

HÄGGÅNPROJEKTET

TEKNISK BESKRIVNING

PROJEKT : HÄGGÅN

PLATSENS BELÄGENHET : HÄGGÅN - SVERIGE

ARBETSGIVARE : AURA ENERGY

ARBETSGIVARENS DOKUMENT NR. : AE2000-00-PEN-RE-0001

A	21 maj 2024	Utfärdad för granskning	A. Bakherad	W. Goodall	W. Goodall
Rev.	Datum	Syfte med frågan	Av	Kontrollera	Godkänd

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

SAMMANFATTNING

Vanadis Battery Metals AB ("VBM" eller "Bolaget") har arbetat med Häggånprojektet sedan 2008. Projektet är baserat på en betydande upptäckt i Jämtland, med en polymetallisk mineraltillgång på två miljarder ton med en genomsnittlig halt på 0,3% V_2O_5 , innehållande 13,3 miljoner lbs V_2O_5 , vid en cut-off på 0,2% V_2O_5 . Tillgången innehåller 320 miljoner lbs V_2O_5 vid 0,35% V_2O_5 som indikerad mineraltillgång, och 13,0 miljoner lbs V_2O_5 vid 0,3% V_2O_5 som antagen mineraltillgång (vänligen se tabell 1).

Den mineraliserade alunskiffern överlagras av kalksten, som utgör merparten av gråberget och som föreslås användas för att stödja vattenhanteringen under projektets livslängd och efter gruvans stängning.

Vanadin är en viktig drivkraft för Häggåns värde, men det är en stor polymetallisk fyndighet som innehåller ekonomiskt betydande volymer av andra strategiska metaller och mineral. Mineraltillgångsberäkningar har tidigare genomförts och rapporterats för Häggånprojektet 2010, 2011, 2012 och 2018, och sedan dess har ytterligare infillborrningar genomförts.

Verksamheten kommer att omfatta ett dagbrott som successivt kommer att återfyllas med gråberg och neutraliserade processrester för att minimera det påverkade området. Malmen och gråberget kommer att brytas med hjälp av konventionell borrning och sprängning. Malmen kommer att transporteras med truck till ett krossverk, där bearbetning kommer att ske genom malning, flotation, syralakning under tryck, separation av fast material och vätska samt fällning av värdemineral: vanadin, nickel, zink och molybden samt biprodukten kaliumsulfat (SOP) i en helt sluten anläggning.

Den senaste mineraltillgångsberäkningen för Häggån sammanfattas i tabell 1 nedan, med en rad olika cut-off-värden för V_2O_5 . Cut-off-värdet 0,2% V_2O_5 används för att rapportera mineraltillgångsberäkningen för Häggån.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

V ₂ O ₅ Cut-Off	Klassificering	Mton Malm	V ₂ O ₅	Mo	Ni	Zn	K ₂ O	Miljoner lbs
%			%	ppm	ppm	ppm	%	V ₂ O ₅
0.10	Indikerade	45	0.34	213	365	501	4.11	332
	Antagna	2,503	0.27	200	312	433	3.73	14,873
0.20	Indikerade	42	0.35	217	375	512	4.13	320
	Antagna	1,963	0.30	212	337	463	3.80	13,010
0.30	Indikerade	61	0.38	223	398	536	4.22	258
	Antagna	954	0.35	226	374	503	3.95	7,390
0.40	Indikerade	11	0.44	225	429	580	4.46	101
	Antagna	113	0.43	232	419	562	4.25	1,072

Tabell 1. Malmberäkning, Häggån.

Mineraltillgångsberäkningen baseras på 16 500 m diamantborrning i 91 borrhål. Den indikerade mineraltillgången baseras på 3 530 m i 25 diamantborrhål.

Den höghaltiga zonen V₂O₅ som definieras som indikerad mineraltillgång är öppen i alla horisontella riktningar. Ytterligare borrhingsarbete kommer att krävas för att definiera gränserna för den höghaltiga resursen.

De viktigaste tekniska parametrarna för den planerade driften av Häggånprojektet är:

- Dagbrottsbrytning av cirka 5,9 Mtpa (miljoner ton per år) run-of-mine ("ROM") malm under 11 år med en genomsnittlig life-of-mine ("LOM") halt på 0,35% V₂O₅ och ett lågt genomsnittligt LOM-förhållande mellan gråberg och malm på 0,7:1.
- Bearbetning av cirka 3,8 Mtpa ROM-malm på plats genom en processkrets som omfattar flotation, syralakning under tryck och lösningsmedelsextraktion. Detta ger cirka 10 400 tpa V₂O₅, ett högkvalitativt vanadin-"flakes" för användning i vanadin redox-batterier med hög kapacitet och som tillsats vid ståltillverkning.
- Utvinning av cirka 217 000 ton kaliumsulfat ("SOP") per år som biprodukt för försäljning som gödningsmedel.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

- Höghaltig malm med en cut-off-halt på över 0,3% V_2O_5 kommer att brytas och bearbetas under de första 11 åren av projektet. Låghaltig malm som bryts mellan 0,1% och 0,3% V_2O_5 cut-off-halt under denna period kommer att mellanlagras och sedan blandas i anläggningen under de sista fem åren av gruvans livslängd.

Projektet kommer att omfatta ett dagbrott som efter 11 års gruvdrift kommer att nå en maximal storlek på 0,9 km längd, 0,6 km bredd och ~200 meters djup. Låghaltig malm kommer att mellanlagras under gruvfasen för bearbetning i slutet av gruvans livslängd.

Infrastrukturen ovan jord kommer att omfatta en processanläggning, inklusive krossning och malning, flotation, tryckoxidativ lakning, metallutvinning och behandling av lösningen. Avfallet (anrikningssand och fällningsprodukter från rening av lösningen) från processen kommer att lagras i separata lagringsanläggningar för anrikningssand, beroende på sammansättning, och gråberg kommer att lagras i avfallsdeponier. Vattendammar som är tillräckliga för att lagra och behandla påverkat vatten från anläggningen kommer att inkluderas.

Gruv- och bearbetningsanläggningarna har utformats baserat på karakterisering av materialet, med fokus på innesluten bearbetning och hantering av flöden baserat på mineralogisk sammansättning.

Utvecklingen av verksamheten kommer att ske med fokus på att använda lokala leverantörer och skapa lokal sysselsättning. I framtida studier kommer det att tas fram en sammanställning av befintliga lokala resurser vad gäller teknik, konstruktion samt entreprenad. Vid behov kommer utbildning att tillhandahållas för befintliga lokala resurser, för att utöka kompetensbasen.

Brytning

Den brytningsmetod som avses att användas inom den planerade koncessionen är dagbrottsbrytning. Vid dagbrottsbrytning bryts malmen i horisontella skivor, så kallade pallar, i nedåttstigande nivåer vilket ger dagbrotten dess karaktäristiska steg-utseende. Vertikala spränghål borrar i berget och när den lossprängda malmen lastas ut förflyttas produktionen succesivt ned mot ett ökat djup. Den malm som brutits lastas med lastmaskiner på truckar och transporteras till en kross för vidare bearbetning i anrikningsverket.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

Låggradig malm, så kallad B-malm, planeras att under driften läggas upp på ett särskilt upplag och planeras att anrikas först efter att gruvbrytning i dagbrottet har avslutats. Utbrutet gråberg, det vill säga ofyndigt berg som inte utgör malm, transporteras sålunda till gråbergsupplag lokaliserade i den sydvästra delen av området. Efterhand, när gruvbrytning upphör och avslutas i dagbrottet, kommer huvuddelen av gråberget tillsammans med annat utvinningsavfall att återfyllas i dagbrottet och täckas. Produktion i form av brytning och anrikning avses pågå under veckans alla dagar.

Brytningen kommer ske genom en stegvis serie av dagbrott. Totalt sex s.k. "push-backs" eller omtag kommer över tid att genomföras. Detta minimerar dagbrottets avtryck och storlek och medför även en möjlighet till återfyllning av både gråberg och paste. Återfyllning kommer påbörjas omkring år sex då det slutliga dagbrottsdjupet nåtts.

Anrikning

Malmen som kommer direkt från dagbrottet kommer att bearbetas i anrikningsverket som planeras att uppföras öster om dagbrottet. Anrikningsprocessen inleds med att den krossade malmen avkarbonatiseras genom rostning och sedan mals till en finkornig produkt. Den finkorniga produkten genomgår en selektiv skumflotation där ett koncentrat rikt på pyrit och vanadinhaltigt glimmer utvinns. Koncentratet, innehållande 85 % vanadin i 50 % av råmalmen, genomgår sedan syralakning i autoklav vilken oxiderar sulfidmineral, producerar syra och bryter ned glimmer och löser upp vanadin och andra värdefulla ämnen.

Slurryn som bildas vid syralakningen avvattnas och det fasta materialet bildar ett restavfall medan den vanadinrika lösningen går vidare till en kaliumsaltkristallisator för utvinning av biprodukten SOP. Efter utvinning av SOP renas den vanadinrika lösningen från nickel, molybden, zink och järn genom sulfidfällning och pH-justering. Vanadin extraheras från den renade lösningen och fälls ut som ammoniummetavanadat genom extraktion med lösningsmedel innan det renas ytterligare och omvandlas till slutprodukten vanadinpentoxid (V_2O_5), i form av en "flingprodukt". Avfallet från vätskeextraktionen genomgår en fällningsprocess som kapslar in och stabiliserar orenheter och föroreningar, däribland uran, därefter avvattnas avfallet vilket därefter kan blandas med neutraliserande gråberg (kalksten) och successivt deponeras på avfallsanläggningen för torravfall och senare i dagbrottet.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

Slutligen genererar avfallet från de olika processtegen i anrikningsverket en avvattnad filterkaka ("pasta"). Pastan kommer att innehålla flotationsrester, rester från syralakning och kalciumfosfat som innehåller stabiliserade metaller. I det första skedet (uppskattningsvis under de första tre åren av gruvdriften) är avsikten att lagra pastan i en tillfällig anläggning för utvinningsavfall/avfallsdamm för att sedan kunna återfylla den stabiliserade pastan i dagbrottet. För att säkerställa den långsiktiga tekniska genomförbarheten och miljösäkerheten för denna typ av avfallshantering kommer bolaget i framtiden att genomföra detaljerade studier med hjälp av ledande expertis. Anläggningen för den tillfälliga lagringen kommer byggas med en dubbel s.k. "liner" eller HDPE-duk (svetsad) över en bas bestående av t.ex. lera eller bentonitmatta.

Processen bygger på väl beprövad teknik med starkt fokus på återvinning av vatten, reagenser och värme för att minimera utsläppen. Optimeringsarbetet i pre-feasibility studien (PFS) kommer att fokusera på att göra processen energineutral samt att återvinna så mycket vatten som möjligt.

Tillhörande anläggningar

För att bedriva en fullskalig gruvverksamhet och tillvarata fyndigheten inom den planerade koncessionen måste erforderliga anläggningar och infrastruktur uppföras. Nedan redovisas en kort beskrivning av verksamhetens planerade anläggningar och den preliminära lokaliseringen för respektive anläggning.

Anrikningsverk, kontors- och förrådsbyggnader samt verkstäder och laboratorium placeras på en yta strax öster om dagbrottet utanför området för eventuellt stenkast från sprängning (cirka 1 000 meter). Denna yta benämns industriområdet. Anrikningsverket i sin tur kommer vara uppdelat i olika kretsar med start från malmupplaget i nordväst. Kontorsbyggnaderna och laboratorium med mera kommer att placeras i den sydöstra delen av industriområdet i nära anslutning till den planerade tillfartsvägen.

Tillträde till gruvområdet förslås i första hand ske via en ny väg som kommer att sträcka sig i nord-sydlig riktning, från vägen mellan byarna Västeråsen och Möckelåsen, upp till gruvan. Bolaget har dock för avsikt att undersöka möjligheten att leda tillfartsvägen från området, direkt till väg 321 utan att passera genom Västeråsen.

Upplaget med låggradig malm kommer att finnas öster om anrikningsverket och det så kallade industriområdet. Detta upplag kommer att utökas succesivt från det att låggradig malm börjar

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

brytas fram tills att det når maximal storlek efter uppskattningsvis 11 år. Därefter kommer den låggradiga malmen att anrikas och upplaget minskar sålunda över tid. I takt med att VBM fortsätter sina utvecklingsplaner kommer PFS att påvisa ytterligare indikerade resurser som möjliggör en betydande optimering av denna del av den planerade verksamheten.

Avfall i form av anrikningssand eller pasta planeras att lagras i en tillfällig utvinningsavfallsanläggning söder om B-malmslagret för att sedan successivt användas för återfyllning av dagbrottet. Ett gråbergsupplag kommer anläggas SSV om dagbrottet.

Utöver nämnda anläggningar kommer en damm för uppsamling och lagring av dagvatten att anläggas norr om anrikningsverket. Vid utformningen av verksamheten kommer vattnets naturliga avrinningsmönster beaktats för att säkerställa en lämplig vattenhantering.

Efterbehandling

Området kommer succesivt att efterbehandlas. Anrikningssand "paste" samt gråberg kommer att återfyllas i det utbrutna dagbrottet. Dagbrottet kommer naturligt fyllas upp med grundvatten till en nivå motsvarande de naturliga grundvattennivåerna, vilket effektivt minskar risken för syreinfiltration. Dagbrottet kommer sedan att täckas med ett kvalificerat tätskikt med tillhörande skyddsskikt. Denna täckning kommer utformas så att infiltration av syre och vatten minimeras.

Byggnader och vägar samt annan infrastruktur kommer att nedmonteras. Utrustning och maskiner kommer att säljas.

Strategin kommer att vara att återskapa och anpassa området till omgivande natur tillsammans med biologisk expertis vilket innebär att det täckta dagbrottet samt övriga påverkade ytor kontureras och sås in med lämpliga växter samt att naturlig avrinning säkerställs. Befintliga avrymningsmassor kommer vidare att nyttjas för att skapa naturliga landskapsformer och lokal flora kommer planteras.

Miljökontroll av det efterbehandlade området kommer ske över en period om preliminärt 30 år och vid behov, tills stabila förhållanden uppstår, kommer även vatten att samlas upp och renas. Eventuellt slam tas omhand och transporteras till godkänd mottagare.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

En konceptuell efterbehandlingsplan finns i avsnitt 10. Noteras bör att efterbehandlingsplaner för gruvverksamheter i drift ska uppdateras åtminstone vart femte år, allt eftersom en verksamhet utvecklas. Krav finns även på att en ekonomisk säkerhet ställs i syfte att säkerställa att verksamhetsutövaren kan fullgöra sina förpliktelser enligt planen.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	PROJEKTETS LOKALISERING	12
2	BRYTNING	13
2.1	Brytningsmetod	14
2.2	Geoteknik	14
2.3	Optimering av gruvan	15
2.4	Preliminär gruvplan	15
2.5	Brytning av gråberg	21
2.6	Brytning i alunskiffer	22
3	BEARBETNING	26
3.1	Vanadinmineralisering	26
3.2	Processbeskrivning	26
3.3	Stabilisering av uran i kalciumfosfat	29
3.4	Plan över anläggningen	30
3.4.1	Område för processanläggningen	31
3.4.2	Låghaltigt upplag.....	32
3.4.3	Avfallsupplag	33
3.4.4	Anläggning för lagring av processavfall	33
3.4.5	Vattenavledning och avrinningsområde	34
3.5	Metallurgi	35
3.6	Resultat av flotationstest	36
3.7	Testresultat för tryckutlakning av syra	36
3.8	Förutsättningar för lösningsmedelsextraktion	38
3.9	Övergripande bearbetning - vanadinutvinning	38
3.10	Utvinning av biprodukten kaliumsulfat (SOP)	39

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

3.11	Vanadinpentoxid (V ₂ O ₅) produktkvalitet	40
3.12	Kaliumsulfat (SOP) produktkvalitet	40
3.13	Infrastruktur transporter samt elkraftsbehov.....	40
4	AVFALLSHANTERING	42
4.1	Upplag med låg halt	42
4.2	Upplag av gråberg	42
4.3	Processrester.....	43
5	VATTENHANTERING OCH VATTENRENING	44
5.1	Introduktion	44
5.2	Indata till vattenbalansmodellen	44
5.2.1	Grundvattenmodell	45
5.2.2	Nederbörd	45
5.2.2.1	Stormar.....	46
5.2.3	Temperatur	46
5.2.4	Evapotranspiration	47
5.2.5	Processkrav	48
5.3	Modell för vattenbalans	49
5.3.1	Stormhändelser	52
5.3.2	Kapacitet för sedimentationsdamm	52
5.4	Hantering och behandling av vattenflöden	54
5.4.1	Vattenreningsverk	57
6	UTSLÄPP	57
6.1	Buller och vibrationer	57
6.2	Luft	58
7	MATERIALTRANSPORT	58
8	LOGISTIKPLAN	59

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

9	VISUELL PÅVERKAN	61
10	KONCEPTUELL EFTERBEHANDLING	63
10.1	Utvinningsavfall	63
10.2	Bedömning avseende utvinningsavfallsanläggningar	64
10.3	Planerade anläggningsdelar inom verksamheten	66
10.4	Om efterbehandlingen	67

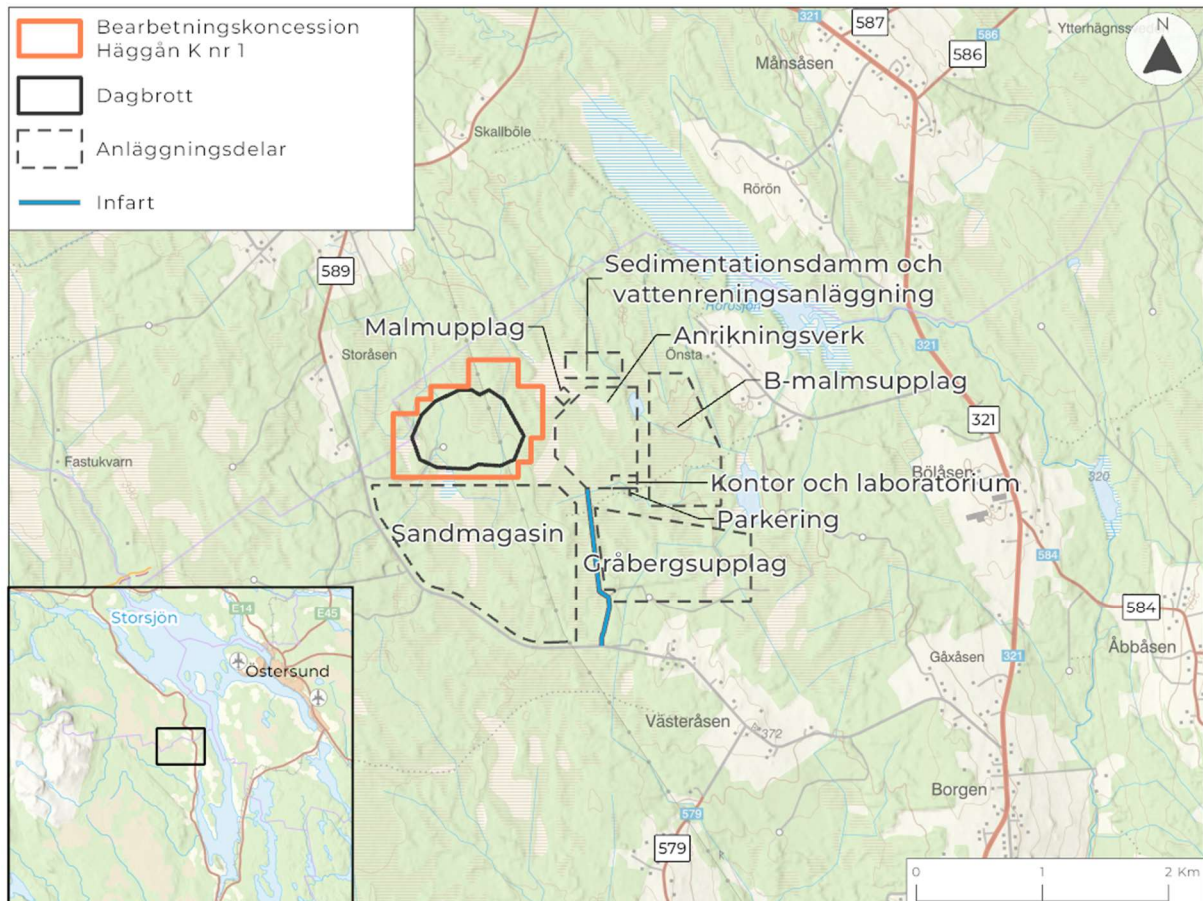
1 PROJEKTETS LOKALISERING

Häggånprojektet är beläget i Jämtland (se figur 1). Den föreslagna gruvan ligger på landsbygden, cirka en timme med bil från Östersund (figur 2). Östersund är väl försörjt med nationella och internationella flygförbindelser, järnväg och väg.



