

DATUM: 2021-02-04**Uppdragsnummer** 20449708**TILL:** Joma Gruver A/S,**KOPIA:****FRÅN:** Erik Karlsson**E-POST:** erik_karlsson@golder.se

KONCEPTUELL VATTENRENING

Bakgrund

Golder Associates AB (Golder) har fått i uppdrag av Joma Gruver A/S (Joma) att konceptuellt utreda vattenrening för en framtida tömning av dagbrott och underjordsgruva samt rening av framtid bräddvatten från drift.

Detta PM är ingen design av anläggningen, utan bygger främst på underlag erhållet från beställaren. Vidare omfattar detta PM ett teoretiskt koncept för att föreslå en lämplig vattenreningsmetod inkluderande uppskattat ytbehov. För att vidare utreda detta koncept krävs mer fokuserade och detaljerade utredningar samt tester.

Bedömning av reningsbehov

Källtermer

De olika vattenflöden som Golder identifierat och som bedöms behöva renas i olika omfattning är;

- Tömningsvatten (dagbrott samt underjordsgruva)
- Länshållningsvatten (dagbrott samt underjordsgruva) under drift som inte tas in i processen
- Lakvatten från framtida landdeponi för anrikningssand (i huvudsak dränerat kvarvarande processvatten efter avvattnings samt infiltrerande nederbörd)

Samt att vatten som skall användas som processvatten kan behöva renas på grund av innehåll av framförallt löst järn och/eller lågt pH. Processvatten förutsätts recirkuleras i så stor omfattning som möjligt. Golder saknar underlag avseende processvattenbehov och vattenbalans över gruvan samt övriga anläggningar.

Vattenvolymer som behöver renas bedöms i dagsläget till högst under tömningsperioden, ca 3 (M)m³, medan mängden länshållningsvatten i erhållet underlagsmaterial¹ anges till ca 5 L/s eller ca 160 000 m³ per år. Mängderna som behöver tas om hand från en framtida landdeponi är i sammanhanget mindre (överslagsmässigt av storleksordningen 50-60 000 m³ beroende på hur avskärmning och uppsamling sker).

Befintlig kunskap om vattenkvalitet

Viss provtagning har utförts av dagbrottssjön samt av utläckande vatten från den igengjutna rampen. Viss kunskap finns även om vattenkvaliteten under den tidigare aktiva brytningen.

¹ Multiconsult Norge AS. 2020. Konsekvensutredning och regleringsplan för Joma Gruver. Dokumentkode 10203388-02-RIGm-RAP-003.

Dagbrottssjön innan den fylldes med älvvatten hade surt pH med ett högt innehåll av metaller som dränerade ned i underjordsgruvan. Genomförda pH-mätningar visar nu att pH varierar mellan 3,74-7,59 och bedömningen är att låga pH-värden i ytvattnet beror på påverkan från avrinningsområdet.

I underjordsgruvan förekommer ockrafärgade järnhydroxidutfällningar indikativa på sulfidvittring och utfällning av sekundära järnhydroxider.

Inga resultat på faktiskt gruvvatten har erhållits.

Resonemanget om vattenkvalitet inuti gruvan baseras därför på erfarenhetsmässigt grundade antaganden.

Det antas att gruvvattnet idag är syrefritt och reducerat. Detta ger att mobiliserat järn från sulfidvittring och upplösta sekundära mineral inuti den vattenfyllda gruvan förekommer som tvåvärt järn. Metall- och sulfathalter är förhöjda.

Efter avvattningen av dagbrottet kommer surt lakvatten återigen rinna ned i underjordsgruvan från dagbrottet. Allteftersom underjordsgruvan töms kommer vattnet att successivt komma i kontakt med mer och mer syre. Det lösta, reducerade, järnet kan därmed komma att oxideras, pH sjunka och sekundära järnhydroxider fällas ut. Detta kan medföra igensättning av pumpar/pumpedningar och leda till att pumpgröpar kan komma att behöva rensas regelbundet.

Konceptuell design

Den totala mängden vatten i gruvan är 3 (M)m³ fördelat på 1 (M)m³ i dagbrottet och i de övre delarna av underjordsgruvan vilket kan tömmas genom självfall och 2 (M)m³ i underjordsgruvan som behöver pumpas till vattenreningsanläggningen.

