommer brytas vid planerad verksamhet.



Figur 31. Totalhalter metaller och spårämnen Fäbodtjärn malmprover och anrikningssand samt genomsnittliga halter i berggrund.

Den producerade anrikningssanden uppvisar på samma sätt som malmen förhöjda halter av främst svavel, guld, silver och sulfidmetaller (arsenik, bly, koppar och zink) samt metaller (främst kadmium) associerade med sådana sulfidmetaller. Av metallerna är det framför allt kadmium som är förhöjt, ca 100-250 gånger över halter hos genomsnittlig halt i berggrunden, liksom arsenik och zink. Halten av uran är förhållandevis låg. Halten av kalcium och magnesium (de dominerande metallerna i buffrande karbonater) är överlag mycket låga i malm och anrikningssand

Sanden från 2014 innehåller lägre halt svavel än sanden från 2016, trots att den inte genomgått flotation. Det kan bero på själva sammansättningen hos sulfiderna och hur guldet sitter i kvartsen. Halten av kalcium är samtidigt betydligt lägre i sanden från 2014. Den floterade/avsvavlande sanden från 2016 innehåller ungefär hälften så mycket svavel som den våtmekaniska. Halterna av arsenik och koppar har minskat med ca 80 % i den floterade sanden och kadmium, zink och järn med ca 25-30 %.

#### 5.5.2.2 *Vargbäcken*

##### Kvartsgång och gråberg

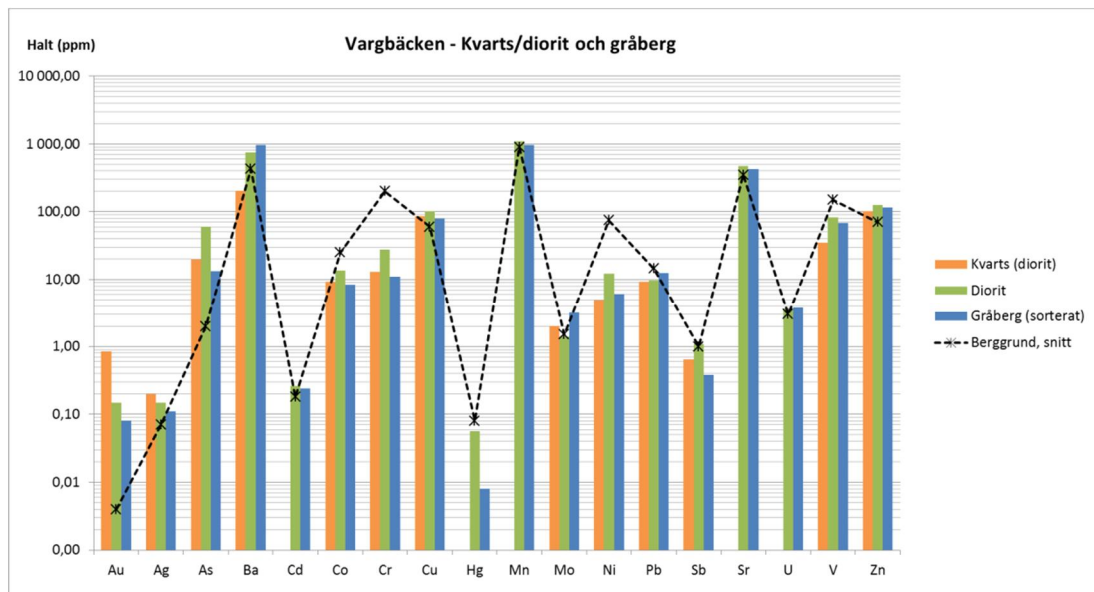
Tabell 9 och figur 32 och 33 redovisas genomsnittliga halter av metaller/spårämnen för den mineraliserade zonen (kvarts+diorit) i området där dagbrottet planeras och provbrytning utförts samt och inre gråberg (dvs. utsorterat gråberg för försök med försortering). Som jämförelse visas även snitt för ren diorit, även om det inte ingår i planerna att bryta denna som gråberg. I tabell 10 visas även beräknade dominerande oxider för inre gråberg och diorit.

Tabell 9. Totalhalter metaller och spårämnen Vargbäcken kvartsgång/diorit och gråberg och diorit.

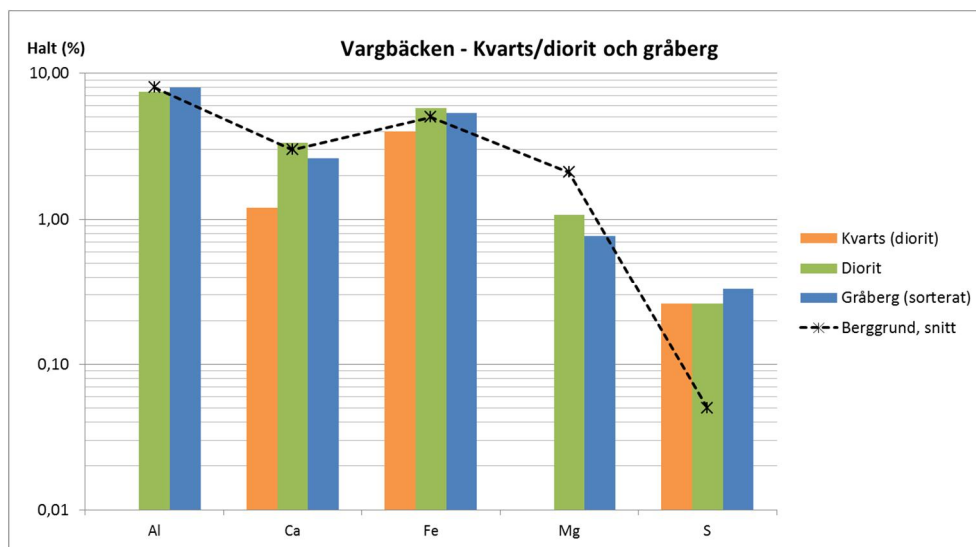
Ämne	Enhet	Sverige berggrund	Kvarts/ (diorit)	Gråberg, inre	Diorit
Au	ppm	0,004	0,85	0,08	0,15
Ag	ppm	0,07	0,2	0,11	0,15
As	ppm	2	20	13,3	60,7
Ba	ppm	430	204	970	750
Cd	ppm	0,18		0,24	0,26
Co	ppm	25	9,3	8,3	13,6
Cr	ppm	200	13	11	28
Cu	ppm	60	86	78,7	102,5
Hg	ppm	0,08	2	0,008	1,4
Mn	ppm	900		969	1090
Mo	ppm	1,5		3,21	0,056
Ni	ppm	75	5	6,1	12,3
Pb	ppm	15	9,4	12,5	9,8
Sb	ppm	1	0,64	0,38	1,1
Sr	ppm	350		426	475
U	ppm	3		3,8	3,6
V	ppm	150	35	69	82
Zn	ppm	70	102	116	126
Al	%	8		8	7,48
Ca	%	3	1,20	2,62	3,33
Fe	%	5,0	4	5,37	5,77
Mg	%	2,1		0,77	1,07
S	%	0,05	0,28	0,33	0,26

Tabell 10. Beräknade dominerande oxider (karbonater angivna som ex. CaO) Vargbäcken gråberg och diorit.

Oxid	Enhet	Gråberg, inre	Diorit
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	15,95	14,95
BaO	%	0,1	0,09
CaO	%	3,65	4,76
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	<0.01	<0.01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	7,94	8,78
K <sub>2</sub> O	%	3,26	2,81
MgO	%	1,4	1,92
MnO	%	0,13	0,15
Na <sub>2</sub> O	%	4,26	3,74
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0,32	0,34
SO <sub>3</sub>	%	0,85	0,69
SiO <sub>2</sub>	%	59,69	59,97
SrO	%	0,05	0,06
TiO <sub>2</sub>	%	0,84	0,82
Total	%	100,05	100,4



Figur 32. Totalhalter metaller och spårämnen Vargbäcken kvartsgång och gråberg samt genomsnittliga halter i berggrund.



Figur 33. Totalhalter metaller och spårämnen Vargbäcken kvartsgång och gråberg samt genomsnittliga halter i berggrund.

De ämnen som främst är förhöjda är svavel, guld och arsenik. Halten av arsenik är förhöjd ca 10 gånger över genomsnittliga halten i berggrunden. Övriga sulfidmetaller uppvisar enbart en marginell förhöjning. Halterna är överlag betydligt lägre jämfört med de i Fäbodtjärn.

Halten av kalcium och magnesium (de dominerande metallerna i buffrande karbonater) i den mineraliserade zonen är något lägre än genomsnittliga halter i

berggrunden, eftersom den mineraliserade zonen delvis utgörs av kvarts. I det inre gråberget ligger halten på ungefär samma nivå som i dioriten, vilket beror på att denna till stor del utgörs av diorit (med små mängder kvarts).

#### *Malm och anrikningssand*

I tabell 11 och figur 34 och 35 redovisas genomsnittliga halter av metaller/spårämnen för det sorterade malmprovet (dvs. sorterad malm från provbrytning) som använts i pilotanrikningsförsöken och de prover av anrikningssand som producerats. I tabell 12 visas även beräknade dominerande oxider för sorterad malm och anrikningssand.

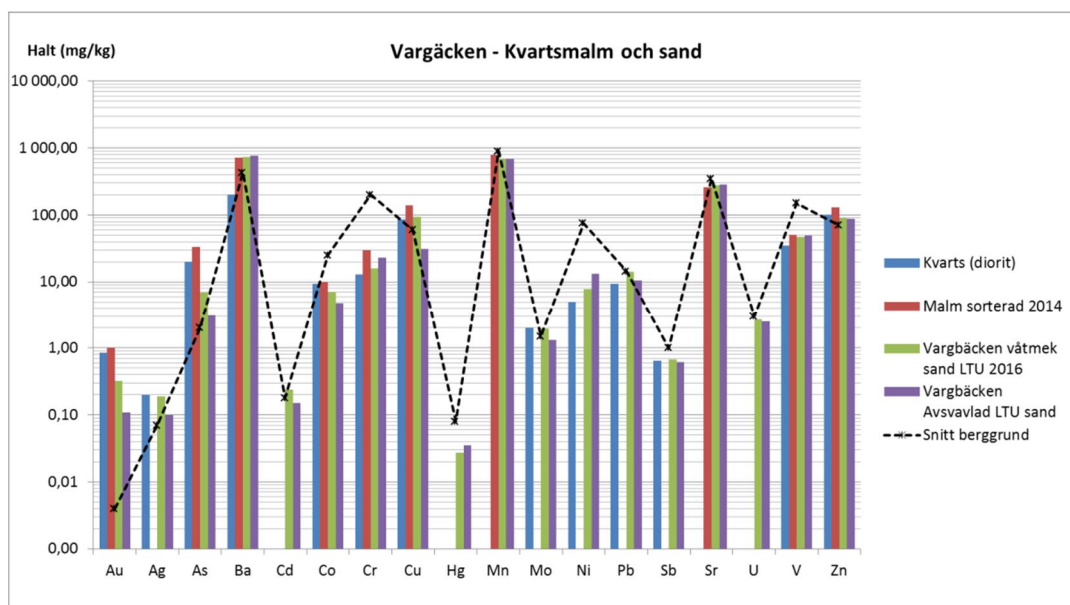
*Tabell 11. Totalhalter metaller och spårämnen Vargbäcken kvartsgång/diorit och gråberg och diorit.*

Ämne	Enhet	Sverige berggrund	Malm sorterad 2014	Sand LTU 2016 Våtmek	Sand LTU 2016 avsvavl
Au	ppm	0,004	1	0,32	0,11
Ag	ppm	0,07	<1	0,19	0,1
As	ppm	2	33	6,9	3,1
Ba	ppm	430	720	740	770
Cd	ppm	0,18		0,24	0,15
Co	ppm	25	10	7,1	4,8
Cr	ppm	200	30	16	23
Cu	ppm	60	140	94,4	31,1
Hg	ppm	0,08		0,027	0,035
Mn	ppm	900	790	682	693
Mo	ppm	1,5	<10	1,94	1,33
Ni	ppm	75	<10	7,8	13,2
Pb	ppm	15	<20	14,3	10,6
Sb	ppm	1	<50	0,67	0,61
Sr	ppm	350	260	277	288
U	ppm	3	<50	2,7	2,5
V	ppm	150	50	47	49
Zn	ppm	70	130	89	87
Al	%	8	3,82	5,76	6,08
Ca	%	3	2,05	1,73	1,78
Fe	%	5,0	4,36	3,92	3,77
Mg	%	2,1	0,46	0,55	0,58
S	%	0,05	0,73	0,37	0,12

Det sorterade malmprovet (analys har inte utförts på bulkprovet av malm från provbrytningen) som använts i utfört anrikningsförsök uppvisar överlag förhöjda halter för samma ämnen som hos snittet för den mineraliserade zonen i området (kvarts/diorit), dock något högre halter eftersom andelen kvarts i materialet är högre.

Tabell 12. Beräknade dominerande oxider (karbonater angivna som ex. CaO)  
Vargbäcken gråberg och diorit.

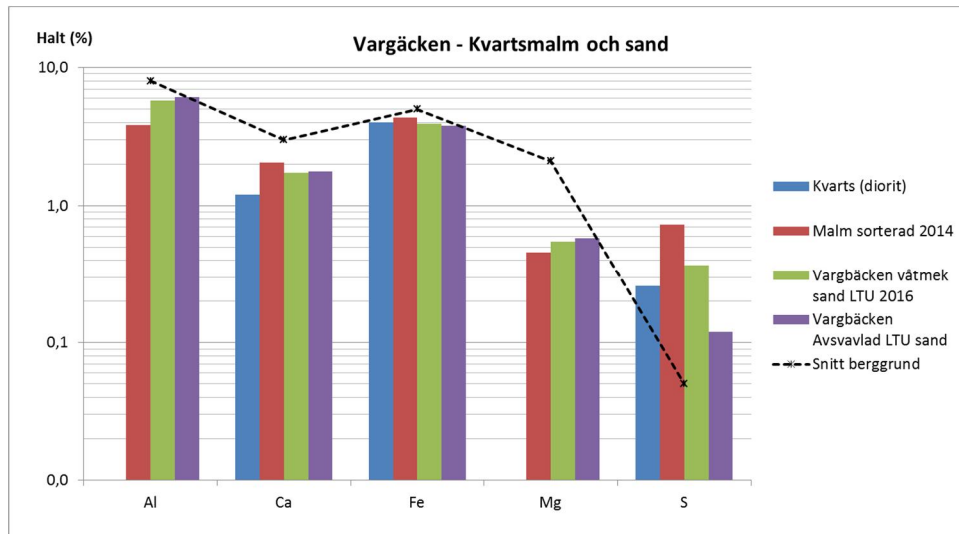
Oxid	Enhet	Malm sorterad 2014	Sand LTU 2016 Våtmek	Sand LTU 2016 avsvavl
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	11,48	11,34	11,35
BaO	%	0,08	0,08	0,08
CaO	%	2,89	2,38	2,37
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	<0.01	0,04	0,06
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	6,71	5,66	5,19
K <sub>2</sub> O	%	2,3	2,23	2,24
MgO	%	1,09	0,98	0,99
MnO	%	0,1	0,09	0,09
Na <sub>2</sub> O	%	3,04	3,01	3,01
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0,23	0,19	0,19
SO <sub>3</sub>	%	1,85	0,91	0,27
SiO <sub>2</sub>	%	69,54	72,6	73,11
SrO	%	0,03	0,03	0,04
TiO <sub>2</sub>	%	0,61	0,53	0,52
Total	%	101,6	100,15	99,56



Figur 34. Totalhalter metaller och spårämnen Vargbäcken kvarts (diorit), sorterad malm, anrikningssand samt genomsnittliga halter berggrund.

Den producerade anrikningssanden uppvisar på samma sätt som malmen förhöjda halter av guld, samt något förhöjda halter av arsenik och svavel. Halten av kalcium och magnesium (de dominerande metallerna i buffrande karbonater) är något lägre än hos genomsnittlig berggrund. Den floterade/avsvavlade sanden innehåller ungefär hälften så mycket svavel, arsenik, kadmium och koppar som den våtmekaniska sanden.





Figur 35. Totalhalter metaller och spårämnen Vargbäcken kvarts (diorit) i genomsnitt: sorterad malm, anrikningssand samt genomsnittliga halter i jordskorpa.

#### 5.5.2.3 Buffrande ämne

I tabell 13 redovisas genomsnittliga halter av metaller/spårämnen för de buffrande ämnen som har testats och utvärderats för att öka den buffrande kapaciteten hos anrikningssanden från Fäbodtjärn (se vidare avsnitt 5.5.3). Dessa utgörs av kalkfiller (finmald kalksten, kalciumkarbonat) och flygaska från förbränning av biobränslen (dvs. träbränslen), även kallat bioaska. Analyserat prov av kalk är från Nordkalks närmaste produktionsstation i Orsa. Prov och resultat för flygaskan är från Skellefte Kraft (anläggningar i Skellefteå, Lycksele och Malå). Det prov som används för tester med anrikningssand är aska från kraftverket i Skellefteå, eftersom detta producerar störst mängd aska per år. Det analyserade provet är samlingsprov för hela 2016. I tabell 13 redovisas också genomsnitt från flera år från de två andra kraftverken. I tabell 14 visas beräknade dominerande oxider för kalk och flygaska.

Tabell 13. Totalhalter metaller och spårämnen kalk respektive flygaska.

Ämne	Enhet	Sverige berggrund	Kalk	Flygaska	Flygaska	Flygaska
			Orsa	Skellefteå	Lycksele	Malå
				2016	Snitt 2011-2016	Snitt 2011-2016
Au	ppm	0,004	0,01	0,08		
Ag	ppm	0,07	0,01	4,0		
As	ppm	2	0,2	81	58	4,2
Ba	ppm	430	20	610	1 894	1 141
Cd	ppm	0,18	0,08	8,5	5,7	18
Co	ppm	25	2,7	12	16	5
Cr	ppm	200	3	80	83	24
Cu	ppm	60	4,1	515	127	103
Hg	ppm	0,08	0,007	0,67	0,9	0,1
Mn	ppm	900	656	6950		
Mo	ppm	1,5	0,13	11	24	1,8
Ni	ppm	75	8,7	49	82	13
Pb	ppm	15	1,8	174	63	46
Sb	ppm	1	0,65	6,4		
Sr	ppm	350	239	717	604	649
U	ppm	3	0,1	2,8		
V	ppm	150	3	47	48	15
Zn	ppm	70	8	1570	933	1 180
Al	%	8	0,26	4,56		
Ca	%	3	35,2	13,7		
Fe	%	5,0	0,19	5,14		
Mg	%	2,1	0,35	1,52		
S	%	0,05	0,01	1,6	1,6	1,1

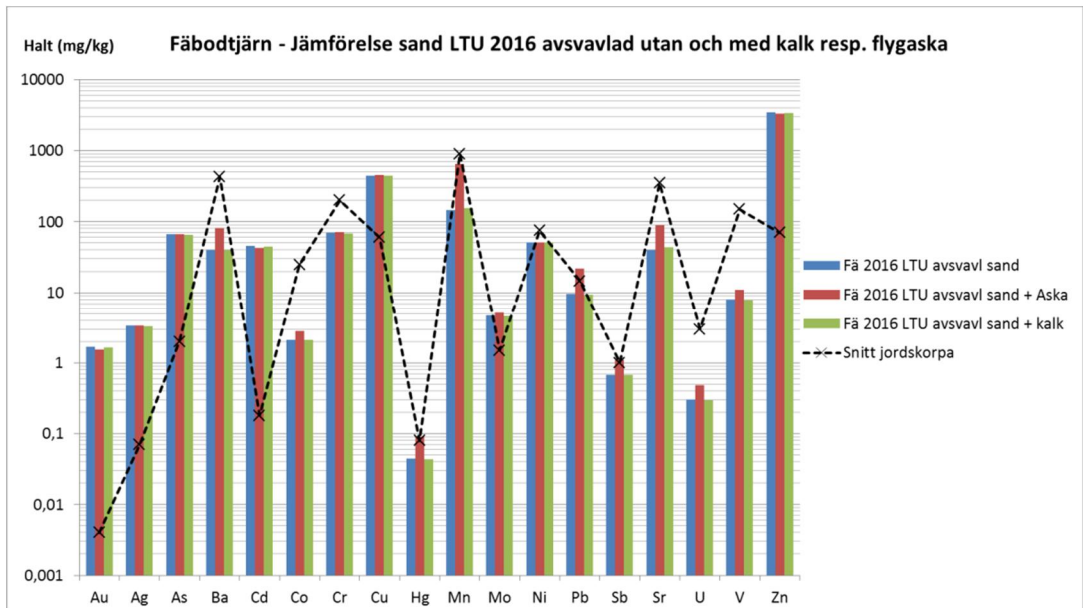
Kalken innehåller låga halter av samtliga ämnen, undantaget kalcium som är högt av naturliga skäl.

Flygaskan innehåller förhöjda halter av flertalet metaller och svavel. Halterna av silver, arsenik, kadmium, koppar och zink ligger på samma nivå som i Fäbodtjärn anrikningssand. Vissa metaller är förhöjda jämfört med anrikningssanden. Det gäller främst bly, kvicksilver och mangan samt barium, strontium och uran, men för de tre sistnämnda är halterna i sig normala jämfört med de i berggrund i allmänhet. Halten av kalcium (förekommer främst som kalciumoxider, kalciumhydroxider och kalciumkarbonat) är förhöjd, vilket ger askan buffrande egenskaper. Halten av kiseloxid (SiO<sub>2</sub>) är även förhöjd i askan, där en del av detta utgörs av buffrande puzzolaner, dvs. reaktiv kisel.

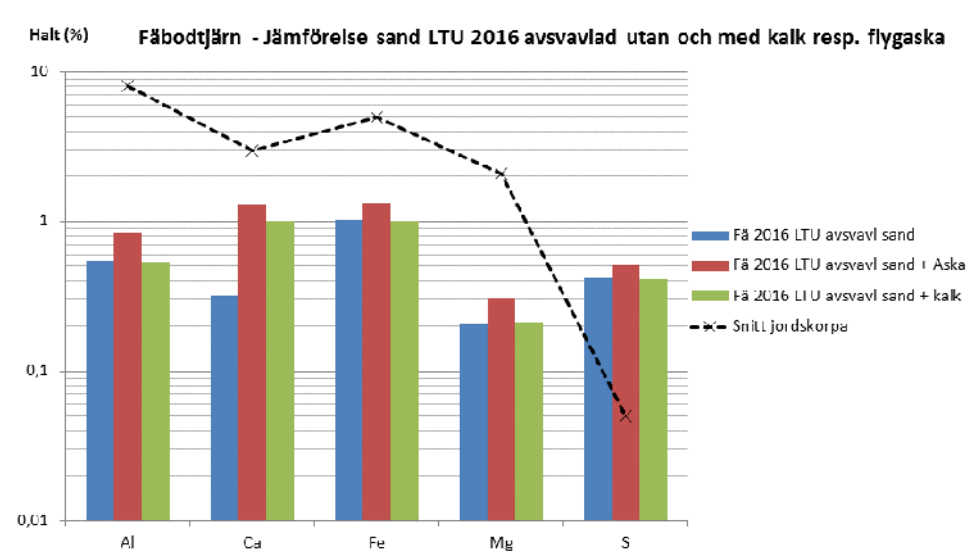
Tabell 14. Beräknade dominerande oxider (karbonater angivna som ex. CaO) i kalk och flygaska.

Oxid	Enhet	Kalk	Flygaska
		Orsa	Skellefteå
			2016
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0,44	9,09
BaO	%	0,02	0,21
CaO	%	54,9	21,1
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	<0.01	0,01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0,3	7,73
K <sub>2</sub> O	%	0,14	4,46
MgO	%	0,59	2,84
MnO	%	0,09	0,99
Na <sub>2</sub> O	%	<0.01	1,83
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0,02	2,2
SO <sub>3</sub>	%	0,02	4,21
SiO <sub>2</sub>	%	1,4	36,23
SrO	%	0,02	0,08
TiO <sub>2</sub>	%	0,02	0,25
Total	%	100,4	100

I figur 36 och 37 visas beräknade totalhalter i sanden före och efter tillsats av kalk respektive flygaska. Halterna är beräknade utgående från projekterad mängd som behöver tillsättas och i fallet med högst halt av svavel i malm och anrikningssand. Eftersom halter av metaller och andra ämnen i kalken är låg och mängden som behöver tillsättas anrikningssanden i sig är mycket liten, innebär det att totalhalterna i sanden inte förändras. Undantaget är kalcium där det totala innehållet ökar till över 1 %, vilket är förväntat då den buffrande kapaciteten ska öka.



Figur 36. Totalhalter metaller och spårämnen Vargbäcken kvarts (diorit) snitt, sorterad malm, anrikningssand samt genomsnittliga halter i jordskorpa.



Figur 37. Totalhalter metaller och spårämnen Vargbäcken kvarts (diorit) snitt, sorterad malm, anrikningssand samt genomsnittliga halter i jordskorpa.

Förändring av totalhalter när flygaska blandas i anrikningssanden är i de flesta fall försumbart liten. För några metaller, de där halterna i askan är högre än i sanden, ökar halterna något. Det gäller ex. barium, kvicksilver och bly. De totala halterna av dessa i sanden med tillsats av flygaska, är dock i sig inte höga jämfört med genomsnittet i berggrunden. På samma sätt som med kalken ökar halten av kalium i blandningen.

### 5.5.3 Syrabildande- och nettobuffrande egenskaper, svavel-specifiering och fördelning sulfidmineraler

#### 5.5.3.1 *Introduktion*

De totala syrabildande och nettobuffrande egenskaperna hos avfallen och buffrande medel har undersökts med ABA-test (Acid Base Accounting, dvs. syra bas redogörelse), enligt standard SS-EN 15875:2011. Testet bestämmer materials totala potentiella syraproducerande kapacitet (AP) på basis av sulfidsvavelinnehållet och totala buffringskapaciteten (NP) på basis av mängden tillsatt syra som provet kan neutralisera. Utgående från den analyserade halten av oorganiskt kol kan även innehållet av karbonater beräknas. Testet ger inget resultat av hur produktionen av syrabildande komponenter utvecklas över tiden (dvs. kinetiken), ex. vid omväxlande exponering för luftens syre och vatten. Här används istället fuktkammarförsök. Normalt anses en kvot under 1 indikera att materialet är potentiellt syrabildande. En kvot mellan 1 och 3 indikerar osäkert resultat och att ytterligare försök kan behövas för att bestämma materialets egenskaper. En kvot över 3 visar att materialet är potentiellt nettobuffrande (används även som gräns för inert avfall i förordningen om utvinningsavfall).

Vid svavel-speciering bestäms totala mängden svavel i ett prov samt hur mycket som föreligger som sulfider respektive sulfat. pH-pasta mäter pH-värdet hos ett prov uppblandat med vatten.

Utgående från de uppmätta halterna av de dominerande sulfidmetallerna, svavelhalt, andel sulfider, så går det vidare grovt att beräkna den ungefärliga fördelningen av de dominerande sulfidmineralerna.

#### 5.5.3.2 *ABA- test och svavel-speciering*

Resultat för ABA-tester och svavel-speciering redovisas i tabell 15, med klassificering både utgående från total buffrande kapacitet (NP/AP) och för karbonater (NPkarb/AP). I figur 38 redovisas den ABA-klassificering för total buffrande kapacitet (NP/AP) plottat mot sulfidinnehållet.

##### *Gråberg*

Resultaten för proverna av gråberg visar att Fäbodtjärn diorit och Vargbäcken gråberg är potentiellt nettobuffrande. Fäbodtjärn metasediment/mafisk klassas som potentiellt syrabildande främst beroende på det mycket låga innehållet av buffrande mineraler och karbonater. Huvuddelen av svavlet utgörs av sulfidsvavel (ca 85 % för Fäbodtjärn och 75 % för Vargbäcken).