Figur 1. Läget för Häggån-projektet, Sverige

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B



Figur 2. Lokalisering av sökt bearbetningskoncession Haggån K nr 1 och för driften nödvändiga anläggningar.

2 BRYTNING

Den föreslagna gruvdesignen är baserad på idealiserade dagbrottsutformningar och inte på en detaljerad dagbrottsdesign.

Gruvstudien resulterade i ett optimalt pit shell som gav en mycket hög utvinning av de indikerade mineraltillgångarna i North West High Grade (NWHG)-zonen.

Dagbrott valdes som den enda gångbara gruvtekniken i och med:

- Den mineraliserade zonens ytliga karaktär.
- Låghaltig, utspridd typ av mineralisering.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

Mineraliseringens karaktär innebär att underjordisk gruvdrift inte är ett lämpligt alternativ. Mineraltillgången är kontinuerlig genom licensansökningsområdet, med ett minimalt överliggande lager av ~50m kalkstensrikt material. För effektiv utvinning av malmen genom underjordisk brytning skulle skivrasbrytning krävas, men mineraltillgångens geotekniska egenskaper är olämpliga för denna metod.

På grund av mineraliseringens grunda karaktär är dagbrott en säker metod för gruvdrift. Denna metod möjliggör en progressiv återfyllning av dagbrottet av utvunnet avfall och delar av processresterna, vilket minimerar projektets långsiktiga påverkan efter gruvans stängning.

2.1 Brytningsmetod

Konventionell borrar och sprängning i ett dagbrott valdes för gruvdriften.

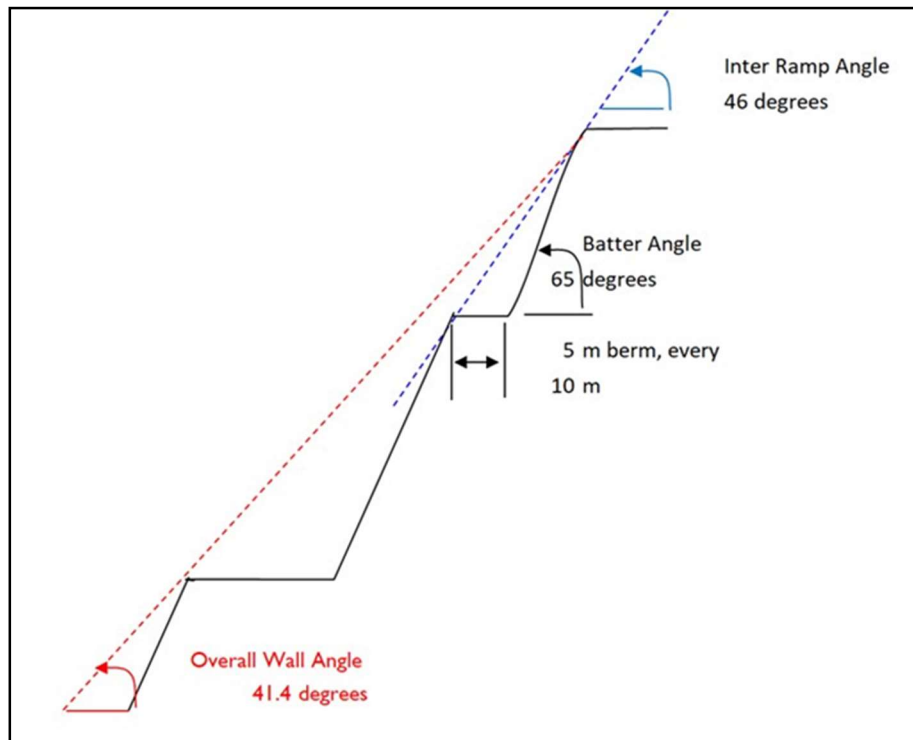
Språnghålsborrning kommer att utföras i ett rutnät baserat på om blocket definieras som malm eller avfall. Borrningen kommer att utföras med omvänd cirkulationsborrning (RC). Sprängämnen kommer att användas för att spränga gruvblock med hjälp av en differentierad sprängningsmetodik som är utformad för att minimera förflyttning av material vertikalt eller horisontellt.

Sprängstenen grävs ut med hjälp av en skopgrävare och lastas på gruvtruckar för transport till Run Of Mine (ROM)-lagret, låghaltiga lager eller avfallsdeponier.

2.2 Geoteknik

Inget geotekniskt arbete har utförts av Bolaget i detta skede för att bedöma gruvans lutningsvinklar och andra parametrar för gruvans utformning. I stället har offentligt tillgängliga data från den geotekniska undersökningen av det intilliggande Viken-projektet använts, som ägdes av Continental Precious Metals Inc, ett kanadensiskt bolag. Med hjälp av denna rapport och med hänsyn till att tillgången är relativt grund, ansågs en släntlutning på 65 grader, tillsammans med 5 m vallar var 10:e vertikalmeter, vara lämplig för verksamheten. Med hänsyn tagen till transportramper för åtkomst resulterar detta i en total släntlutning på 41,4 grader, vilket visas i figur 3.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B



Figur 3. Antaganden om dagbrottets släntvinklar för Häggåns dagbrott

2.3 Optimering av gruvan

Mining Plus genomförde en serie Whittle Pit-optimeringar på NWHG-zonen i fyndigheten och endast på de indikerade mineraltillgångarna. Det fanns dessutom en betydande mängd antagna mineraltillgångar inom denna volym, men inget värde lades på de antagna mineraltillgångarna i optimeringsövningarna, som enbart baserades på projektekonomins förmåga att stå på egna ben med de indikerade mineraltillgångarna.

Det antagna mineraltillgångsmaterialet som förekom inom de optimerade indikerade mineraltillgångsgroparna har dock inkluderats i den preliminära planen för gruvans livslängd.

Ytterligare 20Mton med en genomsnittlig halt på 0,38% V_2O_5 , av material i kategorin antagna resurser finns inom modellerad dagbrottsutbredning och ingår i gruvplanen för lagring och bearbetning i slutet av gruvans livslängd.

2.4 Preliminär gruvplan

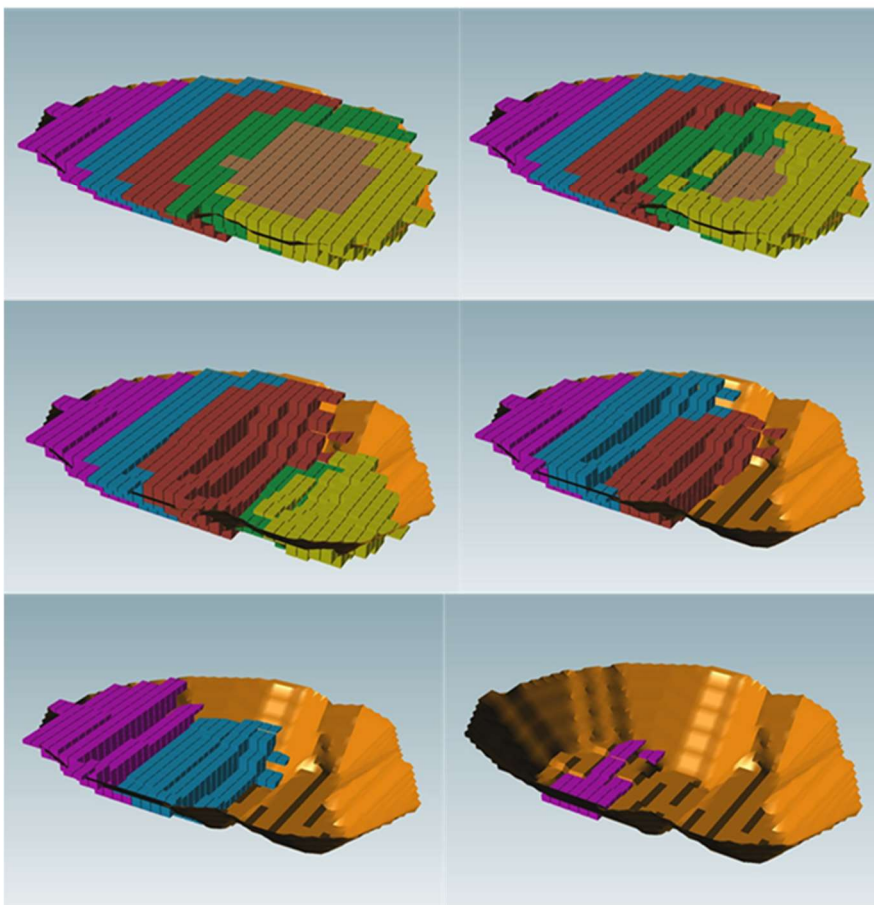
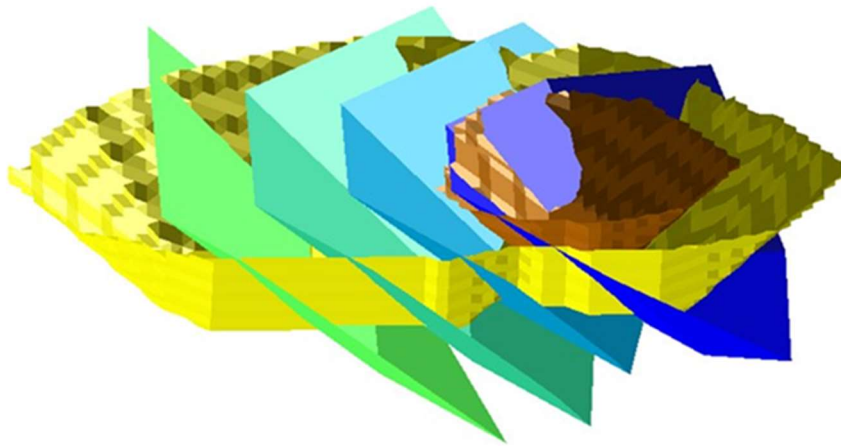
En preliminär gruvtidsplan utarbetades av Mining Plus med hjälp av Base Case optimal

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

dagbrottsdesign. Blockstorleken för resursmodellen som användes var 50m x 50m x 10m över NWHG-zonen. Denna blockstorlek är redan lämplig för gruvdrift utan ytterligare reduktion, vilket gör det möjligt att anta att tillräcklig utspädning redan har inkluderats. En låg utspädningsfaktor för gruvdrift på 5% och en utvinningsgrad för gruvdrift på 95% tillämpades trots detta.

Gruvschemat inleds med brytning från ett första mindre dagbrott följt av en serie med sex successiva omtag. Denna metod visas i figur 4 där det slutliga dagbrottets utformning (gult) visas dissekerat av en serie parallella plan som gör fyra västra omtag (ljusblå, turkos, grön, gul) och en i öster (mörkblå).

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B



Figur 4. Layout för parallella omtag (översta bilden) samt dagbrottets utveckling över tid.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

Den preliminära planen för gruvans livslängd omfattar brytning av 65 Mton av totala resurser (mätta, indikerade och antagna) vid 0,34 % V₂O₅ under en 11-årig projektlivslängd med en nominell årlig brytningstakt på 5,9 Mtpa (vänligen se tabell 2).

Life Of Mine (LOM):s genomsnittliga halt av K₂O kommer att vara 4,19 procent.

Under de första fem produktionsåren, som täcker två gånger projektets återbetalningsperiod, har antagna mineraltillgångar behandlats som avfall. Detta inkluderar alla antagna mineraltillgångar i gruvhål 1 och en del av de antagna mineraltillgångarna i gruvhål 2 och 3.

Det genomsnittliga förhållandet mellan gråberg och malm under gruvans livslängd är lågt, 0,7:1.

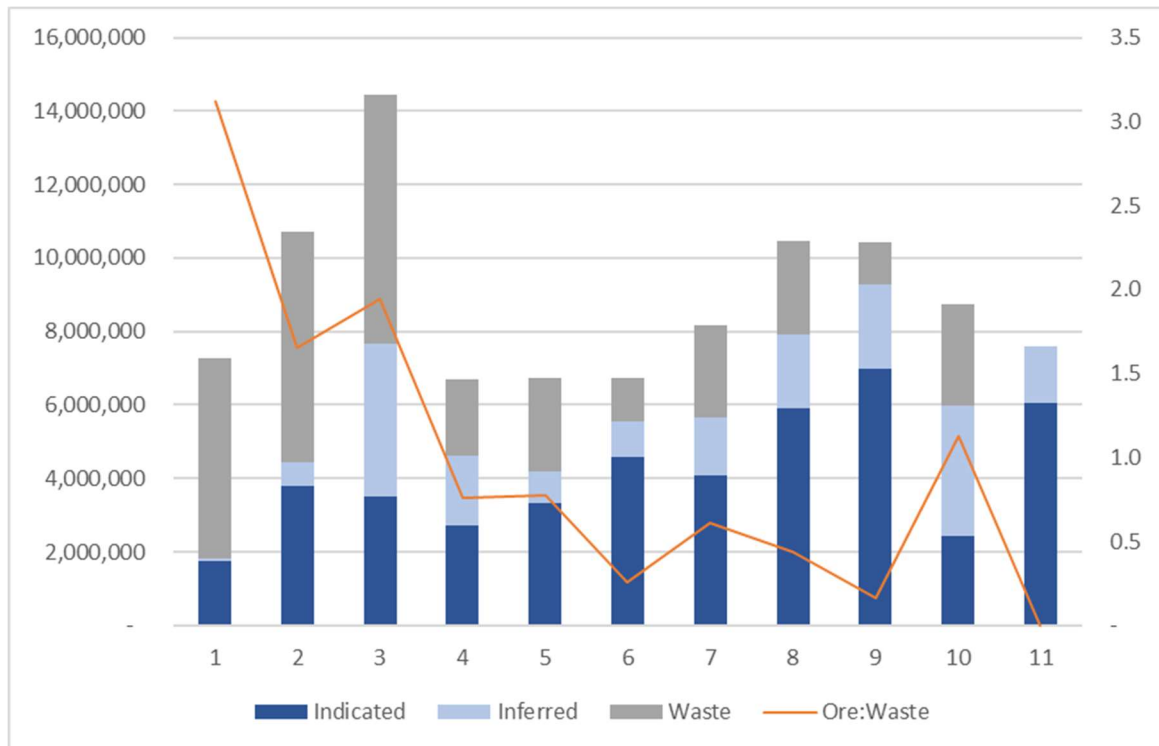
Den preliminära tidsplanen för Häggånprojektets livslängd visas i figur 5.

Genom gruvplanen ska låghaltigt material, mellan 0,1% och 0,3% V₂O₅ lagras. Under år 11 i gruvplanen slutförs brytningen och kvarnproduktionen fortsätter från låghaltiga lager från år 12 till år 17. Under gruvans livslängd bryts totalt 65Mt malm med en genomsnittlig halt på 0,34 procent V₂O₅, 4,19% K₂O, 406 ppm Ni, 221 ppm Mo och 548 ppm Zn.

Beskrivning	Enhet	Brott 1	Brott 2	Brott 3	Brott 4	Brott 5	Brott 6	TOTALT
Indikerad	Mt	6.5	4.9	6.6	8.6	10.4	8.0	45.1
V ₂ O ₅	%	0.42%	0.35%	0.33%	0.32%	0.30%	0.31%	0.34%
K ₂ O	%	4.5%	4.1%	4.1%	4.1%	4.0%	4.0%	4.1%
Antagen	Mt	0.1	4.1	3.9	2.6	3.9	5.1	19.6
V ₂ O ₅	%	0.38%	0.41%	0.38%	0.34	0.32%	0.35%	0.36%
K ₂ O	%	3.9%	4.3%	4.3%	4.1%	4.1%	4.2%	4.2%
Avfall	Mt	4.4	6.5	6.1	7.6	4.8	3.8	33.2
TOTALT	Mt	11.0	15.6	16.6	18.8	19.1	16.9	97.9

Tabell 2. Indikerade och antagna mineraltillgångar som är tillgängliga för produktionsplanering

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

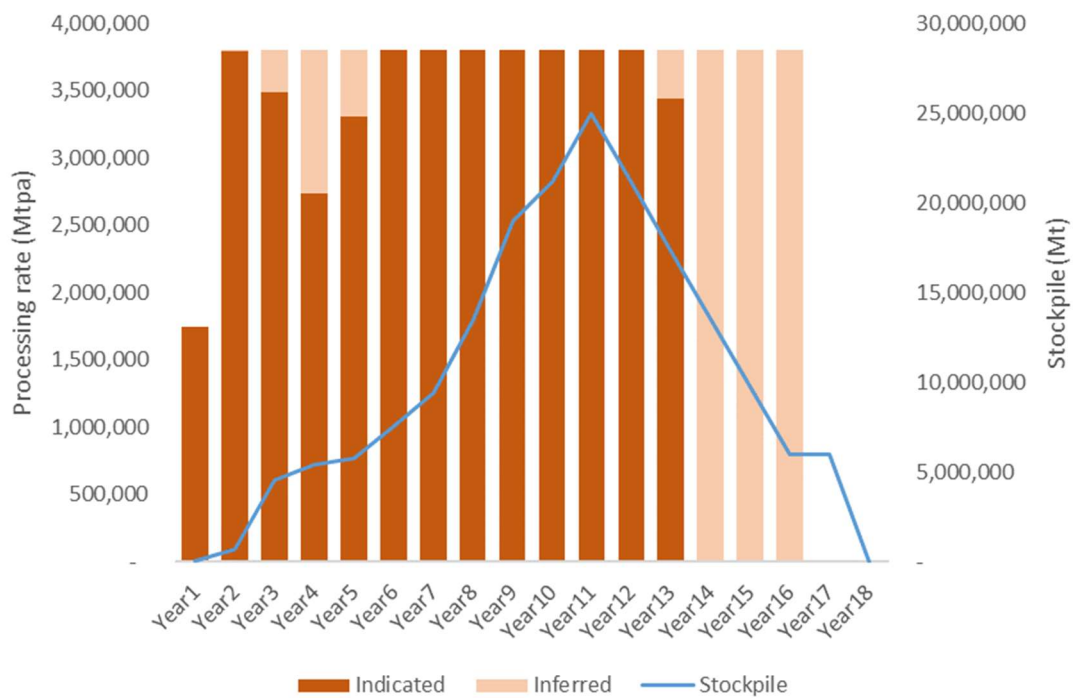


Figur 5. Preliminär Life of Mine-plan för gruvdrift per kategori.