En tömningsperiod på två år bedöms vara rimlig innan gruvan är länshållen och återfylld i befintliga hålrum av anrikningssand kan ske.

Detta ger ett behov av en vattenreningskapacitet på >1,5 (M)m³ per år under tömningsskedet eftersom utöver den idag befintliga mängden vatten i gruvan även tillrinnande vatten samt förorenat ytvatten från landdeponi behöver hanteras.

En preliminär design som kan hantera 2 (M)m³ vatten föreslås sålunda.

Teknikval

För största möjliga flexibilitet samt möjlighet till utökning av kapacitet föreslås en konventionell pH-justering med släckt kalk och rening genom flockning/fällning (Low Density Sludge, LDS) eftersom vattenreningsbehovet kommer att minska efter den initiala tömningen. Fördelen med LDS-tekniken är en låg investeringskostnad och enkel hantering/skötsel.

Bildat hydroxidslam skall inte blandas med gruvavfall eller återföras utan stabilisering ned i underjordsgruva eftersom den då återgår i lösning (sur miljö) och då kommer att gå i lösning till länshållningsvattnet och behöva renas igen.

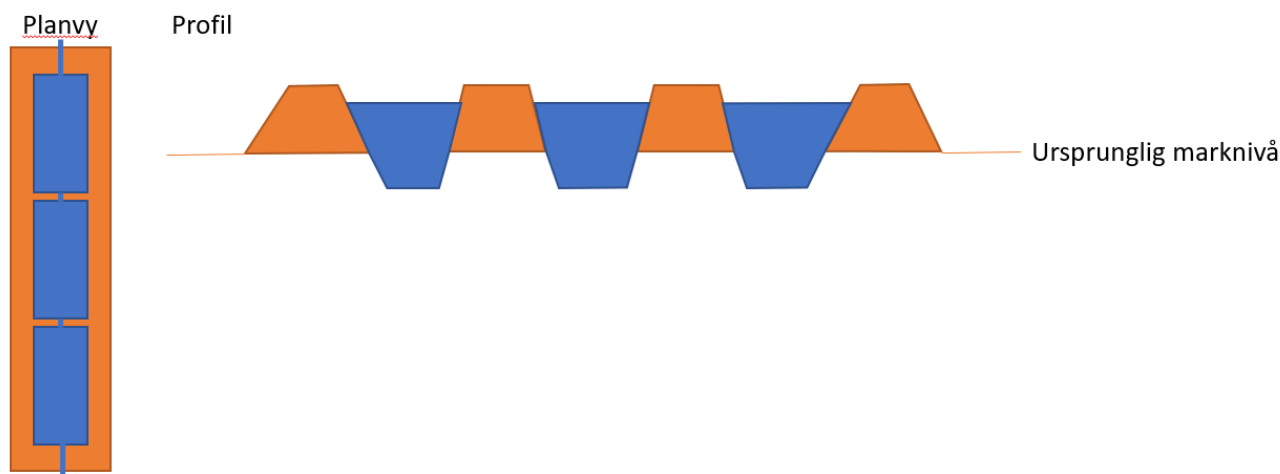
Vatten som skall ledas pumpas till vattenreningsanläggningen där det blandas med brukslösning av släckt kalk i en eller flera blandningstankar. I denna blandningstank bör vattnet ha en uppehållstid på minst ca 15-30 minuter. Från denna blandningstank leds vattnet till en eller flera sedimentationsdammar. Det dimensionerande flödet ger att volymen i blandningstank(arna) skall vara ca 75 m³. Vid en diameter om 4 m så ger detta att en tank får höjden 6 m. Två tankar med diameter 4 m ger höjden 3 meter.

Förutom dosering av kalkmjölk kan i blandningstanken dosering av flockningsmedel ske. Detta kan vara järnsulfat och/eller en polymer. Behovet av detta bör utredas innan anläggningen tas i drift.

Kalkmjölsdosering regleras av ett styrsystem med en pH-elektrod i utgående pumpledning. Detta målvärde på pH sätts mot den vattenrening som krävs. Förekommer zink i gruvvattnet kan pH behöva justeras upp till 10-10,5, om huvudsaklig förorening som skall renas är koppar kan pH ofta styras till ett lägre värde.