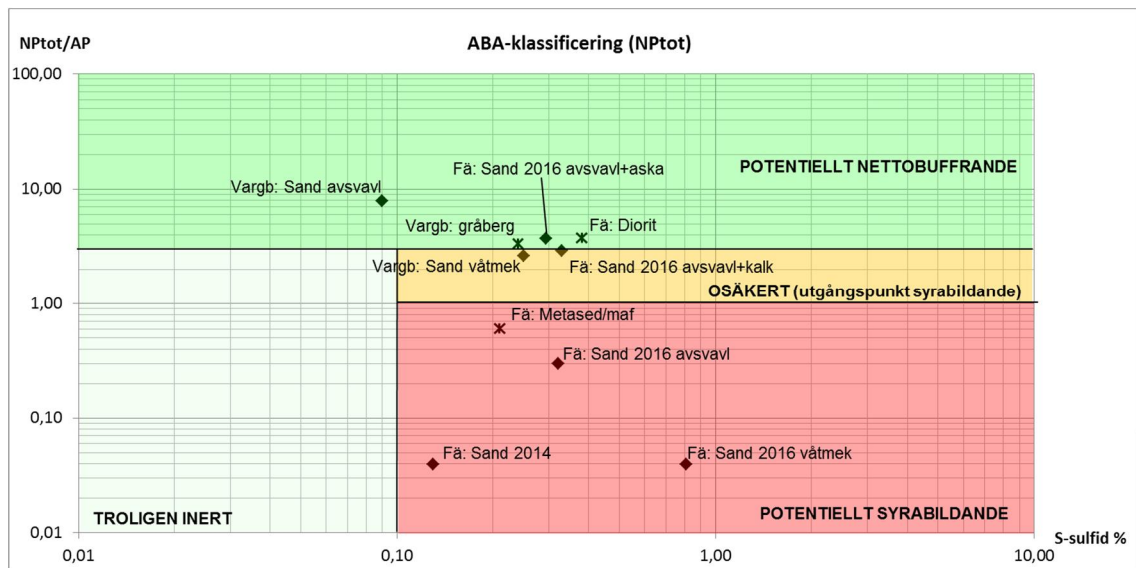
##### *Anrikningssand*

Den våtmekaniska anrikningssanden från Vargbäcken uppvisar osäker klassificering medan den avsvavlade sanden klassas som nettobuffrande. Båda proverna innehåller förhöjda halter av karbonater. Huvuddelen av svavlet utgörs av sulfidsvavel (ca 75 %), vilket innebär att andelen är något mindre än vid Fäbodtjärn.

Samtliga prover av anrikningssand (våtmekanisk och avsvavlad) från Fäbodjärn klassas som potentiellt syrabildande. Innehållet av sulfider i sanden från 2014 är i sig förhållandevis lågt, men eftersom innehållet av buffrande mineraler och karbonater är mycket lågt medför det att provet klassas som potentiellt syrabildande. Sanden från 2016 uppvisar ett svagt surt pH-värde, vilket indikerar att det innehåller reaktiva sulfider och lite buffrande karbonater. Huvudelen av svavlet utgörs av sulfidsvavel (ca 85 %).

Tabell 15. Resultat ABA-tester och svavelspeciering gråberg och anrikningssand samt flygaska.

Avfall/prov	S	S-sulfid	Sulfat	pH-pasta	C oorg.	AP	NP	NPkarb	NP/AP	NPkarb/AP
	%	%	%		%	tCaCO3/1000t	tCaCO3/1000t	tCaCO3/1000t		
<i>Gråberg</i>										
Fä: Diorit	0,44	0,38	0,06		0,4	12	45	33	3,8	2,8
Fä: Meta-sed/Maf	0,24	0,21	0,03		0,01	6,6	4	0,8	0,6	0,1
Vargb: Gråberg	0,33	0,24	0,09	9,5	0,28	7,4	25	23	3,4	3,1
<i>Anrikningssand</i>										
Fä: LTU 2014 (våtmek)	0,19	0,16	0,025	8,1	0,02	5	1	1,3	0,2	0,26
Fä: LTU 2016 våtmek	0,94	0,81	0,13	5,8	0,02	25	1	1,0	0,04	0,30
Fä: LTU 2016 avsvavl	0,41	0,32	0,09	5,6	0,02	10	3	1,7	0,30	0,17
Fä: LTU 2016 avsvavl +kalk	0,43	0,33	0,1	7,8	0,33	10	30	28	2,9	2,7
Fä: LTU 2016 avsvavl +aska	0,53	0,07	0,46	10,1	0,06	2,2	17	5,0	7,9	2,3
Fä: LTU 2016 avsvavl +aska Beräknat	0,55	0,293	0,252		0,160	9,1	34	13	3,7	1,5
Vargb: LTU 2016 våtmek	0,35	0,25	0,1	8,1	0,16	7,2	19	13	2,6	1,9
Vargb: LTU 2016 avsvavl	0,13	0,09	0,04	8,3	0,18	2,8	22	15	7,9	5,4
<i>Flygaska</i>										
	1,67	0,07	1,6	11,6	1,33	2,2	292	111	133	51



Figur 38. Förenklad ABA-klassificering för total buffrande kapacitet (NP/AP) plottat mot sulfidinnehåll. Kvadrater symboliserar anrikningssand och stjärnor symboliserar gråberg. Värden för Fäbodtjärn sand 2016 med aska är de beräknade.

Eftersom både sanden från 2014 och den avsvavlade sanden från 2016 uppvisade potentiellt syrabildande egenskaper, beslöts det att utföra tester av sanden med tillsats av buffrande material. Den avsvavlade sanden från 2016 har i detta fall använts, eftersom det har högst innehåll av sulfider och representerar sand från upparbetning av malm med de högsta svavelhalterna. Testerna har utförts med en tillsatt mängd buffrande ämne, så att den totala NP/AP-kvoten ungefär blivit 3. I detta fall ca 30 gr kalk respektive ca 120 gr flygaska per kg sand.

Test av själva flygaskan har visat att svavelinnehållet till stor del utgörs av sulfat. Eftersom askan innehåller förhöjda halter av hydroxider erhålls ett förhöjt pH-värde i pastan, i detta fall ca 11,6. Den totala buffrande kapaciteten (NP) uppgår till ca 290 gr/kg för askan (som jämförelse är motsvarande värde för kalken ca 960 gr/kg). Den totala buffrande kapaciteten är högre än den för enbart karbonater (NPkarbonat, ca 110 gr/kg). Det beror på att askan, enligt tidigare beskrivning, även innehåller andra buffrande ämnen främst hydroxider och puzzolaner (reaktiv kisel).

Testerna visar att både blandning av sand med kalk och flygaska är nettobuffrande med en NP/AP-kvot på ca 3 och ett pH-värde för pasta på 8 för blandningen med kalk och 10 för blandningen med aska. Som framgår av tabell 14 är innehållet av sulfider i blandningen med aska enbart 0,07 % jämfört med 0,32 % i själva sanden. Askans höga pH-värde har troligen medfört att sulfiderna i sanden omvandlats till sulfat, möjligen pådrivna av de reagensämnen som tillsätts i ABA-testet. Av denna anledning har även beräknade värden tagits fram, utgående från värdena hos sanden och askan i sig.



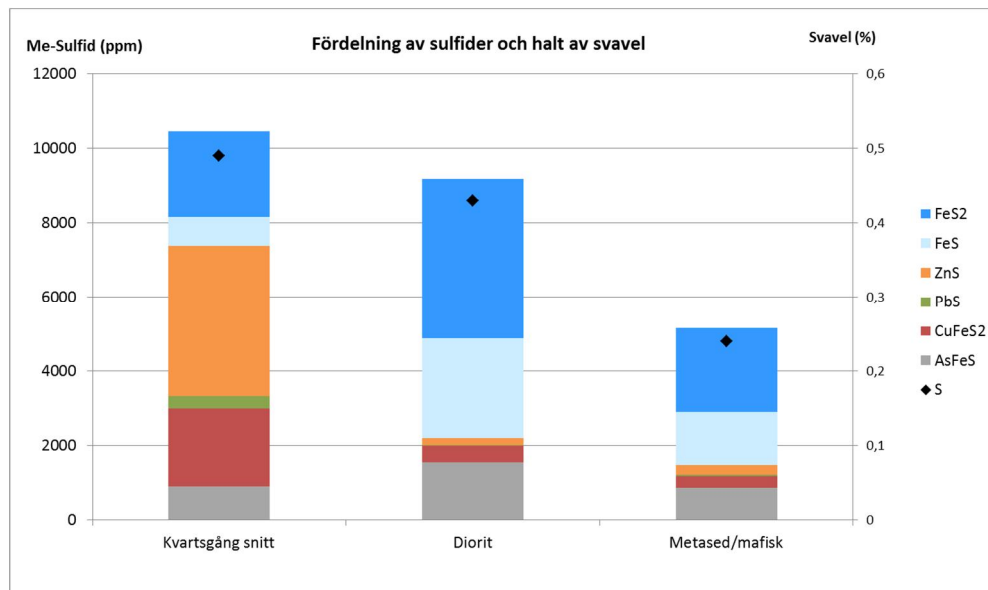
Utöver analys av själva anrikningssanden har analys även skett av processvatten från anrikningsförsök Fäbodtjärn 2016 avseende innehåll av tiosulfatsalter. Analyserna visade på mycket låga halter, under detektionsgränsen.

### 5.5.3.3 Fördelning sulfidmineraler

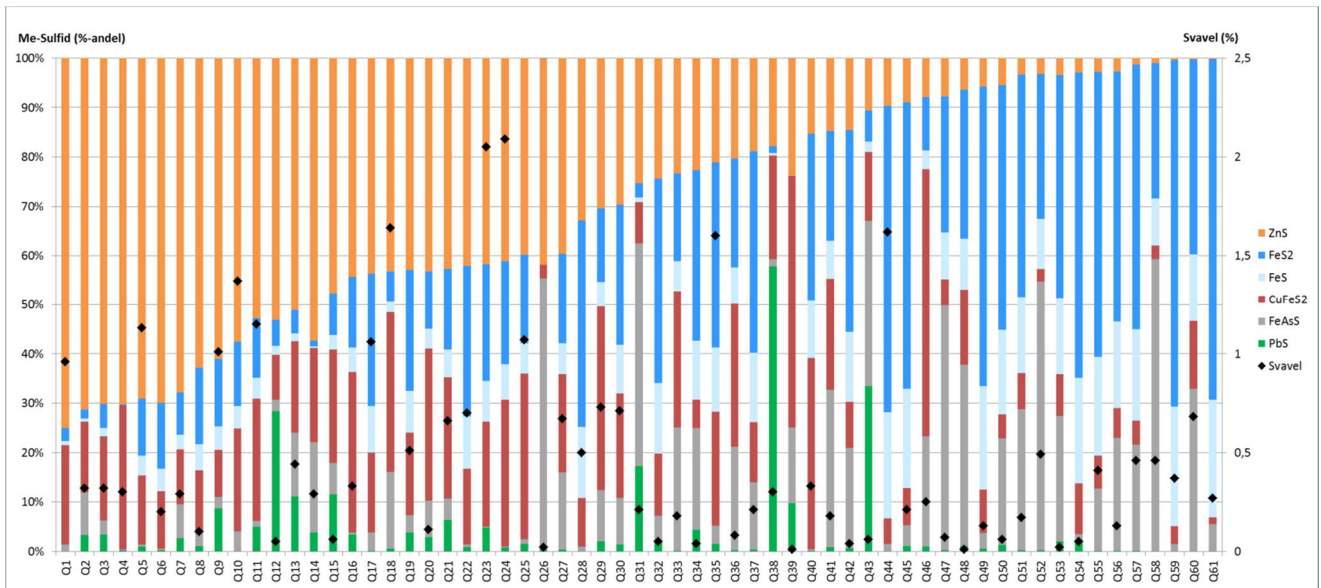
#### Fäbodtjärn kvartsgång och gråberg

I figur 39 visas de ungefärliga beräknade fördelningarna (här som vikt-%) av de dominerande sulfidmineralerna för den genomsnittliga sammansättning hos Fäbodtjärn kvartsgång samt prover av diorit och metasediment/mafisk. I figur 40, 41 och 42 visas fördelning för de olika delproverna från analyserade borrhärdar. Enligt mikroskopisk undersökning av LTU (försök 2016 malm) utgörs ca 70 % av järnsulfiderna av svavelkis ( $\text{FeS}_2$ ) och resten av magnetkis ( $\text{FeS}$ ) (samma fördelning i diorit och metasediment har antagits).

Kvartsgången domineras framför allt av zinkblende ( $\text{ZnS}$ ) men även av svavelkis, magnetkis och kopparkis ( $\text{CuFeS}_2$ ). Mängden arsenikkis ( $\text{AsFeS}$ ) och blyglans ( $\text{PbS}$ ) är lägre. För ungefär 30 % av proverna består sulfidmineralerna till mer än 50 % zinkblende och för 30 % av svavelkis/magnetkis.

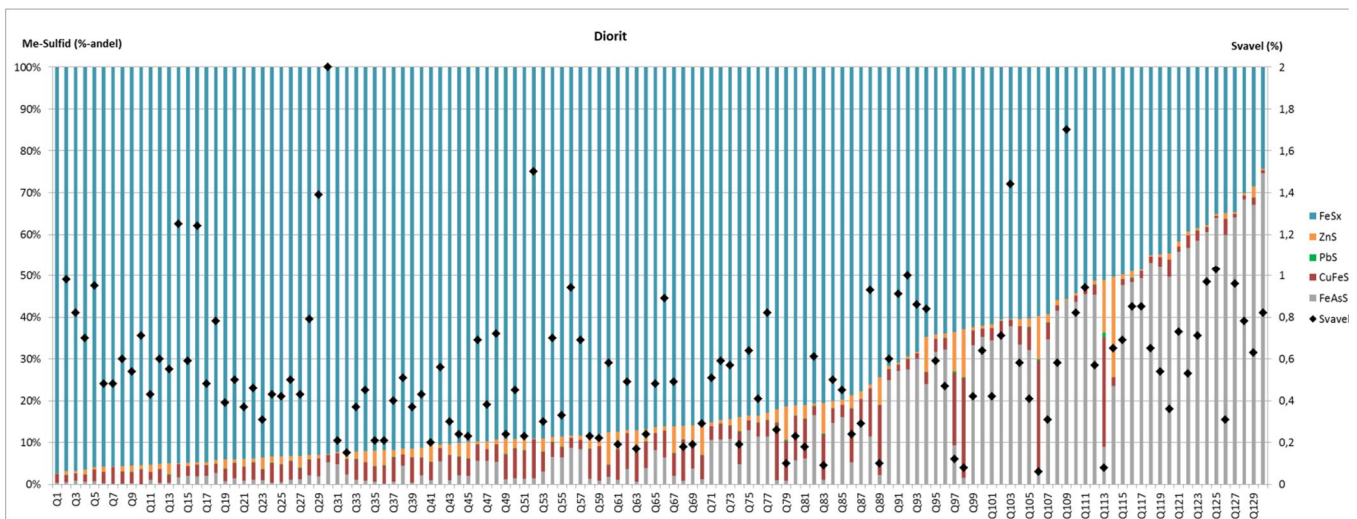


Figur 39. Beräknad ungefärlig fördelning av sulfidmineral och svavelhalt för genomsnittlig sammansättning hos kvartsgång, diorit och metasediment/mafisk.

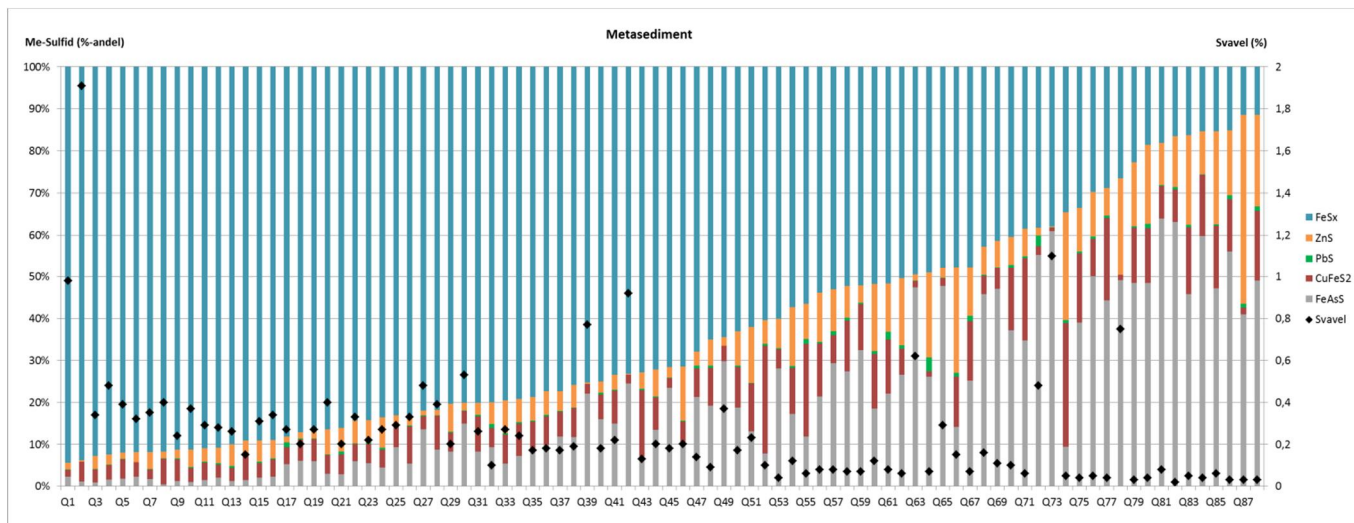


Figur 40. Beräknad ungefärlig fördelning av sulfidmineral och svavelhalt delprover borrhämnor kvartsgång (delprov = Qx).

Diorit och metasediment/mafisk domineras helt av svavelkis och magnetkis. Andelen zinkblende och koppar är betydligt lägre än i kvartsen medan arsenikkis utgör en lite större andel. I dioriten är det totala innehållet av sulfider ungefär det samma oavsett om det domineras av svavelkis/magnetkis eller ex. utgörs av 50 % arsenikkis. För metasedimenten är det totala innehållet av sulfider högre när det domineras av svavelkis/magnetkis



Figur 41. Beräknad ungefärlig fördelning av sulfidmineral och svavelhalt delprover borrhämnor diorit (delprov = Qx).

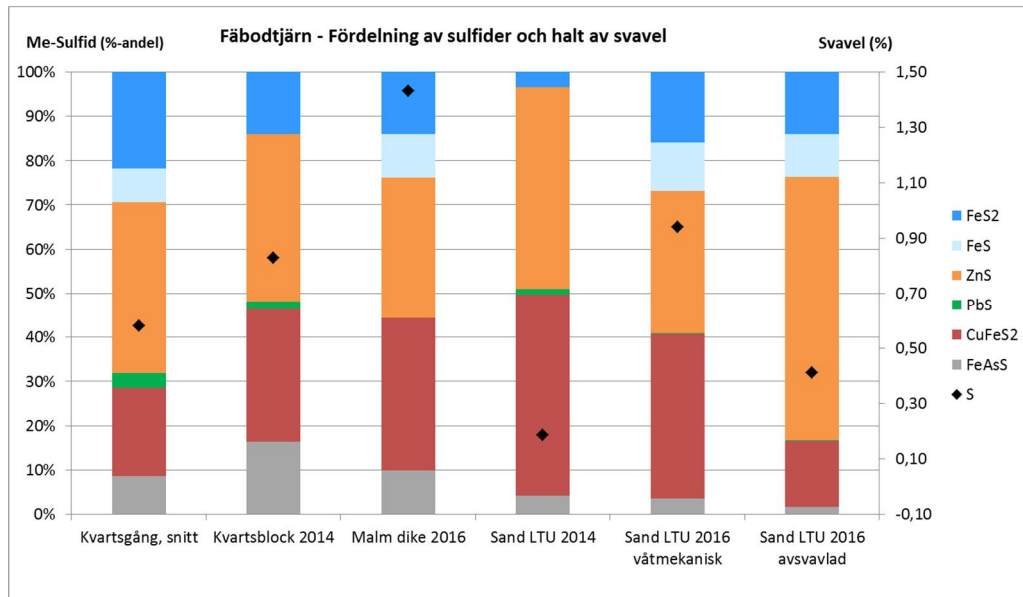


Figur 42. Beräknad ungefärlig fördelning av sulfidmineral och svavelhalt delprover borrhärdar metasediment (delprov = Qx).

#### Fäbodtjärn malmprover och anrikningssand

I figur 43 visas den ungefärliga beräknade fördelningen av de dominerande sulfidmineralerna för malmprover från Fäbodtjärn samt producerad anrikningssand. Jämfört med snittet hos kvartsgången uppvisar den malm som använts i anrikningsförsöket 2014 (ytliga kvartsblock) en högre svavelhalt, något högre andel arsenikkis och kopparkis men lägre andel magnetkis. Malm använt i anrikningsförsök 2016 (kvartsblock) uppvisar också en högre svavelhalt, men i övrigt ungefär motsvarande sammansättning som snitt kvartsgång, förutom något mer kopparkis och mindre zinkblende och blyglans.

Anrikningssand 2014 domineras av kopparkis och zinkblende. Våtmekanisk anrikningssand 2016 har ungefär motsvarande sammansättning som ingående malmen, men något lägre halter arsenikkis. I den floterade/avsvalande sanden är andelen zinkblende betydligt högre och kopparkis lägre, beroende på olika avskiljningsgrader i flotationen.

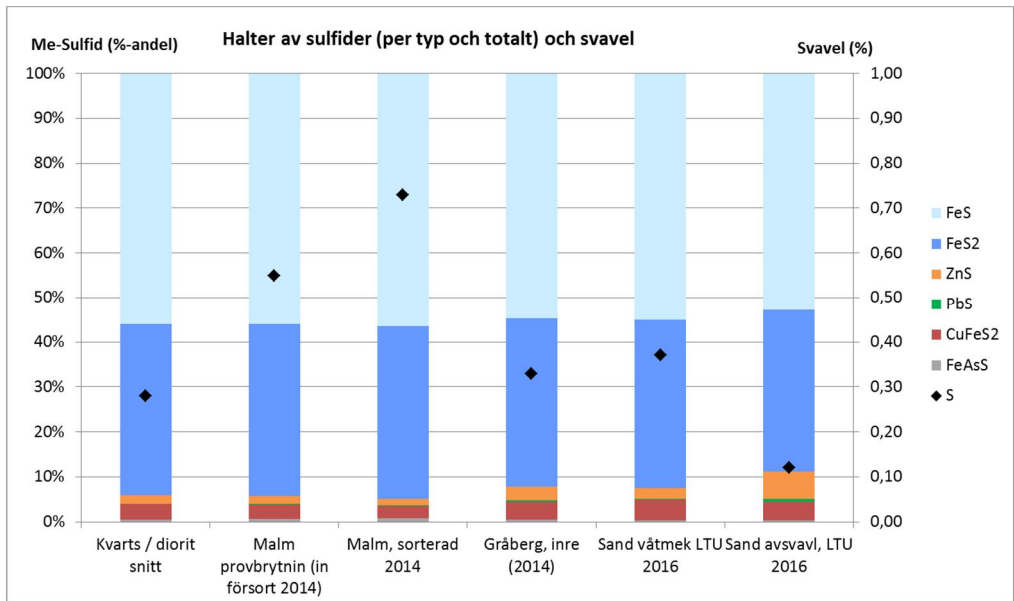


Figur 43. Fördelning av sulfidmineral och svavelhalt för snitt kvartsgång, malmprover och anrikningssand.

#### Vargbäcken malmprover och anrikningssand

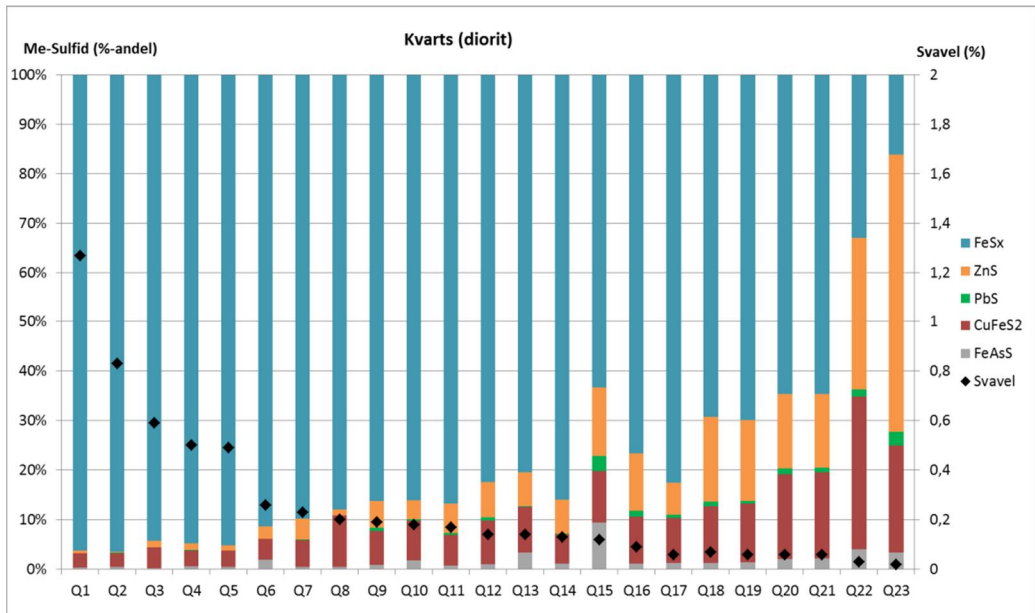
I figur 42 visas den ungefärliga beräknade fördelningen av de dominerande sulfidmineralerna för malm, gråberg och anrikningssand från Vargbäcken. Enligt mikroskopisk undersökning av LTU utgörs ca 50 % (mol) av järnsulfiderna av svavelkis och resten av magnetskis (samma fördelning antas i diorit och metasediment). Samtliga prover domineras helt av svavelkis och magnetskis, med små mängder zinkblende och kopparkis. Den sorterade malmen erhåller en högre halt av guld och svavel än det sorterade gråberget, vilket är väntat eftersom kvartsen sorterar fram. Halten i den våtmekaniska sanden ligger på samma nivå som i gråberget.

Malmprov från provbrytning anses vara representativ för den malm som kommer att brytas i planerat dagbrott och anrikas, möjligen med marginellt högre halter av svavel än snitt hos den mineraliserade zonen.



Figur 44. Beräknad ungefärlig fördelning av sulfidmineral och svavelhalt för kvarts/diorit, malm, sorterad malm och inre gråberg samt anrikningssand.

I figur 45 visas ungefärlig fördelning av sulfider för delprover av kvarts/diorit hos den ytliga delen av fyndigheten i området vid provbrytningen. Som framgår domineras sulfiderna av svavelkis och magnetskis, särskilt prover med lite högre svavelinnehåll.



Figur 45. Beräknad ungefärlig fördelning av sulfidmineral och svavelhalt delprover borrhävar kvarts/diorit (delprov = Qx).

#### 5.5.4 Statiskt laktest

Statiskt laktest, i form av skaktest enligt SS-EN 12457-3, har utförts på vissa prover av gråberg och anrikningssand främst för att få underlag och undersöka hur utlakningen förändras vid olika LS-kvoter (Liquid/Solid-kvot, dvs. kvoten mellan vätska och fast avfall). Eftersom samtliga avfall innehåller sulfider vilka oxideras i kontakt med syre, så visar i detta fall inte ett statiskt laktest hur utlakningen förändras över tiden, eftersom ingen omväxlande oxidering och bevattning sker.

Tabell 16. Resultat statiskt laktest gråberg, lakad mängd per kg.

Ämne	Enhet	Fäbodtjärn metasediment, borrkärna		Vargbäcken inre	
		LS 2	LS 10	LS 2	LS 10
Au	mg/kg			<0,00002	<0,0001
Ag	mg/kg			<0,001	<0,005
Al	mg/kg			0,646	9,79
As	mg/kg	0,27	1,1	0,00242	0,0428
Ba	mg/kg	0,018	0,2	0,0282	0,0667
Ca	mg/kg			31,8	76,1
Cd	mg/kg	<0,0001	<0,0008	<0,0001	<0,0005
Co	mg/kg			<0,0001	<0,000584
Cr	mg/kg	0,00438	0,0448	<0,001	<0,005
Cu	mg/kg	0,0124	<0,02	<0,002	<0,01
Fe	mg/kg			0,0406	0,958
Hg	mg/kg	<0,00004	<0,0005	<0,00004	<0,0002
K	mg/kg			51,8	121
Mg	mg/kg			1,89	3,77
Mn	mg/kg			0,0113	0,0311
Mo	mg/kg	0,0146	0,0202	0,0113	0,0211
Na	mg/kg			20,8	29,4
Ni	mg/kg	0,0045	0,0513	<0,001	<0,005
Pb	mg/kg	0,000794	0,00679	<0,0004	<0,002
Sb	mg/kg	0,0146	0,0293	0,00212	0,00555
Se	mg/kg	0,01		<0,006	<0,03
Sn	mg/kg			<0,001	<0,005
V	mg/kg			0,00114	0,0247
Zn	mg/kg	<0,004	<0,03	<0,004	<0,02
pH		9,3	8,8	8	9,1
Kond.	mS/m	12		23,9	6,96
DOC	mg/l	15,9		4,9	<8
Cl	mg/kg	7,6	<15	9,66	<17
F	mg/kg	1,88	6,44	1,09	<3
SO4	mg/kg	10,4	<50	91,8	<122

I tabell 16 och 17 redovisas resultat för gråberg. Provet på Fäbodtjärn avser resultat från tidigare utfört test på metasediment för 1 m borrhänsa, med halter ungefär motsvarande de i genomsnittlig sammansättning, men lägre svavelhalt.