Fördelningen av indikerade mineraltillgångar och antagna mineraltillgångar som bearbetats under projektets livslängd presenteras i figur 6. Processgenomströmningen har dimensionerats för 3,8 Mtpa. Bearbetning av 100 procent indikerade mineraltillgångar är planerad under den tvååriga återbetalningsperioden. En liten andel antagna mineraltillgångar planeras för bearbetning från år 3–5 när ytterligare indikerade mineraltillgångar nås, följt av 100 procent indikerade mineraltillgångar fram till år 12.

Antagna mineraltillgångar med låg halt planeras att mellanlagras för fortsatt bearbetning när gruvdriften avslutas efter år 11. Lagren når en maximal kapacitet på 25Mton under år 11 och är helt uttömda år 17. Projektet omfattar betydande volymer av ytterligare antagna resurser som kan komma att uppgraderas till uppmätta och/eller indikerade resurser genom ytterligare borrhning. Den föreslagna gruvplanen motsvarar utvinning av tre procent av de totala nuvarande antagna tillgångarna på 1 963 Mt vid V₂O₅ cut off-halt på 0,2%.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B



Figur 6. Preliminär plan för gruvans livslängd – Häggån K nr 1

Fördelningen av halter för vanadin och biprodukter under bearbetningstiden har sammanfattats i figur 7.

Den preliminära tidsplanen för gruvans livslängd baseras på indikerade mineraltillgångar och antagna mineraltillgångar. Under projektets 17-åriga livslängd:

- 77 procent av den totala bearbetade malmen kommer från indikerade mineraltillgångar
- 23 procent av den totala bearbetade malmen kommer från antagna mineraltillgångar

De första två åren och åren sex till 12 av gruvdriften baseras till 100 procent på indikerade mineraltillgångar. Därefter baseras den senare delen av gruvplanen (år sex till 17) på ökande mängder antagna mineraltillgångar som då inkluderas i tidsplanen.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B



Figur 7. Figur över halter i bearbetning för alla produkter.

Även om inget värde har lagts på antagna mineraltillgångar i gruvoptimeringen bryts 700 000 ton antagna mineraltillgångar tillsammans med indikerade mineraltillgångar under de första två åren av gruvans livslängd. Dessa 700 000 ton antagna mineraltillgångar som bryts under de första två åren av gruvans livslängd har behandlats som avfall i förstudien, med följande konsekvenser:

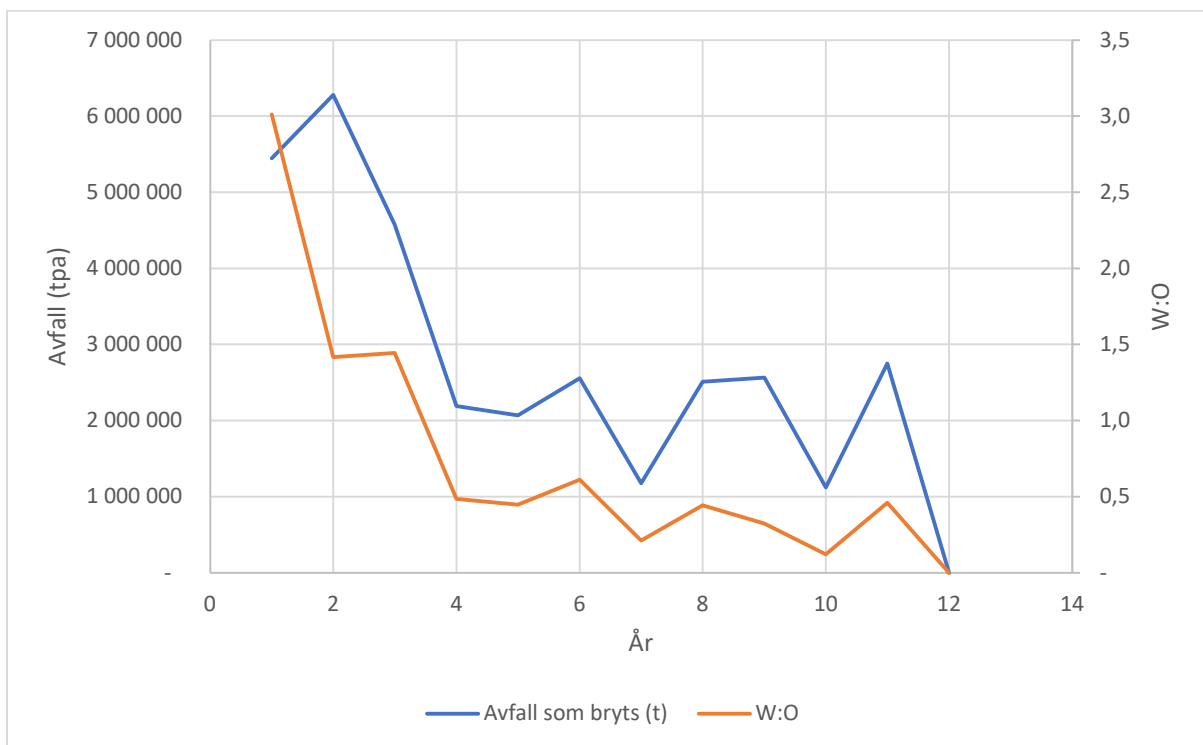
- Kostnaderna för att bryta de antagna mineraltillgångarna under de första två åren ingår i studien.
- All produktion som baseras på antagna mineraltillgångar har helt tagits bort från de första två åren i den preliminära planen för gruvans livslängd.
- Inga intäkter har inkluderats i den preliminära planen för gruvans livslängd från antagna mineraltillgångar under de första två åren.

2.5 Brytning av gråberg

Gråberg som ingår i brytningsschemat består huvudsakligen av kalksten som överlagrar den mineraliserade zonen. Brytningen av avfall är förskjuten mot de första tre åren i schemat, vilket framgår av figur 8. Detta gör det möjligt att skapa avfallsdeponier med en bas av neutraliserande

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

kalkstensmaterial och lager av kalksten för att tillhandahålla neutraliserande material under gruvans livslängd.



Figur 8. Figur för gråbergsbrytning

2.6 Brytning i alunskiffer

Bolaget har övervägt förutsättningarna för gruvdrift i alunskiffer. Alunskiffer kännetecknas av hög organisk kolhalt, hög andel sulfidmineral och spridd halt av mobila metaller. Denna fördelning innebär att det finns en potential för uppkomst av surt lakvatten om vattenhanteringen inte hanteras på rätt sätt. Historiskt sett har flera fall av dålig hantering av avfallsmaterial och vatten visat hur viktigt det är att ta hänsyn till dessa komponenter vid bearbetning av alunskiffer. Bolaget har granskat historiska fallstudier och inkluderat lärdomar i processutvecklingen och beslutsfattandet kring avfallshantering. Detta kompletterar gruvutvecklingsprocesser enligt bästa praxis, såsom karakterisering av utvinningsavfall enligt EU:s riktlinjer, omfattande vattenhanteringsplanering och beaktande av efterbehandlingen under den konceptuella utvecklingsfasen.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

Brytning och bearbetning av alunskiffer anses generellt vara komplex av följande skäl:

- Höga halter av sulfidmineral, främst pyrit (FeS_2) eller pyrrhotit (FeS).
- Nära association av neutraliserande karbonatmineral, såsom kalцит (CaCO_3) eller dolomit (CaMgCO_3) med sulfidmineral och ekonomiska metaller.
- Låggradig utbredning/förekomst av ekonomiska metaller.

Den höga halten av sulfidmineral innebär att avfallsmaterial kan generera surt lakvatten när det kommer i kontakt med syre och vatten, en process som kallas Acid Rock Drainage (ARD). Felaktig hantering eller dålig klassificering av avfallsdeponier och anrikningssand kan leda till fortsatta miljöproblem.

Det nära sambandet mellan neutraliserande karbonatmineral är en positiv aspekt för hanteringen av surt lakvatten. Eftersom de flesta processer för att utvinna metaller kräver upplösning i syra innebär dock den höga andelen neutraliserande mineral att förbrukningen av syrareagens är hög, vilket ökar driftskostnaderna. Bolaget har genomfört omfattande mineralogisk karakterisering och använt denna kunskap för att fokusera processutvecklingen på vägar som kompenserar för detta problem.

De två första problemen förvärras av att koncentrationerna av ekonomiska element/ämnen, som vanadin, uran, nickel, zink, molybden och koppar, ofta är lägre än för andra mineraltillgångar. Detta innebär att det krävs riktad bearbetning till låg kostnad för ekonomisk utvinning.

Bolaget har genomfört en omfattande karakterisering av mineraliseringen vid Häggån för att definiera en process som tar hänsyn till dessa överväganden. Detta syftar till ekonomisk utvinning av en rad värdefulla element, samtidigt som malmens egenskaper används för att minska bearbetningskostnaderna och minska risken för utsläpp. Dessa inkluderar:

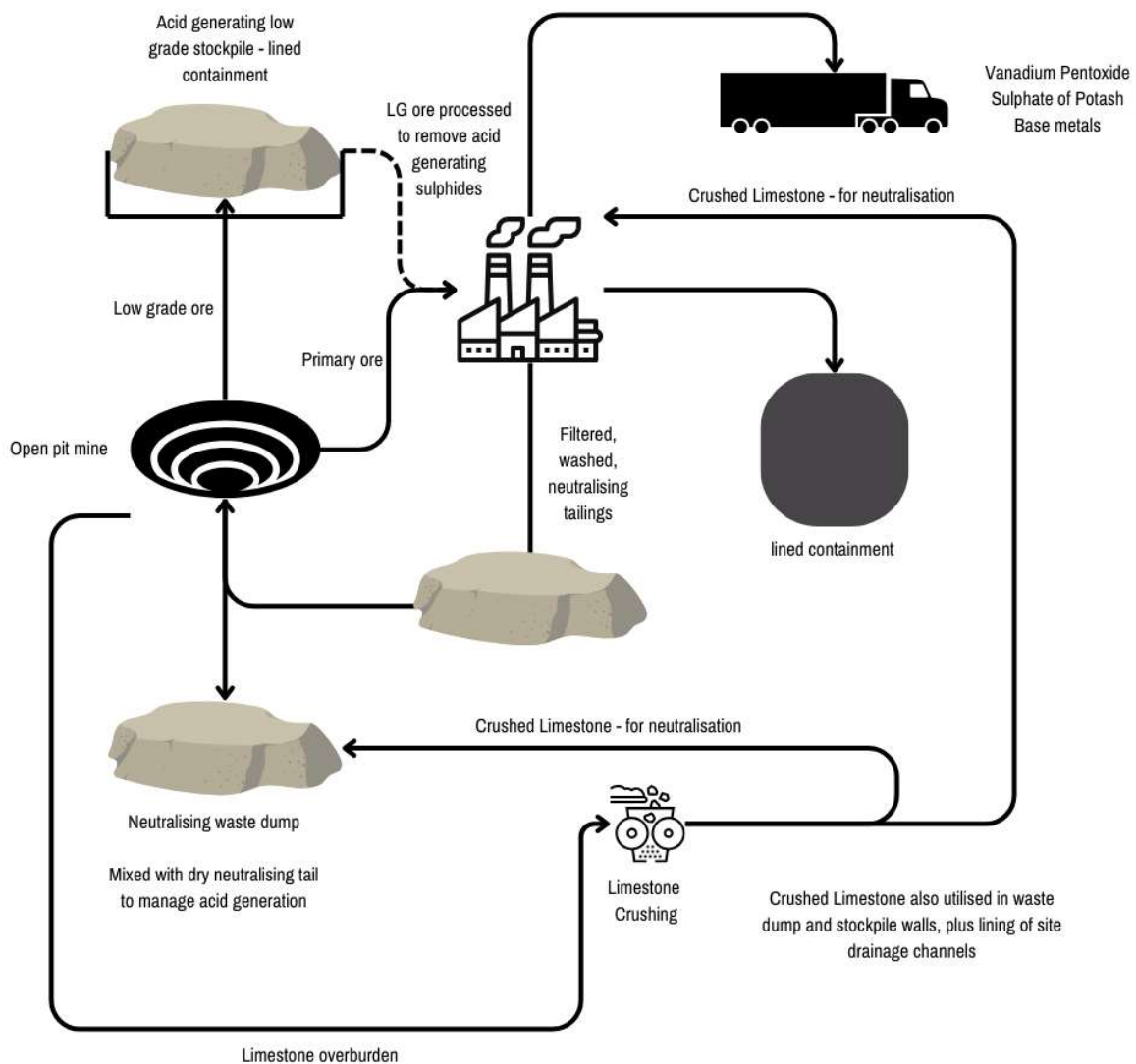
- Användning av en effektiv tryckoxidationsprocess för att oxidera sulfidmineral och bilda syra i en kontrollerad tanklakningsmiljö för användning vid metallutvinning. Återstoden från denna process har redan avlägsnat majoriteten av de syrabildande sulfidmineralerna.
- Separering av karbonatmineral tidigt i processen för att minska förbrukningen av syrareagenser och öka den neutraliserande förmågan hos anrikningssanden.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

- Avskiljning av låghaltigt, men sulfidhaltigt mineraliserat material under gruvdriften. Detta möjliggör lagring i upplag med tät botten för att minimera risken för utsläpp av surt vatten och senare bearbetning för att helt avlägsna sulfidkomponenter och utvinna värdefulla metaller.
- Produktion av en rad olika produkter, bland annat vanadinpentoxid, kaliumsulfat och basmetaller, för att avlägsna dem från systemet och maximera processens ekonomiska effektivitet.
- Vattenbalans med hög andel återvinning av processvatten och noggrann behandling av allt vatten som kan ha kommit i kontakt med syrabildande material.

Genom att separera olika materialströmmar baserat på bearbetnings- och miljöegenskaper kan Bolaget kompensera för de miljömässiga utmaningarna med att bryta alunskiffer samtidigt som Bolaget bibehåller en robust ekonomi för projektet. Fördelningen av materialströmmar har sammanfattats i figur 9.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B



Figur 9. Fördelning av syrabildande strömmar för att minimera risken för miljöpåverkan från alunskiffer.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

3 BEARBETNING

Den föreslagna processen valdes efter noggrann undersökning av flera bearbetningsalternativ:

- Extraktion och återvinning av vanadinpentoxid genom oxidativ rostning med atmosfärisk syrautlakning.
- Vanadinpentoxidextraktion genom syralakning under tryck.
- Möjligheten att utvinna biprodukter.
- Produktion på plats eller lokalt inköp av lagningsreagenser.
- Ökning av produktionstakten.

Processvalet baserades på omfattande mineralogisk karakterisering och metallurgiskt testarbete som utförts av Bolaget. De egenskaper hos malmen som beaktades inkluderade:

- I vilka mineral vanadin och kalium finns och hur de kan mobiliseras.
- Andel syrabildande mineral som är associerade med vanadinmineralisering.
- Andel syraneutraliserande mineral associerade med vanadinmineralisering.
- Malningsgrad för frigörande av vanadin, syragenererande och syraneutraliserande mineral.

Var och en av dessa egenskaper bedömdes med avseende på separationspotential och påverkan på efterföljande processteg. För de syrabildande och neutraliserande mineralerna beaktades även deras form i processrester och potentiella miljöpåverkan vid avfallshantering och långtidslagring.

3.1 Vanadinmineralisering

Vanadiummineraliseringen finns i glimmermineralet roscoelit ($K(V^{3+}, Al, Mg)_2 AlSi_3O_{10}(OH)_2$).

3.2 Processbeskrivning

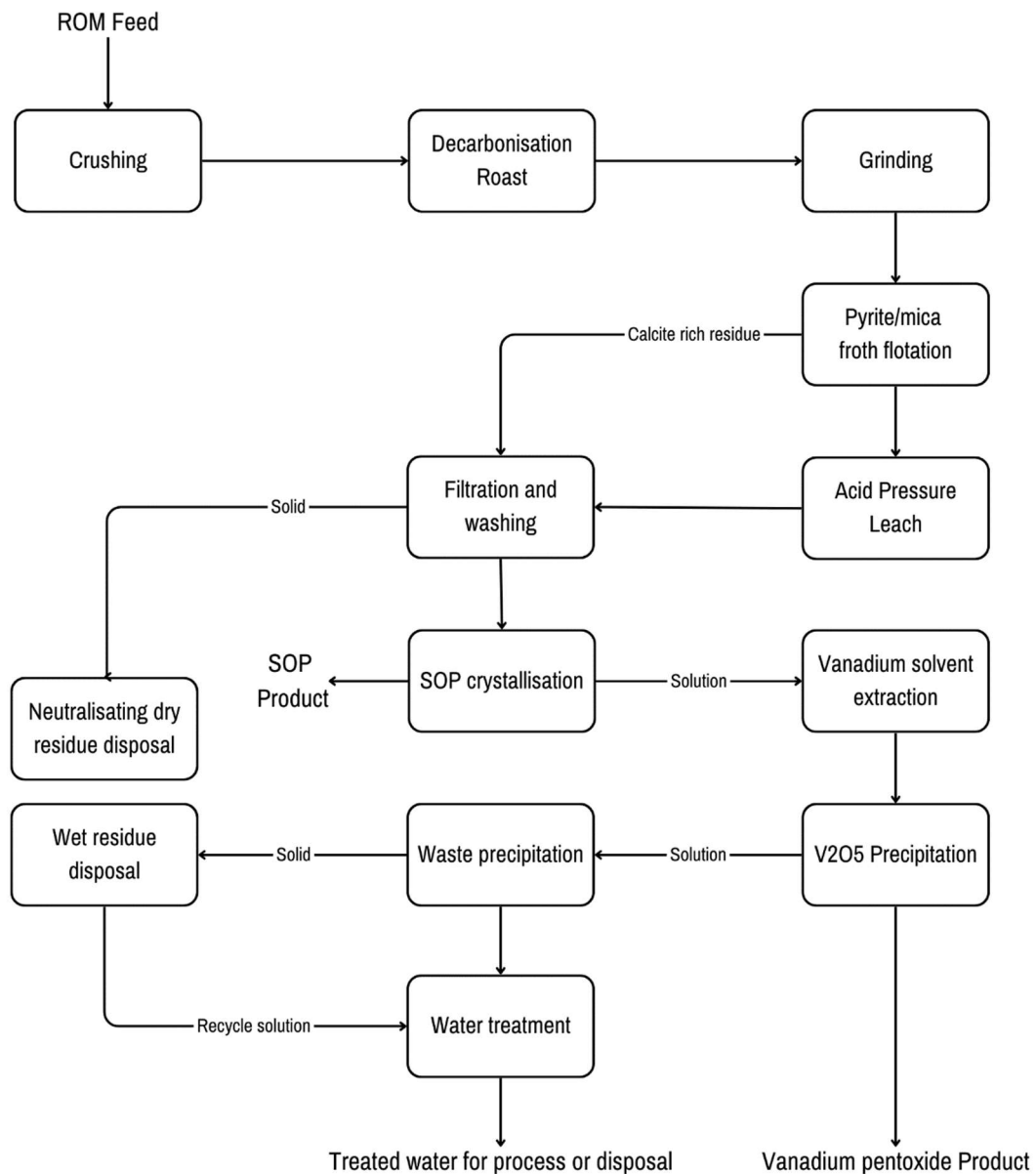
Det processflödesschema för Häggån som valts för den föreslagna verksamheten kan sammanfattas som en processkrets som omfattar flotation, syralakning under tryck och lösningsmedelsextraktion. Processflödesschemat illustreras i figur 10.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

Processen omfattar krossning av malm från gruvan, följt av en rostning för avkolning och därefter malning till finkornig storlek. Ett koncentrat som är rikt på pyrit och vanadinhaltigt glimmer utvinns sedan genom selektiv skumflotation, varvid mycket av kalciten avleds till restströmmen från flotationsavfallet. Koncentratet innehåller 85 procent av vanadinet i 50 procent av ROM-massan och lakas sedan vid förhöjd temperatur och tryck i en autoklav med svavelsyra. Detta leder till att glimmern bryts ned och vanadin och andra värdefulla produkter frigörs i lösningen. Detta steg i processen kallas syratryckslakning.