I en typisk sedimentationsbassäng är djupet normalt 3-5 m, kvot mellan längd och djup på 15 och en kvot mellan bredd och djup kring 3-6. Till denna dimensionering adderas sedan en marginal för in- respektive avledning på ca 5 m. En damm dimensionerad för det tänkta flödet 2 (M)m³ skulle få en yta på ca 30x85 m med 5 m djup. Beroende på mängden slam som bildas framförallt under tömningsskedet kan djupet komma att minska.

Eftersom behovet av sedimentationskapacitet kommer att minska efter tömningen av gruvan kan istället för en sedimentationsbassäng en serie av mindre sedimentationsbassänger anläggas i serie. Allt eftersom behovet av vattenrening minskar kan dessa successivt avvecklas. Detta redovisas principiellt i Figur 1. Sedimentationsdammarna kan anläggas delvis nedgrävda där uppgrävda massor utnyttjas som dammvall. Överfall leder vatten från en sedimentationsdel till nästa. Denna dammvall tätas med HDPE-liner. Då behovet minskar kan dessa grävas ut från slam, HDPE-liner tas bort och sedimentationsdelen återställas genom att dammvall plans ut.



Figur 1: Koncept för en serie av mindre sedimentationsdamm. Delvis nedgrävda i mark där uppgrävda massor utnyttjas för anläggande av damm.

Eftersom mängden slambildande föreningar (främst järn) i gruvvattnet inte är bekant kan någon bedömning av bildad mängd slam inte beräknas. Efter sedimentation bedöms torrsubstanshalten (TS) vara 3-5 vikt-%. Avvattning föreslås ske genom att slammet då bassängen fyllts till pumpas till en geotub. Denna geotub fylls upp i omgångar och slammet avvattnas effektivt vilket leder till en avsevärd volymreduktion hos slammet. En geotub beställs i den längd som efterfrågas. En normal diameter när den är fylld är ca 3 m. Initial avvattning under uppfyllnad sker mycket snabbt och om geotuben tillåts frysa under vinter sker ytterligare avvattning. En geotub kan fyllas upp i flera omgångar för bästa resursutnyttjande. En tänkbar storlek för denna anläggning är 2-3 geotuber med ca 30 m längd för avvattningen av gruvan. Denna bedömning är dock högst osäker eftersom slambildning inte utretts. Geotuberna bör läggas på hårdgjord yta (exempelvis asfalt) med avrinning i lämplig riktning. Detta skulle kräva en yta av ca 12 m bredd och ca 35 m längd för tre geotuber med ovan nämnda dimensioner. Då en geotub är fylld och avvattnad kan slammet grävas ut och deponeras på avsedd plats (slammet har då en fast, jordig konsistens). Ett alternativ är att förbereda en geotubyta för slutlig deponering dit hydroxidslammet från bassängen pumpas. Flytt av slam behöver då inte utföras.