Tester har även utförts på gråberg (diorit) från Vargbäcken, men de är inte aktuella att bryta och redovisas således inte.

Tabell 17. Resultat statistiskt laktest gråberg, halt i lakvatten.

Ämne	Enhet	Fäbodtjärn metasediment, borrkärna		Vargbäcken inre	
		LS 2	LS 10	LS 2	LS 10
Au	µg/l			<0,01	<0,01
Ag	µg/l			<0,5	<0,5
Al	µg/l			323	1120
As	µg/l	15,8	135	1,21	4,94
Ba	µg/l	0,563	8,98	14,1	5,07
Ca	mg/l			15,9	5,82
Cd	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Co	µg/l			<0,05	0,0602
Cr	µg/l	<0,5	2,19	<0,5	<0,5
Cu	µg/l	<1	6,21	<1	<1
Fe	mg/l			0,0203	0,112
Hg	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
K	mg/l			25,9	9,14
Mg	mg/l			0,944	0,255
Mn	µg/l			5,66	2,56
Mo	µg/l	<0,5	7,3	5,66	1,34
Na	mg/l			10,4	1,34
Ni	µg/l	<0,5	2,25	<0,5	<0,5
Pb	µg/l	<0,2	0,397	<0,2	<0,2
Sb	µg/l	0,737	7,28	1,06	0,446
Se	µg/l	<3	5	<3	<3
Sn	µg/l			<0,5	<0,5
V	µg/l			0,572	2,88
Zn	µg/l	<2	<2	<2	<2
pH		9,3	9,3	8	9,1
Kond.	mS/m	2,31	12	23,9	6,96
DOC	mg/l	<0,50	7,97	2,45	<0,50
Cl	mg/l	<1,00	3,8	4,83	<1,00
F	mg/l	<0,200	0,939	0,547	<0,200
SO4	mg/l	<5,00	5,21	45,9	<5,00

I tabell 18 och 19 redovisas resultat för anrikningssand. Test har även utförts på Fäbodtjärn sand LTU 2014 våtmekanisk, men eftersom provet var surt från början och det inte är aktuellt att bortskaffa sanden under sådana förhållanden redovisas inte resultatet.



Tabell 18. Resultat statistiskt laktest anrikningssand, lakad mängd per kg.

Ämne	Enhet	Fäbodtjärn LTU 2014		Vargbäcken LTU 2016, våtmekanisk	
		LS 2	LS 10	LS 2	LS 10
Au	mg/kg	3,12E-05	0,000213	<0,00004	<0,000147
Ag	mg/kg	<0,001	<0,005	<0,001	<0,005
Al	mg/kg	0,354	9,64	0,0822	3,75
As	mg/kg	0,052	0,41	<0,001	<0,007
Ba	mg/kg	0,00232	0,00644	0,065	0,117
Ca	mg/kg	79,6	123	198	275
Cd	mg/kg	<0,0001	<0,005	<0,0001	<0,0005
Co	mg/kg	0,000224	0,00251	0,000112	0,000553
Cr	mg/kg	<0,001	<0,02	<0,001	<0,005
Cu	mg/kg	0,0123	0,277	0,0187	<0,02
Fe	mg/kg	<0,008	<12	<0,008	<2
Hg	mg/kg	<0,00004	<0,0002	<0,00004	<0,0002
K	mg/kg	<1	<5	41,4	81,5
Mg	mg/kg	6,3	8,41	6,52	8,22
Mn	mg/kg	0,00584	0,208	0,24	0,289
Mo	mg/kg	0,0208	0,0376	0,0218	0,0331
Na	mg/kg	4,56	<6	14,5	17,8
Ni	mg/kg	0,00314	0,0166	0,00336	<0,007
Pb	mg/kg	<0,0004	<0,3	<0,0004	<0,004
Sb	mg/kg	0,00364	0,011	0,00304	0,0079
Se	mg/kg	0,0234	0,0501	<0,006	<0,03
Sn	mg/kg	<0,001	<0,005	<0,001	<0,005
V	mg/kg	0,0822	0,276	0,000384	0,00715
Zn	mg/kg	0,0065	0,511	0,00698	<0,02
pH					
Kond.	mS/m	9,2	8,8	7,4	7,8
DOC	mg/l	25,8	4,18	60,3	10,1
Cl	mg/kg	8,68	<12	6,66	12,4
F	mg/kg	7,28	<15	3,12	<11
SO4	mg/kg	<0,4	<2	1,27	3,42

Tabell 19. Resultat statistiskt laktest anrikningssand, halt i lakvatten.

Ämne	Enhet	Fäbodtjärn LTU 2014		Vargbäcken LTU 2016, våtmekanisk	
		LS 2	LS 10	LS 2	LS 10
Au	µg/l	0,0156	0,0225	<0,02	0,0137
Ag	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Al	µg/l	177	1130	41,1	441
As	µg/l	26	44,2	<0,5	0,787
Ba	µg/l	1,16	0,535	32,5	7,6
Ca	mg/l	39,8	6,47	99,1	13,5
Cd	µg/l	<0,05	0,638	<0,05	<0,05
Co	µg/l	0,112	0,28	0,0561	0,0552
Cr	µg/l	<0,5	2,86	<0,5	<0,5
Cu	µg/l	6,17	32,2	9,37	<1
Fe	mg/l	<0,004	1,46	<0,004	0,298
Hg	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
K	mg/l	<0,5	<0,5	20,7	5,69
Mg	mg/l	3,15	0,355	3,26	0,344
Mn	µg/l	2,92	24,5	120	11
Mo	µg/l	10,4	2,37	10,9	1,82
Na	mg/l	2,28	<0,2	7,24	0,71
Ni	µg/l	1,57	1,68	1,68	<0,5
Pb	µg/l	<0,2	35,4	<0,2	0,392
Sb	µg/l	1,82	0,953	1,52	0,647
Se	µg/l	11,7	3,6	<3	<3
Sn	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
V	µg/l	41,1	24,8	0,192	0,818
Zn	µg/l	3,25	61,1	3,49	<2
pH		9,2	8,8	7,4	7,8
Kond.	mS/m	25,8	4,18	60,3	10,1
DOC	mg/l	4,34	<0,50	3,33	0,83
Cl	mg/l	3,64	<1,00	1,56	<1,00
F	mg/l	<0,200	<0,200	0,633	0,285
SO4	mg/l	74,3	<5,00	224	11,3

## 5.5.5 Fuktkammarförsök

### 5.5.5.1 Omfattning och status

Fuktkammarförsök (standard ASTM 5744) är ett så kallat kinetiskt försök, dvs. man studerar hastigheten med vilken olika reaktioner sker (reaktionshastigheter), exempelvis förbrukning av karbonater och sulfider samt mobilisering av metaller, i en miljö där materialet utsätts för vittring och där syretillgången inte är begränsande. Försöken är forcerade genom att materialet utsätts omväxlande för luft och vatten samt att de utförs vid rumstemperatur. Utgående från resultaten kan man göra en kvantitativ bedömning om ett prov är potentiellt nettobuffrande eller syrabildande samt av den metall- och sulfatmängd som kan förväntas mobiliseras och transporteras ut från materialet över tid.

Fuktkammarförsök har utförts på samtliga relevanta prover av gråberg och anrikningssand. Lakvattnet har genomgått analyser av basparametrar (pH, sulfat, alkalinitet mm.) och metaller. Analyser av basparametrar sker varje vecka och metaller vecka noll till 5 och sedan ungefär var femte vecka.

Proverna har generellt körts det antal veckor som behövs fram tills att utlakning av olika ämnen stabiliserats eller tillräckligt med information erhållits på annat sätt, i de flesta fall minst 30 veckor. Beslut om ett test ska avbrytas eller fortsätta efter 30 veckor görs utgående från om resultaten har stabiliserats det senast veckorna (minst 5 veckor). I tabell 19 redovisas status för utförda tester (fram till mitten april 2018).

Tabell 20. Status för utförda fuktkammarförsök (april 2018).

Fyndighet / Avfall	Status	Antal veckor	Kommentar
<i>Fäbodtjärn</i>			
Gråberg, diorit	Klart	40	
Gråberg, metasediment	Pågår	92	Alla karbonater har ännu inte förbrukats efter 92 veckor
Sand LTU 2014	Pågår	95	Utveckling följs fortsatt eftersom provet är svagt syrabildande
Sand LTU 2016, avsvavlad	Klart	20	
Sand LTU 2016, avsvavlad + kalk	Klart	32	
Sand LTU 2016, avsvavlad + aska	Pågår	55	Alla parametrar har inte stabiliserats än
<i>Vargbäcken</i>			
Gråberg, försorterat	Klart	30	
Sand LTU 2016, våtmek	Klart	30	
Sand LTU 2016, avsvavlad	Klart	30	

Som framgår pågår fortfarande test av vissa prover, då halterna i lakvattnet stabiliserats tillräckligt eller för att få ytterligare information om dess utveckling (se följande avsnitt för ytterligare information).

I nedanstående avsnitt redovisas resultat från utförda fuktkammarförsök. Här redovisas också resultat för de två proverna av anrikningssand Fäbodtjärn 2014 och 2016 avsvavlad, vilka i sig inte har någon tillsats av buffrande ämne. Det ska noteras att det inte är aktuellt att bortskaffa anrikningssanden på detta sätt, dvs. med ett underskott av buffrande kapacitet så att surt lakvatten kan uppkomma. Resultaten redovisas i detta fall enbart för att ge en vidare förståelse hur avfallet kan bete sig utan tillsats av buffrande ämne.

I Bilaga D.1 återfinns motsvarande diagram som nedan för basparametrar samt även diagram för metaller.

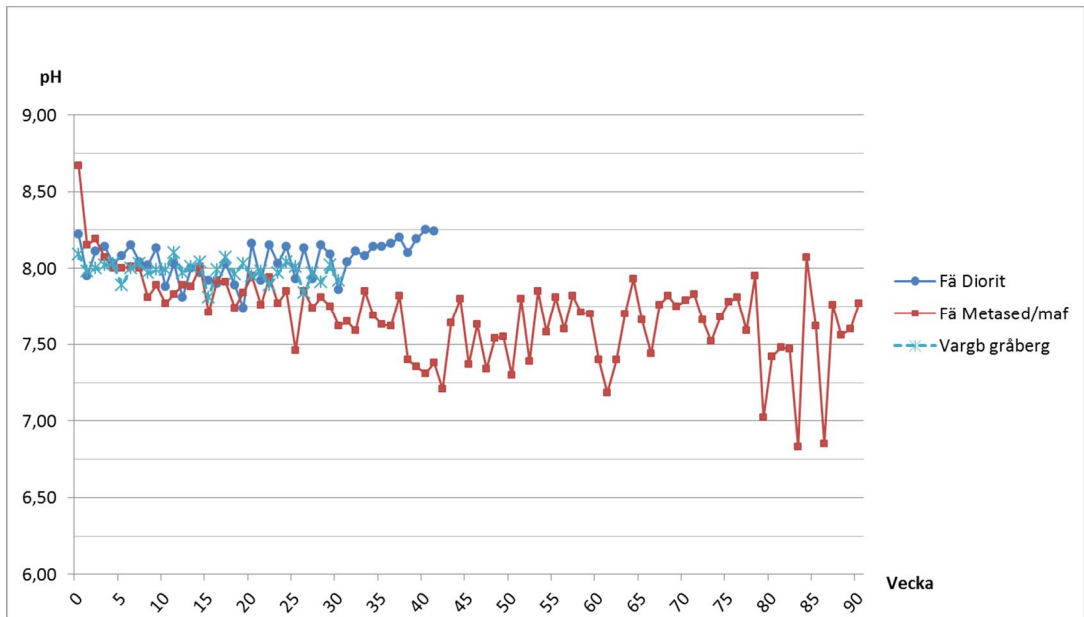
#### 5.5.5.2 *Basparametrar*

I följande avsnitt redovisas resultat för basparametrar omfattande pH, sulfat, alkalinitet och aciditet/syrlighet (mätt på surhet – syrahalten/vätejoner).

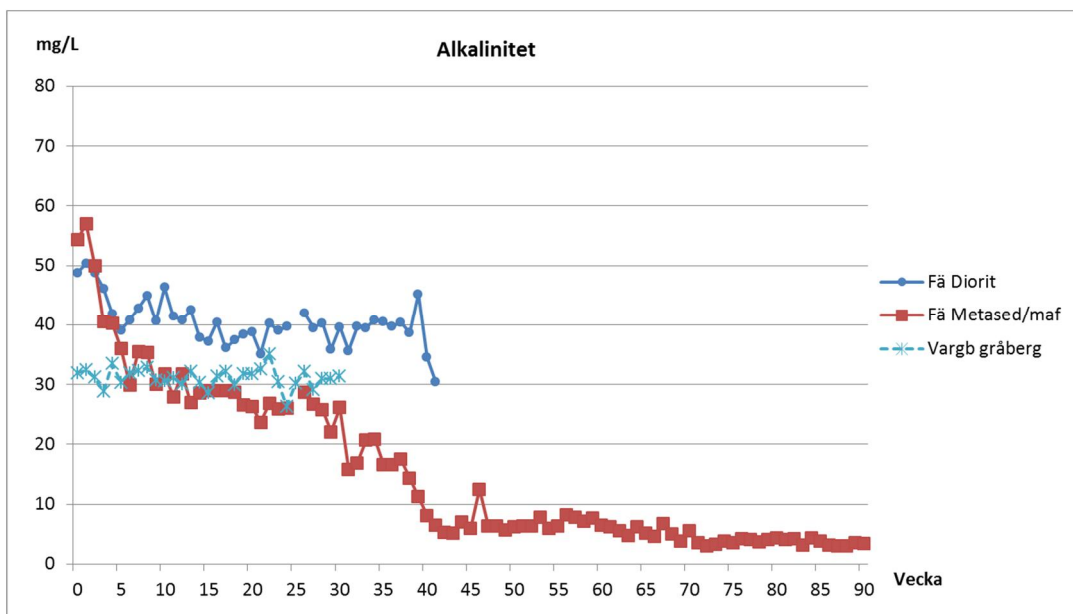
##### *Gråberg*

Lakvattnet från Fäbodtjärn diorit och Vargbäcken gråberg (inre gråberg huvudsakligen utgörandes av diorit) uppvisar båda från start ett nära neutralt pH-värde på ca 8 (figur 46) med ett överskott av alkalinitet (figur 47). Alkaliniteten hos Fäbodtjärn diorit sjönk till ca 30 mg/l veckan innan testet avbröts vecka 42 och skulle förmodligen ha stabiliserats vid detta värde, på samma sätt som Vargbäcken gråberg (främst innehållande diorit).

Lakvattnet från Fäbodtjärn metasediment/mafisk uppvisar från start ett nära neutralt pH-värde på ca 8 och stabiliserar efter ett par veckor vid ca pH 7,5. Från ca vecka 80 har pH-värdet börjat variera mer och tillfälligt sjunkit till strax under pH 7. Provet producerade initialt ett överskott av alkalinitet i samma storleksordning som de två andra gråbergproverna. Ungefär vid vecka 30 sjönk halten snabbt under ett par veckor till strax under 10 mg/l och har därefter fortsatt att sjunka sakta. Halten ligger för närvarande på ca 3 mg/L. Provet har ännu inte börjat producera surt lakvatten.

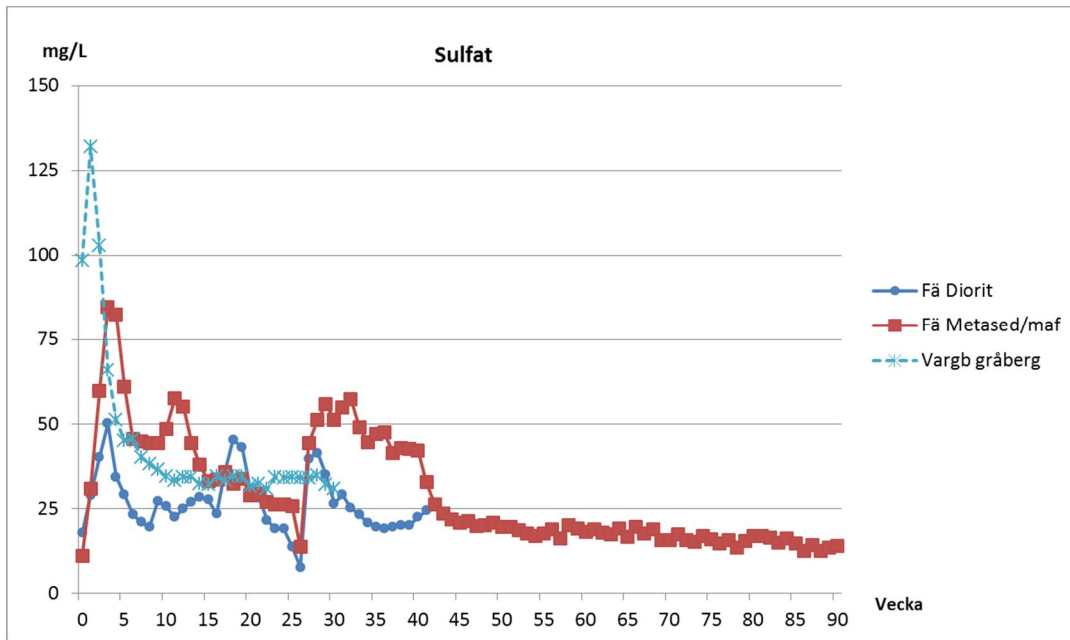


Figur 46. pH-värden i lakvatten prover gråberg.



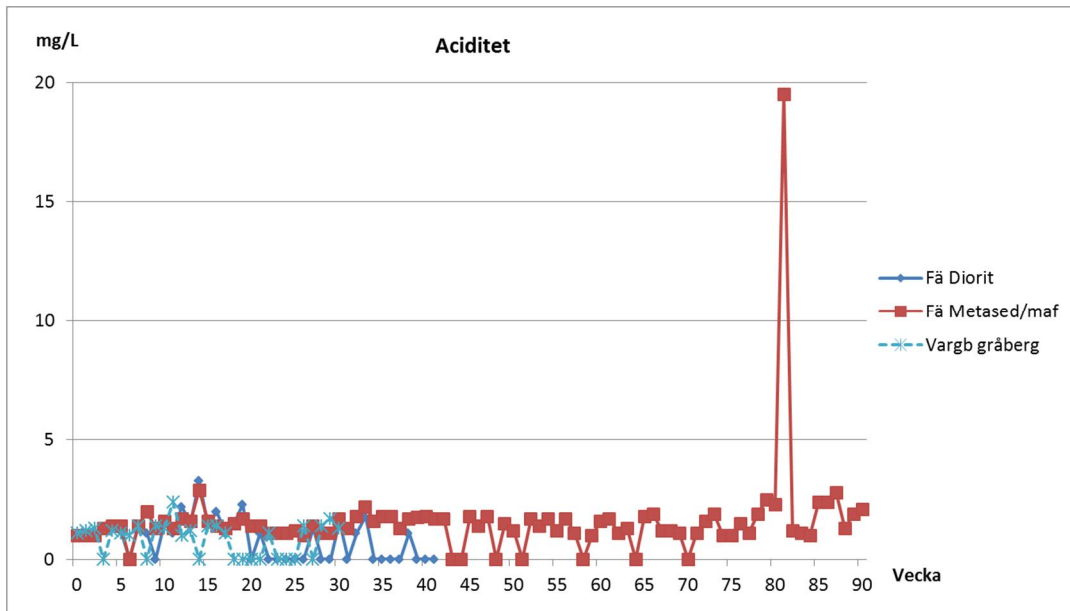
Figur 47. Alkalinitet i lakvatten prover gråberg.

Halten av sulfat (figur 48) i lakvattnet från samtliga gråbergsprover är initialt något högre och stabiliserades efter femton veckor på ca 25-30 mg/l. Halten av sulfat i lakvattnet från metasediment/mafiskt gråberg efter ca 40 veckor sakta fortsatt att sjunka.



Figur 47. Sulfat i lakvatten prover gråberg.

Aciditeten (figur 49) har för samtliga prover legat stabilt på ca 2 mg/L eller lägre, undantaget en tillfällig förhöjning vecka 81 för Fäbodtjärn metasediment/mafisk.



Figur 49. Aciditet i lakvatten prover anrikningssand.

### *Anrikningssand*

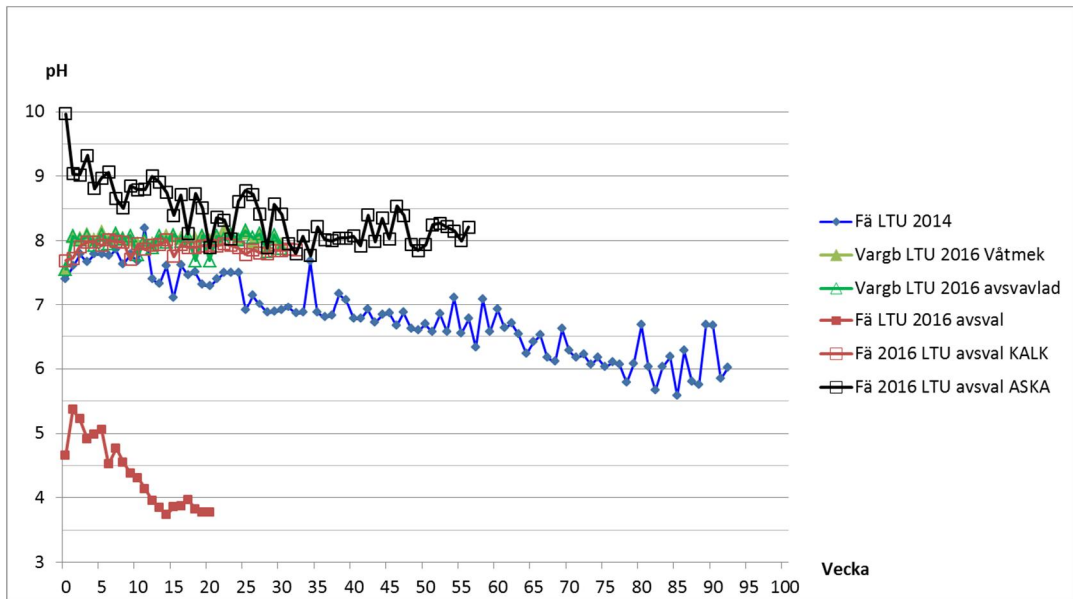
Lakvattnet från Fäbodtjärn anrikningssand LTU 2016 med aska (figur 50) uppvisade vecka noll ett högt pH-värde på 10, vilket beror på en initial hög utlakning av hydroxider från askan. Vecka 1 sjönk pH-värdet av till ca 9 och fortsatta sedan att sakta sjunka och har stabiliserats vid ca pH 8 från och med vecka 30. Provet producerar ett överskott av alkalinitet (figur 51), vilket håller på att stabiliseras vid ca 30 mg/l. Halten av sulfat (figur 52) var som väntat hög initialt vecka noll, pga. av en första ursköljning och då en del av sulfiderna omvandlats till sulfat (dock troligen inte lika hög andel som i ABA-testet). Efter en snabb avklingning av halten de efterföljande veckorna har den fortsatt att sjunka sakta. Halten har ännu inte stabiliserats. Halten ligger för närvarande (vecka 55) på ca 50 mg/L, vilket är hälften av den halt som sanden med kalk producerar.

Lakvattnet från Fäbodtjärn anrikningssand LTU 2016 med kalk uppvisar från start ett nära neutralt pH-värde på ca 8 med ett överskott av alkalinitet. Alkaliniteten sjönk något efter ca 20 veckor och stabiliserades vid ca 30 mg/l. Halten av sulfat var som väntat högre initialt då det sker en första ursköljning och stabiliserades därefter något över 100 mg/L.

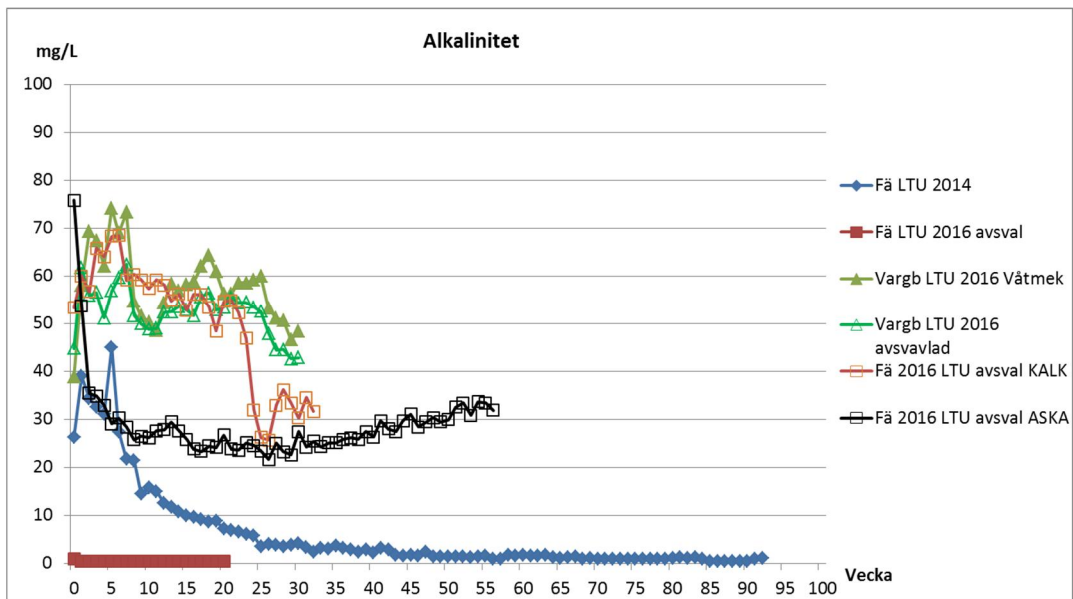
Lakvattnet från de två proverna av anrikningssand från Vargbäcken, LTU 2016 våtmekanisk och LTU 2016 avsvavlad, uppvisar båda från start ett nära neutralt pH-värde på ca 8 med ett stort överskott av alkalinitet. Halten av sulfat är ungefär tre gånger lägre i den avsvavlade sanden jämfört med den våtmekaniska, vilket ungefär motsvarar skillnaden i sulfid-innehåll.

pH-värdet i lakvattnet för anrikningssand Fäbodtjärn LTU 2014, representerande en potentiellt syrabildande sand med låg svavelhalt och buffrande kapacitet vilket som sagt inte är aktuellt att bortskaffa, låg pH-värdet de första veckorna på ca 8, med ett överskott av alkalinitet. Efter ungefär 10 veckor började pH-värdet sakta att sjunka i takt med att överskottet av alkalinitet minskade. Halten av sulfat i lakvattnet har samtidigt legat på ungefär samma nivå ca 10 mg/L från vecka 5. Efter ungefär 50 veckor, när alkaliniteten sjunkit till ca 1 mg/L, började aciditeten (figur 53) att öka och pH-värdet då sjunka lite snabbare till strax under 6, dvs. svagt surt lakvatten, där det fortsatt låg vecka 90. Överskottet av alkalinitet har i princip sjunkit till noll.