Slurryn från syratryckslakningen avvattnas i en förtjockare. Det återstående fasta materialet filtreras och tvättas för att avlägsna resterande syra och lösta metaller och släpps ut som avfall. Den vanadinrika lösningen passerar till en kaliumsaltkristallisator för återvinning av SOP, följt av sulfidutfällning för att producera en blandad sulfidutfällning som innehåller värdemetallerna Ni, Mo och Zn. pH-värdet i den vanadinrika lösningen justeras med hjälp av kalksten från Gråberg vid anläggningen, vilket gör att järn kan oxideras kemiskt och avlägsnas som järnhydroxysulfat (jarosit).

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B



Figur 10. Häggånprojektet - processflödesschema

Vanadin extraheras från den reade lösningen genom lösningsmedelsextraktion och fälls ut som ammoniummetavanadat, innan det renas ytterligare genom kalcinering i roterugn och omvandlas till vanadinpentoxid (V_2O_5) som flingprodukt. Restlösningen från lösningsmedelsextraktionen

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

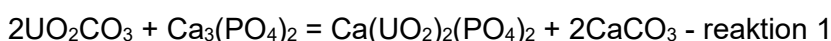
genomgår utfällning av siderit (FeCO_3), blandas med flotationssand, och flotationssanden neutraliseras sedan med hjälp av kalksten och skickas till anrikningssand. Vätskan från lösningsmedelsextraktionen av vanadin fälls ut med kalciumfosfat som kapslar in orenheter som finns kvar i lösningen, inklusive uran, som stabila och säkra föreningar, som sedan också kan deponeras i lagringsanläggningen för avvattnad anrikningssand. Se avsnitt 3.3 för en beskrivning av processen.

3.3 Stabilisering av uran i kalciumfosfat

Vanadin och uran extraheras från den renade lösningen genom lösningsmedelsextraktion. Vanadin utvinns ur vätskan från lösningsmedelsextraktionen med svavelsyra och fälls sedan ut som ammoniummetavanadat, innan det renas ytterligare genom kalcinering i en roterugn och omvandlas till vanadinpentoxid (V_2O_5) som flingprodukt.

Lösningsmedelsextraktionens vätska efter vanadinfällningen fortsätter till uranfällningssteget där en natriumkarbonatlösning används för att fälla uran som uranylkarbonat (UO_2CO_3). Lösningen med uranylkarbonat fortsätter till en serie tankar med omrörare där fosforsyra och kalksten tillsätts för att fälla ut orenheter med en uppehållstid på ett par dagar för att säkerställa mycket låga resthalter av uran i lösning. Tillsatsen av fosforsyra och kalksten gör att kalciumfosfat bildas. Kalksten tillsätts i tillräcklig mängd för att fälla ut en del av kalciumfosfaten vid $\text{pH} \sim 7,5$. Uran stabiliseras av kalciumfosfaten både genom utfällning av autunit $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2$ och genom adsorption på amorf kalciumfosfat, vilket gör att urankoncentrationen sjunker till en mycket låg nivå. Restlösningen från uranfällningen blandas sedan med flödet från flotationen/lösningsmedelsextraktionen från vilka siderit och andra orenheter har fällts ut genom pH-justering. Fastfas separeras därefter från vätskan. Residualt uran i lösningen hanteras i vattenreningsanläggningen för påverkat vatten. Uran som finns naturligt i skiffern i detta område är ganska mobil, men processen som beskrivs ovan och i reaktion 1 nedan kommer att göra det mycket immobil/örörligt. Under nästa fas av projektet kommer metallurgiska tester att utföras för att påvisa detta.

Denna uranutfällningsreaktion, som beror på tillsats av fosforsyra och kalksten som bildar kalciumfosfat, beskrivs av reaktion 1.



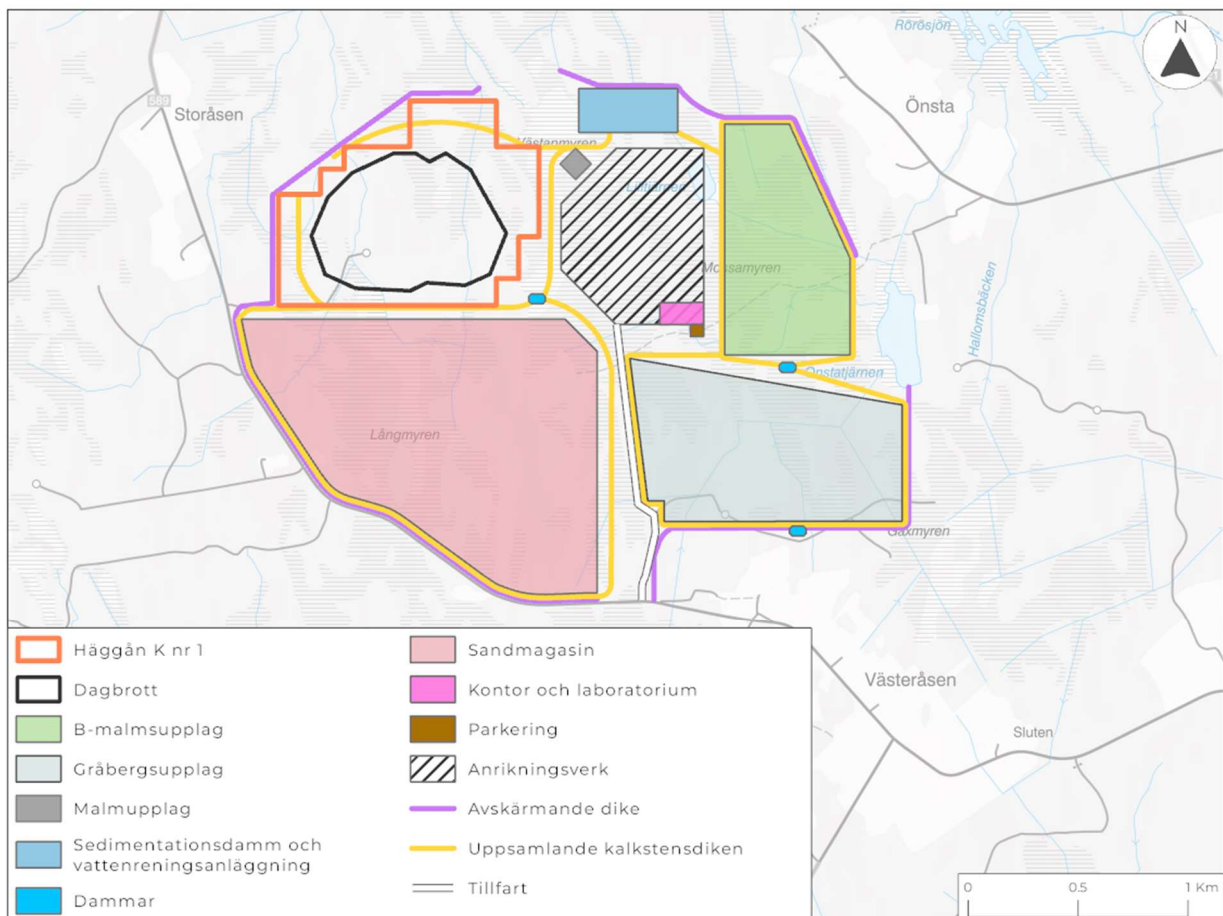
Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

Denna stabilisering av uran med kalciumfosfat beskrivs t.ex. i nedanstående referens:

Environmental Science Technology – Extent of Reaction Pathway on the Extent and Mechanism of Uranium (VI) Immobilization with Calcium and Phosphate, Vrajesh S Mehta, 2016 American Chemical Society.

3.4 Lokalisering av anläggningar

De tilldelade områdena för gruvor, lagringsanläggning för anrikningssand, avfallsdeponi, upplag, anläggning, sedimentationsdamm och avrinningsområde är markerade på områdeskartan enligt i figur 11. Områdena inom layouten representerar den maximalt tillåtna omfattningen för varje sektion, och arbetet fortsätter för att minimera processens totala markbehov.



Figur 11. Planerad områdeslayout.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

3.4.1 Område för processanläggning

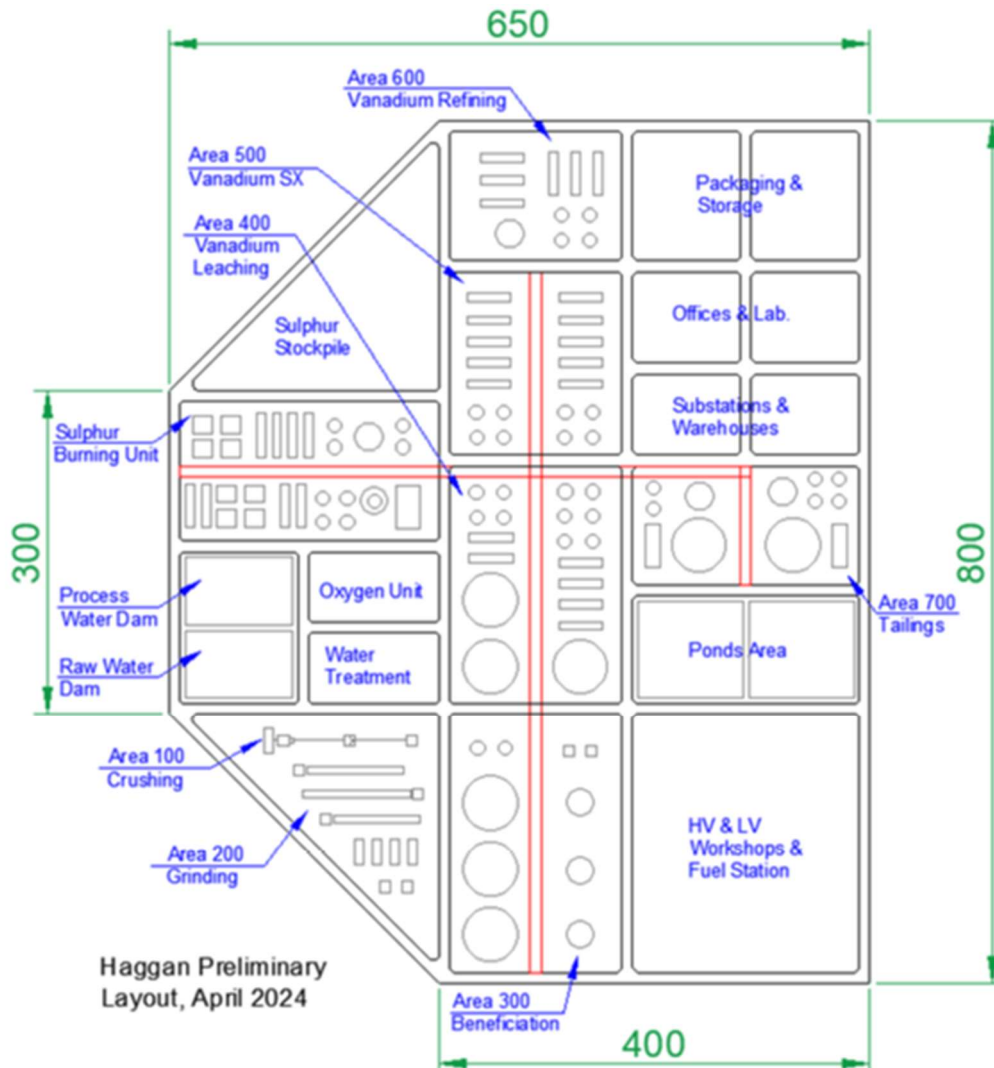
Anläggningen består av flera process-, försörjnings- och övriga områden enligt följande tabell 3.

Område	Beskrivning	Område	Beskrivning
100	Krossning	1100	Svavelupplag
200	Slipning	1200	HV- och LV-verkstäder och bensinstation
300	Förädling	1300	Dammar
400	Vanadinutlakning	1400	Transformatorstationer
500	Vanadin SX	1500	Lagerlokaler
600	Vanadinraffinering	1600	Kontor
700	Anrikningssand	1700	Laboratorier
800	Behandling av process- och råvatten	1800	Förpackning
900	Enhet för syraproduktion	1900	Förvaring
1000	Enhet för svavelförbränning		

Tabell 3. Förteckning över anläggningsområden

En preliminär layout som illustrerar konfigurationen av process-, försörjnings- och diverse områden som ligger inom anläggningens gränser visas i figur 12.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B



Figur 12 - Anläggningens layout

3.4.2 Låghaltiga upplag

Upplag av låghaltig malm har inkluderats i gruvplanen för att möjliggöra brytning av material, samt senare anrikning av sagda material, som har vanadinhalter över den ekonomiska cut-off-gränsen, men som faller inom kategorin antagna resurser och inte ingår i gruvoptimeringen. I efterföljande studier planeras ytterligare borrhning för att uppgradera tilltron till detta material, vilket kommer att minska kraven på lagerhållning av låghaltig malm.

Lager med låg halt kommer att nå en maximal höjd på 20 meter och kommer successivt att byggas ut i celler och nå ett maximalt avtryck under det sjunde året av driften. Efter år 12 kommer upplagsmassorna att bearbetas och avlägsnas helt av år 17.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

Den maximala storleken på de låghaltiga upplagen förväntas inte överstiga 500 m x 1050 meter.

Låghaltiga upplag utgör det största kortsiktiga riskområdet för uppkomst av surt lakvatten. Upplagen kommer att placeras på en bottentätning av lera/moränlera och polyuretanliner, som kommer att byggas ut successivt i celler allteftersom upplagen växer. Upplagets bas kommer att vara avvägd för att leda avrinningen till norra delen av upplaget genom kalkstensbeklädda uppsamlade diken.

3.4.3 Avfallsupplag

Avfallsmaterial från gruvdriften kommer att lagras i avfallsupplag på en bottentätning. Avfallsmaterialet består huvudsakligen av överliggande kalkstensmaterial, med låghaltigt sulfidrikt gråberg.

Avfallsdeponierna kommer att formas i celler till en maximal målhöjd av 20 meter. När tillräckligt utrymme har skapats i dagbrottet kommer avfallsmaterialet att blandas med filtrerad och tvättad anrikningssand för återdeponering i dagbrottens hålrum. I anläggningens layout har hänsyn tagits till lagring av avfallsmaterial för fem år, med möjlighet till utökning av deponeringsområdet om det skulle behövas.

Den maximala storleken på avfallsupplagen förväntas inte överstiga 700 m x 1100 meter.

3.4.4 Anläggning för lagring av processavfall

En fodrad anläggning för lagring av anrikningssand kommer att byggas i celler. Lagringsanläggningen för torrlagrad anrikningssand kommer att utformas så att den inte överstiger 1200 m x 1200 meter i storlek, med en maximal höjd på 10 meter. Anläggningen kommer att avgränsas av vallar som skapats av kalksten för att begränsa risken för erosion. Dammdämpande sprinklers kommer att ingå i lagringsanläggningen för anrikningssand.

Tillfälliga celler för lagring av filtrerade och tvättade processrester, inklusive flotations- och lakrester, kommer att byggas med kapacitet för upp till 5 år. Efter denna period är det planerat att tillräckliga utrymme kommer att ha skapats i dagbrottet för blandad deponering av neutraliserat avfallsmaterial och tvättad anrikningssand. Återstoden som lagras i dessa celler kommer att vara torra staplade anrikningssandmassor.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

Fodrade våta celler kommer att byggas för lagring av slam som bildas genom utfällning av järn från lakvattenlösningen. Vatten som samlas upp från dessa celler kommer att samlas upp och skickas för behandling i vattenreningsanläggningen.

3.4.5 Vattenavledning och avrinningsområde

Vattenhanteringen kommer att ske genom att ytvattenflöden leds genom kalkstensbeklädda diken till en sedimentationsdamm och en reningsanläggning. Vänligen se avsnitt 6 för en beskrivning av vattenhantering och rening.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

3.5 Metallurgi

Bolaget genomförde en rad metallurgiska testprogram på representativa sammanslagingsprov från borrhärdar från Häggån-projektets alunskiffermineralisering mellan 2011 och 2019. En oberoende granskning av allt tidigare metallurgiskt testarbete utfördes av METS Engineering (METS, <https://metsengineering.com>) för en förstudie. METS utvecklade processflödesschemat och antaganden om processåtervinning för Häggåns vanadinprojekt baserat på en kombination av dessa testresultat och resultat från jämförbara tekniska studier, tillsammans med METS erfarenhet från andra vanadinprojekt.

METS är en ledande konsult för utveckling av vanadinprojekt och har genomfört arbete på tio vanadinprojekt, inklusive återvinningsutvärdering, utveckling av testarbetsplaner, scoping, pre-feasibility och feasibilitystudieutvärdering. METS anser att de antaganden som ligger till grund för Häggån K nr 1 processflödesschema och processåtervinning är lämpliga och är i linje med tillämpliga industristandarder.

Arbetsprogram för processtest som är specifikt inriktade på vanadinutvinning har sammanfattats i tabell 4.

De återvinningsvärden och den totala vanadinåtervinning som använts för varje steg i Häggåns process sammanfattas i tabell 5. Dessa har baserats på metallurgiskt testarbete på avgränsningsnivå som utförts på prover som är representativa för Häggåns vanadintillgång för de viktigaste stegen i processen.

Program	Datum	Laboratoriet
Vanadin salt rostning	2011	ALS Minerals
Vanadin oxidativ rostning	2011	ALS Minerals
Vanadinets egenskaper och mineralogi	2018	CSIRO Minerals
Vanadinförädling - gravimetri och flotation	2018	ALS Minerals
Tryckutlakning av vanadin med syra	2019	ALS Minerals

Tabell 4. Sammanfattning av vanadinspecifika metallurgiska testprogram för Häggånprojektet.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

	Antagande för förstudie		
	V O ₂₅	K ₂ SO ₄	Ni, Mo, Zn
Flotation V ₂ O ₅ återvinning	85%	85%	85%
Tryckutlakning V ₂ O ₅ återvinning	96%	83%	96%
Lösningsmedelsextraktion V ₂ O ₅ återvinning	98%	-	
SOP-kristallisering	-	85%	
MSP-utfällning	-	-	98%
Total V₂O₅ utvinning	80%	60%	80%

Tabell 5. Metallurgiska testresultat och antaganden, inklusive jämförbara resultat från tekniska studier och projektstudier

3.6 Resultat från flotationstest

Flotationstester av sulfid- och silikatmineral genomfördes vid ALS Minerals i Burnie, Australien, under 2018. Resultaten rapporterades i ASX-meddelandet: "Häggån Vanadium Project Study Progressing Well", 25 oktober 2018:

<https://api2.investi.com.au/api/announcements/aee/94877908-5c5.pdf>

Dessa tester utfördes på representativa borrhärdar från Häggåns alunskiffermineralisering, som inte hade genomgått rostning för att avkarbonatiseras. Testerna återvann framgångsrikt 85 procent av vanadinet till ett koncentrat på 50 procent av ursprungsmassan, när avkarbonatiseringen räknades med. Processen uteslöt 85 procent av den syraförbrukande kalciten i mineraliseringen, vilket är ett lovande resultat. Det finns potential att förbättra dessa resultat ytterligare genom att avlägsna organiskt kol från materialet genom rostning.