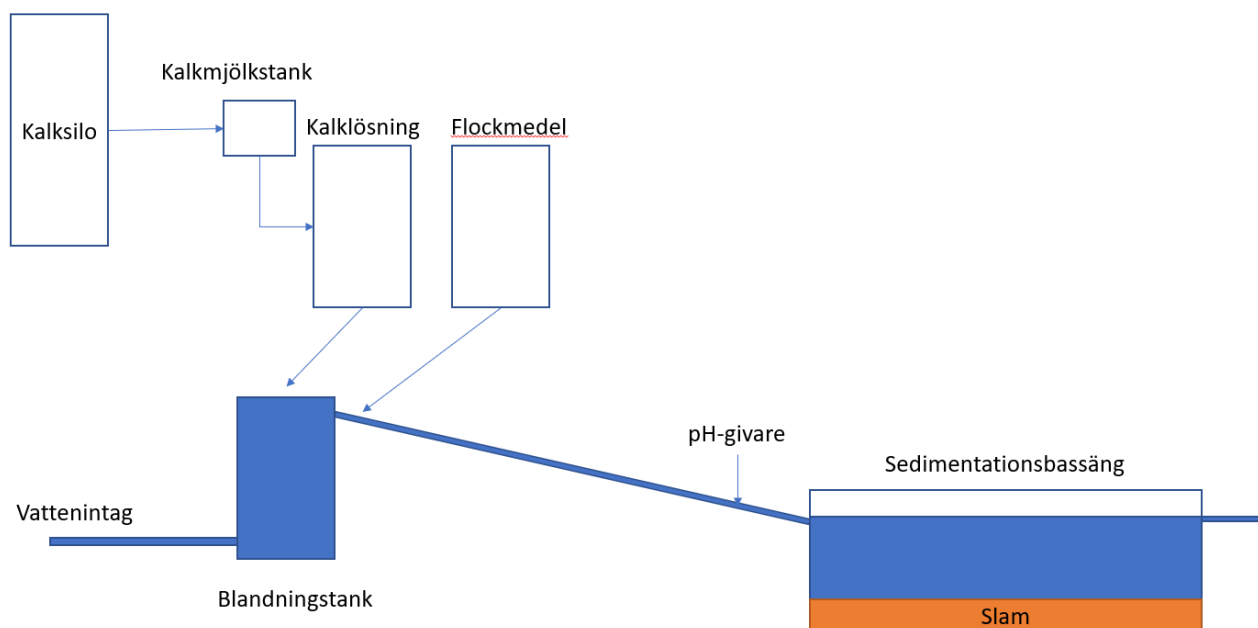


Figur 2: Exempel på avvattning av slam med geotub.

Kalk lagras i en kalksilo. Kalk matas med skruv till en kalkmjölkstank där brukslösning blandas. Detta sker genom övervakning av styrsystemet. Då larm om låg nivå går fylls vatten på upp till högsta vattennivå i tanken. Därefter doseras släckt kalk till tanken och lösningen pumpas genom en vibrosikt till en doseringstank.

Flockningsmedel blandas i en annan tank. Flockningsmedel kommer i form av granulat som blandas med vatten. Denna blandning av flockningsmedel doseras in i pumphedningen från blandningstanken till sedimentationsbassängen.

En konceptuell uppbyggnad av vattenreningsanläggningen redovisas i Figur 3.