Provet av Fäbodtjärn anrikningssand LTU 2016, representerande en potentiellt syrabildande sand med något högre svavelhalt och lågt buffrande kapacitet vilket som sagt inte är aktuellt att bortskaffa, var syrabildande från början med ett initialt pH-värde på ca 5 och utan överskott av alkalinitet i lakvattnet. Efter ca 10 veckor har pH-värdet sjunkit och stabiliserats vid ca pH 4. Eftersom det inte är aktuellt att bortskaffa anrikningssand med syrabildande egenskaper och då halterna i fuktkammarförsöket stabiliserats, avbröts testet efter 20 veckor.

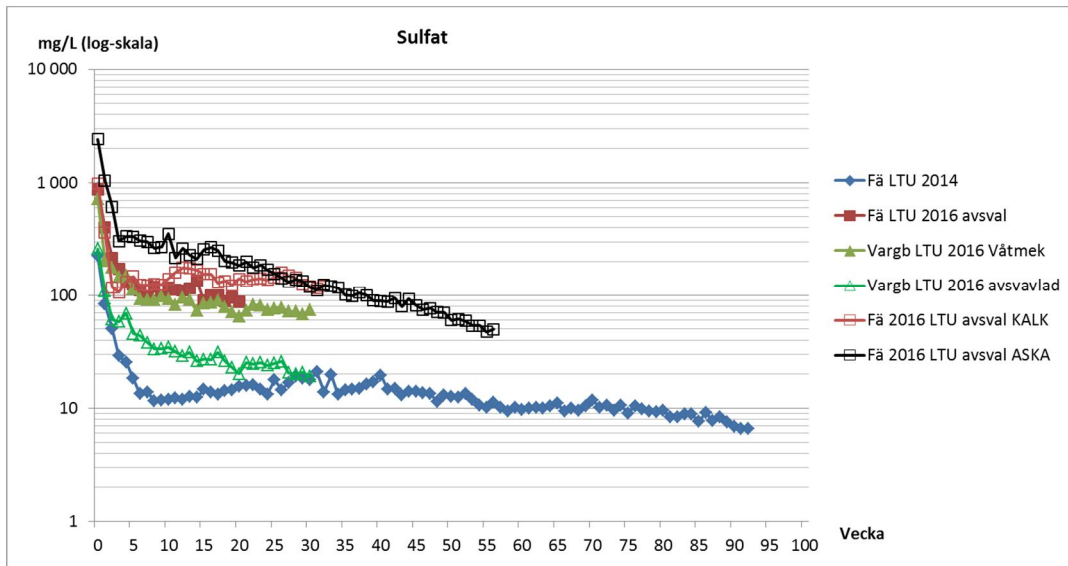


Figur 50. pH-värden i lakvatten prover anrikningssand.

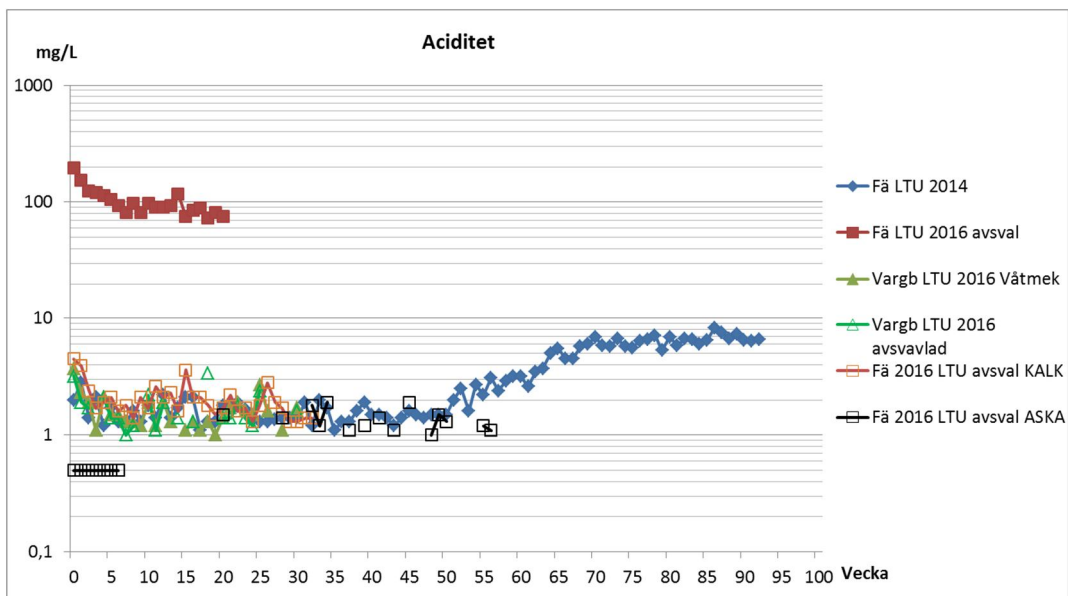


Figur 51. Alkalinitet i lakvatten prover anrikningssand.





Figur 52. Sulfat i lakvatten prover anrikningssand.

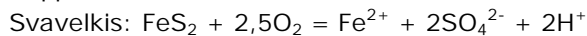
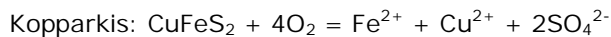


Figur 53. Aciditet i lakvatten prover anrikningssand.

### 5.5.5.3 Förbrukad och kvarvarande mängd sulfider och buffertkapacitet

Utgående från den mängd sulfat som produceras i lakvattnet från fuktkammarförsöken kan den ackumulerade förbrukningen av sulfider grovt beräknas (tabell 21). Detta eftersom den absoluta majoriteten av den sulfat som bildas kommer från oxidering av sulfider och då sulfiderna i sig utgör huvuddelen av svavlet. I provet av anrikningssand Fäbodtjärn LTU 2016 med aska, som även innehåller en större mängd sulfat, har istället det totala svavelinnehållet använts. Från den ackumulerade förbrukningen och med nuvarande grad av vittring kan man sedan beräkna den ungefärliga tiden (antal veckor i fuktkammarförsök) det troligen tar för sulfiderna att helt förbrukas.

På motsvarande sätt kan den ackumulerade förbrukningen av buffrande kapacitet och tiden fram till den troligen har förbrukats beräknas (tabell 20). Detta görs utgående från den mängd sulfat som produceras (där motsvarande antal mol karbonater antas förbrukas för att buffra den syra som bildats) och överskottet av alkalinitet. Det finns dock en viss osäkerhet och risk för överskattning av den beräknade ackumulerade förbrukningen med denna metod. Det beror framför allt på att sulfider där förhållandet mellan metall/svavel är 1, ex. zinkblende (ZnS), blyglans (PbS) och kopparkis (CuFeS<sub>2</sub>), inte producerar syra när oxidation sker med syre. Se exempel nedan reaktion nedan för kopparkis och jämförelse med svavelkis. Oxidation av dessa sulfider med trevärt järn Fe<sup>3+</sup>, där syra bildas till följd av reaktionen kan teoretiskt fortfarande ske. Eftersom i princip allt trevärt järn faller ut vid nära neutrala pH-värden, så finns inget tillgängligt för att driva på denna reaktion.



Vidare kan det noteras att det normalt sett bara är karbonater (ex. kalciumkarbonat) i ett mineral som kan vittra med en sådan hastighet att det hinner buffra den mängd syra som produceras vid oxidation av sulfider. Undantaget är flygaskan som innehåller puzzolaner och hydroxider, som även dessa hinner buffra den syra som bildas.

Tabell 21. Trolig klassificering av syrabildande/nettobuffrande egenskaper, beräknad förbrukning av sulfider och buffringskapacitet och beräknat antal veckor (lab) fram till att sulfider och buffrande kapacitet (NP och NPkarbonater) tar slut.

Fyndighet / Avfall	Klassificering, trolig	Nuvarande förbrukat (%)			Veckor till helt förbrukat		
		S-sulfid	NP	NP karb	S-sulfid	NP	NP karb
<i>Fäbodtjärn</i>							
Gråberg, diorit	Nettobuffrande	5	3	4	1040	1700	1255
Gråberg, metasediment	Potentiellt syrabildande	20	50	100*	860	325	90
Sand LTU 2014	Syrabildande, fr ca v70	14	96	96	1300	105	105
Sand LTU 2016, avsvavlad	Syrabildande, fr start	17	57	100	200	50	16
Sand LTU 2016, avsvavlad + kalk	Nettobuffrande	28	12	13	180	440	410
Sand LTU 2016, avsvavlad + aska	Nettobuffrande	37**	20	52	540**	810	260
<i>Vargbäcken</i>							
Gråberg, försorterat	Nettobuffrande	9	5	5	460	775	745
Sand LTU 2016, våtmek	Nettobuffrande	23	14	20	195	305	210
Sand LTU 2016, avsvavlad	Nettobuffrande	23	7	10	250	710	480

\*Osäker beräkning varierar kan variera mellan 70 - 100 veckor.

\*\*Beräkning utgående från total mängd svavel, dvs. sulfider+sulfat.

### Gråberg

Hos Fäbodtjärn diorit och Vargbäcken gråberg har ca 5 % respektive 9 % av sulfiderna förbrukats när testerna avbröts. Samtidigt har ca 4 % respektive 5 % av buffringskapaciteten (karbonater) förbrukats. Med vittringshastighet motsvarande de när testerna avbröts kommer sulfiderna i båda fallen att helt förbrukas innan den buffrande kapaciteten i avfallet tar slut.

Hos Fäbodtjärn metasediment har ca 20 % av sulfiderna förbrukats (vecka 90). Samtidigt har i princip hela den buffringskapaciteten (karbonater) förbrukats, men som redovisats ovan har lakvattnet ännu inte blivit surt. Det beror troligen på att det finns en viss osäkerhet beräkningsmässigt av hur stor del av karbonaterna som förbrukats. Detta eftersom mängden i sig är så låg att analysen av oorganiskt kol, som mängden karbonater beräknas från, blir osäker då den ligger nära detektionsgränsen. Eftersom det fortfarande förekommer ca 5 mg/l av kalcium i lakvattnet (vecka 90) är slutsatsen att det fortfarande finns kvar en viss mängd kalciumkarbonat i provet. Slutsatsen från nuvarande vittringshastigheter är ändå att den buffrande kapaciteten kommer att förbrukas långt innan sulfiderna har förbrukats, och slutsatsen är de att gråberget på sikt kommer att bli syrabildande. Gråbergstypen har därför klassats som potentiellt syrabildande.

#### *Anrikningssand*

För Fäbodtjärn sand med aska har ca 37 % sulfiderna förbrukats och 52 % av buffringskapaciteten (totala) vid vecka 55. Med nuvarande vittringshastighet kommer sulfiderna att helt förbrukas innan den buffrande kapaciteten i avfallet tar slut. Hos Fäbodtjärn sand LTU 2016 med kalk hade ca 28 % av sulfiderna förbrukats och 13 % av buffringskapaciteten då testet avbröts. Med en vittringshastighet motsvarande den när testet avbröts kommer sulfiderna att helt förbrukas innan den buffrande kapaciteten i avfallet tar slut.

Resultaten för sand med aska respektive kalk visar också att den mängd buffrande ämne som behöver tillsättas till anrikningssanden kan minskas något ca 30 %, utan att buffringskapaciteten kommer att förbrukas helt innan sulfiderna har förbrukats.

Hos Vargbäcken anrikningssand har ca 23 % av sulfiderna förbrukats för båda proverna och ca 20% av karbonaterna hos det den våtmekaniska sanden och 10 % hos den avsvavlade sanden. Med vittringshastighet motsvarande de när testerna avbröts kommer sulfiderna i båda fallen att helt förbrukas innan den buffrande kapaciteten i avfallet tar slut. Det innebär således att det inte finns någon anledning att flotera/avsvavla anrikningssanden, ur denna synvinkel. Viss ytterligare säkerhetsmarginal ges av att andra mineraler ingående i den totala buffertkapaciteten troligen kan buffra vid en slutlig långsam vittring av sulfiderna, vilket räknats med.

Hos Fäbodtjärn sand LTU 2014 har i stort sett all buffrande kapacitet förbrukats (vecka 95), med viss osäkerhet plus/minus ett tiotal veckor. Samtidigt beräknas det ta omkring 1300 veckor för sulfiderna att förbrukas.

#### *5.5.5.4 Metaller*

##### *Gråberg:*

##### *Basmetaller*

Hos samtliga avfall dominerar kalcium (troligen företrädesvis som kalciumkarbonat). Hos Fäbodtjärn diorit och Vargbäcken gråberg stabiliserar halten av kalcium efter ett par veckor. Hos Fäbodtjärn metasediment/mafisk ligger halten av kalcium initialt högre, runt 20 mg/l, men sjunker runt vecka 40 av till hälften och fortsätter därefter att sjunka. Om merparten av kalcium förekommer som kalciumkarbonat innebär det att det fortfarande finns en viss buffrande kapacitet kvar v 90.

### *Spårmetaller Fäbodtjärn*

#### *\*\*Diorit*

Halterna är (med något undantag) något högre de första veckorna (pga. ursköljning och oxidering av de mest lättvittrade delarna i mineralet), varefter de stabiliseras. Halterna av sulfidmetaller och metaller associerade med sulfidmineraler är överlag låga, undantaget arsenik som är förhöjd (ca 20 µg/L).

Av övriga metaller, utöver sulfidmetaller, är det främst uran (ca 2-3 µg/L) som uppvisar förhöjd halt. När det gäller uran, så verkar det som om provet inte hade stabiliserats helt när fuktkammarförsöket avbröts (testet uppvisade stabila halter v35-40 varpå testet avbröts). Jämfört med övriga metaller tar det troligen längre tid för uran att sjunka av och stabiliseras. Utgående från hur halten av uran i lakvatten från Fäbodtjärn metasediment sjunkit av bortom vecka 40, är det troligt att dioriten också skulle komma att visa på samma trend, eftersom båda proverna följer samma trend till vecka 40.

#### *\*\*Metasediment/mafisk*

För Fäbodtjärn metasediment/mafisk är halterna (med något undantag) något högre de första veckorna varefter de stabiliseras. Halterna av sulfidmetaller och metaller associerade med sulfidmineraler är generellt högre jämfört med de i lakvatten från diorit. Särskilt arsenik de första 50 veckorna. Halten arsenik sjunker dock gradvis och ligger vecka 90 på samma nivå som den från diorit (vecka 40). Runt vecka 60 händer något med provet, eftersom halterna av zink, kadmium, nickel och kobolt börjar öka. Detta indikerar en trolig ökad vittring av zinkblende från denna tidpunkt.

Av övriga metaller är det främst uran som uppvisar förhöjd halt, men bara under en viss period. Från ungefär vecka 35 sjunker halten av från ca 3 µg/L till betydligt lägre halter, vecka 90 ca 0,05 µg/L.

### *Spårmetaller Vargbäcken*

Halterna i Vargbäcken gråberg är överlag betydligt lägre jämfört med i lakvatten från Fäbodtjärn gråbergsprover (bägge typer). Undantaget är uran (och barium), med halt på ca 3 µg/L. Även i detta fall är det troligt att halten av uran skulle sjunkit av ytterligare om testet fortsatt en längre tid, enligt beskrivning ovan för Fäbodtjärn diorit.

### *Anrikningssand*

#### *Basmetaller*

För anrikningssand redovisas resultat för de mest relevanta proverna. Det omfattar Fäbodtjärn LTU 2016 avsvavlad + aska respektive kalk. Som jämförelse redovisas Fäbodtjärn LTU 2014 för att visa hur en lågsvavlig sand med låg sulfidhalt och buffertkapacitet, men utan tillsatt buffrande material, utvecklas över

tiden även om avfallet inte kommer att bortskaffas med sådana egenskaper. För Vargbäcken redovisas resultat för LTU 2016 våtmekanisk.

Hos samtliga avfall dominerar kalcium (troligen företrädesvis som kalciumkarbonat). Efter initialt högre halter sjunker de snabbt av och stabiliseras, med undantag för Fäbodtjärn LTU 2014 där halterna fortsatt att sjunka till mycket låga halter då all kalciumkarbonat i princip är förbrukad. Hos Fäbodtjärn LTU 2016 avsvavlad + aska har halterna inte riktigt stabiliserats i det pågående testet (vecka 55).

#### *Spårmetaller Fäbodtjärn*

De två proverna anrikningssand med aska respektive kalk uppvisar olika karaktär och halter i lakvattnet. Anrikningssanden med kalk uppvisar betydligt högre halter av merparten av sulfidmetallerna och metaller associerade med sulfidmineraler, som kadmium, koppar, kobolt, nickel och zink (initialt även uran) i lakvattnet. Förmodligen är det askans cementskerande egenskaper som fastlägger de mobiliserade sulfidmetallerna i provet med aska. Askan har således en mycket positiv effekt på utlakningen i detta fall. Undantaget är arsenik som efter att initialt sjunkit och legat på samma nivå som den i lakvatten från provet med kalk, börjar att stiga igen runt vecka 30. Halten vecka 55 ligger ca 18 µg/L.

Anrikningssanden med aska uppvisar högre halter av en del av övriga metaller (dvs. utöver sulfidmetallerna) som silver, barium, krom, molybden, strontium och vanadin. En bidragande orsak är att halten i aska är högre i sig än den i sanden och dessa metaller troligen även är mer lättmobiliserade i askan.

För Fäbodtjärn 2014 visar tydligt hur en anrikningssand med lågt sulfidinnehåll och samtidigt för liten buffrande kapacitet kommer att uppträda. Halterna av sulfidmetaller och metaller associerade med sulfidmineraler stiger antingen successivt från start (Cd, Cu och Zn) eller börjar stiga ca vecka 50-60 när pH-värdet sjunker under 7 och fortsätter att sjunka. Övriga metaller uppvisar inga förhöjda halter och huvudsakligen sjunkande halter.

Provet med anrikningssanden Fäbodtjärn LTU 2016 avsvavlad, vilken var syrabildande och därför enligt beskrivning inte kommer att bortskaffas på detta sätt, låg halterna av sulfidmetaller och metaller associerade med sulfidmineraler i storleksordningen 100 gånger högre än de i anrikningssanden med tillsats av aska eller kalk.

#### *Spårmetaller Vargbäcken*

Halterna i lakvatten från Vargbäcken anrikningssand våtmekanisk är överlag låga och lägre än de från Fäbodtjärn anrikningssand med inblandning av aska eller kalk. Undantaget är uran som är förhöjt och ligger i nivå med halterna från gråberg (Vargbäcken gråberg och Fäbodtjärn diorit), ca 3 µg/L.

### 5.5.6 Vattenfas

Som beskrivs i avsnitt 7.3 nedan kommer anrikningssanden att bortskaffas som ett fast avfall med lågt innehåll av vatten, 15 vikt-% eller mindre, där inget överskott av porvatten kommer att dränera som i konventionella sandmagasin med "våt" sand. Sandupplaget klassas därför inte som ett avfallsmagasin enligt förordningen om utvinningsavfall. Av denna anledning är det inte relevant att beräkna vattenfasens farlighet enligt 52 § i förordningen om utvinningsavfall.

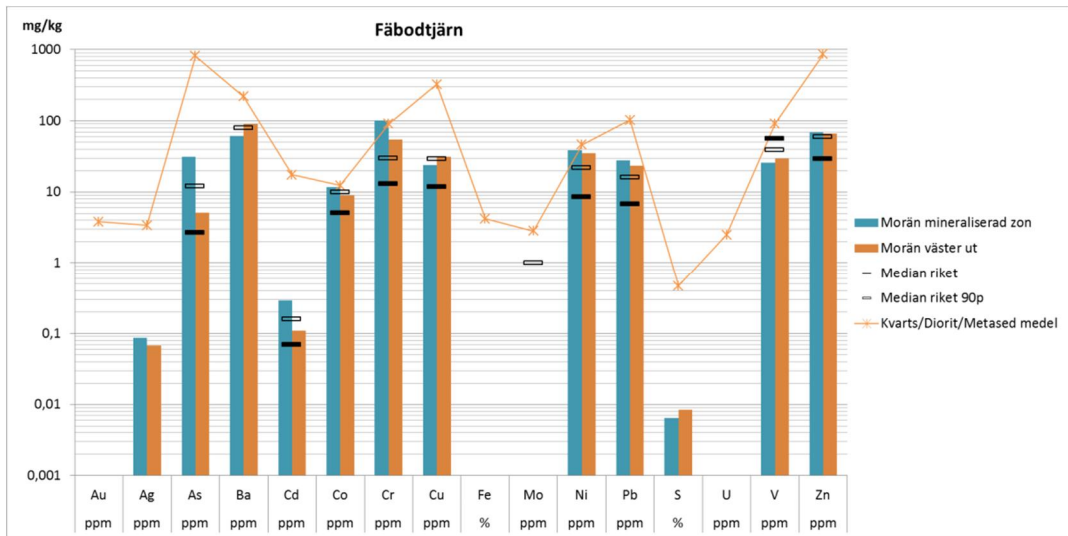
### 5.5.7 Avbaningsmassor

#### 5.5.7.1 Morän

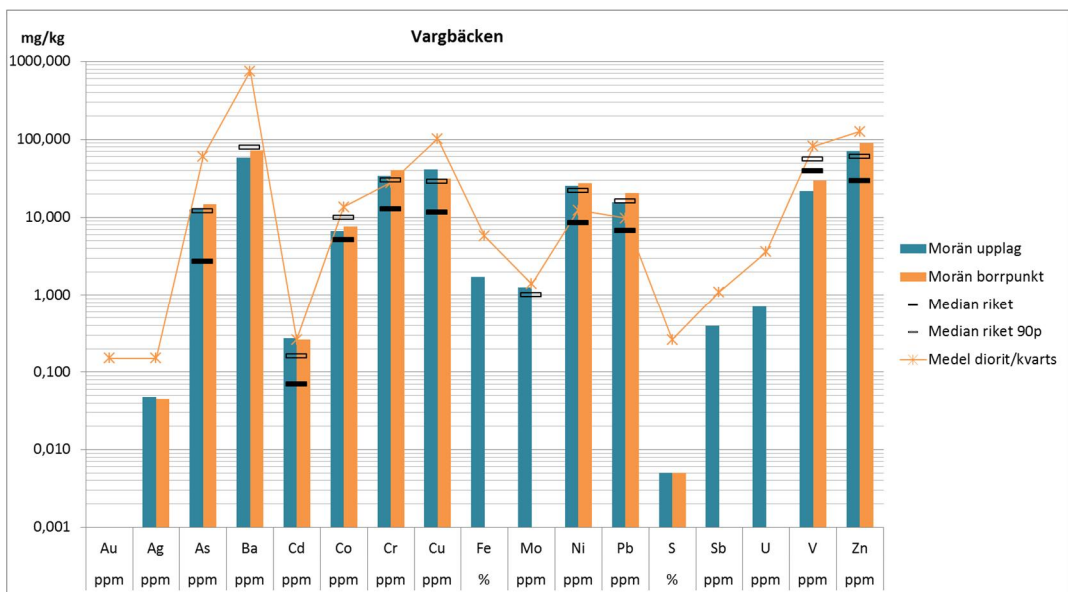
Moränen i närområdet till fyndigheterna vid Fäbodtjärn och Vargbäcken har provtagits och analyserats avseende totalt innehåll av metaller och svavel. Det har även utförts analys av partikelstorleksfördelning. Vid Fäbodtjärn har prov tagits från borrhärlor (överkant morän till överkant berg) i området vid mineraliseringen och ett par hundra meter väster ut. Vid Vargbäcken har prov tagits från upplag med massor från avtäckning i samband med provbrytning och en borrhärl strax söder om platsen för provbrytning i södra delen av planerat dagbrott.

Analys av totalhalter (se figur 54 och 55) visar att moränen, på samma sätt som bergarterna närmast den mineraliserade zonen, uppvisar förhöjda halter främst av sulfidmetaller och metaller associerade med sulfidmineraler. Halterna ligger i nivå med eller något över 90-percentil för morän i Sverige. Halterna närmast den mineraliserade zonen i Fäbodtjärn är något högre, framför allt av arsenik och kadmium, jämfört med i morän lite längre bort från denna.

Innehållet av svavel är lågt, mindre än 0,01 %. Det är därmed osannolikt att moränen skulle kunna vittra och producera sura lakvatten. Moränen förutsätts därför inte vittra eller mobilisera metaller i någon större omfattning. Utlakningen från moränen som tillfälligt läggs på upplag kommer troligen att ligga motsvarande nivå som naturligt från moränen i området idag, dvs. främst något förhöjda halter av arsenik. Det innebär även att moränen kan användas i efterbehandlingsarbetet.



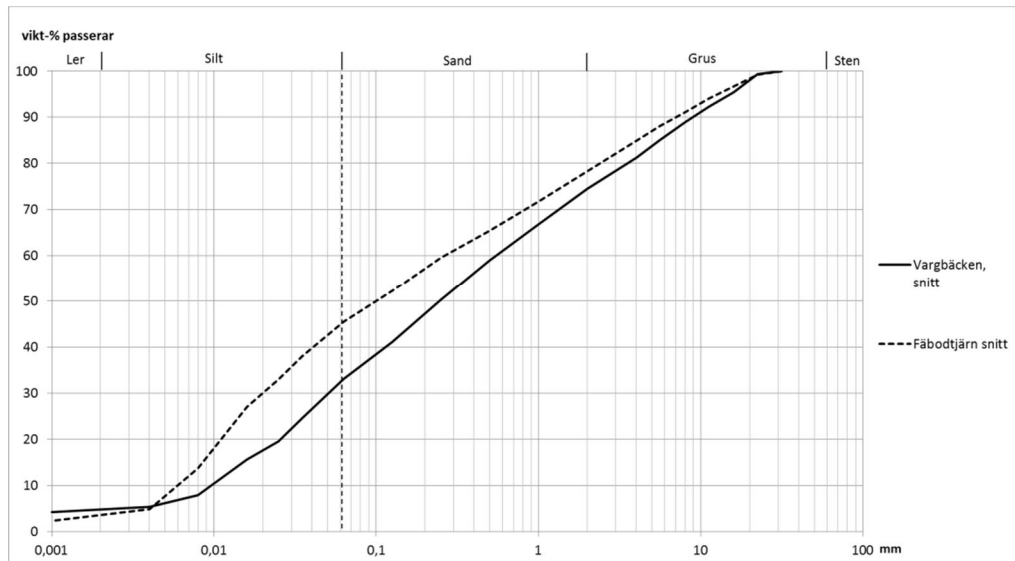
Figur 54. Totalhalter av metaller och spårämnen Fäbodtjärn morän i jämförelse med medel kvarts/diorit/metasediment samt median och 90-percentil morän riket.



Figur 55. Totalhalter av metaller och spårämnen Vargbäcken morän i jämförelse med medel kvarts/diorit samt median och 90-percentil morän riket.

I figur 56 visas siktkurvor (beräknade snittkurvor) för moränen vid Fäbodtjärn och Vargbäcken. Moränen från Vargbäcken innehåller något mindre andel av silt och sand och högre andel grus jämfört med moränen från Fäbodtjärn. I båda fallen är sammansättningen sådan att den är lämplig för täckning och efterbehandling.





Figur 56. Siktcurvor morän Vargbäcken snitt och Fäbodjärn snitt.

#### 5.5.8 Torv

Torven i området vid de planerade fyndigheterna har inte provtagits. Torv som schaktas upp och som tillfälligt läggs på upplag, kommer troligen att medföra en viss utlakning på motsvarande sätt som torven i området naturligt gör idag. Dvs. främst något förhöjda halter av arsenik.

### 5.6 Klassificering av avfall

I följande avsnitt redovisas klassificering enligt bilaga 4 till avfallsförordningen (2011:927).

#### *Gråberg*

Enligt avfallsförordningen klassificeras gråberget alltid som 01 01 01 - avfall från brytning av metallhaltiga mineral (icke-farligt avfall). Detta sker oavsett om det är potentiellt syrabildande eller inte, eller om det innehåller förhöjda halter av olika ämnen, t.ex. metaller. Orsaken till det är att gråberget definitionsmässigt är klassat som icke-farligt avfall i avfallslistan.

#### *Anrikningssand*

Enligt bilaga 4 till avfallsförordningen kan anrikningssand potentiellt klassificeras i tre olika klasser.

- 01 03 04\* Syrabildande gruvavfall från bearbetning av sulfidmalm (Farligt avfall)
- 01 03 05\* Annat gruvavfall som innehåller farliga ämnen (Farligt avfall)
- 01 03 06 Annat gruvavfall än det som anges i 01 03 04 och 01 03 05. (Icke-farligt avfall)

I Sverige är det praxis att utgå från en relevant hantering av avfallet, vilket kan innefatta inblandning av buffrande material eller om ett avfall bortskaffas på ett annat sätt så att det inte producerar surt lakvatten (även om avfallet i sig är potentiellt syrabildande).