3.7 Testresultat för syratryckslakning

Testarbete med syratryckslakning utfördes i november 2019 på representativa borrhärdar från

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

Häggåns alunskiffermineralisering, vilka hade använts i testprogram för karakterisering och anrikning/flotation under 2018. Testarbetet i november 2019 utfördes vid ALS Minerals i Burnie under förhållanden som rekommenderats av METS Engineering och som var optimerade för vanadinåtervinning. Dessa förhållanden har sammanfattats i tabell 6.

Skick	
Partialtryck för syre	1.200 kPa O ₂
Total syrakoncentration - H ₂ SO ₄	200 g/L H ₂ SO ₄
Uppehållstid	2 timmar
Temperatur	180°C

Tabell 6. Förhållanden för syratryckslakning, ALS Minerals 2019

De prover som användes i ALS Minerals program för syratryckslakning i november 2019 var sammansättningar av den mineraliserade zonen från diamantborrningen, sammanfattade i tabell 7. Proverna valdes ut som representativa för mineraliseringen i Häggåns mineraltillgång, med en rad olika vanadinhalter. Dessa prover delades från kompositprover som användes i 2018 års anriknings- och flotationsprogram, som sammanfattas i ASX Release: "Häggån Vanadium Project Study Progressing Well, 25th oktober 2018" (se länk ovan under 3.6).

Prov	Test	V ₂ O ₅ huvudgrad	K ₂ O huvudgrad
DDH006	AC1035	0.30%	3.66%
DDH022	AC1036	0.29%	3.64%
DDH031	AC1037	0.22%	3.36%

Tabell 7. Sammanfattning av de sammansatta proverna från diamantborrhål som användes i testprogrammet för syratryckslakning

Resultaten av syratryckslakningstester inriktade på vanadinåtervinning har sammanfattats i tabell 8.

Dessa resultat visade att en konsekvent hög vanadinutvinning kunde uppnås i en rad olika prover med olika vanadinhalter. Testerna gav en genomsnittlig vanadinutvinning på 96,5 procent, med

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

endast 0,4 procent avvikelse från detta genomsnitt mellan testerna.

Test	Prov	Vanadinutvinning
AC1035	DDH006	96.1%
AC1036	DDH022	96.9%
AC1037	DDH031	96.7%
Genomsnitt		96.5%

Tabell 8. Sammanfattning av vanadinextraktion genom syratryckslakning per prov

För ytterligare information om Acid Pressure Test-arbetet i november 2019, vänligen se Aura Energys pressmeddelande "Häggån Project Vanadium Metallurgical Testwork Results", 29th november 2019:

<https://api2.investi.com.au/api/announcements/aee/5476cab1-fc2.pdf>

3.8 Förutsättningar för lösningsmedelsextraktion

Lösningsmedelsextraktionsprocessen är en sedan länge etablerad, välkänd, allmänt använd och konventionell process. METS och Bolaget anser att en vanadinåtervinning på 98 procent är ett rimligt antagande för förstudien.

3.9 Övergripande bearbetning - vanadinutvinning

Det totala processutbytet på 80 procent V_2O_5 som användes i förstudien beräknades utifrån utvinningen från de olika processtegen flotation, syratryckslakning och lösningsmedelsextraktion.

Det totala processutbytet på 80 procent V_2O_5 som används i förstudien för Häggånprojektet är ett försiktigt estimat jämfört med andra vanadinstudier som granskats, vilka i genomsnitt hade ett totalt processutbyte på 84,6 procent V_2O_5 . Vanadinprojektet Balasausqandiq hade ett totalt processutbyte på 93,3% V_2O_5 :

<https://ferro-alloy.com/en/investors/presentations-other/Competent%20Persons%20Report%20GBM%2012%20November%202018.pdf>

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

3.10 Utvinning av biprodukten kaliumsulfat (SOP)

METS Engineering har fastställt att utvinningen av SOP är beroende av utvinningen av vanadin. Detaljerad mineralogisk karakterisering av borrhärdor och kompositprover från borrhärdor i Häggån Black Shale, utförd av University of Tasmania år 2011 och CSIRO Minerals år 2018, fastställde att både vanadin och kalium finns i kaliumaluminiumsilikatmineralet roscoelit $K(V^{3+}, Al, Mg)_2AlSi_3O_{10}(OH)_2$. Utvinning av vanadin från detta mineral genom syralakning under tryck innebär att mineralmatrisen förstörs och att de ingående elementen, inklusive vanadin och kalium, går ut i lösningen.

Utvinningen av kalium genom flotationsprocessen mättes i ALS Minerals 2018-program och var nära kopplad till vanadinutvinningen. Utvinningen av kalium till anrikningskoncentratet var 85 procent.

Extraktionen av kalium mättes i november 2019-programmet genom testarbete med syratryckslakning och resultaten har sammanfattats i tabell 9.

Test	Prov	Extraktion av kalium
AC1035	DDH006	78,8%
AC1036	DDH022	84,4%
AC1037	DDH031	86,8%
Genomsnitt		83,3%

Tabell 9. Sammanfattning av kaliumextraktion genom syratryckslakning, per prov

Utvinningen av kalium som SOP-kristaller (K_2SO_4) kan uppnås med hjälp av en kristalliseringsprocess som används globalt som en del av Mannheimprocessen för produktion av SOP, genom vilken 70 procent av den globala SOP-försörjningen produceras. Denna process uppnår i allmänhet nära 100 procent kaliumåtervinning. I förstudien rekommenderade METS Engineering ett SOP-kristalliseringsutbyte på 85 procent, för att ta hänsyn till eventuell påverkan från aluminiumföreningar. Detta var grunden för den processimulering som METS genomförde för att stödja resultatet. Den totala processåtervinningen av biprodukten SOP, inklusive flotation, syratryckslakning och kristalliseringssteg, var 60 procent.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

3.11 Vanadinpentoxid (V_2O_5) produktkvalitet

Processen är utformad för att producera en V_2O_5 flingprodukt med en renhetsgrad på >98 procent, vilket är standardkvaliteten för användning som tillsatsmedel i stål. Användningen av lösningsmedelsextraktion för att koncentrera vanadin i lösning förväntas möjliggöra produktion av V_2O_5 med hög renhet (>99 procent V_2O_5), lämplig för direkt användning som vanadinelektrolyt. Även om denna produkt förväntas betinga ett högre pris på marknaden har ingen hänsyn tagits till detta i den ekonomiska studien.

3.12 Kaliumsulfat (SOP) produktkvalitet

Även om sammansättningen av trycklagningslösningen inte studerades ingående i det preliminära testarbetet, anser Bolaget och METS att det finns tillräcklig information från den genomförda skrivbordsstudien för att anta att kaliumsulfat kan utvinnas inom marknadsspecifikationen. Under PFS-fasen kommer detta att undersökas och testarbete kan utföras för att fastställa vilka salter som kristalliseras ur lösningen och i vilken ordning. Det är av stor vikt att den slutliga kaliumsulfatprodukten har en renhet som är lämplig för försäljning. Kraven på produktspecifikationen för kaliumsulfat är följande:

- $K_2O > 50\%$.
- $S > 17\%$
- $Cl < 1\%$.

Eftersom kalium initialt kristalliseras som kaliumalun antas aluminium vara den huvudsakliga föreningen, tillsammans med kalcium som krävs för separation av aluminium. Kristalliseringsprocessen för SOP-produktion är välkänd och Bolaget anser att det är rimligt att anta att processförhållanden som uppfyller renhetskraven kommer att fastställas. Preliminär simulering av processkemin har utförts av METS. Bolaget har förstått att de potentiella orenhetselementen Al och Ca inte betraktas som väsentliga beståndsdelar vid försäljning av SOP-produkten.

3.13 Infrastruktur för transporter samt elkraftsbehov

Transportsystemet är generellt sett väl utbyggt i närområdet. Väg-, järnvägs- och flygtransporter och frakt, elkraft och moderna kommunikationsmedel är alla lättillgängliga i Östersundsområdet. Europaväg E14 passerar inom 35 kilometer (km) från Häggåns fyndigheter och förbinder

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

Sundsvall på den svenska östkusten med Trondheim på den norska västkusten. E14 går längs Storsjöns norra strand. Europaväg, E45, som ligger cirka 13 km från Myrviken söder om fyndigheterna, förbinder norra och södra Sverige.

Elkraften som beräknas behövas är summerade i tabell 10. En installerad elkapacitet på 29,5MW kommer att behövas, med ett genomsnittligt uttag på 23MW. Framtida studier kommer att undersöka möjligheten att tillvarata spillvärme från syralakningssteget för att producera elkraft för att driva de övriga processerna. Preliminära beräkningar indikerar att om detta implementeras skulle projektet kunna leverera cirka 9MW i överskott till elnätet.

Area	Area Description	Installerad kraft (kW)	Uttag (kW)
100	Crushing	1,956	1,095
200	Grinding	12,339	11,105
300	Beneficiation	3,908	2,814
400	Vanadium Leaching	5,146	3,705
500	Vanadium Solvent Extraction	1,044	752
600	Vanadium Refining	1,010	727
700	Tailings	2,764	1,990
800	Reagents	574	310
900	Process and Raw Water	74	53
1000	Services	657	473
	Total	29,471	23,024

Tabell 10. Projektets behov av installerad elkapacitet samt uttag av el.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

4 AVFALLSHANTERING

4.1 Upplag med låg halt

De låghaltiga upplagen utgör en del av gruvans resurser för bearbetning under senare år av verksamheten. Även om de inte är en avfallsprodukt kommer de att hanteras som en deponi under gruvans livslängd.

Lager med låg halt kommer att byggas upp successivt under de första sju åren av verksamheten. Lagren kommer att nå maximal storlek mellan år sju och 12, innan de är helt bearbetade år 17.

De låghaltiga upplagen kommer att innehålla material med sulfidmineral och mobila metaller över de ekonomiska gränsvärdena. Åtgärder kommer att vidtas för att samla upp allt avrinningsvatten från lager med låg halt för behandling i vattenreningsanläggningen.

4.2 Upplag av gråberg

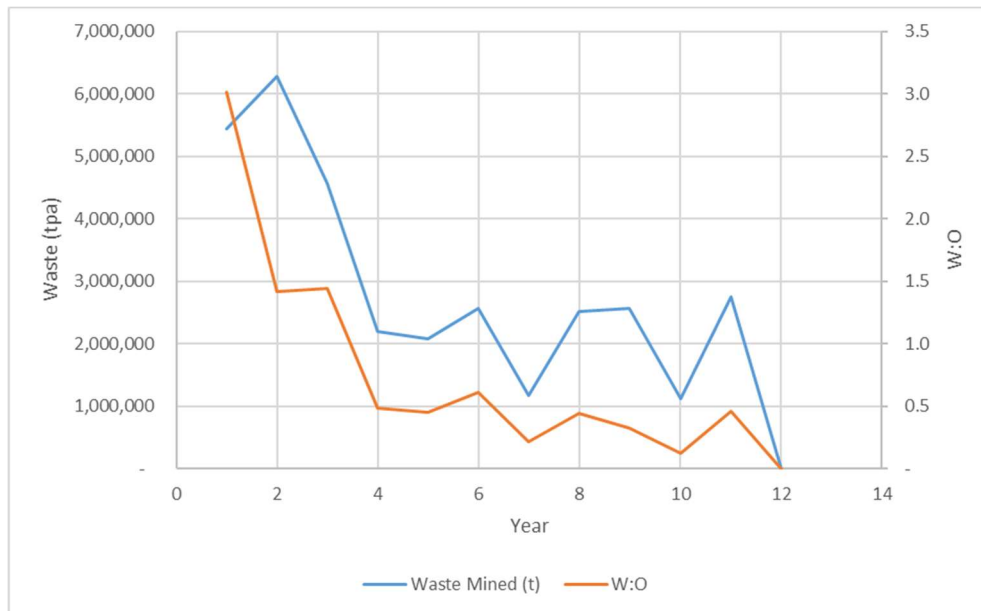
Under år ett och två kommer gråberget huvudsakligen att bestå av kalksten, och förhållandet mellan gråberg och malm (Waste:Ore) kommer att minska stadigt under gruvans livslängd. De första två åren kommer att utgöra 35 procent av den totala mängden gråberg. Fördelningen av gråberg under gruvans livslängd framgår av figur 13. Det mesta sulfidhaltiga materialet bryts som låghaltigt malm för lagring i låghaltiga lager.

Tillräckligt med kalkstensöverskott kommer att lagras separat för att mata syraneutraliseringsstegen i processkretsen.

Kalkstenen kommer att vara starkt syraneutraliserande. Eftersom den bryts tidigt i brytningsplanen kommer den att utgöra basen för avfallsлагren. I takt med att brytningen fortskrider har karakteriseringen visat att avfallsmaterial som inte består av kalksten på större djup blir svagt syrabildande. Detta material kommer både att blandas med syraneutraliserande kalksten och lagras ovanpå kalkstensbaslagret.

Avfallsupplagen kommer att byggas upp med bottentätning och avvägas för att fånga upp och kontrollera flödet av allt avrinningsvatten.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B



Figur 13. Gruvavfall och förhållandet mellan avfall och malm per år

Den långsiktiga planen för hantering av gråberget är att det ska blandas med filtrerade och tvättade processrester och återfyllas i dagbrottet. För att ge tillräckligt med tid att bryta ut tillräckliga utrymme i dagbrottet för att påbörja denna process har ett deponeringsområde som är dimensionerat för att rymma 5 års brytning av gråberg utformats. Åtgärder har vidtagits för att utöka dessa avfallsdeponier om det inte skulle vara möjligt att deponera avfallet i dagbrottet.

4.3 Processrester

Restprodukterna från processen kommer att genereras i tre former:

- Avvattnad filterkaka från kombinerad flotation och tvättad lakvattenrest (anrikningssand).
- Återstoden av järnborttagningen är i form av jarosit.
- Utfällning av kalciumfosfat.

Flotations- och lakrester kommer att genereras som en avvattnad filterkakspasta. Förhållandet mellan strömmarna kommer att vara 60 procent av den fasta massan från flotationen och 40 procent av den fasta massan från filtrerade och tvättade lakrester. Flotationsresterna kommer

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

huvudsakligen att innehålla kvarts och kalцит, och för närvarande pågår testarbete för att bekräfta den neutraliserande potentialen hos denna ström. Lakresterna kommer att ha 96 procent av sulfidmineralerna oxiderade (se Tabell) och avlägsnade. Filtreringsprocessen kommer att omfatta tvättning för att återvinna så mycket fri syra och lösliga metaller som möjligt. Framtida studier kommer att i detalj undersöka den långsiktiga tekniska genomförbarheten och säkerheten för alternativet att deponera pastan i hålrummen i dagbrottet när omtagen är slutförda.

En design har tagits fram för att bygga ett mellanlager för deponering av anrikningssand från år ett till tre av verksamheten. Efter denna tid kommer brytningen av dagbrott del 1 att ha slutförts. Avfallshantering i gruvan kommer endast att påbörjas vid denna tidpunkt om lönsamheten och säkerheten för alternativet har fastställts och godkänts av expertis från tredje part. Tillräckligt utrymme finns kvar söder och öster om den preliminära anläggningen för att förlänga och innesluta alla filterrester från gruvans livslängd om deponering i gruvan inte kan ske på ett säkert sätt.

Järnlakningsrester i form av jarosit kommer att pumpas till en invallad våt lagringsanläggning inom lakrestanläggningen. Avvattnings kommer att ske inom anläggningen genom sedimentering och att överskottsvatten pumpas till en sedimentationsdamm för behandling i vattenreningsverket.

Kalciumfosfatfällningen kommer att innehålla uran och andra metaller i stabil, orörlig form. Denna fällning kommer att filtreras innan den överförs till cellen för vått avfall för lagring.

5 VATTENHANTERING OCH VATTENRENING

5.1 Inledning

En vattenbalans upprättades för att utvärdera in- och utflöden av vatten genom den planerade verksamheten. Syftet med denna balans var att stödja utvecklingen av strategier för vattenhantering inom anläggningen, med målet att säkerställa att tillräcklig kapacitet för vattenavrinning och vattenrening utformas. Vattenhanteringsstrategin syftar till att maximera återvinningen av vatten och på ett sätt som begränsar påverkan på miljön, inklusive utsläpp av vatten i enlighet med gällande miljö kvalitetsnormer.

5.2 Data för vattenbalansmodellen

Vattenmodellen för anläggningen tog hänsyn till följande in- och utdata vid beräkningen av balansen.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

- Tillflöde av grundvatten.
- Nederbörd i form av antingen regn eller snö.
- Krav på processvatten - råvatten och återvunnet vatten.
- Evapotranspiration.

5.2.1 Grundvattenmodell

En grundvattenmodell som utarbetats av Geosyntec Consultants i Sverige för Häggånprojektet har visat att grundvatteninflöde till gruvorna kommer att vara 107 m³/h vid gruvans maximala storlek förutsatt att deponering av avfall i gruvorna inte sker.

5.2.2 Nederbörd

Månadsdata för regn och snö från 1993 till 2023 analyserades och visade på en genomsnittlig nederbörd på 585 mm/år under denna period. Den genomsnittliga månatliga nederbörden regn eller snöfall har sammanfattats i tabell 11 nedan tillsammans med månatliga maxvärden under perioden. Nederbörden har antagits falla som snö från november till mars.

Månad	Nederbörd			Avrinning	
	Genomsnitt mm/månad	Maximalt mm/månad		Genomsnitt mm/månad	Maximalt mm/månad
Jan	40.3	84.7		0.0	0
Februari	22.5	51.5		0.0	0
Mar	26.0	56.9		0.0	0
Apr	27.4	59.9		188.9	293.9
Maj	44.9	99.9		43.5	99.9
Jun	66.9	133.2		64.7	133.2
Jul	81.8	199.8		79.2	199.8
Aug	88.1	198.4		88.1	198.4
Sep	53.6	107.4		51.9	107.4
Okt	49.8	155.6		49.8	155.6
Nov	42.4	126.6		0.0	0
Dec	38.7	92.3		0.0	0
Totalt	561.3	775.5		566.1	775.5
Totalt - snö	401.2	591.9			

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

Tabell 11. Genomsnittlig månadsnederbörd och avrinning 1993 - 2023

Den beräknade avrinningen har beräknats utifrån nederbörds mängderna, med ett antagande om att snötäcket tinar i april och att medeltemperaturen stiger över noll. Detta antagande representerar den stora avrinningsvolym som kommer att uppstå när snön smälter.

5.2.2.1 Stormar

Beräkningen av vattenavrinning och reningskapacitet har genomförts för att ta hänsyn till effekten av stormhändelser.

Rapporten (Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem, Svenskt Vatten, augusti 2001) som visar resultaten av den beräknade regnintensiteten med olika tidsupplösning (5–120 minuter och 6–24 timmar) vid återkomsttider mellan 0,5 och 100 år användes för att förutsäga stormhändelser. De modellerade värdena har sammanfattats i tabell 12.