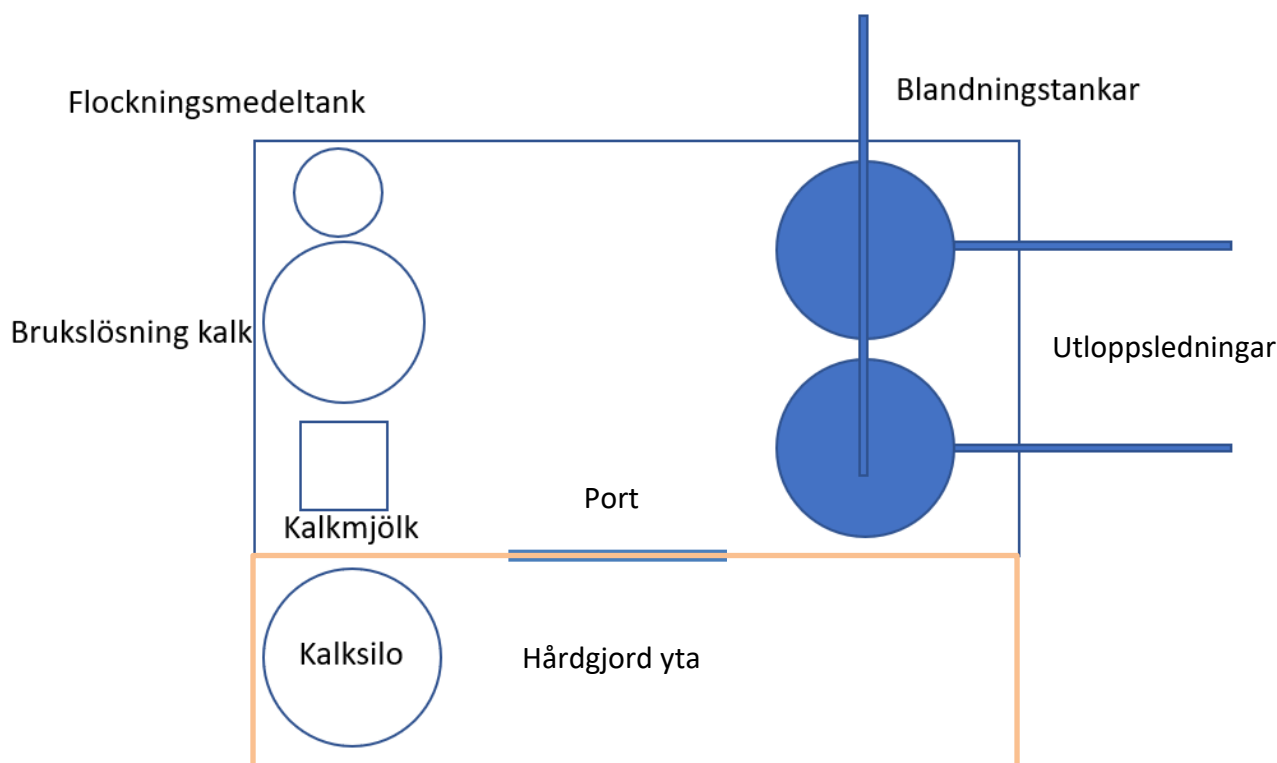


Figur 3: Koncept för vattenrening.

Areabehov

Kalksilo ca 70-90 m³ och med ett areabehov på ca 10 m² finns på en hårdgjord yta (betongplatta) så att kalkbil kan komma dit och fylla upp kalksilo och denna står i anslutning till vattenreningsbyggnaden med blandningstankar och styrsystem. Denna utrustning bedöms rymmas i en byggnad på ca 200 m². En hårdgjord yta utanför port och kalksilo föreslås för tillfällig uppställning av maskiner och underhållsvaror. Denna kan vara ca 100 m². Ett koncept på utformning av denna byggnad och de större tankar som skall rymmas redovisas i Figur 4. I det outnyttjade centrala området finns en större port så hjullastare kan komma in med reagenser som järnsulfat/polymer i storsäck eller lyfta ut trasig utrustning. I taket finns en travers för att lyfta och flytta utrustning

inom byggnaden. Det outnyttjade utrymmet kan även användas för ytterligare blandningstankar om behov skulle uppstå eller annan utrustning för att modifiera processen.



Figur 4: Koncept av vattenreningsbyggnadens utformning.

Sedimentationsbassängen för tömning av gruvan med en takt av $2 \text{ (M)}\text{m}^3$ kommer att kräva en yta av 30×85 m. Om sedimentationsdammen delas upp i mindre sektioner vilket medger att sedimentationsdammytan minskar successivt tillkommer yta för dammvallar. Om man antar att dessa har en höjd på 2 m och släntlutning 1:2,5 så ger detta att areabehovet under tömning uppgår till ca 20×102 m (1 m krönbredd).

Faktorer som kan påverka utformningen av anläggningen

Det finns en del okända faktorer som kan påverka denna design. Ett av de viktigaste är den vattenreningstakt som krävs för att faktiskt tömma gruvan. Tillrinningen i samband med tömning är obekant. Fördelen med LDS-teknik är att den är relativt okänslig för flöden jämfört med en del andra metoder och intrimning till att klara ett högre flöde kan vara möjligt att genomföra i befintlig anläggning och sedimentationsbassäng.

Vattnet i gruvan kommer att innehålla reducerat järn. Detta tvåvärda järn kan behöva oxideras innan pH-justering i vattenreningsverket sker. Detta på grund av att det tvåvärda järnet buffrar pH omkring 6 (då järnet börjar fällas ut som "green rust" samtidigt som oxidationen från tvåvärt till trevärt järn sker snabbt). Detta gör att en exakt pH-styrning kan komma att bli något besvärligare än om det tvåvärda järnet har tillåtit att oxidera till dess trevärda fas innan vattenrening. I detta fall kan en förbehandling med luftning av från gruvan bortlett vatten i kombination med en mindre pH-justering komma att krävas.

Mängden järn i gruvvattnet styr även om järnsulfat eller järnklorid behöver tillsättas och/eller flockmedel i form av polymer.

Provtagning och karakterisering av gruvvattnet (vilket även kan ändra karaktär beroende på var i gruvan det kommer ifrån) måste genomföras tillsammans med fällningsförsök för att mer utförligt kunna beskriva den framtida anläggningen och dess funktion samt behov av flockningskemikalier och mängd bildat slam.



Erik Karlsson



Henning Holmström

EK/HH

[https://golderassociates.sharepoint.com/sites/139920/project files/5 technical work/tekniskt pm_konceptuell vattenrening210204.docx](https://golderassociates.sharepoint.com/sites/139920/project%20files/5%20technical%20work/tekniskt%20pm_konceptuell%20vattenrening210204.docx)