Mellanprodukten från anrikning av malm från Fäbodtjärn kommer att genomgå flotation, vilket även medför att sanden avsvavlas. Buffrande material (flygaska) tillsätts till sanden, vilket medför att det kommer att vara nettobuffrande vid bortskaffande.

Anrikningssand från Vargbäcken är potentiellt nettobuffrande enligt de geokemiska tester som utförts.

Innehållet av metaller och andra spårämnen är övervägande låga i nivå med eller något över halter för naturlig berggrund (ex. kadmium och arsenik). Halten av ex. kadmium överstiger inte de i 2-5 i bilaga i till förordning (EG) nr 1272/2008. För kadmiumföreningar anges som undre gräns 0,1 % vilket motsvarar 1000 mg/kg; exempelvis innehåller anrikningssand Fäbodtjärn ca 45 mg/kg.

Ämnen som används i flotationen av Fäbodtjärn anrikningssand kommer i mycket hög omfattning att återfinnas i sulfid(guld)koncentratet, med låga resthalter i anrikningssanden. Det innebär sammantaget att anrikningssanden inte kommer att innehålla något farligt ämne i sådan halt att det föranleder klassificering som innehåll av farliga ämnen.

Anrikningssanden klassificeras sammanvägt som 01 03 06 Annat gruvavfall än det som anges i 01 03 04 och 01 03 05 (icke-farligt avfall).

#### *Morän och torv*

De avrymningsmassor (morän och torv) som produceras, i den mån de kan betraktas som avfall, klassificeras de som 01 01 01 - avfall från brytning av metallhaltiga mineral (icke-farligt avfall).

## 5.7 Klassificering inert utvinningsavfall

I följande avsnitt redovisas huruvida det utvinningsavfall som uppkommer kan klassificeras som inert utvinningsavfall enligt förordningen om utvinningsavfall. Om det kan klassas som inert ställs i viss utsträckning något lägre krav på hantering.

Kriterier för klassificering som inert avfall framgår av 6§ i förordningen och omfattar nedanstående krav.

Inert avfall avser avfall som

- 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,
- 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,
- inte riskerar att självantända och inte kan brinna,
- 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 i allt väsentligt är fritt från sådana ämnen som används vid utvinning eller bearbetning och kan skada människors hälsa eller miljön.

#### 5.7.1 Gråberg

Det gråberg som uppkommer, Fäbodtjärn diorit och metasediment/mafisk samt Vargbäcken gråberg, innehåller samtliga i genomsnitt över 0,1 % sulfidsvavel. Gråberg från Fäbodtjärn innehåller även betydligt högre halter av framför allt arsenik jämfört med nationella naturliga bakgrundshalter.

Det gråberg som uppkommer, utgående från ovanstående indelning, klassas därmed inte som inert utvinningsavfall.

#### 5.7.2 Anrikningssand

Den anrikningssand som bildas och hanteras vid anrikningen, Fäbodtjärn avsvavlade med tillsats buffrande ämne och Vargbäcken våtmekanisk sand, innehåller i genomsnitt över 0,1 % sulfidsvavel.

Fäbodtjärn anrikningssand innehåller i sig även betydligt högre halter av främst arsenik, kadmium, koppar och zink jämfört med nationella naturliga bakgrundshalter.

Anrikningssand från Fäbodtjärn och Vargbäcken våtmekanisk kan utgående från ovanstående inte klassas som inert utvinningsavfall.

#### *Morän och torv*

Moränen från Fäbodtjärn och Vargbäcken innehåller mycket låga halter av svavel och förutsätts inte vittra i någon särskild omfattning. Innehållet av metaller är något förhöjd, men ligger inom den naturliga för morän. Moränen klassas därför som inert.

### *Torv*

Någon analys av torv från områdena vid Fäbodtjärn och Vargbäcken har inte utförts. Med hänsyn till moränens egenskaper kan torven förväntas innehålla något förhöjda halter av metaller, men i nivå med den naturliga variationen för torv i Sverige variationen i Sverige. Torv kan innehålla förhöjda halter av svavel, normalt som organiska svavelföreningar och inte sulfidsvavel. Under mycket ogynnsamma förhållanden finns även risk för självantändning av torv. Med anledning av det finns en viss osäkerhet kring torvens egenskaper bör den inte klassas som inert.

## 5.8 Karakterisering och särhållning under drift

### 5.8.1 Allmänt

Karakterisering av det utvinningsavfall som uppkommer (främst gråberg och anrikningssand) utförs för att löpande under drift bestämma dess egenskaper och för att vid behov kunna särhålla olika typer av avfall. Karakterisering kan omfatta både okulära kontroller och analyser på lab.

Undersökning av avfallets geokemiska egenskaper utförs för att verifiera hur egenskaperna varierar (i olika områden och över tiden), jämfört med tidigare undersökningar, som ligger till grund för valda strategier för bortskaffande.

### 5.8.2 Gråberg

Gråberg, metasediment/mafisk och diorit som uppkommer vid Fäbodtjärn kommer att särhållas okulärt. Bergarterna är både tydligt skilda åt geografiskt i berggrunden med metasediment allra närmast kvartsgången och diorit belägen 20 meter under kvartsgången i liggväggen. Metasediment, diorit och kvarts ser också visuellt helt olika ut, se figur 57. Metasediment är homogent mörkt svart/svartgrått. Kvarts homogent vitt/vitt-gult och diorit svart-vitt blandat/prickigt.

Vid Vargbäcken planeras enbart berg från delar av den mineraliserade zonen, i form av kvartsgångar i diorit, att brytas. Övergången och gränsen till anliggande metasediment (vilken inte bryts) kan på samma sätt som vid Fäbodtjärn särskiljas visuellt.



Figur 57. Dominerande bergarter vid Fäbodtjärn, från vänster till höger metasediment, kvarts och diorit.

Det gråberg som bryts kommer löpande stickprovsmässigt att genomgå provtagning och kemisk karakterisering. Prover kommer primärt att tas på det berg som loss hålls samt på gråberg från Vargbäcken. Prover på borrhax kan även utföras som alternativ.

Den kemiska karakteriseringen kommer att omfatta ABA-test med svavel-speciering och analys av totalhalter av metaller och andra ämnen.

Någon särhållning av ex. olika typer av diorit (avseende ex. skillnader i neutraliseringspotential, NP) eller olika typer av metasediment, ska normalt inte vara nödvändig. All metasediment som bryts hanteras som syrabildande, och ingen åtskillnad görs mellan avfall med ex. något mindre eller högre svavelhalter än genomsnittet. Den absoluta merparten och genomsnittet av den diorit som bryts kommer att vara och hanteras som nettobuffrande. Utgående från de geokemiska tester som utförts krävs det teoretiskt en svavelhalt i storleksordningen ca 1 % eller mer för att dioriten ska vara potentiellt syrabildande. Enligt utförda undersökningar utgör sådana halter enbart en liten del av den totala volym dioriten (<10 %) av dioriten och förekommer därtill i begränsade partier, där sulfidmineraler lokalt kan vara koncentrerade. När dessa bryts blandas de med kringliggande diorit i en sprängsalva och en mer genomsnittlig svavelhalt erhålls. I det fall ett område med högre halter av svavel i

dioriten identifieras, kommer det om möjligt att sårhållas från övrig kringliggande diorit, och antingen hanteras som malm (om förhöjda guldhalter) eller tillsammans med metasedimenten.

### 5.8.3 Anrikningssand

Karakterisering av anrikningssand kommer utföras regelbundet under drift. Provtagning och analyser utförs främst på avvattnad anrikningssand från Vargbäcken och Fäbodtjärn, för att karakterisera den sand som bortskaffas.

Stickprovsmässigt provtas och analyseras även slurry av anrikningssand från Fäbodtjärn för att följa upp förändringar av sulfidsvavel och syrabildande förmåga, som underlag för om mängd buffrande aska som tillsätts behöver förändras.

bortskaffasbortskaffas

Som underlag för att bestämma den ungefärliga mängd av buffrande aska som behöver tillsättas till anrikningssanden från Fäbodtjärn, kan även resultat från analyser av borrhärnor från borrhärningar (prospekteringsborrhärningar och produktionsborrhärningar) i malmkroppen användas. Eftersom borrhärningar av malmkroppen kontinuerligt utförs i förväg ger de en prognos av ex. förväntade halter guld och svavel i olika delar av denna.

## 6. Uppgifter om totala mängder utvinningsavfall

De utvinningsavfall som främst kommer att produceras utgörs av gråberg och anrikningssanden från gruvbrytningen. Initialt vid byggnationsarbeten uppkommer även torv, morän och berg.

### 6.1 Gråberg

#### 6.1.1 Fäbodtjärn

Vid Fäbodtjärn uppkommer gråberg då ramp, snedbana och inslag/tvärorter anläggs. Gråberg uppkommer även vid utbrytning av stross för lastort där kvartsgången är smalare och vid brytning av kvartsfyndigheten, vilket bolaget kommer att sträva efter att minimera. Små mängder gråberg förekommer även som inre gråberg i kvartsgången, vilket senare avskiljs i försorering i Vargbäcken och transporteras tillbaka till Fäbodtjärn.

Den totala mängden gråberg beror på i hur utsträckning kvartsgången bryts ut på bredden och djupet. De beräknade mängder gråberg utgår från utbrytning av hela den klassificerade fyndigheten vid Fäbodtjärn 196 000 ton, med en viss marginal upp ca 250 000 ton. Fördelning och mängder av gråberg redovisas i tabell 22.

Tabell 22. Fäbodtjärn, fördelning och mängder av gråberg, tonnage.

Del	Totalt*	Diorit	Metasediment
Ramp	19 000		19 000
Snedbana	149 000	149 000	
Inslag/tvärorter	36 000	5 000	31 000
Stross	93 000		93 000
Inre gråberg	16 000		16 000
Totalt	313 000	153 500	159 000

\*Den ungefärliga skrymvolymen hos det utbrutna gråberget erhålls genom att dividera tonnaget med 1,8 gånger.

Mängden utbrutet gråberg per år varierar beroende främst på när snedbana och lastorter anläggs, vilket sker i etapper. Mängderna kommer att vara något högre i början och mitten av produktionen under de ca 4-6 år den beräknas pågå.

#### 6.1.2 Vargbäcken

Vid Vargbäcken planeras brytning av kringliggande gråberg inte att ske, utan dagbrottet anläggs helt i den centrala delen av den mineraliserade zonen av diorit och kvarts.

I samband med försortering av den krossade och siktade malmen avskiljs ca 40-65 % som så kallat inre gråberg. Det inre gråberget utgörs huvudsakligen av diorit, med små mängder kvarts.

Den totala mängden gråberg beror på i hur utsträckning den mineraliserade zonen bryts samt avskiljning vid försortering. Utgående från den mängd ansökan omfattar, ca 400 000 ton, innebär det en total mängd gråberg på mellan 170 000 och 260 000 ton.

Mängden producerat gråberg per år beror på hur stor mängd malm som bryts per år. Med en genomsnittlig brytning av malm på mellan 60 000 till 120 000 ton/år, innebär det att mellan 25 000 till 80 000 ton gråberg kan uppkomma per år.

## 6.2 Anrikningssand

Anrikningssanden utgörs av ofyndigt berg som avskiljs i anrikningsprocessen. Sanden består huvudsakligen av kvarts.

Mängden anrikningssand som produceras beror på mängden kvartsmalm som bryt och upparbetas minus en mindre del som avgår som guldkoncentrat. För malmen som bryts i Vargbäcken beror den också på andel råmalm från försorteringen (35-60 % av ingående malm till försortering). Utgående från den mängd malm som ansökan omfattar, beräknas följande mängder anrikningssand att produceras, se tabell 23. Volymen sand utgår från en fastgodshalt på 85 vikt-% vid bortskaffande och en densitet på 2,0 ton/m<sup>3</sup>.

Tabell 23. Fördelning och mängder av anrikningssand.

Del	Mängd (ton)*	Volym (m <sup>3</sup> )
Fäbodtjärn	230 000**	135 000
Vargbäcken	140 000 – 228 000	82 000 – 134 000
Totalt	370 000 – 458 000	217 000 – 269 000

\*Torr vikt. \*\*Ej inräknat mindre mängder buffrande ämne.

## 6.3 Övrigt avfall vid utvinning

Utöver utvinningsavfall från brytning av malmen uppkommer initialt vid byggnationsarbeten vissa mängder av torv och morän från schaktarbeten med diken, ramp, bassänger, avtäckning dagbrott mm. De ungefärliga mängder som beräknas uppkomma summeras i tabell 24. Dessa används senare för efterbehandlingsarbeten.

Tabell 24. Fördelning och mängder av anrikningssand, volym (m<sup>3</sup>) inkl. svällfaktor ca 10 %.

Del	Morän	Torv
Fäbodtjärn	12 500	16 000
Vargbäcken	27 000	4 000
Totalt	39 000	20 000



## 7. Redogörelse för kemiska ämnen

Inom den planerade gruvverksamheten kommer kemiska produkter och ämnen, vilka i mycket små mängder kan förekomma i utvinningsavfallet, huvudsakligen att användas inom följande områden.

- Gruvbrytning - Sprängämnen
- Anrikning och process
- Övrigt

Generellt ska användningen av kemikalier begränsas och den mängd som behöver användas minimeras. Detta eftersom de kan medföra en belastning för miljön och även innebära en ökad driftskostnad. Om möjligt ska även de minst farliga kemiska produkterna vid varje användningsområde användas. För utfallet av flotationsprocessen kan det dessutom vara negativt att tillsätta reagens i stort överskott, därför är en bra processtyrningen en viktig del av anrikningsprocessen.

### 7.1 Gruvbrytning - Sprängämnen

Vid brytning av malm och ofyndigt berg, gråberg, används sprängämnen för losshållning av berget. Det primära sprängämnet som kommer att användas vid brytning av malm och gråberg utgörs av emulsionssprängämne baserat på ammoniumnitrat, pumpbart eller som rörladdning. Till det kommer en mindre mängd tändmedel/primers, som används för att detonera emulsionssprängmedlet. Mindre mängder patronerat sprängämne kan även användas vid mindre sprängarbete, ex. kontursprängning.

Emulsionssprängämnen anses vara det bästa som finns på marknaden idag ur både miljö-, arbetsmiljö-, och säkerhetssynpunkt. Den främsta fördelen med sprängämnet är att det tillverkas på platsen för laddning, när matrisen och gasningsmedlet blandas, vilket innebär en säkrare hantering. Risken för spill vid hanteringen av emulsionssprängämnet är mindre och emulsionssprängämnets löslighet i vatten är lägre jämfört med ANFO (då ammoniumnitraten är omgiven av olja). Risken för spill vid användande av rörladdning är försumbar.

Tabell 25. Sprängämnen med tillhörande faroangivelser.

Produkt	Faroangivelser
Emulsionssprängämne	H201 Explosivt. Fara för massexplosion H319 Orsakar allvarlig ögonirritation
Primer/booster	H201 Explosivt. Fara för massexplosion. H300 Dödligt vid förtäring. H310 Dödligt vid hudkontakt. H330 Dödligt vid inandning. H319 Orsakar allvarlig ögonirritation. H373 Kan orsaka organskador genom lång eller upprepad exponering
örladdning	H201 Explosivt. Fara för massexplosion H319 Orsakar allvarlig ögonirritation

Pumpbart emulsionssprängämne levereras i tankbil och slutbereds i samband med laddning i utförda borrhål. Detta används vid brytning ovan jord i Vargbäcken och delar av underjordbrytning i Fäbodtjärn.

För bättre och mer noggrann kontroll av sprängarbeten vid Fäbodtjärn används även rörladdningar med känsliggjort emulsionssprängämne.

Primers, rörladdningar och övriga explosiva produkter förvaras i sprängförråd vid respektive gruva.

Vid en optimal detonation kommer endast kvävgas, koldioxid och vatten att bildas, utan rester av sprängämne. En mycket liten andel (för dagbrottsbrytning ca 1 % och för underjordsbrytning något mer) finns kvar i/på det lossprängda berget i odetonerad form. En del av detta blandas med gruvvattnet och en del följer med gråberget och malmen. Detta kan leda till förhöjda kvävehalter i gruvvattnet samt i vatten från gråbergssupplag.

## 7.2 Anrikning och process

Eftersom anrikning och bearbetning av malmen till stor del är mekanisk används endast ett begränsat antal kemiska produkter. I anrikningsverket kommer kemikalier främst att användas vid flotation av malmen, förtjockning och avvattning av flotationskoncentrat och anrikningssand samt buffring av anrikningssand.

Ingen cyanid kommer att användas vid anrikning av malmen.

### 7.2.1 Flotation

Flotation utförs för att öka avskiljningen och utbytet av guld (i form av ett flotationskoncentrat) efter att malmen upparbetats och merparten av guldet avskilts gravimetriskt. Samtidigt erhålls en "avsvavling" av anrikningssanden där innehållet av sulfider minskar med ca 60 %.

Flotation planeras främst att utföras för malmen från Fäbodtjärn. Mellan-produkten/våtmekanisk sand från Vargbäcken har efter gravimetrisk upparbetning en låg guldhalt, där en flotation ger ett flotationskoncentrat med lågt guldinnehåll och litet ekonomiskt värde. Det planeras därför normalt sett inte att utföras. En avsvavling av det gravimetriska avfallet är ej heller nödvändigt ur geokemisk synvinkel, dvs. det är inte nödvändigt med tanke på avfallets egenskaper.

I flotationen används samlarreagens för att flotera sulfidmineral och skumbildare för att bilda ett skum som möjliggör separation.

Samlarprodukt kommer troligen vara av typen xantater, ex. natriumisopropylxantat (SIPX) eller kaliumamylxantat (KAX). Andra samlarkemikalier som kan komma bli aktuella är produkter baserade på dialkyl ditiofosfat/tiokarbamat samt natrium-diisobutylditiofosfinat. Förbrukningen av

samlare uppgår till ca 100 g/ton, motsvarande ca 12 ton/år vid upparbetning av 120 000 ton malm/år.

Skumbildare kommer troligen vara av typen Methyl Isobutyl Carbinol MIBC (en alkohol). Andra skumbildare som kan komma bli aktuella är produkter baserade på polypropylenglykol monometyleter samt talloja. Förbrukningen av samlare uppgår till ca 5 g/ton, motsvarande ca 600 kg/år vid upparbetning av 120 000 ton malm/år.

För pH-justering av processvattnet kan en basisk eller buffrande produkt komma att användas, ex natriumhydroxid eller kalciumkarbonat. Mängden uppgår mellan ett tiotal till hundra kilo per år.

Farlighetsangivelser för de produkter som är planerade att användas i anrikningsprocesserna redovisas i tabell 26er .

Tabell 26. Flotationskemikalier med tillhörande faroangivelser.

Produkt	Faroangivelser
SIPX	H228 Brandfarligt fast ämne H30 Farligt vid förtäring H312 Skadligt vid hudkontakt H314 Orsakar allvarliga frätskador på hud och ögon H411 Giftigt för vattenlevande organismer med långtidseffekter
MIBC	H226 Brandfarlig vätska och ånga. H319 Orsakar allvarlig ögonirritation. H335 Kan orsaka irritation i luftvägarna.
Kalciumkarbonat	-
Natriumhydroxid	H314 Orsakar allvarliga frätskador på hud och ögon H318 Orsakar allvarliga ögonskador

### 7.2.2 Avvattning - förtjockning och filterpress

Vid avvattning av flotationskoncentrat och anrikningssand kommer kemikalier användas vid förtjockning och eventuellt i filterpressar.

I förtjockarna för guldkoncentrat och sand avvattnas slurryn av dessa från en fastgodshalt på ca 25-40 vikt-% till ca 65 vikt-%. För att förbättra och snabba på sedimenteringen av partiklar tillsätts flockningsmedel. Flockningsmedlet kommer vara av konventionell typ polyakrylat i vatten-/oljeemulsion (Superfloc). Förbrukningen uppgår till ca 20 g/ton, motsvarande ca 2,4 kg/år vid upparbetning av 120 000 ton malm/år.

För att förbättra avvattningen i filterpressar kan filterhjälpmedel komma att användas. Medlet kommer vara av typen sulfosuccinat di-ester (Drimax). Förbrukningen uppgår till några kg per ton, motsvarande ett par hundra kg per år vid upparbetning av 120 000 ton malm/år.

Tabell 27. Kemikalier avvattning med tillhörande faroangivelser.

Produkt	Faroangivelser
Superfloc	H319 Orsakar allvarlig ögonirritation
Drimax	H315 Irriterar ögonen H318 Orsakar allvarliga ögonskador

### 7.2.3 Buffrande medel

För att förbättra den buffrande kapaciteten hos anrikningssanden från Fäbodtjärn malm efter flotation, så att den är nettobuffrande vid bortskaffande, kommer flygaska (restprodukt från förbränning av biobränslen) att tillsättas. Askan, som är mycket finkorning (finare än själva sanden), tillsätts till den förtjockade slurryn i en mixer innan avvattning i filterpress. På så sätt erhålls en mycket god inblandning och homogenisering.

Mängden buffrande medel som behöver tillsättas anrikningssanden beror på innehållet av sulfider i sanden. Enligt utförda geokemiska tester behöver mängden uppgå till 210 kg aska per ton sand och procent sulfid. Med en förväntad snittvariation av sulfidinnehållet i sanden från snitt 0,15 % till som mest ca 0,3 %, innebär det en förbrukning om 30-80 kg aska per ton sand. Det motsvarar en årsförbrukning på ca 1 700-4 440 ton aska.

Tabell 28. Buffrande medel med tillhörande faroangivelser.

Produkt	Faroangivelser
Kalk	-
Aska	-

### 7.3 Övrigt

Om det skulle vara nödvändigt för att tillfälligt förbättra sedimenteringen av ämnen och partiklar i klarningsbassängerna, kan fällnings- och/eller flockningskemikalier av konventionell typ komma att användas. Fällningskemikalie kan vara ex. järnsulfat och flockningsmedel kan ex. vara polyakrylat av samma typ som används i förtjockarna.

Kalksten kan också användas ex. i diken för att vid behov justera pH-värdet hos det vatten som avrinner från upplag.

## 8. Metoder och strategi för bortskaffande

### 8.1 Allmänt

Vid planering och utformning av en avfallsanläggning ska hänsyn bland annat tas till ett antal aspekter som tas upp i förordningen om utvinningsavfall. Enligt 56 § ska anläggningen ex. utformas så att; skadliga effekter på människors hälsa och miljön undviks så långt det är möjligt, den är geotekniskt stabil samt efter stängning kräver ett minsta möjliga mått av övervakning, underhåll och kontroll. 22 § ställer vidare ytterligare krav ex. att det redan vid utformningen av verksamheten ska tas hänsyn till val av metoder, utvinning mm kopplat till avfallshanteringen, lägga tillbaka avfallet i den hålighet som har uppkommit vid utvinningen om det är tekniskt och ekonomiskt genomförbart, vidta avfallsförebyggande åtgärder och åtgärder som främjar återvinning. Hänsyn ska även tas till de förändringar som avfallet kan komma att genomgå i fråga om ökad yttorlek eller på grund av exponering för de förhållanden som råder ovan jord.

Den primära och övergripande aspekten hur avfallet kan hanteras och bortskaffas är dess potentiellt syrabildande och nettobuffrande egenskaperna. Det avgör både behov av förebyggande åtgärder, hur avfallet bör bortskaffas (efter att förebyggande åtgärder vidtagits), var avfallet lämplig bortskaffas och hur det ska efterbehandlas.

### 8.2 Gråberg

#### 8.2.1 Fäbodtjärn

Vid Fäbodtjärn uppkommer gråberg i form av diorit och metasediment/mafisk. Diorit uppkommer huvudsakligen från drivning av snedbanan och med mindre mängder från inslag (tvärorter). Främst uppkommer berget initialt, i mitten och slutet av driften, eftersom gruvbrytningen sker i etapper/huvudnivåer om ca 100 m utmed kvartsgången.

Metasediment, med mindre inslag av mafiskt berg, uppkommer från utbrytning av ramp och påslagstunnel, tvärorter, inslag och stross utmed brytningsort. Små mängder förekommer även som inre gråberg i malmen och sorteras ut vid Vargbäcken för att sedan transporteras tillbaka till Fäbodtjärn. Gråberg av metasediment uppkommer även det mer etappvis under hela gruvdriften.

##### 8.2.1.1 *Metasediment/mafisk*

Eftersom igensättningsbrytning planeras innebär det att en del av gråberget ska återfyllas i de utrymmen som uppkommer under jord. Med hänsyn till att metasedimenten är potentiellt syrabildande är det mest lämpligt att återfylla det berget, eftersom gruvan kommer att fyllas upp med vatten när gruvdriften avslutas och syretransport och oxidation av det återfyllda berget då helt avstanna.

En första frågeställning är om de utbrutna utrymme är tillräckliga för kontinuerlig återfyllning av all metasediment och då primärt i kvartgång/stross och inslag,

eftersom snedbanan hålls öppen för transporter. En fyllnadsgrad på ca 80 % har ansatts, eftersom återfyllning inte kan ske effektivt i alla utrymmen. I tabell 29 redovisas beräknade volymer. Som framgår är den tillgängliga volymen för återfyllning av all metasediment tillräcklig, med en marginal på ca 20 000 m<sup>3</sup>, motsvarande drygt 25 %.

Tabell 29. Tillgängliga volymer för återfyllnad i inslag och kvartsgång/stross samt total mängd metasediment/mafisk.

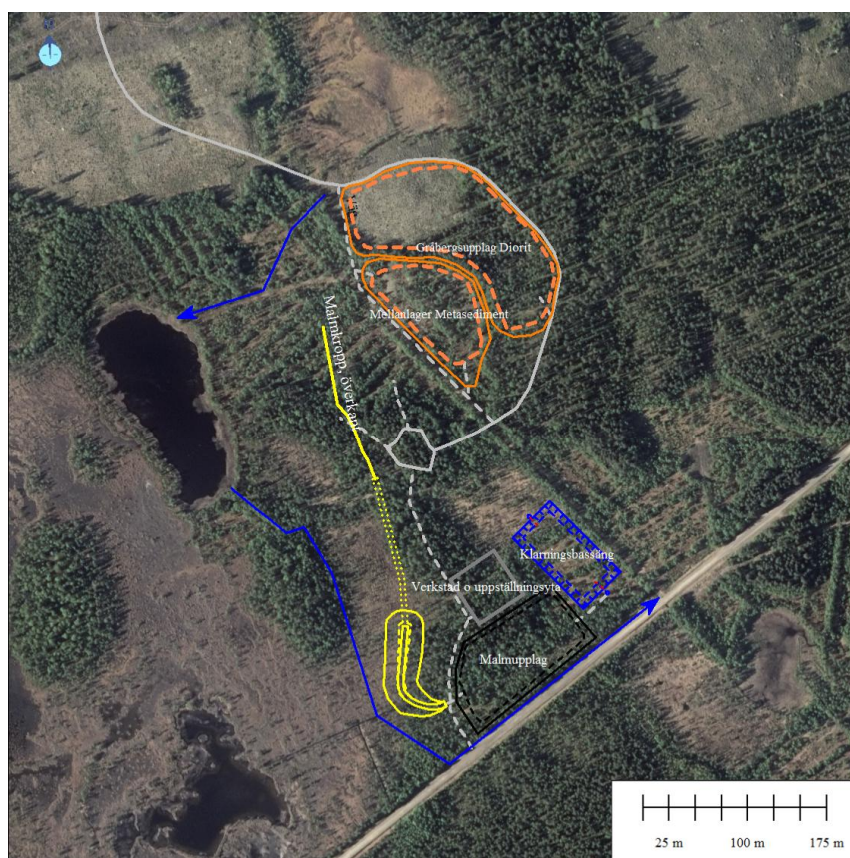
Del	Volym (m <sup>3</sup> )	Kommentar
Inslag	9000	80 % fyllnadsgrad
Kvartsgång/stross	100 000	80 % fyllnadsgrad
Totalt	110 000	
Metasediment/mafisk	89 000	
Marginal	+20 000	

En andra frågeställning är om det rent bergmekaniskt är lämpligt för återfyllning. Metasedimenten i området är enligt utförda prospekteringsborrningar mycket homogen som bergart med lite sprickbildningar. Bergarten har även god hållfasthet. Det innebär att den är lämpad för återfyllning i gruvan.