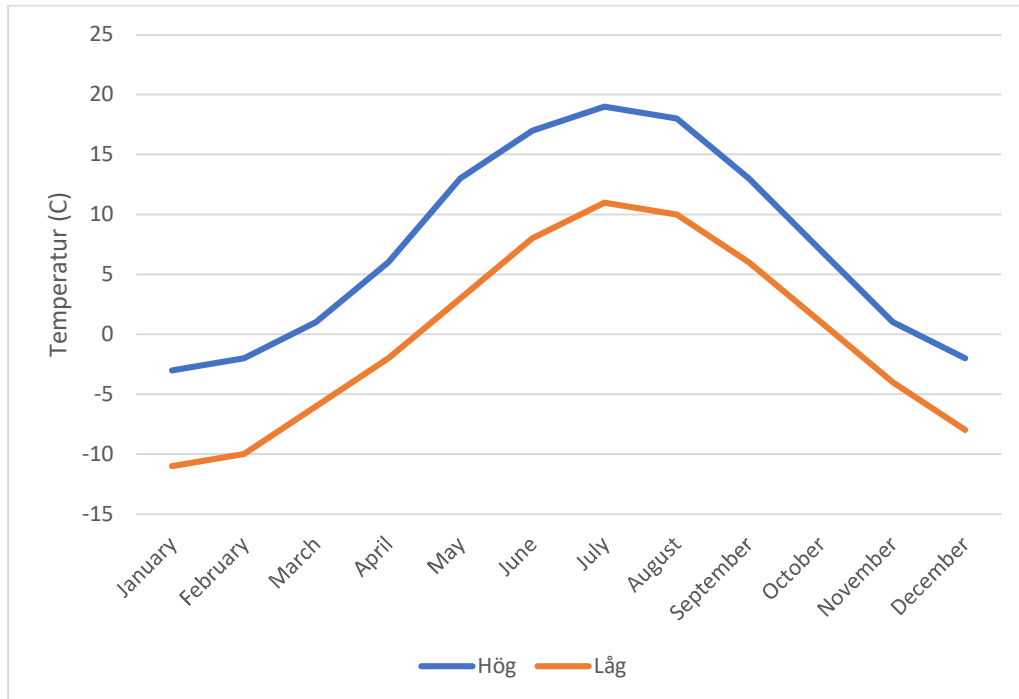
Sannolikhet		Varaktighet		
År	min	15	60	120
20	L/s.ha	227	89.4	53.8
100	L/s.ha	386.8	151.1	90.6

Tabell 12. Stormhändelsevärden som modellerats i vattenbalansen på platsen för att bekräfta tillräcklig avrinningskapacitet.

5.2.3 Temperatur

Den genomsnittliga månadstemperaturen kan ses i figur 14 och tabell 13. Ett konservativt beräknat antagande om att nederbörden faller som snö mellan november och mars har använts för att säkerställa att tillräcklig avrinning fångas upp när man tar hänsyn till snösmältning.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B



Figur 14 - Genomsnittlig hög och låg temperatur för Östersund, Sverige

Månad	Hög	Låg
	C	C
Januari	-3	-11
Februari	-2	-10
Mars	1	-6
April	6	-2
Maj	13	3
Juni	17	8
Juli	19	11
Augusti	18	10
September	13	6
Oktober	7	1
November	1	-4
December	-2	-8

Tabell 13. Genomsnittlig hög och låg temperatur för Östersund, Sverige

5.2.4 Evapotranspiration

Avdunstning och evapotranspiration beräknades för platsen.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

Avdunstningen beräknades baserat på väderdata från Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI), med genomsnittliga resultat som sammanfattas i tabell 14.

Månad	Jan	Februari	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Beräknad avdunstning (mm/månad)	0	0	20	30	50	70	90	90	70	50	30	0

Tabell 14. Beräknad avdunstning per månad

Evapotranspirationshastigheten beräknades utifrån avrinningskoefficienter för olika yt- och vegetationstyper. Koefficienterna för avrinning har sammanfattats i tabell 15.

Markanvändning	Koefficient för avrinning
Tak	0.9
Betong, asfalt, berghällar (branta)	0.8
Grusvägar	0.4
Klipphällar (plana)	0.3
Grus/krossad sten/sandyta	0.2
Parker, skog med berghällar	0.1
Platta skogar, jordbruksmark, ängar	0–0.1
* kortsiktiga dimensionerande regnhändelser, 2–10 års återkomsttid	

Tabell 15. Koefficienter för avrinning

Den justerade ytan för varje område har sammanfattats i tabell 16.

5.2.5 Processkrav

Den hydrometallurgiska processen har utformats för att maximera återvinningen av vatten för att förbättra effektiviteten och hantera föroreningar. Som beskrivs i avsnitt 4.3 omfattar processen

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

utfällning av föroreningar, vilket möjliggör effektivare återvinning av vatten genom progressivt avlägsnande av föroreningar, som sedan lagras i en anläggning för lagring av våta restprodukter.

Processen kommer att kräva tillskottsvatten med en hastighet av 17 m³ /h som hämtas från sedimentationsdammen och/eller dagbrottets avvattning.

5.3 Modell för vattenbalans

Anläggningens vattenbalansmodell utvecklades för att ta hänsyn till hela anläggningsområdet, med vatten som definieras som kontaktvatten eller icke-kontaktvatten baserat på risken för förorening eller föroreningar. Områdena, med mått och justerade för avrinningskoefficienter, har sammanfattats i tabell 16.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

	Längd	Bredd	Djup	Yta m ²	Avrinningskoefficient	Adj Yta m ²	ha
Kontakt vatten							
Öppet dagbrott				335,706	1	335,706	33.57
Anläggningsplats	650	800	0	520,000	0.9	468,000	46.80
Lager med låg halt	500	1050	20	525,000	1	525,000	52.50
Anläggning för lagring av restprodukter	1200	1200	10	1,440,000	1	1,440,000	144.00
Förvaring av avfall	700	1100	20	770,000	1	770,000	77.00
Avvecklingsdamm	300	300	10	90,000	1	90,000	9.00
Totalt				3,680,706		3,628,706	362.87
Beröringsfritt vatten							
Vägar och tillfart				200000	0.40	80,000	
Vegetationsklädd	2500	2500		2,619,294	0.20	523,859	
				2,819,294		603,859	

Tabell 16. Arealytor med justeringar för avrinningskoefficienter

Vattenvolymer från varje område per månad har beräknats baserat på indata från vattenbalansmodellen som beskrivs i avsnitt 6.2 och de justerade ytarealerna. Dessa volymer tar hänsyn till nederbörd i form av snö under vintermånaderna, men förutsätter att snö i aktiva områden, inklusive dagbrottet, sedimentationsdammerna och processanläggningen, omvandlas till vatten omedelbart. Ett antagande har gjorts att snöfall i alla andra områden kommer att ackumuleras och tina under april månad.

Den beräknade vattenvolymer som ska hanteras har sammanfattats i tabell 17 för genomsnittliga nederbördsmängder och Tabell för maximal nederbörd som registrerats mellan 1993 och 2023. Värden beräknade utifrån modellerade tillflöden av grundvatten, nederbörd, avrinningskoefficienter för att modellera evapotranspiration och avdunstning för öppna vattensamlingar (t.ex. sedimentationsdamm).

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

Område	Enhet	Genomsnitt											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Dagbrott	m ³ /h	125	118	119	120	127	138	144	147	132	129	127	124
Process-användning	m ³ /h	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17
Yta processanläggning	m ³ /h	0	0	0	136	30	47	55	62	37	35	0	0
Lager med låg halt	m ³ /h	0	0	0	138	31	47	56	62	38	35	0	0
Anläggning för lagring av restprodukter	m ³ /h	0	0	0	378	84	129	153	170	104	96	0	0
Anläggning för lagring av avfall	m ³ /h	0	0	0	202	45	69	82	91	55	52	0	0
Sedimentationsdamm	m ³ /h	5	3	3	3	5	8	10	11	7	6	5	5
Totalt		113	104	105	960	306	422	483	526	356	336	115	112

Tabell 17. Genomsnittligt kontaktvattenflöde inklusive nederbörd, avdunstning, grundvatten och processflöden.

Område	Enhet	Maximum											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Dagbrott	m ³ /h	145	133	133	135	152	169	197	197	157	177	166	149
Process-användning	m ³ /h	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17
Yta processanläggning	m ³ /h	0	0	0	212	70	96	140	139	78	109	0	0
Lager med låg halt	m ³ /h	0	0	0	214	70	97	141	140	78	110	0	0
Anläggning för lagring av restprodukter	m ³ /h	0	0	0	588	193	266	387	384	215	301	0	0
Anläggning för lagring av avfall	m ³ /h	0	0	0	314	103	142	207	205	115	161	0	0
Sedimentationsdamm	m ³ /h	10	7	7	7	12	17	24	24	13	19	16	11
Totalt		138	123	123	1454	584	771	1078	1072	639	860	165	143

Tabell 18. Maximalt kontaktvattenflöde inklusive nederbörd, avdunstning, grundvatten och processflöden

Resultaten av modelleringen visade att det genomsnittliga flödet av kontaktvatten skulle vara högst i april under snösmältningen, med en hastighet på 960 m³/h. Detta ökar till 1 453 m³/h om den maximala nederbördsmängden mellan 1993 och 2023 tillämpas.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

5.3.1 Stormhändelser

Potentialen för ytterligare vatteninflöde från större regnhändelser har införlivats i designen. Baserat på stormhändelser 1 på 20 år och 1 på 100 år, enligt tabell 11, har det potentiella ytterligare vatteninflödet sammanfattats i tabell 19.

Sannolikhet		Varaktighet		
År	min	15	60	120
20	L/s,ha	227	89.4	53.8
100	L/s,ha	386.8	151.1	90.6
20	m ³	74,134	116,786	140,562
100	m ³	126,323	197,387	236,708

Tabell 19. Volym vatten från stormhändelser

Tabell 19 visar att vid en händelse som inträffar 1 gång på 100 år och varar i 2 timmar skulle ytterligare 236 708 m³ vatten behöva lagras.

5.3.2 Kapacitet för sedimentationsdamm

Den maximala kapaciteten för sedimentationsdammen som den sista uppsamlingspunkten för potentiellt kontaktvatten beräknades baserat på det maximala månatliga vatteninflödet plus ett 2-timmarsregn med en frekvens på 1:100 år.

Ett antagande om en sedimentationsdamm med måtten 300m x 300m x 10m djup gjordes. Dagarna med lagringskapacitet för denna storlek på damm har sammanfattats i tabell 20.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

		Jan	Februari	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Förvaring	Dagar - genomsnitt	332	360	358	39	123	89	78	71	105	112	326	334
	Dagar - Max	271	306	306	26	64	49	35	35	59	44	227	263

Tabell 20. Beräknade dagar för lagring av vatten i avrinningsområdet baserat på 300 m x 300 m x 10 m sedimentationsdamm.

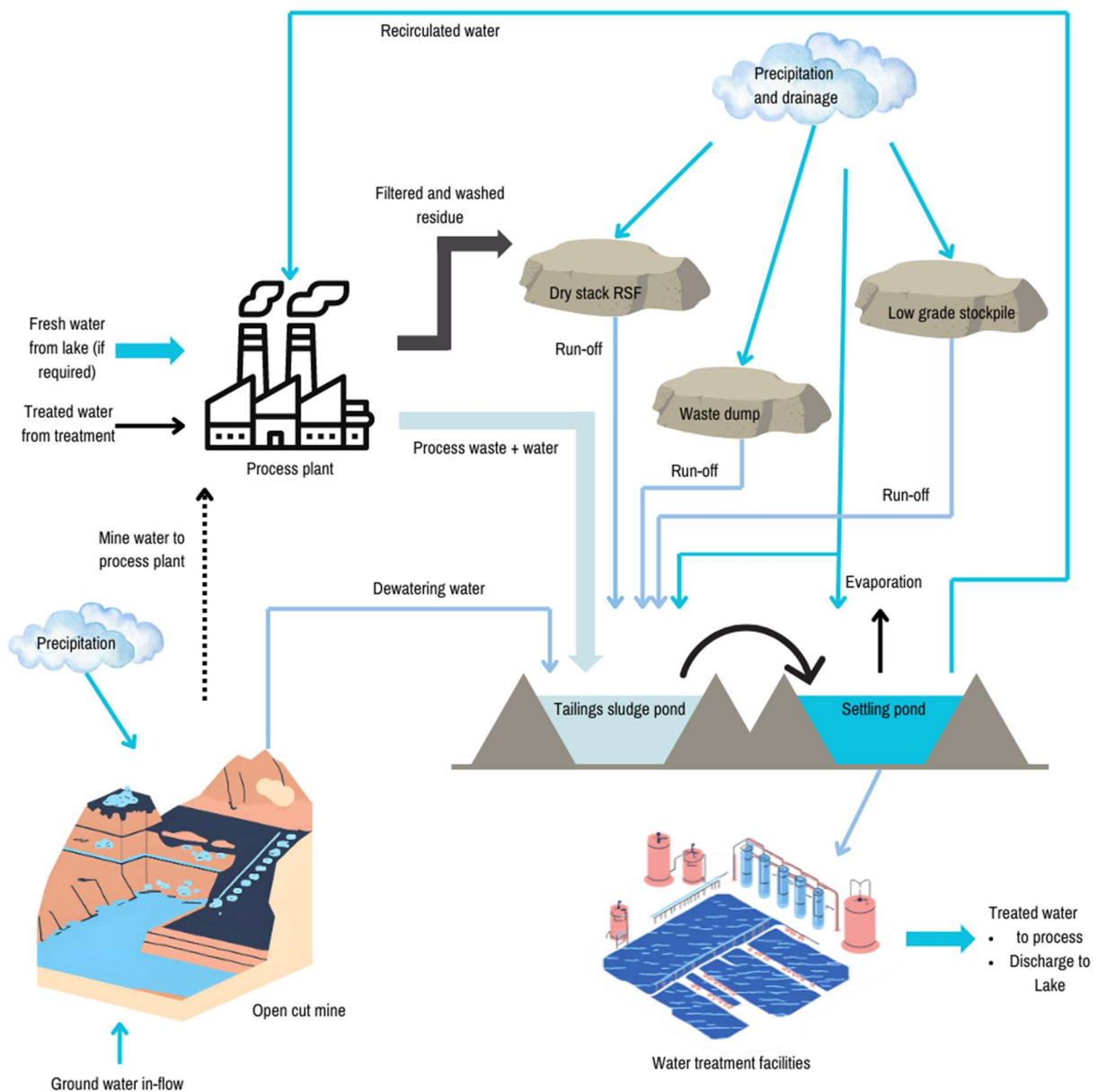
Tabell 20 visar att det vid maximal nederbörd och med hänsyn tagen till snösmältning skulle finnas kapacitet för 239 dagars lagring av kontaktvatten utan någon vattenbehandling. Vattenreningskapaciteten kommer att utformas på ett sätt som begränsar påverkan på miljön, inklusive att utsläpp av vatten kommer att ske i enlighet med tillämpliga miljökvalitetsnormer.

Om man räknar med ett 2-timmarsregn 1:100 år skulle lagringskapaciteten vid maximal nederbörd minska till 26 dagar.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

5.4 Hantering och behandling av vattenflöden

Vattenflödet runt projektområdet har sammanfattats i figur 15.



Figur 15. Hantering av vattenflöden på anläggningen

Medel- och maxflödena i vattenbalansen har sammanfattats i tabell 21.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

Område	Genomsnitt m /h ³	Maximalt m /h ³
Öppet dagbrott	129	159
Användning av processanläggning	-17	-17
Avrinning från processanläggning		
Lager med låg halt	34	71
Anläggning för lagring av restprodukter	93	195
Anläggning för lagring av avfall	50	104
Bosättningsdamm	6	14
Totalt	328	596

Tabell 21. Genomsnittligt och maximalt kontaktvattenflöde per område

Gruvvatten, inklusive både tillrinnande grundvatten och nederbörd, kommer att pumpas till processanläggningen för att tillhandahålla processvatten. Under normal drift förväntas processbehovet vara ~ 17 m³/h. Allt överskottsvatten från gruvhålet (~88 m³/h) kommer att pumpas direkt till cellen för vått avfall, med bräddning från denna damm till sedimentationsdammen för dagvatten för behandling. Avrinningsvatten och läckage från upplagsområdet, deponin för gråberg och anläggningsområdet samt eventuellt överflöde från deponin för anrikningssand i händelse av storm kommer att rinna till sedimentationsdammen som är avsedd för vattenlagring/uppsamling på anläggningsplanen.

Vattenbalansen visar att under genomsnittliga nederbördsförhållanden kommer anläggningen att generera behandling av 328 m³/h överskottsvatten, vilket stiger till 596 m³/h under maximala nederbördsförhållanden. Överskottsvattnet kommer att behandlas till lämpliga nivåer som är säkra för utsläpp enligt beskrivningen i avsnitt 7.4.1. Studier av optimala utsläppsplatser pågår, med preliminära planer på att släppa ut vattnet till sjön Storsjön via en rörledning.

Vatten från sedimentationsdammen och vattenreningsanläggningen kommer att återcirkuleras till processanläggningen för återanvändning. Överskottsvatten kommer att behandlas enligt beskrivningen i avsnitt 6.1.1 för säkert utsläpp till miljön, enligt beskrivningen i avsnitt 6.1.1.

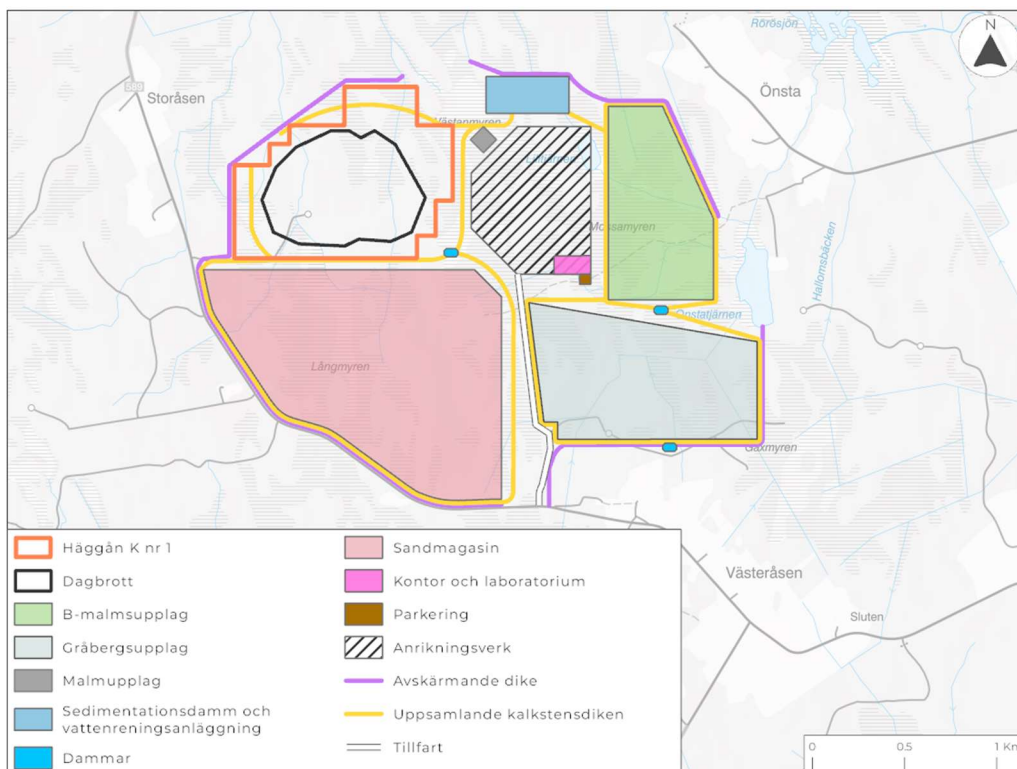
Diken och dräneringar som visas i figur 18 som rinner till sedimentationsdammen kommer att fodras med krossad kalksten för att neutralisera allt regnvatten och snösmältningsvatten som kan

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

ha blivit surt på grund av att det kommit i kontakt med oxiderade sulfidsubstanser. Där gravitationsflödet leder bort avrinningsvattnet från dagvattendammen kommer uppsamlade dammar att anläggas och vattnet pumpas till dagvattendammen för rening.