Återfyllnad av metasediment/mafisk kan påbörjas när snedbana, inslag och stross anlagts ned till första huvudnivån samt utbrytning av malm skett i en pall. Det innebär att en viss mängd metasediment behöver mellanlagras på ytan. Det gäller främst när brytning sker i den första huvudnivån. Mängden på mellanlagret kommer då att uppgå till ca 50 000 ton, under en period av ca 2 år (som mest 3 år). Därefter sker återfyllning av utbrutet gråberg till utrymmena i gruvan huvudsakligen omgående, utan att större mängder behöver föras upp till markytan och mellanlagras där.

Mellanlagret för metasediment anläggs i anslutning till gråbergsupplaget för diorit, se figur 58. Området (inklusive diken) för mellanlagret omfattar en yta om ca 8 500 m<sup>2</sup> och själva upplaget ca 5 500 m<sup>2</sup>. Upplaget beräknas bli ca 6 m högt och anläggs med rasvinkel hos bergmassorna. Vid utformning av upplagsytan har ett designpåslag på 10 % av volymen berg använts.

Upplaget anläggs direkt på marken efter röjning. Det planerade området utgörs ett våtmarksområde, tillika ett utströmningsområde, vilket innebär att yt- och grundvatten från omgivningen strömmar ut och därigenom begränsar infiltration. Området utgör tillsammans med myrens egenskaper i sig en naturlig barriär. Infiltration av lakvatten från upplaget kommer därmed att begränsas och kunna samlas upp, kontrolleras och avledas mot klarningsbassängen. Vidare är mäktigheten hos torven ca en meter, vilket medför att det inte kommer att bli några problem med stora sättningar och instabilitet hos upplaget. Eventuell torv trycks ihop (konsolideras) när det täcks med berg. Området bedöms således vara väl lämpat för mellanlagring metasediment.



Figur 58. Översikt läge gråbergsupplag diorit och mellanlager metasediment. Inre streckade linjerna anger utbredning av gråberget.

Enligt pågående fukt-kammarförsök kommer inte gråberg av metasediment/mafisk att börja bli syrabildande under den tid det lagras på ytan, eftersom det mellanlagras som mest 3 år. Troligen kommer det återfyllda gråberget inte heller bli syrabildande under den planerade gruvdriften på 4-6 år. Pågående test i lab (april 2018 vid vecka 90 i lab) visar att det kommer att ta mer än ca 4,5 år (tid i labförsök omräknat till fältförhållanden, med hänsyn skillnad i medeltemperatur inomhus i lab och utomhus). Detta utgår från att det testade gråberget fortfarande bildar lakvatten med ett neutralt pH-värde och har kvar en liten buffrande kapacitet som sakta förbrukas.

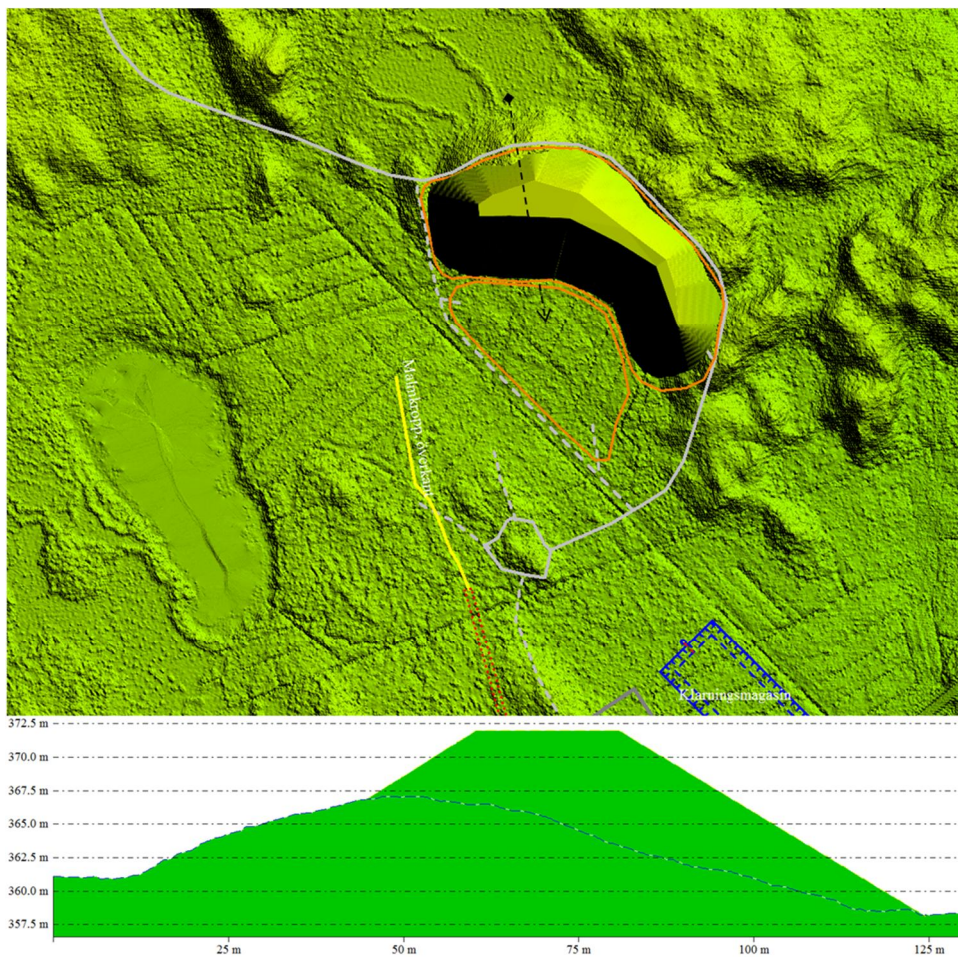
#### 8.2.1.2 Diorit

Merparten av gråberget av diorit kommer att läggas på ett gråbergsupplag på markytan i anslutning till gruvan. En mindre mängd kan även komma att återfyllas i gruvan, främst för att fylla igen nedre delen av rampen när gruvbrytningen avslutas.



Eftersom dioriten är nettobuffrande och överlag inte lakar metaller i samma utsträckning som metasedimenten, kan något lägre krav ställas på platsen för gråbergssupplaget. Utgångspunkten har ändå varit att anlägga det inom delar av utströmningsområdet i myren för att begränsa infiltration på samma sätt som hos mellanlagret. Platsen (figur 59) har också valts så upplaget på lämpligt sätt ansluter till kringliggande topografi. Området bedöms således vara väl lämpat för gråbergssupplaget. I figur 60 visas en planvy (3D-yta) och tvärsektion över hur gråbergssupplaget ansluter till kringliggande topografi.

Området (inklusive diken) för gråbergssupplaget omfattar en yta om ca 18 000 m<sup>2</sup> och själva upplaget ca 15 000 m<sup>2</sup>. Upplaget som högst ca 15 m. Vid utformning av upplagsytan har ett designpåslag på 20 % av totala volymen berg använts.

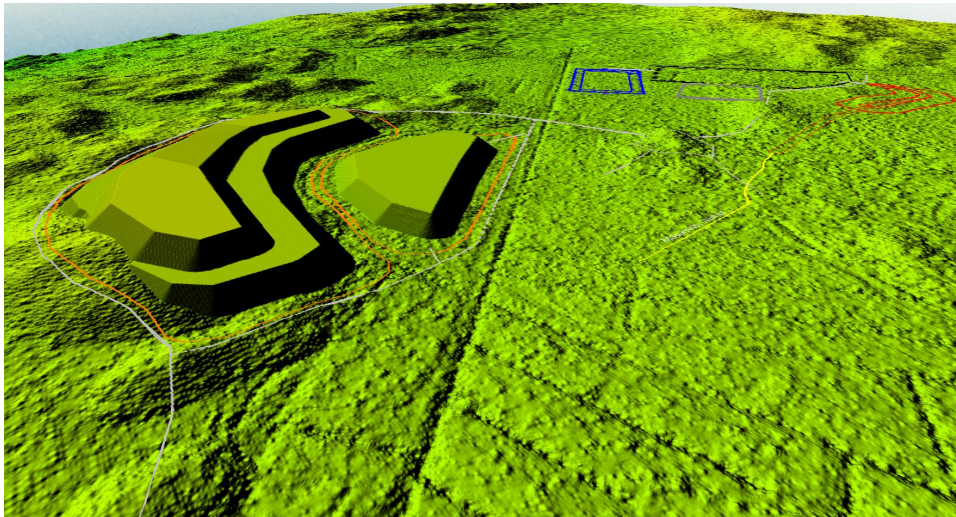


Figur 59. Planvy (3D-yta) och tvärsektion gråbergssupplag diorit anslutning till kringliggande topografi, vid slutlig släntlutning 1:3. Streckad linje markerar befintlig markyta.

Upplaget byggs under drift upp i två etager (pallar) om vardera ca 6 meter. Figur 85 visar en konceptuell bild av upplaget under drift vid slutet av gruvdriften.



Släntlutning under drift är rasvinkel för materialet, ca 1:1,4. Upplaget anläggs direkt på marken efter röjning.



Figur 60. 3D-bild. Konceptuell utformning av gråbergsupplag diorit i slutet av gruvdriften med två etager (i figurens vänsterkant) och till höger mellanlagret för metasediment (OBS; visande maximal storlek efter år 1-2).

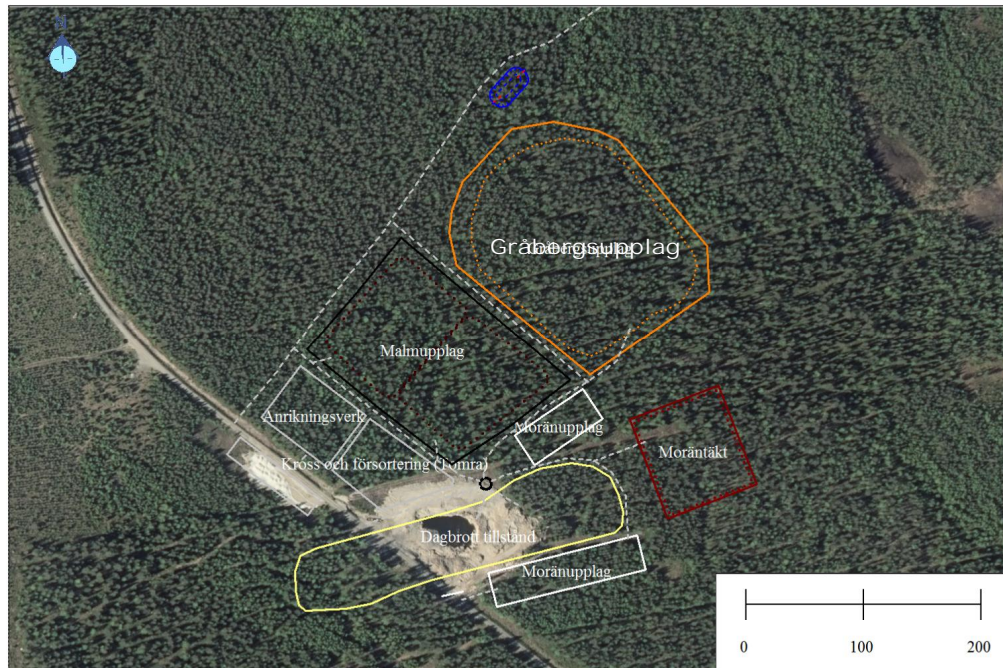
### 8.2.2 Vargbäcken

Vid Vargbäcken är utgångspunkten att allt gråberg som uppkommer vid försortering läggs på ett upplag på markytan. En viss del kommer att återfyllas i dagbrottet. Eftersom detta är praktiskt svårt och det innebär begränsningar att återfylla samtidigt som brytning sker i direkt anslutning i dagbrottet samt säkerhetsmässiga aspekter, utgår avfallshanteringsplan och den sökta verksamheten från att allt gråberg läggs på upplag.

Gråbergsupplaget har placerats i anslutning till gruvan för att begränsa transporter av berg, se figur 61.

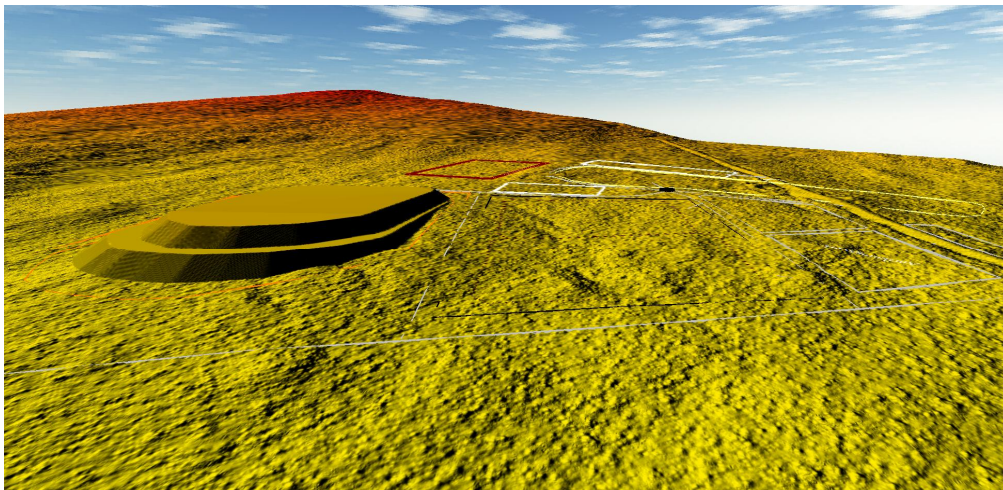
Området (inklusive diken) för gråbergsupplaget omfattar en yta om ca 30 000 m<sup>2</sup> och själva upplaget ca 24 000 m<sup>2</sup>. Upplaget blir som högst ca 15 m. Vid utformning av upplagsytan har ett designpåslag på 20 % av totala volymen berg använts, utgående från den maximala mängden sorterat berg som kan komma att produceras.

Upplagen anläggs direkt på marken efter röjning. Eftersom gråberget är nettobuffrande och lakar metaller i förhållandevis liten utsträckning och det därtill enbart har partikelstorlek mellan 20-60 mm, dvs. utan innehåll av finpartiklar vilka är de som står för den absoluta merparten av lakningen av metaller och andra ämnen innebär det att lägre krav, avseende t.ex. uppsamling av lakvatten, kan ställas på området där upplaget anläggs.



Figur 61. Översikt läge gråbergsupplag vid Vargbäcken. Inre streckade linjen anger utbredning av gråberget.

Upplaget byggs under drift upp i två etager (pallar) om vardera ca 6 meter. Figur 62 visar en konceptuell bild av upplaget under drift vid slutet av gruvdriften. Släntlutning under drift är rasvinkel för materialet, ca 1:1,4.



Figur 62. 3D-bild. Konceptuell utformning av gråbergsupplag Vargbäcken i slutet av gruvdriften med två etager.

## 8.3 Anrikningssand

### 8.3.1 Strategier för bortskaffande

Utformning av strategi och metod för bortskaffande av den anrikningssand som kommer att produceras behöver ta hänsyn till flera olika aspekter och möjliga alternativ. Strategin för anrikningssanden styrs i första hand av dess geokemiska egenskaper och i andra hand av de fysiska egenskaperna.

Den planerade verksamheten kommer att producera anrikningssand både från anrikning av malm från Fäbodtjärn och Vargbäcken. Strategin för bortskaffande utgår från att anrikningssand kan uppkomma och bortskaffas från endera av fyndigheterna eller båda under en längre tidperiod eller helt och hållet. Dvs. att båda eller enbart en av fyndigheterna bryts och anrikningssanden då antingen bortskaffas omväxlande efter varandra under ett år.

#### 8.3.1.1 Fäbodtjärn sand, geokemiska aspekter och val av buffrande medel

Anrikningssand från Fäbodtjärn kommer att floterats (avsvavlas) för att utvinna ett flotationskoncentrat och samtidigt reducera innehållet av svavel så mycket som möjligt. Slutsatsen från de geokemiska testerna och utvärderat underlag om variationer av svavelhalt i malmen är dock att merparten av den avsvavlade sanden som uppkommer ändå kommer att vara potentiellt syrabildande om inga ytterligare åtgärder vidtas.

Den valda strategin för bortskaffande utgår därför från att tillsätta ett buffrande ämne, i form av flygaska, för att öka den buffrande kapaciteten så att sanden blir totalt sett nettobuffrande vid bortskaffande (både på kort och lång sikt). Detta har testats och visat sig fungera bra i lab, se vidare avsnitt 5.5.

En bidragande orsak till att den valda strategin är praktisk möjlig att använda, är att sulfidhalten i avfallet är relativt låg, vilket medför att enbart en mindre mängd buffrande ämne behöver tillsättas. Tillsats av buffrande ämnen beskrivs som bästa möjliga teknik (BAT) i EU:s BREF-dokument för gruvor (EU MTWR, ex. i avsnitt 4.1).

Utvärderingen har visat att flygaskan är lämpligare än kalkfiller (pulvriserad kalksten) som buffrande medel.

Flygaskans buffertkapacitet gör att anrikningssanden totalt sett kommer att vara nettobuffrande, vilket förhindrar uppkomsten av surt lakvatten, med associerad förhöjd utlakning av metaller lösta i vatten. Denna effekt ger även kalkfillern. Dock har flygaskan ytterligare positiva effekter på den bortskaffade anrikningssandens egenskaper, eftersom den i jämförelse med kalktillsatsen i högre grad minskar mobiliseringen (se avsnitt 5.5.5.4) av flertalet av de metaller (ex. kadmium, koppar och zink) som framför allt kan vara problematiska i vattenmiljöer.

Mängden flygaska som behöver tillsättas uppgår till ca 250 gr per procent sulfidsvavel och kg anrikningssand. Det innebär i praktiken mellan 35-80 gr aska per kg sand (för genomsnittlig till högsta sulfidinnehåll). Vid anrikning av 60 000 ton malm från Fäbodtjärn under ett år motsvarar det mellan 1 800 till 4 500 ton flygaska per år.

För att säkerställa bra inblandning av askan kommer den att tillsättas till en slurry av sand, efter att sanden först förtjockats till ca 50-60 vikt-% fastgodshalt. Det sker i en blandningstank/mixer innan slutlig avvattning.

Eftersom anrikningssand från Vargbäcken har ett visst överskott av buffrande kapacitet, ger det en extra säkerhet vid bortscaffande på sandupplaget. Hänsyn till detta har inte tagits vid beräkningar av belastning på recipient. Detta på grund av att sanden kan komma att bortscaffas på olika platser inom sandupplaget och strategin ska vara hållbar oavsett vilken av malmerna som anrikas och i vilken ordning detta sker.

#### *8.3.1.2 Vargbäcken sand, geokemiska aspekter*

Anrikningssand från anrikning av malm från Vargbäckenfyndigheten kommer att producera en våtmekanisk sand, som är potentiellt nettobuffrande enligt utförda fuktkammarförsök. Om det mot förmodan skulle visa sig att mindre delar av den anrikningssand som uppkommer tillfälligt kan komma få ett något högre innehåll av svavel (ex. till följd av lokalt högre halter svavel i malmen), vilket medför att sanden riskerar att bli potentiellt syrabildande, kommer sanden att floteras (avsvavlas).

#### *8.3.1.3 Fysiska egenskaper*

Efter det avvattnas sanden i en filteranläggning (ex. trumfilter/bandfilter) till en fastgodshalt på ca 85 vikt-% (motsvarande naturfuktig sand). På detta sätt kan sanden sedan bortscaffas "torrt" som en fast sand, vilket är en stor fördel eftersom inga dammar behöver anläggas och sanden inte heller avger något överskott av dränagevatten. Bortscaffande av torr/fast anrikningssand utgör tillsammans med högförtjockad sand (pasta) BAT enligt EU:s BREF dokument för gruvor.

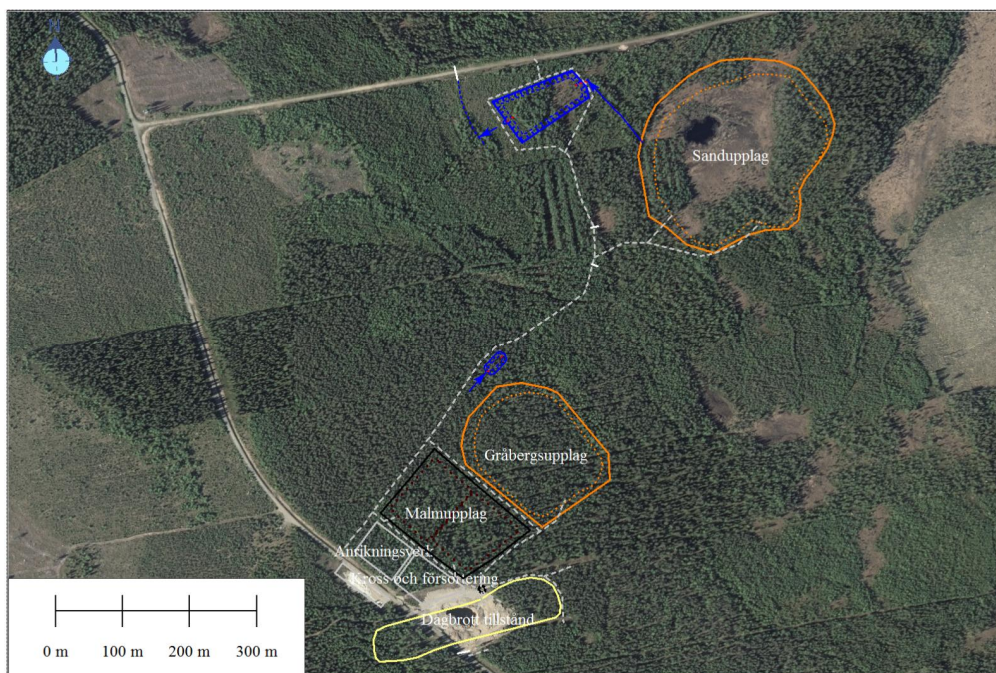
#### *8.3.2 Utformning av sandupplag och bortscaffande*

På den plats där sanden bortscaffas ställ lämpligen högre krav, jämfört med det bortscaffade gråberget, gällande möjligheten att kunna samla upp merparten av lakvattnet som bildas samt kunna kontrollera och vid behov behandla det. Detta görs utgående från de potentiella riskerna med Fäbodtjärnsanden. Exempelvis att inblandning av buffrande aska i sanden tillfälligt inte skulle fungera eller vara för liten.



Marken i området i anslutning till planerat anrikningsverk och dagbrott vid Vargbäcken har relativt hög genomsläpplighet vilket innebär att någon typ an tätskikt (ex. gummimembran, bentonitmatta eller liknande) skulle behöva anläggas om detta område skulle användas för bortskaffande. Eftersom en sådan lösning innebär högra krav på installation, ändå har ett visst läckage och långsiktigt har en begränsad livslängd har istället ett område med en naturlig barriär valts.

Det mest lämpliga området i närområdet ligger ca 700 m nordost om anrikningsverket i myrområdet Vilmyran (se avsnitt 4.2.2 för ytterligare beskrivning), se figur 63. Området utgör ett utströmningsområde, vilket innebär att yt- och grundvatten från omgivningen strömmar ut och därigenom begränsar infiltration. När anrikningssanden placeras på torven kommer den även att konsolideras (pressas ihop) och erhåller då en lägre permeabilitet än initialt (erfarenhetsmässigt  $< 1 \cdot 10^{-9}$  m/s). Bortskaffande på torv finns med som rekommenderad metod i den av Finlands Miljöcentral år 2012 publicerade *Handbok för gruvbranschen om bästa miljöpraxis* (BEP). En ytterligare fördel är att torv (underliggande och kringliggande) har en mycket god förmåga att fastlägga metaller och joner.



Figur 63. Översikt läge sandupplag vid Vargbäcken. Inre streckade linjen anger utbredning av sand, vid maximal mängd och med designfaktor inräknad.

Området vid Vilmyran utgör således en väl lämpad naturlig barriär, där infiltration av lakvatten från upplaget till djupare grundvatten kraftigt begränsas och i stället kan samlas upp, kontrolleras och avledas mot klarningsbassängen. Det gäller såväl under drifttid som på lång sikt.

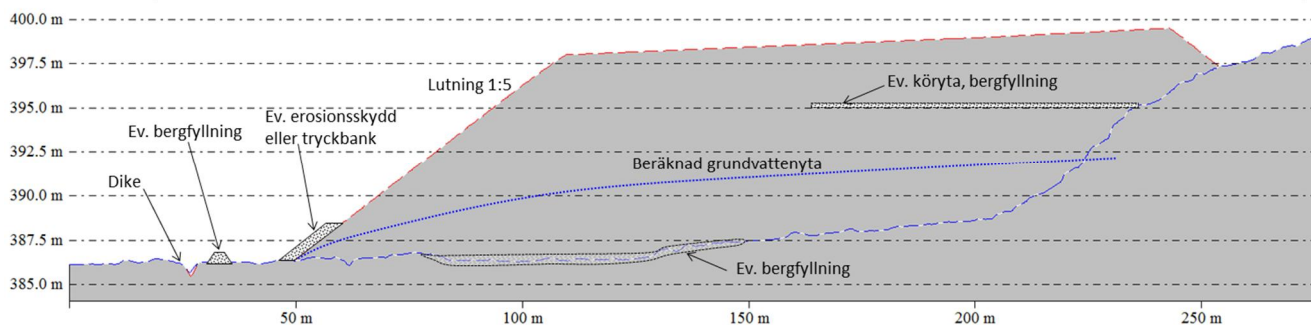
Området (inklusive diken) för sandupplaget omfattar en yta om ca 62 000 m<sup>2</sup> och själva upplaget för sanden maximalt utgör ca 47 000 m<sup>2</sup>. Upplagets blir som högst ca 15 m. Vid utformning av upplagsytan har ett designpåslag på 20 % av den totala maximala volymen sand från Fäbodtjärn och Vargbäcken använts.

Den avvattnade sanden transporteras med dumper direkt från anriktningsverket till sandupplaget. Vid upplaget tippas den på marken/torven och fylls ut på samma sätt som ett konventionellt upplag av naturfuktigt material och gråberg. Bandschaktare används för att fördela sanden, kompaktera och jämna ut ytan. Sanden påförs lämpligen i lager om ca 4-6 meters mäktighet för att erhålla en bra stabilitet hos sanden och för att få en stabil sammanpressning av torven. Om det behövs lokalt, ex. där myren är som blöt eller i tjärnen, kan ett lager med bergfyllning, lämpligen gråberg (från Vargbäcken), påföras markytan innan för att ge extra stabilitet när sanden fylls ut. Vatten i tjärnen kan även pumpas bort i samband med att utfyllnad sker i den.

Eventuella mindre sättningar som uppstår initialt i sandens överyta åtgärdas när påföljande lager bortskaffas. Om ytterligare stabilitet behövs i överytan vid transport på den, ex. i samband med perioder med mer nederbörd, kan gråberg (från Vargbäcken) användas för att ge en bättre köryta.

Sandupplaget planeras uppföras med flacka slänter med en slutlig släntlutning på 1:5. Under drift kommer släntlutningen att variera mellan rasvinkel (ca 1:1,5) och slutlig vinkel. Yttre delen av sandupplaget kan även komma att utformas som etager, med ett indrag mellan varje etage. Som underlag för utformning av sandupplagets slänter har stabilitetsberäkningar utförts för att undersöka vilken slutlig släntlutning som bör användas. Beräkningarna har utförts under konservativa förhållanden med en antagen grundvattenyta som ligger högt upp i sandupplaget (i princip dess överyta) och flödar ut högt upp i slänten. Beräkningarna visar att en släntlutning ned till 1:4 (troligen brantare) är stabil och att grundvattnets läge, även i fallet då det står nära upplagets överkant, inte har någon större inverkan. Utgående från en säkerhetsfaktor på 1,3 har den slutliga (långtidsstabila) släntlutningen satts till 1:5.

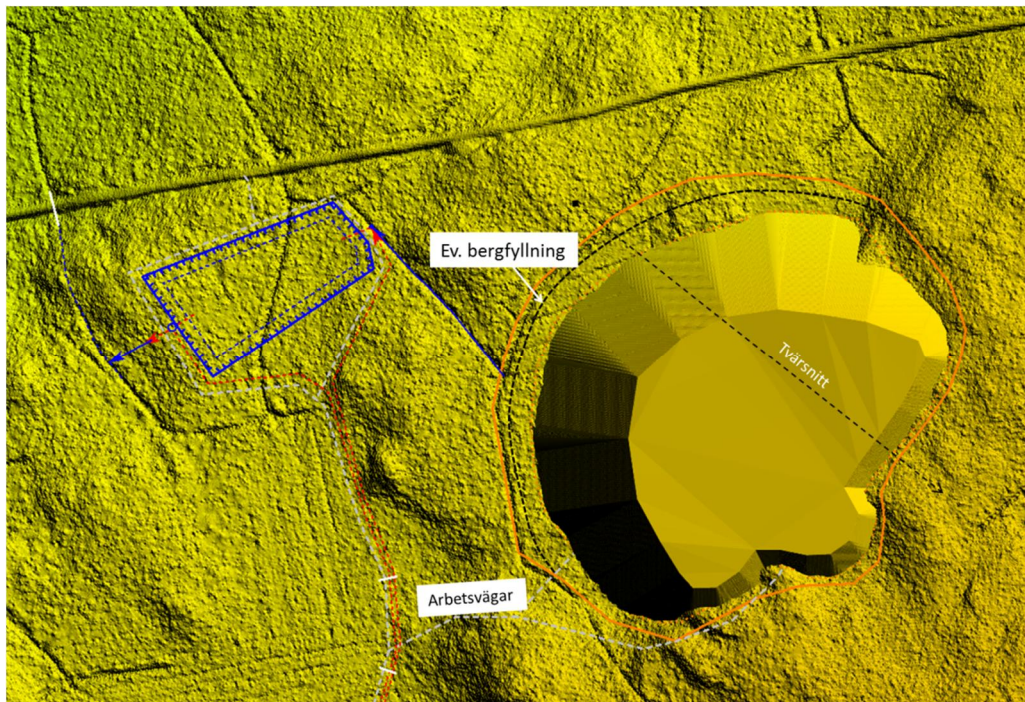
I sammanhanget kan nämnas, att enligt Bilaga C.4.2, PM hydrogeologi Vargbäcken, beräknas grundvattenytan stiga minst ett par meter inom sandupplaget (se figur 64).



Figur 64. Tvärnitt sandupplag slutlig lutning 1:5 med eventuell erosionsskydd och tryckbank och bergfyllningar, uppsamlade dike samt ungefärligt läge på beräknad grundvattenyta.

Om det ändå skulle visa sig att delar av slänten eroderar eller inte är tillräckligt stabil kan den antingen fläckas ut ytterligare alternativt förses med erosionsskydd eller en tryckbank av berg för ökad stabilitet (se figur 64), på samma sätt som hos slänter kring ex. vägkonstruktioner. Några vattenhållande dammar eller liknande behöver inte anläggas.

Området för sandupplaget har utformats så en sträcka på minst 25 meter kvarlämnas mellan släntfoten (vid lutning 1:5 och maximal storlek hos upplaget) och det yttre uppsamlade diket. I detta orörda myrområde har eventuella partiklar i vatten som avrinner från upplaget på så sätt möjlighet att översilas och fastläggas. Om det tillfälligt skulle uppstå större erosion i sanden och koncentrerade flöden av vatten med mycket sediment, kan en bergfyllning anläggas runt delar av upplaget (se figur 64 och 65). Detta för att förhindra att vattnet strömmar koncentrerat ned mot det uppsamlade diket och filtreras genom fyllningen. Vallen har ingen dämmande effekt.



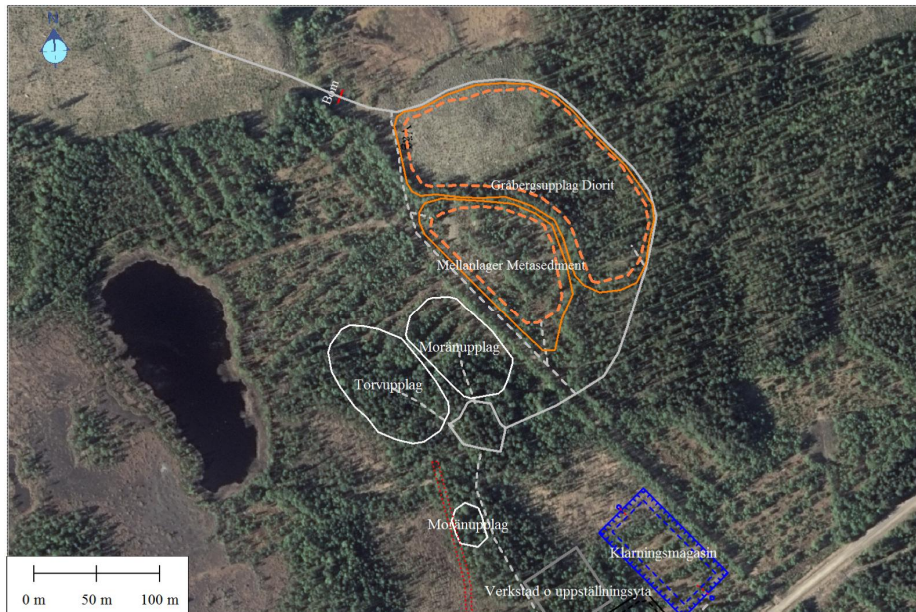
Figur 65. Planvy (3D-yta) av sandupplag med eventuell bergfyllning, arbetsvägar samt läge för tvärsnitt.

#### 8.4 Morän och torv

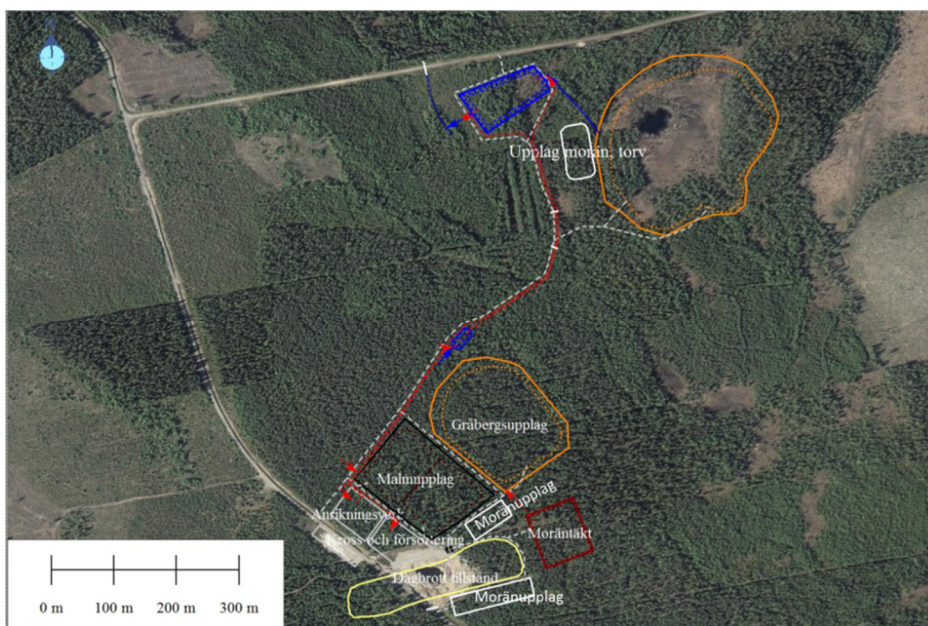
Morän och torv som uppkommer i samband med avtäckning av dagbrott och schaktarbeten (ex. ramp, diken, bassänger) inom gruvområden kommer att lagras i väntan på att efterbehandlingsåtgärder påbörjas, där de kommer användas för ex. utfyllnad och täckning.

Vid Fäbodtjärn kommer ett upplag för morän och ett för torv att anläggas norr om rampen, i anslutning till det område ovanför kvartsgången där provbrytning tidigare utförts. Upplagen kommer uppta en yta på ca 5 000 till 6 000 m<sup>2</sup> vardera och vara 5-6 meter höga, se figur 66. Mindre upplag för morän kan även komma att anläggas på andra platser i anslutning till arbetsvägarna.





Figur 66. Översikt ungefärligt läge upplag morän och torv Fäbodtjärn.



Figur 67. Översikt ungefärligt läge upplag morän och torv Vargbäcken.

Vid Vargbäcken kommer upplag av morän att anläggas i anslutning till dagbrottet samt upplag och morän och mindre mängder torv anläggas i anslutning till sandupplaget. Upplagen kommer uppta en yta på ca 2 000 till 4 000 m<sup>2</sup> vardera och vara 5-6 meter höga, se figur 67. Eftersom det troligen kommer att vara ett underskott på morän kommer en mindre moräntäkt att öppnas i anslutning till dagbrottet för att täcka behovet i samband med efterbehandling.

## 8.5 Transport av avfall

Transport av gråberg och anrikningssand kommer huvudsakligen att ske med gruvtruckar inom respektive gruvområde.

Vid Fäbodtjärn omfattar transporter de från gruva till gråbergsupplag diorit samt till och från mellanlager metasediment. Vid Vargbäcken omfattar transporter de från försortering till gråbergsupplag och från anrikningsverk till sandupplag.

Inre gråberg utsorterat från Fäbodtjärnmalm transporteras tillbaka från Vargbäcken till Fäbodtjärn med lastbil.

## 8.6 Konsekvensbegränsande åtgärder

### 8.6.1 Förebyggande av uppkomst av utvinningsavfall och avfallets skadlighet

Vid Fäbodtjärn planeras gruvmaskiner (borriggar, lastare och gruvtruckar) med så små dimensioner som möjligt att användas. Detta för att kunna bryta malmen så effektivt, med så liten inblandning av gråberg, som möjligt. Det innebär att dimensionerna på tunnlar, snedbana och inslag/tvärorter kan hållas nere. Borrningar (ex. pallhöjd) och sprängning kommer vidare att anpassas och utföras så att inblandning av gråberg blir så liten som möjligt. Bland annat för att begränsa mängden metasediment som uppkommer, planeras snedbanan huvudsakligen att anläggas i dioriten.

Vid Vargbäcken planeras enbart brytning att ske inom den mineraliserade zonen av kvarts och diorit, utan brytning av kringliggande metasediment och diorit.

Den anrikningssand som produceras från anrikning av malm från Fäbodtjärn kommer att floteras (avsvavlas) för att minska dess innehåll av svavel och därmed dess syrabildande förmåga. Vidare kommer det att tillsättas buffrande flygaska till sanden från Fäbodtjärn, för att förbättra dess buffrande kapacitet så att den blir totalt sett nettobuffrande.

### 8.6.2 Återvinning

Med hänsyn till att det gråberg och den anrikningssand som produceras inte klassas som inert utvinningsavfall, är återvinning och användning för anläggningsändamål inom verksamhetsområdet inte lämplig. Extern återvinning kan vara möjlig, men kräver då en platsspecifik bedömning av föroreningsrisk, godkännande från tillsynsmyndigheten samt att verksamhetsutövaren gör anmälan och/eller söker och erhåller erforderliga tillstånd för åtgärden. Det är därför inte möjligt att förutsätta att någon betydande del av utvinningsavfallet skulle kunna återvinnas externt.

I samband med schaktarbeten för bassänger vid Fäbodtjärn kan mindre mängder inert berg uppkomma. Det planeras att användas för anläggningar ex. vägar och planer.

Morän och torv som uppkommer och läggs på upplag kommer att användas vid planerade efterbehandlingsåtgärder.

### 8.6.3 Återfyllning av gruva eller annan hålighet

Igensättningsbrytning och återfyllning med metasediment planeras att ske vid Fäbodtjärn under drift. Se avsnitt 8.2.2 för ytterligare beskrivning.

Några andra större håligheter i det direkta närområdet, där utvinningsavfall från den planerade gruvverksamheten skulle kunna fyllas, existerar inte.

### 8.6.4 Sammanblandning

#### 8.6.4.1 Gråberg

Det gråberg som uppkommer vid Fäbodtjärn, diorit och metasediment, har olika geokemiska egenskaper. Metasedimenten behöver särhållas eftersom denna gråbergstyp är potentiellt syrabildande. Om begränsade partier av diorit med högt svavelinnehåll uppkommer och det inte kan anrikas, kommer berget att bortskaffas med metasedimenten.

Vid Vargbäcken kommer gråberg och anrikningssand att särhållas. Gråberget lakar metaller och andra ämnen i liten utsträckning. Att gråberget endast innehåller grövre partiklar, i och med försorteringen som görs, är också gynnsamt ur utlakningssynpunkt. Om gråberget skulle ex. sammanblandas med anrikningssanden och bortskaffas vid Vilmyran skulle området inte räcka till. Detta är därför ingen lämplig hantering.

#### 8.6.4.2 Anrikningssand

Den anrikningssand som produceras från anrikning av malm från Fäbodtjärn respektive Vargbäcken kommer båda att bortskaffas på området för sandupplaget. Eftersom malmen har olika egenskaper kommer de huvudsakligen att uppgrävas var för sig. Detta kan ske omväxlande några dagar/veckor till månader i taget. Det innebär att anrikningssanden över tid främst kommer att bortskaffas omväxlande på sandupplaget. Bortskaffande av sanden är enligt beskrivning utformad så att strategin fungerar oavsett vilken dem som bortskaffas, om de särhålls eller ej samt var inom upplaget de bortskaffas.

## 8.7 Övervakning och kontroller

Kopplat till avfallshanteringsplan och produktionsplaner för gruvor och avfallsupplag kommer det att finnas rutiner och planer/program för övervakning och egenkontroll av olika delar i verksamheten, vilket exempelvis kan omfatta följande delar.

- Okulär särskilt hållning av olika typer av gråberg (Fäbodtjärn) och övergång mellan mineraliserad zon i diorit och kringliggande metasediment (Vargbäcken).
- Geokemisk karakterisering (totalhalter och där relevant ABA-tester) av malm, gråberg och anrikningssand.
- Tester av anrikningssandens fysiska egenskaper.
- Delområden där utvinningsavfall bortskaffas över tiden för att få en spårbarhet och möjligheter att vidta åtgärder i efterhand.
- Funktion hos diken och bassänger.
- Okulära kontroller av avfallsupplag (ex. av sättningar, stabilitet och erosion) och vid behov provtagning och mätningar in-situ.
- Kontroll av vattenkvalitet hos avrinning från avfallsupplag samt länsållningsvatten från gruvor.
- Kontroll av utgående vattenkvalitet och flöden från klarningsbassänger.

Det övergripande kontrollprogrammet för miljö kommer även innefatta ex. recipientkontroll (vattenkvalitet och andra undersökningar) upp- och nedströms gruvområdena i respektive recipient (vattendrag). Inläckage till gruvor och grundvattennivåer kommer även att mätas och följas upp fortlöpande.

## 9. Vattenhantering och vattenbalans

Utgångspunkten för vattenhanteringen är att särskålla och förhindra att opåverkat vatten från kringliggande markområden strömmar in i de planerade gruvområdena. Vatten från olika delar av gruvområdet (dår relevant) ska om möjligt särskållas, samlas upp och kontrolleras och vid behov renas separat. Allt vatten renas och lagras slutligen i bassånger innan återvinning eller avbördning. Anläggningar för vattenhantering (diken, pumpar och bassånger) kommer att hållas igång året runt för båda gruvområdena.

Grundvatten från gruvorna tillsammans med det vatten som avrinner ska i möjligast mån återvinnas och täcka det behov av råvatten som finns i produktionen.

Det vatten som sammantaget leds till klarningsbassånger kommer att innehålla sediment/partiklar, kvåve från språngämnen samt metaller från avfallsupplag och vatten som pumpas från gruvorna. Halterna av kvåve och metaller beråknas vara så pass låga att någon särskild rening inte behövs av dem. Om vattenkvaliteten från någøt av upplagen tillfålligt skulle vara sämre än förväntat kan ex. kalksten tillsåttas vid utlopp hos uppsamlande dike, för att höja pH-vårde och fastlägg/fålla en del metaller. Tillsåttande av flockningskemikalie vid inlopp till klarningsbassånger är också möjligt att utföra.

### 9.1 Fåbodtjårn

Vatten som avrinner från mellanlager för metasediment och gråbergupplag för diorit samlas upp i separata diken innan det sammanfås och leds till klarningsbassången, se figur 68. Vatten som avrinner från områdena med upplag av morån och torv samlas upp och avleds på motsvarande sätt. Inlåckande grundvatten till gruvan pumpas åven det till klarningsbassången. I klarningsbassången (yta ca 4 500 m<sup>2</sup>) sker rening primårt genom sedimentering samt magasinering av vatten. Eftersom klarningsbassången ligger i ett utströmningsområde behöver den inte ha någøt tåt botten.

Från klarningsbassången pumpas vatten tillbaka till gruvan och används till borrhågar. Överskøtt avbördas till dike som leder till øvre delen av recipienten Kvarnbåcken.

Vid behov kan vatten åven komma att tas från råvattenbrunnar i anslutning till fyndigheten, för att användas som borrhågar till borrhågar i gruvan.

Rent opåverkat vatten från omgivningen leds under driften runt gruvområdet (figur 68).



Figur 68. Översikt vattenhantering Fäbodtjärn.

## 9.2 Vargbäcken

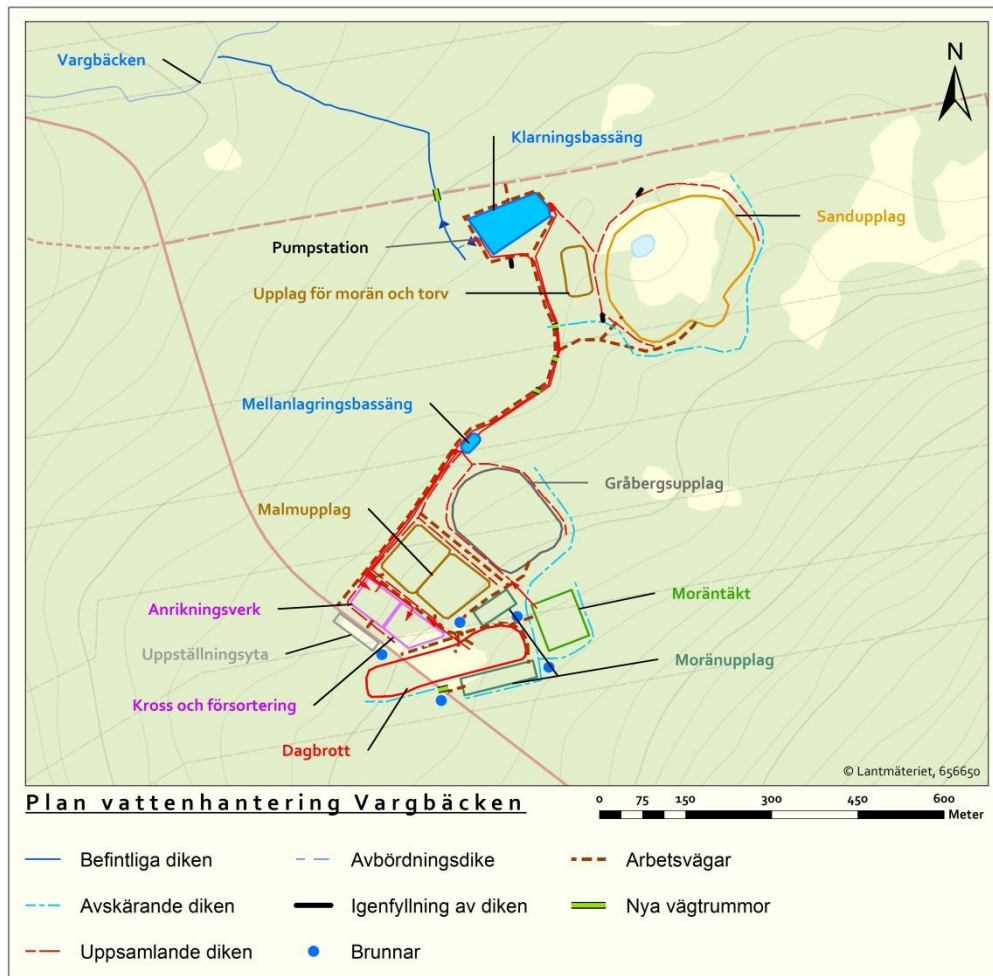
Vid Vargbäcken samlas vatten som avrinner från gråbergupplaget upp i diken och leds till en mellanlagringsbassäng, se figur 69. Till denna bassäng avleds även avrinning från övriga ytor kring dagbrottet, inläckande vatten som pumpas från dagbrottet samt överskott av processvatten från anrikningsverk och försortering. Ytlig avrinning från upplag med morän vid dagbrottet rinner in mot detta. Ytlig avrinning från upplag med morän och torv vid sandupplag avrinner mot diket in till klarningsbassängen.

Råvattenbrunnar kommer att anläggas i anslutning till dagbrottet, för att vid behov kunna ta ut mindre mängder råvatten för att använda som processvatten i anrikningen.

Mellanlagringsbassängen blir ca 650 m<sup>2</sup> stor, med tät botten. Från bassängen leds vattnet vidare i en rörledning till klarningsbassängen, belägen i anslutning till



sandupplaget, för magasinering och rening primärt genom sedimentering. Till klarningsbassängen, som har en yta på ca 7 500 m<sup>2</sup>, leds även vatten från sandupplaget. Klarningsbassängen anläggs med en tät botten (ex. gummiduk). Det renade vattnet pumpas tillbaka till anrikningsverket och försortering och överskott avbördas via ett dike till övre delen av recipienten Vargbäcken.



Figur 69. Översikt vattenhantering Vargbäcken.

Avskärmande diken planeras att anläggas uppströms de olika anläggningarna och ytorna för att förhindra inflöde av avrinning vatten från uppströms liggande omgivningar (figur 93):

### 9.3 Vattenbalans

Vattenbalansberäkningar har utförts för hela de planerade gruvområdena omfattande Fäbodtjärn och Vargbäcken inklusive anrikningsverk. Vattenbalansen har beräknats både på årsbasis för att se på övergripande utveckling samt på vecko- och månadsbasis för att se på säsongsmässiga variationer. Beräkningarna har utförts för tre olika meteorologiska och typiska beräkningsfall; medelår, våtår

och torrår. Beräkningarna har även utförts för olika fall av inläckage av grundvatten till gruvorna, troligaste fall samt värsta fall. Vid Fäbodtjärn bedrivs verksamhet året om och vid Vargbäcken under perioden april till oktober, men vattensystemen är i drift året om.

Detaljerade uppgifter redovisas i Bilaga B4 till teknisk beskrivning.

För Fäbodtjärn är slutsatsen att vattenbalansen är positiv med ett överskott av vatten sett på årsbasis och på månadsbasis, från början av driften till slutet. Det beror på att det inte finns någon del som binder vatten, vilket innebär att all avrinning och grundvatten som pumpas upp från gruvan kommer att avbördas som överskott. Inläckage till gruvan står (i slutet av driften) för den absoluta merparten av det vatten som avbördas, ungefär 80 % till 90 % beroende på typår och storlek på inläckage. Behovet av avbördning är något högre under vårfloden och månader med stor nederbörd sommar och höst jämfört med vintertid.

För Vargbäcken är slutsatsen att vattenbalansen är positiv med ett överskott av vatten sett på årsbasis och huvudsakligen på månadsbasis. Ett underskott kan uppstå initialt i driften, vid liten nederbörd och inläckage till dagbrottet. Vid bortskaffande binds en liten del av somrövatten i sanden (15 vikt-% i sanden), motsvarande ca 8 % av det totala tillskottet av vatten. Mängden är så pass liten att det innebär att i princip all avrinning och grundvatten som pumpas upp från gruvan behöver avbördas. Inläckade av grundvatten står (i slutet av driften) för något mindre än hälften av det vatten som avbördas. Behovet av avbördning är störst under vårfloden och månader med stor nederbörd sommar och höst. Behovet av avbördning är lägre vintertid.



## 10. Efterbehandling

Efterbehandling av respektive verksamhetsområdena sker i syfte att minimera risken för negativ påverkan på människa och miljö, efter det att driften vid gruvverksamheten avslutats. Det övergripande målet med efterbehandlingsåtgärderna är att de ianspråktagna markområdena, efter avslutad verksamhet, ska anpassas till att efterlikna de naturliga förhållanden som råder på platsen. Vidare syftar efterbehandlingsåtgärderna till att uppfylla relevanta miljömål och miljö kvalitetsnormer.

Detaljerad beskrivning av planerade efterbehandlingsåtgärder och kostnader för dessa återfinns i Bilaga E till ansökan.

### 10.1 Generellt för efterbehandling

Efterbehandling omfattar återställande av ytor, täckning av upplag samt igenfyllnad av gruvorna. En preliminär efterbehandlingsplan har utarbetats och framgår av Bilaga E till ansökan.

Det övergripande syftet med efterbehandlingsåtgärderna är att främja återetablering av skog och ytor lämpliga för renbete, minska erosion och minska mängden vatten som kommer i kontakt med bortskaffat utvinningsavfall (gråberg och anrikningssand) samt undvika grumling i bäckarna. Generellt kommer en naturlig återväxt av skog att främjas. Inget slam eller matjord med högt näringsinnehåll som kan leda till näringsläckage och etablering av för det lokala ekosystemet, främmande arter som inte är lämpliga för renbete, tillförs området. På slänter där erosionsrisk föreligger sprutsås gräsfröer för att binda markytan. På plana ytor bereds marken så att inhemska arter etableras.

Den övergripande strategin för efterbehandling av gruvområdena vid Fäbodtjärn och Vargbäcken baseras på följande principer:

- Minska direktexponering och partikelspridning genom att täcka icke reaktivt utvinningsavfall för att gynna växtetablering.
- Återställa övriga ytor (uppställningsytor, vägar och diken) genom markberedning för växt- och skogsetablering.
- Återfylla klarningsbassängern (Fäbodtjärn) och mellanlagringsbassängen (Vargbäcken) för att skapa våtmarker.
- Skapa en vattenspegel i Vargbäckens klarningsbassäng.
- Placera block längs hela klippkanten i dagbrottssjön för att undvika fallolyckor samt slantning av strandkanten så att djur kan ta sig upp från vattnet.

Några diken som avvattnar respektive områden bibehålls, motsvarande dagens situation.

## 10.2 Efterbehandling av dagbrott

### 10.2.1 Fäbodtjärn

Gruvan i Fäbodtjärn kommer att användas för bortskaffande (återfyllning) av potentiellt syrabildande gråberg (metasediment), så kallad igensättningsbrytning. Under första året kommer mellanlagring av metasediment (upp till ca 50 000 ton) att ske ovan jord tills brytningen avancerat så långt att återfyllning kan påbörjas i delar av gruvan (kan ske när nedre pallen i varje huvudnivå brutits). Gråberget förs sedan tillbaka och återfylls i gruvan i takt med att malm transporteras upp till markytan, vilket tar ett par månader till ett år. Under resterande drifttiden kommer delar av metasedimenten (från tvärtorter och stross från nästa huvudnivå) som bryts tillfälligt att behöva lagras på mellanlagret, medan en del kan återfyllas direkt. Efter att verksamheten avslutas kommer allt potentiellt syrabildande metasediment att finnas under jord, under grundvattenytan.

Efter att verksamheten avvecklats kommer grundvattennivån att stiga och återställas till sin ursprungliga nivå. Det beräknas ta 1-2 år. Grundvattenytan i området kommer att inställa sig på samma nivå som idag, ca 0,5 m under markytan.

Rampen kommer att återfyllas med diorit (ca 4 000 m<sup>3</sup>) samt torv och morän. Till återfyllning av rampen behövs totalt ca 14 000 m<sup>3</sup>.

### 10.2.2 Vargbäcken

Dagbrottet lämnas öppet efter att verksamheten upphört. Grundvattennivå förväntas stiga till ca + 396, ca 1,5 meter under markytan i västra delen av dagbrottet som utgör lägsta punkten. Det beräknas ta 2-3 år. Utjämning av moränskiktet längs västra strandkanten utförs för att uppnå en lutning på 1:3 och undvika risk för människor och djur. Ca 2 000 m<sup>3</sup> beräknas att schaktas bort. I de delarna där en brant skapats placeras block längs hela klippkanten som markering i terrängen.