Den preliminära utformningen av dränerings- och uppsamlingsdammar visas i figur 16. Den visar att processanläggningen, upplaget för låghaltigt material, avfallsdeponierna och lagringsanläggningarna för restprodukter ska omges av kalkstensbeklädda diken som leder avrinningen till vattenlagringsanläggningarna. Nya dammar kommer att läggas till där gravitationsflödet leder bort vattnet från dagvattendammen, och vattnet som samlas upp i dessa dammar pumpas till dagvattendammen.

Botten på det låghaltiga mellanlagret för malm, avfallsdeponierna och lagringsanläggningarna för restprodukter kommer att vara konturerade för att leda avrinningsvattnet till större avlopp. Projektområdet kommer att omges av avskärande diken för att fånga upp tillrinnande vatten från omgivningen som inte kontaminerats av avfallen och leda det till sedimentationsdammar.



Figur 16. Konceptuell utformning av dikessystem med avskärande- och uppsamlade diken samt uppsamlings- och pumpbassänger.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

5.4.1 Vattenreningsverk

Vattenreningsanläggningen kommer att utformas för att behandla dag- och regnvatten från anläggningsområdena, tillsammans med överskottsvatten från processen till lämpliga nivåer som är säkra för utsläpp från anläggningen.

Vatten från dagvattendammen kommer att pumpas till en matartank i vattenreningsverket där pH-värdet mäts. Vattnet kommer att behandlas i ett särskilt vattenreningsverk med en kapacitet på ca 350 m³ /timme, baserat på genomsnittliga nederbörds mängder och med hänsyn tagen till perioder med nederbörd över genomsnittet. Behandlingen kommer att ske med en kombination av neutralisering och sedimentation, jonbyte och polering med omvänd osmos om så krävs. Dessa processer syftar till att avlägsna metaller i lakvatten och restkemikalier från behandlingen.

Vattnet kommer att behandlas till nivåer som säkerställer att möjligheten att uppfylla miljö kvalitetsnormerna i recipienten inte äventyras. Vattnet kommer att släppas ut i miljön på ett säkert sätt eller återförs till processen. Sediment/slam från vattenbehandlingen kommer att samlas upp rutinmässigt och bortskaffas på ett säkert sätt i slamdamm, liksom eventuell saltlösning från omvänd osmos.

6 UTSLÄPP

6.1 Buller och vibrationer

Den planerade gruvverksamheten kommer att ge upphov till buller och vibrationer. Minimalt buller förväntas uppstå under sprängning, tippning, lastning, krossning och transport. På samma sätt kommer vibrationer till följd av sprängning i dagbrottet att minimeras och övervakas för att mildra eventuella effekter.

Påverkan, effekter och konsekvenser av buller och vibrationer från den planerade verksamheten inom koncessionsområdet kommer att beskrivas översiktligt i den miljökonsekvensbeskrivning som bifogas ansökan om bearbetningskoncession. Verksamheten kommer att ha minimal påverkan på omgivningen med tanke på att området med implementering av en naturzon runt verksamheten och kontinuerlig bullerövervakning för att minimera eventuella bullrande aktiviteter. Omfattningen av påverkan och vilka åtgärder som kan vidtas för att minimera påverkan beror bland annat på verksamhetens utformning, vilken inte är helt känd i dagläget. Sammanfattningsvis kommer således detaljerade buller- och vibrationsutredningar att genomföras i ett senare skede inför en framtida ansökan om tillstånd enligt miljöbalken.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

6.2 Luft

Den planerade verksamheten inom koncessionsområdet har potential att ge upphov till utsläpp till luft främst i form av stoft, växthusgaser och spränggaser. De direkta källorna till utsläpp till luft förväntas utgöras av sprängningsarbeten i dagbrottet, krossanläggningen, hantering av gråberg och anrikningssand samt arbetsfordon i området.

Damm från gruvverksamheten kommer att kontrolleras genom användning av gruvvatten på alla tillträdesvägar till gruvan och inom anläggningens krossområde genom användning av ett dammuppsamlingssystem för att mildra eventuell negativ påverkan på miljön och störningar för närboende. Detta undersöks inom ramen för en miljöbedömning och andra projektstudier, men kommer att omfatta system och processer med bästa praxis i världen som en del av den operativa planen. I en framtida gruvverksamhet kommer det att installeras stoftavskiljare och filter på lämpliga platser vid krossverk och anrikningsverk för att minimera och kontrollera utsläpp av stoft och damm. Spridningen av damm till omgivningen kan också minimeras genom bevattnings av transportvägar och upplag eller tätning av ytor (t.ex. genom asfaltering).

Vid sprängning bildas nitrösa gaser (NO_x), men när man använder de moderna sprängämnen som finns tillgängliga i dag, sker ingen påverkan från nitrösa gaser i dagbrottet.

7 MATERIALTRANSPORT

Materialet som ska transporteras till och från platsen kategoriseras i reagenser och produkter. Reagenser består av natriumhydroxid, natriumkarbonat, Fe-pulver, kalkhydrat, vattenfri ammoniak, magnesiumoxid, fosforsyra, organiskt extraktionsmedel, tributylfosfat, spädningsmedel, flottörreagenser (t.ex. uppsamlare, skumbildare, flockningsmedel) och vattenreningskemikalier. Produkterna är vanadinpentoxid och kaliumsulfat (vanligen kallat kaliumsulfat eller SOP).

Allt material förutsätts transporteras med antingen en standardlastbil med 20 tons nyttolast eller en dubbeltandemlastbil med 40 tons nyttolast, eller på järnväg med 60 tons nyttolast per vagn. Daglig förbrukning/produktion av reagenser och produkter som behöver transporteras in/ut och deras frekvens visas i tabell 22.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

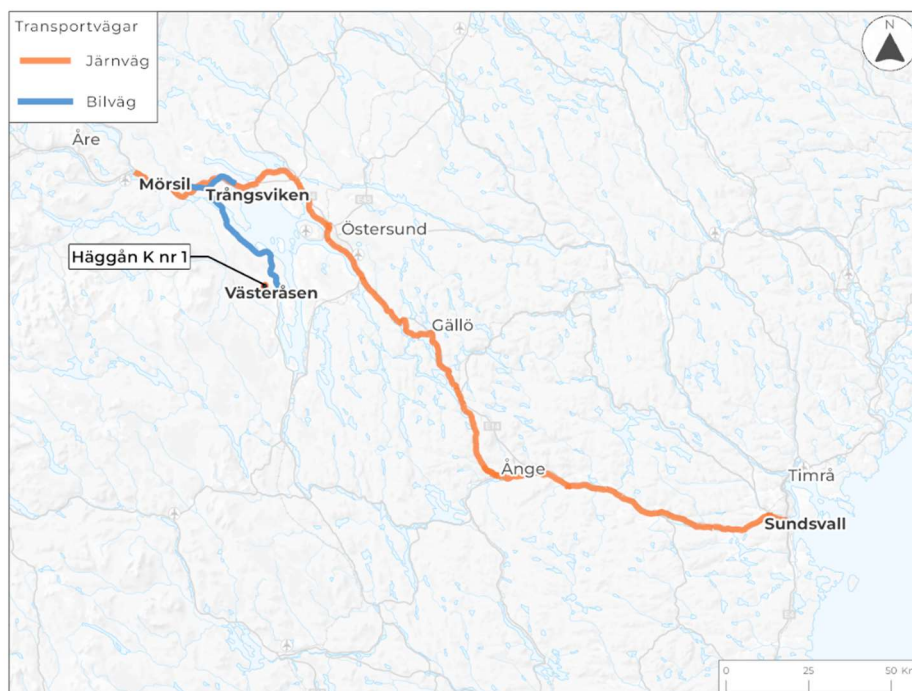
	ton/dag	Lastbilar/dag	Vagnar/dag
Reagenser	1,350	36	23
Produkter	275	8	5
Totalt	1,600	44	28

Tabell 22. Daglig mängd och transportfrekvens

8 LOGISTIKPLAN

Logistikplanen beskriver de alternativ som finns tillgängliga för att hantera de logistiska utmaningarna när det gäller transport av bulkvaror under driften av anläggningen.

Logistikvägen omfattar ett järnvägs- och tre vägalternativ från Sundsvalls hamn till fabriksområdet, vilket visas i figur 17 samt 18.



Figur 17. Transportalternativ A via tåg till Trångsviken eller Mörsil samt bilväg därifrån till Västeråsen.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

Järnvägsalternativ A: Mittbanan enkelspårig järnväg som passerar genom Sundsvall-Östersund-Storlien och fortsätter till Trondheim. De järnvägsstationer som ligger närmast anläggningen är Mörsil och Trångsviken.

Transport från järnvägsstationerna Mörsil eller Trångsviken till anläggningen (med ungefärliga avstånd på 60 respektive 53 kilometer) kan ske via vägarna E14 och 321.

Alternativt kan man överväga att bygga en ny väg eller ett nytt järnvägsspår från de närmaste järnvägsstationerna till anläggningen. Förlängning av järnvägsspåret till platsen har fördelen att det eliminerar behovet av att bygga ytterligare lossnings- och lastningsanläggningar (från vagnar till lastbilar) i anslutning till järnvägsstationen.

Vägalternativ B: via vägarna 320, E14 & E45 med en total sträcka på 218 kilometer.

Vägalternativ C: via vägarna E14, E45 & Sannsundsbron med en total sträcka på 205 kilometer.

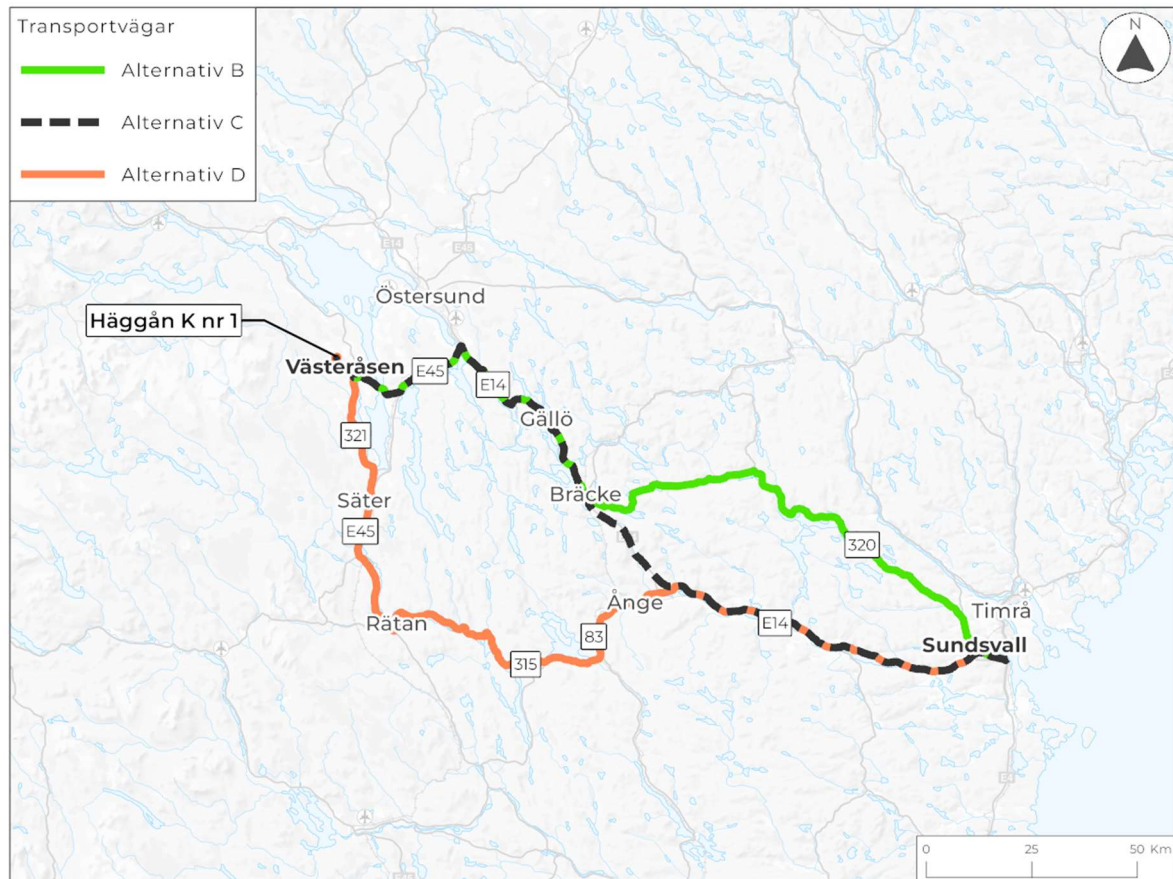
Vägalternativ D: via vägarna E14, 83, 315, E45 & 321 med en total sträcka på 242 kilometer.

Vägarna E45, 315 & 83 är klassificerade BK1 med en högsta tillåten bruttovikt på 64 ton. Vägarna E14, 320, 321 är klassificerade BK4 med en högsta tillåten bruttovikt på 74 ton.

Bruttovikten för både standardlastbilar och dubbeltandemlastbilar är lägre än kraven för tillåten bruttovikt enligt BK1 och BK4.

Vägalternativen kan därför främst användas som ett alternativ för mindre frekventa eller tillfälliga transporter.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B



Figur 18. Transportalternativ B, C och D via bilväg från Sundsvall till Västerås.

9 VISUELL PÅVERKAN

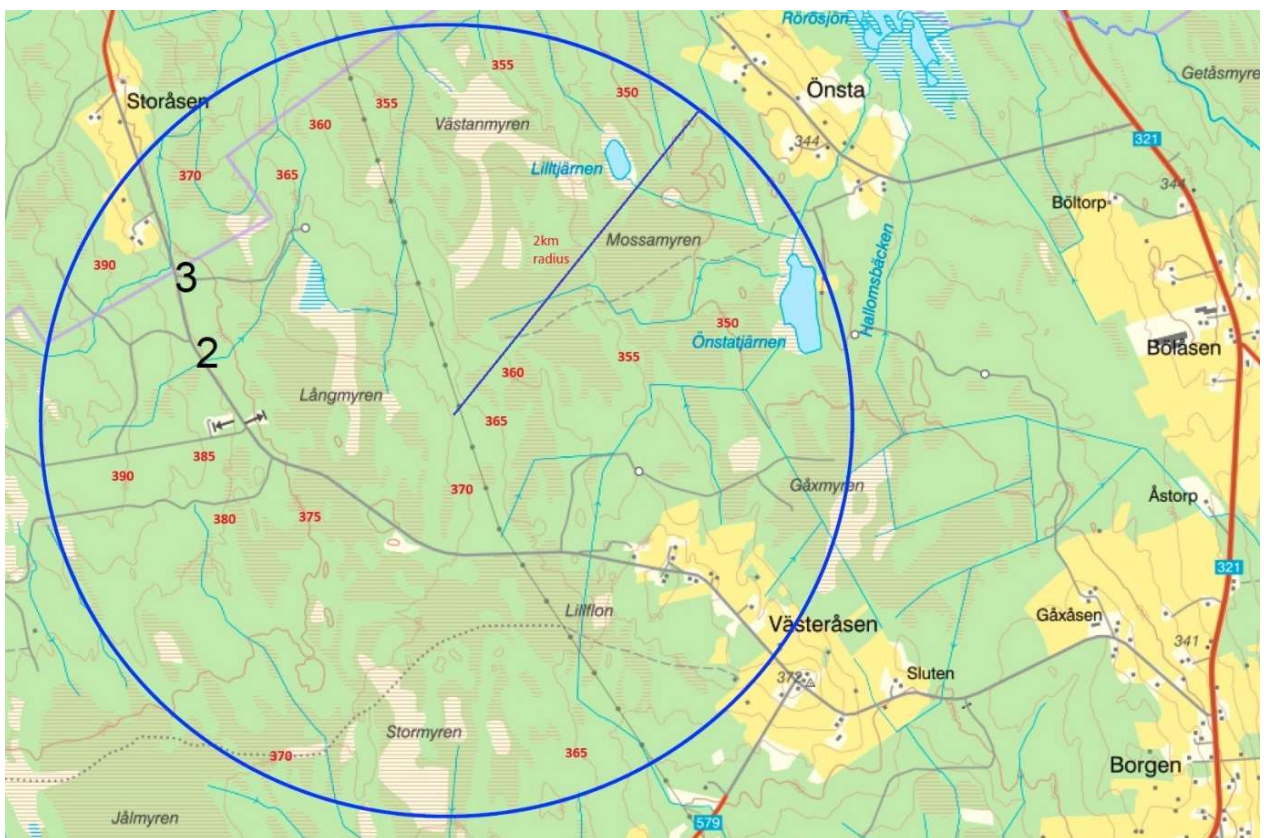
Platsen är belägen i en ganska platt terräng med en höjd av 360 till 370 meter. Höjdgradienten för de omgivande områdena inom en siktlinje på 2 kilometer är mindre än 15 meter per kilometer. Konturlinjer och höjder är markerade på kartan över anläggningsområdet i figur 19.

Upplag, avfallsdeponier och de flesta anläggningsstrukturer är avsedda att vara upp till 20 meter höga och förväntas inte vara synliga från avstånd på mer än två kilometer (särskilt från områden med högre trafik, till exempel väg 321) på grund av naturliga markegenskaper. Det finns dock några flervåningsbyggnader och strukturer som är upp till 20 meter höga eller mer som delvis kan vara synliga. Den högsta strukturen är skorstenen för pannan i svavelförbränningsenheten som uppskattas vara 40 meter hög och dess skorsten kommer sannolikt att vara synlig från avstånd på mer än 2 kilometer, särskilt i östlig riktning. Strukturen kan ligga inom den minsta sektorhöjden

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

för flygplan (MSA-område) för den berörda flygplatsen. Om förvaringen ligger inom MSA-området kommer frågan att hanteras i samråd med berörd flygplats.

Processanläggningen och byggnaderna har placerats mellan det låghaltiga mellanlagret för malm och deponier för gråberg och anrikningssand för att skärma av linjerna från öster och väster. Vegetation kommer att planteras längs med upplag och deponier för att ytterligare skärma av synligheten utanför projektområdet.



Figur 19. Landkonturlinjer och höjder.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

10 KONCEPTUELL EFTERBEHANDLING

10.1 Utvinningsavfall

I den planerade verksamheten kommer olika typer av utvinningsavfall att uppstå. Vid brytning i dagbrott losshålls ofyndigt berg för att möjliggöra brytning av malm. Detta ofyndiga berg, kallat gråberg, deponeras på en för ändamålet avsedd yta i anslutning till dagbrottet.

Marginalmalm, dvs. låghaltig malm som är på gränsen för att kallas malm och som är oekonomiskt att anrika under tidiga skeden lagras separat på en motsvarande iordningsställd yta som gråberget. Gråberget bedöms vara potentiellt syrabildande och med förhöjda halter av element relativt svensk bakgrundshalt och bedöms således inte vara inert.

I samband med anrikningsprocessen uppkommer en lakrest som benämns anrikningssand. Denna anrikningssand bedöms som enskilt utvinningsavfall vara inert avseende syrabildande förmåga liksom inte innehålla element i högre halter än svensk bakgrundshalt.

I anrikningsprocessen uppkommer även två olika fällningsprodukter från rening av processvatten, dels ett järnhydroxidsulfat (jarosit), dels en järnkarbonat (siderit). Dessa slam bedöms inte vara potentiellt syrabildande men kan innehålla element i förhöjda halter relativt svensk bakgrundshalt. En bedömning avseende klassificering har inte utförts eftersom dessa avfall ännu inte har kunnat produceras och bedömas.