Under den tid dagbrottet står öppet och vattennivån stiger, kommer dagbrottets slänter att vara utsatta för oxidering. Eftersom slänterna utgörs av diorit som är nettobuffrande, kommer det inte ha någon negativ påverkan på pH-värdet hos det vattnet som ansamlas i dagbrottet. Efter att dagbrottet återfyllts kommer vattenspegeln att fungera som syrebarriär och undvika oxidation av större delen av dagbrottets släntrar. Vattnet i dagbrottssjön bedöms få ett pH som är nära neutralt, strax under 7, motsvarande vattnet i nuvarande vattenspegel efter utförd provbrytning och som grundvatten i området.

## 10.3 Efterbehandling av gråbergs- och sandupplag

### 10.3.1 Fäbodtjärn

#### 10.3.1.1 Gråberg

Gråberg (bestående av diorit som är nettobuffrande) kommer att bortskaffas ovanjord. Gråbergsupplaget bedöms ha en slutlig yta på ca 16 000 m<sup>2</sup> och en volym på ca 96 000 m<sup>3</sup>. Upplaget kräver inte kvalificerad täckning då utvinningsavfallet är nettobuffrande.

Gråbergsupplaget kommer att ha en slutlig långtidsstabil släntlutning på 1:3. Gråbergsupplaget kommer att täckas med en enkel täckning bestående av 30 cm morän i syfte att främja växtetablering. Slänterna kommer att öka ytavrinning och därmed minska infiltration i det underliggande utvinningsavfallet. Det ställs inga tekniska krav på täckningens täthet. Morän från moränupplaget används för ändamålet. Till täckning behövs ca 4 800 m<sup>3</sup> morän. Slänterna sprutsås med gräsfröblandning för att minska risken för erosion.

#### 10.3.1.2 Alternativ hantering

Återfyllning under jord av allt gråberg (även dioriten) är tekniskt möjligt, i kvarvarande delar av kvartsgång/tvårtorter vilka inte återfyllts med metasediment och främst i snedbana och ramp. Metasedimenten kommer att transporteras tillbaka till underjordsgruvan under drift med returtransport. Först när allt metasediment har återförts kan återfyllning av utvinningsavfallet som finns i dioritupplaget påbörjas. Detta kan i princip först ske i samband med att malmuttaget upphör, vilket medför att returtransport inte kan utnyttjas.

Miljönyttan som uppnås är begränsad då returtransport inte kan nyttjas. Gråberg av diorit är nettobuffrande och det finns därför inget behov att bortskaffa det under vatten.

Att lasta och frakta ned även dioriten, ca 150 000 ton, uppskattas kosta ca 3 200 000 kr. Kostnaden är mer än tio gånger högre än att efterbehandla upplaget på markytan.

### 10.3.2 Vargbäcken

#### 10.3.2.1 Gråberg

*Inre gråberg* (huvudsakligen bestående av diorit som är nettobuffrande) kommer att bortskaffas ovan jord. Gråbergsupplaget bedöms ha en slutlig yta på ca 26 000 m<sup>2</sup> och högsta volym på ca 144 000 m<sup>3</sup>. Gråbergsupplaget kommer att ha slutlig en långtidsstabil släntlutning på 1:3. Gråbergsupplaget kommer att täckas med en enkel täckning bestående av 30 cm morän i syfte att främja växtetablering och minska erosionsrisken. Morän från moränupplaget används för ändamålet. Till täckning behövs ca 7 800 m<sup>3</sup> morän. Slänterna sprutsås med gräsfröblandning för att minska risken för erosion.

#### 10.3.2.2 Anrikningssand

Anrikningssanden kommer under drift att blandas med buffrande material i syfte att öka materialets nettoneutraliseringspotential, enligt beskrivning i avsnitt 8.3.1.1. Sandupplaget kommer därmed inte att behöva täckas med kvalificerad täckning. Sandupplaget bedöms ha en slutlig högsta yta på respektive ca 52 000 m<sup>2</sup> och en högsta volym på ca 297 000 m<sup>3</sup>. Sandupplaget kommer att ha en släntlutning på 1:5.

Sandupplaget täcks med en enkel täckning bestående av 30 cm morän i syfte att undvika damning och erosion samt främja växtetablering. Morän från moränupplagen och moräntakten används för ändamålet. Till täckning behövs ca 16 000 m<sup>3</sup> morän. Slänterna sprutsås med gräsfröblandning för att minska risken för erosion.

#### 10.3.2.3 Alternativ hantering

Återfyllning av dagbrottet med gråberg och/eller anrikningssand är tekniskt möjligt. Efter att verksamheten upphört kan utvinningsavfallet som finns på upplagen köras tillbaka till dagbrottet. Både Malå och Grans sameby har vid samråd framfört att man önskar att samtliga ytor som tagits i anspråk så snart som möjligt ska kunna återgå till skogsmark och att man ser återfyllning av dagbrott som ett bättre alternativ än en dagbrottssjö.

Miljönyttan som uppnås är begränsad då utvinningsavfallet är nettobuffrande och det föreligger därför inget behov att bortskaffa det under vatten. De ytor som skulle tillkomma om dagbrottet fylldes igen helt är små och bedöms därför inte vara av större vikt när det gäller tillgång till ytor med renbete i området kring Vargbäcken. Inte heller kan returtransport nyttjas, vilket leder till ökade koldioxidutsläpp. Igenfyllning försvårar också påtagligt uppföljning av vattenkvalitet i dagbrottet.

Bolaget ser därför inte återfyllning av dagbrottet som den sammantaget mest lämpliga efterbehandlingsmetoden.

Att lasta och frakta 260 000 ton gråberg och 460 000 ton anrikningssand uppskattas kosta ca 5 000 000 kr respektive 8 200 000kr, vilket är mer än tio gånger högre än att efterbehandla upplagen på markytan.

### 10.4 Uppställningsytor, vägar, bassänger och diken

#### 10.4.1.1 Uppställningsytor

Efter att verksamheten upphört och all utrustning avlägsnats, täcks ytorna som inte längre behövs med morän i syfte att främja växtetablering. Målet är att tall- eller granskog på sikt ska växa i området och att ianspråktagna ytor ska kunna användas för renbete.

För att underlätta och påskynda etablering av naturlig vegetation, luckras det översta marklagret från uppställningsytorna och vägarna luckras upp. Inget slam eller annat näringsrikt material används. Målet är att gynna etablering av en naturlig vegetation samtidigt som risken för erosion och grumling av ytvatten minskas.

*Alternativ hantering:* Att lämna uppställningsytorna utan åtgärd bedöms försvåra och fördröja växtetablering samtidigt som risk för erosion och grumling kvarstår.

#### 10.4.1.2 Diken

Diken (uppsamlade och avskärande diken) återfylls med morän och torv för att hindra snabb avrinning från området och grumling i recipienten. Några av diken, som utgör befintliga diken i nuläget, kommer att behållas. Ytvattenavrinning utformas för att främja långa retentionstider och minska risken för grumling.

Till återfyllning av diken behövs ca 1 500 m<sup>3</sup> torv vid Fäbodtjärn samt ca 4 500 m<sup>3</sup> morän och 900 m<sup>3</sup> torv vid Vargbäcken.

#### 10.4.1.3 Bassänger

I Fäbodtjärn täcks klarningsbassängens botten med ca 3,5 meter torv och morän. Bassängen bedöms på sikt bli ett sankt område som utvecklas till myr-/våtmark. Behovet av massor för återfyllnad av bassängen uppgår till ca 17 500 m<sup>3</sup>.

I Vargbäcken återfylls mellanlagringsbassängen med morän och vegeteras. Till återfyllning av mellanlagringsbassängen behövs 1 300 m<sup>3</sup> morän.

I klarningsbassängen skapas en vattenspegel. Klarningsbassängens yta där en vattenspegel förväntas bildas är 7 000 m<sup>2</sup> med en volym är ca 14 000 m<sup>3</sup> (ungefär två tredjedelar av den urschaktade volymen), med slänter med en lutning som är utjämnas till 1:3. Botten och kanterna av klarningsbassängen täcks med ett tunt moränlager för att mjuka upp stranden och undvika att bottensedimentet rörs om samt torv (ca 4 dm).

### 10.5 Malmupplag (plan för malmupplag)

I Fäbodtjärn kommer malmen att mellanlagras i anslutning till gruvan innan den transporteras bort för anrikning. I Vargbäcken kommer malmen från båda gruvor att mellanlagras i anslutning till anrikningsverket.

Efter att verksamheten upphört och malmupplaget tömts kan malmrester finnas kvar på markytan. Det gäller främst vid Fäbodtjärn där ytan hos upplagsplanen utgörs av bergutfyllnad. Malmen är sulfidhaltig med förhöjda halter av metaller. För att undvika utlakning från malmresterna skalas det översta marklagret av och massorna innehållande malm bortskaffas i nedre delen av, där hamnar under

grundvattenytan. Därmed säkerställs vattentäckning och syrediffusion till malmresterna och därmed förknippad risk för negativ påverkan på vattenkvaliteten undviks effektivt. Markytan täcks åter med ett lager morän.

Vid Vargbäcken där upplagsytan utgörs av hårdgjord yta, ex. asfalt, skrapas eventuella rester av malm från ytan först bort. Asfalten tas sedan bort och transporteras till externa mottagare. Underliggande mark luckras upp för att underlätta och påskynda etablering av naturlig vegetation.

*Alternativ hantering:* Täckning av malmplanen med tunnare lager morän utan att asfalten tas bort bedöms vara olämpligt.

## 10.6 Torv- och moränupplag

### 10.6.1 Efterbehandling upplagsplatser

Material från torv- och moränupplag vid Fäbodtjärn respektive vid Vargbäcken används för täcka ytor som är i behov av efterbehandling och kommer att nyttjas helt. Inga överskottsmassor kommer att uppstå. Upplagen används för tillfällig mellanlagring. Markytan luckras upp efter att massorna avlägsnats för att underlätta och påskynda etablering av naturlig vegetation.

### 10.6.2 Massbalans

I tabell 4 redovisas de ungefärliga mängder av morän och torv som uppkommer i samband med anläggningsarbetena vid Fäbodtjärn. Moränupplaget vid Fäbodtjärn bedöms rymma sammanlagt ca 12 500 m<sup>3</sup> morän och torvupplaget kommer att vara något större ca 16 000 m<sup>3</sup>. I tabell 30 summeras även de mängder som behövs för efterbehandling av gruvområdet. Som framgår finns ett överskott på både morän och torv. Detta överskott används för att återfylla den övre delen av rampen.

Tabell 30. Fäbodtjärn. Massbalans över mängder morän och torv från schakt samt behov för efterbehandling.

Del	Morän (m <sup>3</sup> )	Torv (m <sup>3</sup> )
<i>Mängder i upplag</i>		
Diken	600	2 100
Klarningsbassäng	6 300	5 700
Ramp	4 300	6 800
<i>Totalt</i>	<i>11 200</i>	<i>14 600</i>
<i>med svällfaktor 10 %</i>	<i>12 500</i>	<i>16 000</i>
<i>Behov efterbehandling</i>		
Gråbergsupplag diorit	4 800	-
Diken återfyllning	-	1 500
Klarningsbassäng återfyllning	5 000	7 000
<i>Totalt</i>	<i>9 800</i>	<i>8 500</i>
Underskott (-) / Överskott (+)	+2 700	+7 500
Återfyll ramp	2 700	7 500

I tabell 5 redovisas de ungefärliga mängder av morän och torv som uppkommer i samband med anläggningsarbetena vid Vargbäcken. Moränupplagen vid Vargbäcken bedöms rymma sammanlagt ca 27 000 m<sup>3</sup> och torvupplaget ca 4 500 m<sup>3</sup>. I tabell 31 summeras även de mängder som behövs för efterbehandling av gruvområdet. Som framgår finns ett underskott på morän. Den resterande mängd morän som behövs för efterbehandling kommer att tas från moräntäkten.

Tabell 31. Vargbäcken. Massbalans över mängder morän och torv från schakt samt behov för efterbehandling.

Del	Morän (m <sup>3</sup> )	Torv (m <sup>3</sup> )
<i>Mängder i upplag</i>		
Diken	4 700	900
Klarningsbassäng	6 000	3 000
Mellanlagringsbassäng	600	
Dagbrott, avtäckning	11 000	
Slänt dagbrott	2 000	
<i>Totalt</i>	<i>24 300</i>	<i>3 900</i>
<i>med svällfaktor 10 %</i>	<i>27 000</i>	<i>4 200</i>
<i>Behov efterbehandling</i>		
Gråbergsupplag	7 800	-
Sandupplag	16 000	-
Diken återfyllning	4 700	900
Mellanlagringsbassäng återfyllning	1 500	
Klarningsbassäng	1 500	3 000
<i>Totalt</i>	<i>30 000</i>	
Underskott (-) / Överskott (+)	-3 000	0

### 10.7 Successiv efterbehandling

Metasedimentet mellanlagras på ytan främst under det första året och därefter i något mindre utsträckning. Transport av gråberg från mellanlagret ned i gruvan med returtransporter och återfyllning direkt i gruvan sker löpande, vilket utgör en slags successiv efterbehandling.

Efterbehandling av övriga delar av verksamhetsområdena och upplag för gråberg och anrikningssand kan först ske efter att verksamheten upphört. Upplagen för gråberg (diorit vid Fäbodtjärn och inre gråberg vid Vargbäcken) och anrikningssand, är förhållandevis små och byggs på löpande i flera nivåer under drift. Det medför att någon successiv efterbehandling inte är möjlig.

### 10.8 Kontroll och övervakning

Effekten av utförd efterbehandling kontrolleras i enlighet med den slutliga efterbehandlingsplan som fastställs i samråd med tillsynsmyndigheten. Den huvudsakliga uppföljningen av efterbehandlingsarbetena kommer att bestå av kontroll av släntlutning, täckningsmättighet och vegetationens etablering.

Efter avslutade efterbehandling kontrolleras effekten av åtgärderna genom provtagning av ytvatten. Det utförs i följande punkter.

- Vid två punkter i Kvarnbäcken (motsvarande tidigare punkt P1 och vid P2)
- I klarningsbassängen och dagbrottsjön i Vargbäcken.



## 11. Bedömning av riskanläggning

### 11.1 Inledning

Enligt 25§ i förordningen om utvinningsavfall ska avfallshanteringsplanen innehålla en bedömning av huruvida anläggningen är eller kommer att bli en riskanläggning.

Med riskanläggning avses enligt 10§ en utvinningsavfallsanläggning

1. vars egenskaper är sådana att det vid en bedömning enligt 44 § kan befaras att ett fel eller en brist i anläggningen eller i driften av den skulle kunna orsaka en allvarlig olycka,
2. som innehåller farligt avfall i en sådan mängd att andelen farligt avfall i anläggningen vid en bedömning enligt 51 § medför att anläggningen ska anses vara en riskanläggning, eller
3. vars vattenfas eller vätska har en sådan kemisk sammansättning att den vid en beräkning eller bedömning enligt 52, 53 eller 54 § ska anses vara en farlig kemisk produkt.

Detaljerade kriterier för bedömning om en avfallsanläggning är en riskanläggning anges i 44-54 §§, varav vissa kriterier enbart är tillämpliga på vissa typer av anläggningar.

En riskanläggning medför krav på strategier för att förebygga allvarliga olyckor samt säkerhetsledningssystem och intern beredskapsplan, enligt §§ 57-63 i förordningen.

### 11.2 Klassificering avseende olyckor

Klassificering avseende risk för olyckor kan delas upp i sådana kopplade till den strukturella integriteten hos avfallsupplagen respektive kopplade till felaktig drift.

#### 11.2.1 Strukturell integritet - Olyckor med ras, sättningar och liknande

Omfattar konsekvenser av olyckor orsakade av bristande strukturell integritet exempelvis genom ras/sättningar i slänter och brott i undergrund.

Både gråbergsupplag och sandupplag kommer att byggas upp i pallar om ca 4-6 meter. Gråberg som bortskaffas erhåller en rasvinkel på ca 1:1,4, vilken är stabil då friktionsvinkeln hos gråberg erfarenhetsmässigt är ca 45° (1:1). Sanden som bortskaffas kommer troligen att erhålla en släntlutning något lägre än dess rasvinkel. Slänterna kommer under drift att flackas utbortskaffas, framför allt för att maskiner ska kunna arbeta på ett säkert sätt. Mindre ras/skred i slänter kan trots allt förekomma under drift, men eftersom pallarna är låga, innebär det att material i så fall enbart kommer att transporteras några meter från upplagens fot. I samband med efterbehandling flackas slänterna ut till långtidsstabila lutningar, vilket innebär att risken för ras då är försumbar.

Initialt när det första utvinningsavfallet av diorit och sand bortskaffas på upplagen kan mindre sättningar uppkomma till följd av konsolidering av underliggande torv. Som beskrivit i avsnitt 4.3 rör det sig om små och långsamma sättningar, vilket innebär att de inte utgör någon risk för upplagens stabilitet i sig.

Sammantaget bedöms sannolikheten för att ras/skred och sättningar ska orsaka förlust av människoliv eller leda till en betydande miljöpåverkan som mycket liten. Konsekvensen av denna typ av mindre ras/sättningar, i den mån de förekommer under driftsperioden, bedöms som små och utgörandes av fysisk förflyttning av material, eftersom materialet kommer att röra sig och bli kvar inom upplagsområdena.

Baserat på ovanstående är det osannolikt att en allvarlig olycka orsakad av bristande strukturell integritet kan komma att ske i något av avfallsupplagen vilket leder till klassificering "Ej riskanläggning".

#### 11.2.2 Klassificering med avseende på felaktig drift

Omfattar konsekvenser av felaktig drift av eller brist hos process eller avfallsanläggningarna, som orsakar en allvarlig olycka. Det framför allt kopplat till utvinningsavfallets geokemiska egenskaper, vittringsprocesser och uppkomst och hantering av lakvatten under olika förhållanden.

##### 11.2.2.1 Gråberg

Gråberg som bryts kommer att genomgå okulär sårhållning (Fåbodtjärn) och karakterisering genom ABA-tester.

Gråberg av diorit är överlag potentiellt nettobuffrande och lakar metaller och andra ämnen i förhållandevis liten utsträckning. I det fall små partier påträffas där berget klassas som potentiellt syrabildande kan det hanteras och bortskaffas tillsammans med metasediment. Om sådant gråberg ändå skulle bortskaffas på upplaget för diorit är den totala nettobuffrande kapaciteten hos övrigt berg så stor att den kan buffra eventuellt surt lakvatten. Upplaget är huvudsakligen beläget inom ett myr- och utströmningsområde och omgärdas av uppsamlade diken en bit ut från själva upplaget, vilket innebär goda möjligheter att samla upp och kontrollera lakvatten.

Gråberg av metasediment är potentiellt syrabildande, men bedöms inte komma att bli det under drift, när det ligger på ytan i mellanlager eller återfylls i gruvan. Gråberget lakar något förhöjda halter av metaller och andra ämnen, men så länge utvinningsavfallet inte är syrabildande, är mängden förhållandevis liten. Risken för sammanblandning av metasediment och diorit och att det ska hamna på upplaget för diorit är liten, med hänsyn till dess olika utseende och att litologierna är tydligt åtskilda. Mellanlagret är beläget inom ett myr- och utströmningsområde och omgärdas av uppsamlade diken en bit ut från själva upplaget, vilket innebär goda möjligheter att samla upp, kontrollera och vid behov behandla lakvatten under drift. På motsvarande sätt kan grundvatten från gruvan, som är i kontakt

med återfylld metasediment, kontrolleras och vid behov behandlas. När driften avslutas kommer gruvan att fyllas upp med grundvatten, vilket medför att oxidering av utvinningsavfallet avstannar.

Inre gråberg vid från Vargbäcken är potentiellt nettobuffrande, med överskott av buffrande kapacitet och lakar metaller och andra ämnen i mycket liten utsträckning.

Baserat på ovanstående är det mindre sannolikt att felaktig drift ska ske eller att större brister i anläggningarna ska uppkomma. Konsekvenserna bedöms även de som små, där möjligheterna att upptäcka och vidta åtgärder under drift är goda.

Det föranleder klassificering av anläggningarna som "Ej riskanläggning".

### 11.2.3 Anrikningssand

Enligt beskrivning kommer malm som bryts löpande analyseras avseende guld och svavel, vilket i förväg ger en indikation av egenskaper hos malm som anrikas och då även den producerade sandens egenskaper. För malm från Vargbäcken, från vilket det normalt produceras en våtmekanisk sand, ger det en indikation om avsvavling i undantagsfall behöver utföras alternativt buffrande flygaska tillsättas.

Den producerade sanden kommer enligt tidigare beskrivit att genomgå löpande stickprovsmässig karakterisering både före slutlig avvattning innan tillsats av buffrande flygaska (Fäbodtjärn sand) och efteravvattning. Genom att kontrollera sker löpande kan eventuella avvikelser upptäckas förhållandevis snabbt. Om det ex. visar sig att för lite aska tillsats under en vecka kan en ökad mängd aska tillsättas nästkommande veckor för att kompensera buffertkapacitet hos den bortskaffade sanden på sandupplaget.

Om det trots allt blir fel i tillsats under en kortare period är mängden sand som produceras per vecka förhållandevis liten (ca 6000 ton). Det ger möjligheter att i efterhand under drift vidta åtgärder ex. genom att tillsätta ytterligare buffrande flygaska.

Sandupplaget är beläget inom ett myr- och utströmningsområde och omgärdas av uppsamlade diken en bit ut från själva upplaget, vilket innebär goda möjligheter att samla upp, kontrollera och vid behov behandla lakvatten under drift.

Baserat på ovanstående är det mindre sannolikt att långvarig felaktig drift ska ske eller att större brister i anläggningarna ska uppkomma. Konsekvenserna i det fall sand under vissa veckor inte bortskaffas med tillräckligt buffrande kapacitet, bedöms som små, då övrig och kringliggande sand har ett visst överskott av buffrande kapacitet, vilket inte bedöms leda till en betydande försämring av lakvattenkvaliteten. Detta gäller både under drift och på lång sikt. Det ska således inte kunna förorsaka en allvarlig olycka med betydande miljöpåverkan för den närliggande miljön.

Det föranleder klassificering av anläggningarna som "Ej riskanläggning".

### 11.3 Klassificering avseende farligt avfall

Enligt beskrivning i avsnitt 5.6 klassas allt utvinningsavfall som icke farligt avfall.

Det föranleder klassificering av anläggningarna som "Ej riskanläggning".

### 11.4 Klassificering avseende vattenfas och farliga substanser och ämnen

Kriterierna för bedömning av riskanläggning i 52 och 53 §§ (54 § ej aktuell) är enbart tillämpliga på avfallsmagasin.

Anrikningssanden kommer enligt beskrivning att bortskaffas som fast och torrt utvinningsavfall (naturfuktig sand). Det innebär att den bortskaffade sanden utgör ett avfallsupplag och inte ett avfallsmagasin. Det innebär således att en klassificering enligt 52 och 53 §§ inte ska ske.

### 11.5 Sammantagen klassificering

Mellanlager metasediment/mafisk Fäbodtjärn (drift); ej riskanläggning.

Återfylld metasediment/mafisk Fäbodtjärn (efterbehandlad anläggning); ej riskanläggning.

Gråbergssupplag diorit Fäbodtjärn (drift och efterbehandlad anläggning); ej riskanläggning.

Gråbergssupplag Vargbäcken (drift och efterbehandlad anläggning); ej riskanläggning.

Sandupplag Vargbäcken (drift och efterbehandlad anläggning); ej riskanläggning.

## 12. Hur verksamheten följer 22, 51-56, 67-71 och 74 §§ i SFS 2013:319

Bestämmelserna i förordningen kompletterar och preciserar de allmänna hänsynsreglerna (2 kap.) i miljöbalken för sådan verksamhet i vilken utvinningsavfall hanteras.

### 12.1 22 § Allmänna principer

1. *"hantera avfallet enligt den avfallshanteringsplan som gäller för hanteringen av avfallet."*  
Bolaget avser att följa den vid varje tidpunkt gällande avfallshanteringsplanen. Avfallshanteringsplanen kommer att uppdateras löpande.
2. *"ta hänsyn till avfallshanteringen redan vid utformningen av verksamheten och, om verksamheten innebär utvinning eller bearbetning, vid val av metoder för utvinning och bearbetning."*  
Avsnitt 4, 5 och 8 redogör för hur bolaget tagit hänsyn till hanteringen av avfall redan vid utformning av verksamheten och vid val av metoder för utvinning, bearbetning och bortskaffande.
3. *"ta hänsyn till de förändringar som avfallet kan komma att genomgå i fråga om ökad ytstorlek eller på grund av exponering för de förhållanden som råder ovan jord."*  
Utgående från de maximala mängder som beräknats har ett designpåslag gjorts vid utformning av mellanlager och upplag för gråberg och sand, enligt beskrivning i avsnitt 8.
4. *"lägga tillbaka avfallet i den hålighet som har uppkommit vid utvinningen, om det är tekniskt och ekonomiskt genomförbart."*  
Återfyllning av gråberg (metasediment) kommer att utföras löpande del av gruvdriften i Fäbodtjärn, enligt beskrivning i avsnitt 8.2.
5. *"bortskaffa avfallet på ett sätt som så långt möjligt säkerställer utvinningsavfallsanläggningens långsiktiga fysiska och kemiska stabilitet och förebygger allvarliga olyckor."*  
Strategier och utformning av bortskaffande för planerade avfallsanläggningar har utformats för att säkerställa att anläggningarna förblir fysiskt och kemiskt stabila inom överskådlig framtid, enligt beskrivning i avsnitt 8. Planerade efterbehandlingsåtgärder beskrivs i avsnitt 10.
6. *"efter stängning av en utvinningsavfallsanläggning lägga tillbaka matjorden, om det är möjligt, och i annat fall återanvända den."*  
All morän och torv från området kommer att återanvändas i efterbehandlingsfasen, enligt beskrivet i avsnitt 10.

7. *”vid bearbetning välja att, i enlighet med 2 kap. 4 § miljöbalken, använda sådana farliga kemiska produkter som är mindre farliga om det finns flera produkter att välja mellan.”*

Bolaget avser att kontinuerligt följa upp kemikalieanvändningen och ska där möjligt begränsa användningen och mängden av kemikalier som behöver användas och samt om möjligt använda de minst farliga kemiska produkterna vid varje användningsområde. Se vidare avsnitt 7.

8. *”i övrigt vidta de avfallsförebyggande åtgärder och åtgärder som främjar återvinning som följer av lag eller annan förordning samt se till att bortskaffande av avfall sker på ett sätt som är säkert för människors hälsa och miljön på kort och lång sikt.”*

Enligt beskrivning i avsnitt 5.7 klassas inte det utvinningsavfall som uppkommer som inert, varför det är mindre lämpligt att återvinnas för andra anläggningsändamål. Bortskaffande och strategier har utformats för att både vara hållbara på kort och lång sikt, enligt beskrivet i avsnitt 8.

## 12.2 51-54 §§ Bedömning om riskanläggning

Beskrivs i avsnitt 11.

Inga av de planerade avfallsanläggningarna bedöms bli riskanläggningar.

## 12.3 Lokalisering och utformning av en utvinningsavfallsanläggning (55-56 §§)

Beskrivs i avsnitt 4 och avsnitt 8.2 (gråberg) och 8.3 (anrikningssand)

## 12.4 Driften av en utvinningsavfallsanläggning (67 §, 68 § och 70 §)

Planerade utvinningsavfallsanläggningar är förenliga med kommunens avfallsplan enligt 15 kap. 11 § miljöbalken.

Utformning och drift av planerade avfallsanläggningar beskrivs i avsnitt 8.

Karakterisering av det utvinningsavfall som uppkommer beskrivs i avsnitt 5.

## 12.5 Stängning av en utvinningsavfallsanläggning (71 §)

Stängning, efterbehandlingsåtgärder och kontroller för de planerade anläggningarna för utvinningsavfall beskrivs i avsnitt 10.

### 13. Referenser

EU; Reference Document on Best Available Techniques for Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities (BREF MTWR), January 2009.

EU; Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Non-Ferrous Metals Industries (BREF MWEI), 2017

HaV. (2013). Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten (HVMFS 2013:19).

Kathleen S. Smith, Holly L.O. Huyck; AN OVERVIEW OF THE ABUNDANCE, RELATIVE MOBILITY, BIOAVAILABILITY, AND HUMAN TOXICITY OF METALS, 1999.