En preliminär bedömning baserat på malmens innehåll är att de inte kommer att klassificeras som farligt avfall med avseende på halter. Dessa järnhaltiga utvinningsavfall kommer att mellanlagras i celler med tät botten inom området för lakrestlagring. I samband med deponering av lakrest och gråberg i dagbrottet kommer de att blandas in innan återförande. Ytterligare ett utvinningsavfall kommer att uppkomma i samband med anrikningen och detta är en uranrik fällning där uran fastläggs i kalciumfosfat. Denna blandas med anrikningssanden/lakrest innan mellanlagring på iordningsställd yta. Fastläggningen i ett kalciumfosfat medför att utlakningen av uran bedöms vara mycket begränsad medan däremot uranhalten (som totalhalt) påtagligt kommer att öka i anrikningssanden/lakresten, teoretiskt till ca 300–350 mg/kg TS (torrsubstans). Inblandningen

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

medför att lakresten fortsatt kommer att vara inert med avseende på syrabildande egenskaper och inte heller erhålla farliga egenskaper avseende dess totalhalt.

10.2 Bedömning avseende utvinningsavfallsanläggningar

De utvinningsavfallsanläggningar som planeras är mellanlager för anrikningssand/lakrest samt inom detta en mindre deponi för de två järnrika fällningsprodukterna (jarosit och siderit). Uranprodukten från anrikningen kommer att blandas med den avvattnade lakresten. Avvattnad lakrest kommer att vara tvättad (för att maximera utvinningen av vanadin) samt neutraliserad (med kalksten) då den deponeras på den iordningsställda ytan. Ytan kommer att utformas med en tät botten och med neutraliserande kalksten i dess omgivande vallar. Utvinningsavfallsanläggningen (för lakrest och uranfällning samt de två järnrika fällningsprodukterna) kommer att byggas ut successivt i celler och den totala kapaciteten är bedömd att motsvara fem års produktion.

I samband med att en ansökan om tillstånd enligt miljöbalken lämnas in till mark- och miljödomstolen avseende den planerade gruvverksamheten ska en avfallshanteringsplan tas fram och lämnas in tillsammans med den ansökan. I den planen kommer bland annat behandlas om utvinningsavfallsanläggningarna utgör riskanläggningar i enlighet med förordningen (2013:319) om utvinningsavfall (utvinningsavfallsförordningen).

För förevarande ansökan om bearbetningskoncession finns inget krav om att ta fram en fullständig avfallshanteringsplan. Att ta fram en fullständig avfallshanteringsplan är inte heller möjligt i detta skede givet att verksamhetens utformning inte är projekterad i detalj. En konceptuell bedömning av om utvinningsanläggningarna utgör riskanläggningar har emellertid utförts utifrån de riktlinjer som beskrivs i 10 § utvinningsavfallsförordningen. Där framgår att med riskanläggning avses en utvinningsavfallsanläggning:

- 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 fara för miljö och människors hälsa,
- 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

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

- 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.

Eftersom den planerade utvinningsavfallsanläggningen (torr celldeponi för anrikningssand (flotationsavfall samt lakrest) samt cell för de två järnrika fällningsprodukterna och ett gråbergsupplag) i huvudsak kommer att innehålla avvattnat avfall och en mindre andel vått avfall bedöms inte (i enlighet med 44 §) att en brist avseende anläggningens strukturella integritet eller drift skulle kunna medföra en icke försumbar sannolikhet för dödsfall, en allvarlig fara för människors hälsa eller en allvarlig fara för miljön.

Risken för dödsfall, allvarlig fara för människors hälsa eller miljön bedöms vara försumbar eftersom inga andra personer än de som sköter driften av anläggningen (och som har adekvat utbildning liksom eventuell skyddsutrustning) kan anses vara närvarande varaktigt eller inom det område som bedöms kunna påverkas av bristen (46 §).

Ett eventuellt brott på celldeponi för lakrest bedöms enbart kunna leda till mindre omfördelning av lagrad lakrest och för gråbergsupplaget mindre sättningar och skred eftersom dessa upplag kommer att vara omättade. Efter avslutad verksamhet bedöms att utvinningsavfallet är återfyllt i dagbrottet och någon kvarstående risk i upplag eller deponi finns således inte. I det fall en mindre andel finns kvar ovan jord är anläggningarna utformade på ett sådant sätt att de kan efterbehandlas på ett säkert sätt genom kvalificerad täckning och lakvattenuppsamling. Bedömningen har utförts med hjälp av 45 § utvinningsavfallsförordningen där en omedelbar påverkan från en brist i anläggningens strukturella integritet skulle leda till ett försumbart (om något) utsläpp från anläggningen (eftersom det avvattnats).

Eftersom utvinningsavfallet är avvattnat kan inget större utsläpp ske av föroreningar i vattenfas. Ett system för uppsamling av lakvatten kommer att finnas och regelbunden kontroll och rondering kommer att säkerställa dess funktion varför utsläpp av föroreningar till följd av dåligt utformade skyddsåtgärder inte anses sannolika under kortare eller längre period. Anläggningens drifttid förutses vara ca 17 år varefter den kommer att vara avvecklad och där dess utbredning/mängd är som störst år fem av verksamhetens drift.

Karakterisering visar att gråberget är att klassificera som potentiellt syrabildande avfall med förhöjda elementhalter relativt svensk bakgrundshalt men att de inte når upp till de nivåer som krävs för att få farliga egenskaper. Det kinetiska försök som utförts på samlingsprov av gråberget visar att det har en begränsad lakbarhet. Anrikningssanden (flotationsavfall och lakrest) de

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

bildade slammen från fällning är bedömd som inert avseende syrabildande egenskaper men med förhöjda halter uran relativt svensk bakgrund. Detta uran är dock fastlagt i stabil förening och bedöms ha en begränsad lakbarhet. Utifrån en bedömning av reaktiviteten utgör deponierna, varken för gråberg eller anrikningssand, en riskanläggning. Detta leder till att eftersom den potentiella spridningen vid en brist i anläggningen enbart leder till mindre omfördelning som kan återställas med små saneringsinsatser bedöms inte 48–50 §§ utvinningsavfallsförordningen vara relevanta. Människor kommer inte att regelbundet att uppehålla sig inom området och släntlutningar kommer att ges en långtidsstabil utformning i det kommande detaljerade designskedet.

Gråberget utgör, som visas i karakteriseringsrapporten, inte ett farligt avfall avseende på halter. Anrikningssand med inblandad uranfällning utgör inte heller ett farligt avfall eftersom inblandningen av uranfällning utgör <5 vikt-% av den totala mängden (51 §).

Avseende anrikningssand och uranfällning återstår de preliminära bedömningarna att verifiera när karakterisering har slutförts.

I den preliminära layout som nu finns framtagna över ianspråktaget område har utvinningsavfallsanläggningarna lagts så nära dagbrottet som möjligt för att minimera transportavståndet samt den av verksamheten ianspråkta ytan.

10.3 Planerade anläggningsdelar inom verksamheten

De olika objekt som utgör verksamheten innefattar:

- Dagbrott
- Anrikningsverk med tillhörande utrustning
- Upplag för B-malm
- Torr celldeponi för utvinningsavfall från anrikning (flotationsavfall och lakrest)
- Våta celler för slam
- Gråbergsdeponi
- Övrig infrastruktur i form av
 - Mindre byggnader som förråd och andra ekonomibygnader

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

- Vägar
- Diken
- Bassänger
- Vattenreningsanläggning

10.4 Om efterbehandlingen

Ett koncept för efterbehandling har arbetats fram för den planerade verksamheten. Konceptet bygger på att framtida påverkan från den avslutade verksamheten ska vara så låg som möjligt och uppfylla gällande miljökrav samt vara möjlig att utveckla för att uppfylla framtida krav. Eftersom verksamheten inte är detaljprojekterad bygger efterbehandlingsplanen på beskrivande åtgärder snarare än detaljerade kravställningar. De föreslagna efterbehandlingsåtgärderna är jämförda med de BAT-principer som finns redovisade (MWEI BREF 2018).

Utvinningssavfallsanläggningarna planeras att tömmas innan avslutad verksamhet, detta genom återfyllning i hålighet (dagbrott). Dagbrottet kommer att vattenfyllas vilket förhindrar fortsatt vittring av potentiellt syrabildande gråberg, samdeponering med neutraliserad lakrest samt kalksten kommer att säkerställa neutrala, buffrande förhållanden. Dagbrottet avses täckas med kvalificerad täckning. Utformningen av utvinningssavfallsanläggningarna kommer att göras så att vid eventuellt kvarvarande utvinningssavfall (den dag då dagbrottet är fullt alternativt återfyllning inte bedöms som lämpligt) ska det kunna efterbehandlas genom kvalificerad täckning. Detta bedöms uppfylla BAT-princip 11.

Innan anläggande av utvinningssavfallsanläggningarna kommer geotekniska undersökningar att utföras vars syfte är att ge information om hur anläggningarna ska utformas (BAT-princip 13). Lämpligheten i att använda moränlera och kalksten för konstruktionsändamålet kommer att undersökas vilket uppfyller BAT-princip 14.

BAT-princip 15 avseende a och b vilka berör vattenhållande dam, vilket är aktuellt för de våta avfallen, kommer att följas. För den täta undergrunden kommer aspekter i BAT-princip 16 f att följas. Gråbergssupplaget kommer att designas baserat på BAT-princip 17 a eller b samt BAT 22

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

b. De uppbyggda utvinningsavfallsdeponierna kommer att övervakas i enlighet med BAT 23 och 24 i tillämpliga delar (baserat på en då utförd riskanalys).

Anrikningssanden (flotationsavfall och lakrest) kommer att avvattnas och deponeras i celler för mellanlagring där den kompakteras. Detta är i enlighet med BAT-princip 29 b. Efter femte året kommer utvinningsavfall att börja placeras i dagbrottet vilket även det är i överensstämmelse med BAT-princip 29 b. Återfyllning kommer att ske med både anrikningssand och gråberg vilket är enligt BAT-princip 29 e. För uppsamling och hantering av lakvatten kommer man att ha uppsamlade diken och ett infört system för hantering av detta (samt ett vattenreningsverk). Detta är i enlighet med BAT-princip 31 a. Vid återfyllning av dagbrottet kommer kalksten att blandas med gråberg och anrikningssand för att säkerställa nettobuffrande egenskaper. Detta är i enlighet med BAT-princip 31 d. I det fall en mindre mängd utvinningsavfall inte kan återfyllas i dagbrottet kommer den kvalificerade täckningen att utformas i enlighet med BAT-princip 38 e och detsamma kommer att gälla täckningen över ett återfyllt dagbrott i det fall den framtida grundvattenytan inte överlagrar nivån för det återfyllda avfallet. För att minimera påverkan på grundvatten kommer bottenstrukturen (samt lakvattenuppsamling) för anrikningssanddeponin att utformas enligt BAT-princip 35 a alternativt b beroende på de egenskaper som framtida undersökningar kommer fram till avseende den lokala moränleran.

Uppsamlade diken kommer att uppfylla BAT-princip 35 c. Efter avslutad verksamhet och genomförd efterbehandling liksom under den aktiva driften kommer utsläppen från verksamheten att följas upp. Denna utformas för att uppfylla BAT-princip 40 och framför allt a. För att minimera ytvattenpåverkan avses så mycket vatten som möjligt återanvändas i processen samtidigt som opåverkat vatten skall avledas kring verksamheten vilket uppfyller BAT-princip 42 a och b. För vattenrening kommer troligen en kemisk rening att användas vilket uppfyller BAT-princip 46 f och/eller en jonbytes metodik, 46 j. Specifik reningsmetod eller metoder återstår dock att besluta om efter utförda tester.

Renat lakvatten kommer att vara neutraliserat innan utsläpp, dels genom utformningen av utvinningsavfallsdeponierna med kalksten i omgivande vallar kring celldeponi för lakrest, inblandning av kalksten i lakrest samt genom ett lager kalksten under gråbergsdeponi och genom att kalkstenslina uppsamlade diken, och dels genom den aktiva reningen av uppsamlat lakvatten. Detta uppfyller BAT 47 a och b. För att övervaka och kontrollera utsläpp till ytvatten kommer en riskbaserad utredning att resultera i ett kontrollprogram anpassat till verksamheten.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

Detta uppfyller BAT-princip 48. För att förhindra damning, främst under driftskedet, (om detta är aktuellt från de planerade avfallstyperna) kan vattenbegjutning med vattenkanoner, påförande av lignin eller annan allmänt accepterad metodik komma att användas vilket uppfyller BAT-princip 49 a och b. I det fall utvinningsavfall kvarstår efter avslutad verksamhet kommer damning att förhindras genom kvalificerad täckning, BAT-princip 49 h.

För att minska luftföroreningar har de olika deponierna placerats så nära varandra som är praktiskt genomförbart för att minska mängden transporter. (BAT-princip 50 b). En riskanalys kommer att leda fram till ett relevant kontrollprogram avseende utsläpp till luft på samma sätt som för grundvatten och ytvatten (BAT-princip 52 a).

En framtida bullerutredning kommer att leda fram till om buller behöver begränsas från verksamheten och i så fall i vilka riktningar och hur. Detta leder till att BAT-princip 53 kan uppfyllas. Det ligger i bolagets egenintresse att minimera energiförbrukning, vattenförbrukning samt förbrukning av insatsvaror varför BAT-princip 56 anses komma att uppfyllas. Eftersom malmen och gråberget innehåller uran kommer en riskbedömning att utföras avseende NORM och ett kontrollprogram att utformas. Detta ger att BAT-princip 57 kommer att uppfyllas. Avseende 57 b planeras idag att särskilt skötsel sker av kalksten (från dagbrottet) men inte för några andra utvinningsavfallsprodukter.

Brytningen i dagbrott medger att torrt avfall i form av gråberg samt anrikningssand kan blandas och återfyllas under pågående brytning efter det femte årets produktion. Avsikten är att alunskiffergråberg som vid karakteriseringen visats vara potentiellt syrabildande blandas med kraftigt neutraliserande kalkstensgråberg samt neutraliserad (lakad, tvättad och ej potentiellt syrabildande) anrikningssand och återförs till dagbrottet. Detta leder till att minsta möjliga mängd utvinningsavfall finns i deponi när verksamheten avslutats.

Deponering i dagbrottet (hålighet) leder till att utvinningsavfallen vattenmättas då grundvattennivån har återställts i området. Den framtida placeringen under vattenmättade förhållanden leder till att minimal sulfidvittring, och därmed mobilisering, kan ske i alunskiffergråberg. Nettobuffrande egenskaper bedöms kunna erhållas genom inblandningen med kalksten. Metoden bygger på att gråberg återfylls i lager och anrikningssanden fyller ut porutrymmet. Det återfyllda dagbrottet täcks med morän och växtetableringsskikt och vegeteras.

Eventuella utvinningsavfallsdeponier ovan jord efterbehandlas genom täckning, påförande av växtetableringsskikt och vegeteras. Täckningen dimensioneras för respektive avfall, för

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

gråbergsdeponi med alunskiffer kommer detta troligen att innebära en kvalificerad täckning med låg genomsläpplighet av vatten och luftsyre för att motverka sulfidvittring samt minimera uppkomst av lakvatten. Ovanpå tätskiktet placeras ett skyddsskikt av morän med ca 2 m mäktighet (skydd mot uttorkning, tjäle och fysisk påverkan) och ovanpå detta ett växtetableringsskikt som vegeteras. En möjlig täckningsdesign av tätskiktet bedöms vara motsvarande den täta bottendesignen, dvs. ett kompakterat lager med moränlera och/eller liner i form av tät HDPE-, PU- eller bentonitmatta och eventuellt ett dräneringslager ovanpå tätskiktet. Anrikningssanden bedöms vara icke potentiellt syrabildande, med låga metallhalter (karakteriseringsresultat inväntas) och med en begränsad utlakning. Täckning över eventuellt kvarvarande anrikningssand i deponi skulle, om dessa antagande är korrekta, kunna vara något mindre avancerad än för eventuellt kvarvarande alunskiffergråberg ovan jord.

I samband med efterbehandling kommer utförandekrav att tas fram för att säkerställa att utförandet motsvarar dimensioneringskraven som ställts i den då framtagna och godkända efterbehandlingsplanen, vilken då är baserad på det faktiska utvinningsavfallet som kvarstår ovan jord.

Om möjligt förordas, i första hand, att gråberg i form av alunskiffer återfylls i dagbrottet och att inblandning av kalksten sker i mån av tillgänglig volym. Detta medför att täckningen av kvarvarande gråberg skulle kunna förenklas eftersom kalkstenen bedöms som inert avfall.

Lakvattenuppsamling i det existerande uppsamlingssystemet kommer att fortsätta under en övergångsperiod och vattenrening genomförs. Erfarenhetsmässigt minskar lakvattenbildningen snabbt efter det att en kvalificerad täckning påförts. Därefter uppkommer en period med förhöjda halter innan täckningens effekt på syretransporten har fått genomslag. Lakvattenuppsamling bedöms fortgå under hela kontrollperioden (som bedöms vara minst 30 år) om så är nödvändigt.

Efter avslutad verksamhet demonteras alla byggnader med utrustning (förutom vattenreningsanläggning) och avvecklas. Byggnader och utrustning försäljs för användning på annan plats eller hanteras som skrot (beroende på skick samt efterfrågan vid den tidpunkten). Underliggande betongplattor, i det fall de finns installerade, exempelvis under krossar och kvarnar spräcks och täcks med morän samt växtetableringsskikt.

På de upplag som avvecklats, helt eller delvis, rivs tät undergrund upp och täcks med morän samt växtetableringsskikt.

Dokumentets titel	Dokument nr.	Rev.
TEKNISK BESKRIVNING	AE2000-00-PEN-RE-0001	B

Avledande diken läggs igen medan uppsamlade diken behålls under en övergångsperiod då vattenhantering från kvarvarande deponier fortfarande sker. Efter hand bedöms vattenreningen kunna avslutas varefter även dessa diken och bassänger kan läggas igen och vattenreningsanläggningen demonteras på samma sätt som för övrig infrastruktur och bortforslas.

Någon materialbalans över nödvändiga mängder morän samt växtetableringsskikt har inte utförts eftersom det i detta skede inte är klarlagt hur stora ytor som kan komma i fråga för täckning, samt vilken form av täckning som kommer att bli aktuell då verksamheten avslutats. Morän samt organiskt material kommer att finnas inom området från de avrymningsarbeten som utförts i dagbrottet. Delar av denna morän har använts till botten tätning av deponier (liksom kalkstensgråberg för neutralisering och i celldeponi) och efter det att utvinningsavfall har återförts till dagbrott och ytor frigjorts kommer denna att kunna återanvändas i täckningsarbeten (som tätskikt).

Mer detaljerade åtgärder innefattande en fullständig efterbehandlingsplan i enlighet med utvinningsavfallsförordningen kommer att tas fram inför en framtida ansökan om miljö tillstånd, inklusive beräkning av effekter från planerade åtgärder avseende omgivningspåverkan i recipient. Inför en sådan ansökan kommer det tas fram en materialbalans över olika avfallstyper samt en deponeringsplan för återfyllnad som är baserad på potentiellt syrabildande respektive nettobuffrande egenskaper. Efterbehandlingsplanen ska uppfylla alla gällande normer och riktlinjer avseende tillåtlig påverkan och uppdateras regelbundet baserat på de erfarenheter som vinnns vid den aktiva driften av anläggningen (utvinningsavfallens sammansättning, massbalans, utlakningsegenskaper et cetera).