

ENVIPRO

GÖTEBORG

Gladhammar

**Behandling av gruv- respektive sjövat-
ten**

KOSTNADSUPPSKATTNING

862A001U

Spånga den 23 maj 2005

INNEHÅLL

Sammanfattning.....	3
förutsättningar.....	4
Uppdraget.....	4
Utgångsdata.....	4
Kravspecifikation.....	4
Val av reningsmetoder.....	5
Fall a. Flödet från stollgången + ytvatten från varphögarna.....	5
Fall b. Flödet vid utloppet från Tjursbosjön.....	5
Reningsanläggningar - Förslag.....	6
Alternativ a1. Kemisk fällning.....	6
Funktion (se även principschema, bilaga 1).....	6
Belastningar.....	6
Reningsresultat.....	6
Utformning.....	6
Kostnadsuppskattning.....	7
Alternativ a2. Jonbyte med kemisk fällning.....	8
Funktion.....	8
Belastningar.....	9
Reningsresultat.....	9
Utformning.....	9
Kostnadsuppskattning.....	10
Alternativ b1. Kemisk fällning.....	11
Alternativ b2. Jonbyte med kemisk fällning.....	11
Alternativ b3. Membranseparering kombinerad med jonbyte och kemisk fällning.....	11
Tillkommande kostnader oberoende av teknikval.....	12
Kommentarer.....	12

Bilagor

1. Principschema vattenbehandlingsanläggning alt a1. Kemisk fällning

Behandling av gruv- respektive sjövatten vid Gladhammars gruvor

SAMMANFATTNING

Aqua Konsult har av Envipro uppdragits att uppskatta reningsresultat och kostnaderna för rening av gruvvatten resp sjövatten vid Gladhammars gruva. Fall a. avser förorenat vatten från stollgången plus ytvatten från varphögar, fall b. avser hela flödet vid utloppet från Tjursbosjön. Två resp tre alternativa reningsmetoder med bäst möjliga teknik har studerats för respektive fall. Vattens sammansättning framgår av tabellen nedan.

Objekt	Flöde	Cu	Co	HCO ₃	Ca+Mg	aciditet	susp	pH
	M ³ /år	µg/l	µg/l	mmol/l	mg/l	mmol/l	mg/l	
Tjursbosjöns utlopp	1 500 000	74	13	8,9	6,6	0,490	0,7	6,7
Stollgången	20 000	6 573	1 099	3,1	8,0	1,5	0,2	5,3
Ytavrinnande lakvatten från varphögarna kring gruvschaktet	18 000	10 093	3 873	-	3,1	-	låg	4,5

De genomsnittliga flödena är ca 4,4 m³/h i fall a. respektive ca 170 m³/h i fall b. Reningsanläggningarna har dimensionerats med marginal, se tabell, kolumn Q_{dim}, nedan. De metoder som har studerats är:

- Kemisk fällning, fall a och b
- Jonbyte kombinerat med kemisk fällning, fall a och b
- Membranseparering kombinerat med jonbyte och kemisk fällning, fall b

Uppskattningen av reningseffekter och kostnader för alternativen i fall a bedöms ha en osäkerhet på ± 30 % medan osäkerheten för fall b inte kan kvantifieras men sannolikt är avsevärt större.

Resultaten sammanfattas i tabellen nedan.

Alternativ	Utsläpp av Cu+Co före beh. kg/år	Utsläpp av Cu+Co efter beh. kg/år	Q dim, m ³ /h	Investering, kkr
a1 Kemisk fällning	400	10 – 20	10	3 325
a2 Jonbyte	400	5 - 10	10	4 795
b1 Kemisk fällning	150	?	250	20 000
b2 Jonbyte	150	?	250	25 000
b3 Membranseparering	150	?	250	30 000

Anläggning av behandlingstankar och bassänger i form av laguner är olämpligt eftersom det medför stora svårigheter att ta hand om de bildade metallhydroxidslammen (i två fall också innehållande metallsulfider) och att det försvårar drift och underhåll.

Tillkommande kostnader utgörs i samtliga alternativen av grundläggningsarbeten, schaktarbeten, geoteknik, samt uppvärmning, belysning mm funktioner i byggnad med operatörsrum. Vidare ingår inte buffertbassänger, ledningsdragning mellan buffertbassänger och reningsanläggningar och ej heller framdragning av elkraft till anläggningen.

FÖRUTSÄTTNINGAR

Uppdraget

Aqua Konsult har av Envipro uppdragits att uppskatta reningsresultat och kostnader för rening av gruvvatten resp sjövattnen vid Gladhammars gruva. Fall a. avser förorenat vatten från stollgången plus ytvatten från varphögar, fall b. avser hela flödet vid utloppet från Tjursbosjön. Två resp alternativa reningsmetoder med bäst möjliga teknik har studerats för respektive fall.

Utgångsdata

Förutsättningarna för kostnadsuppskattningarna av reningsåtgärderna redovisas i tabellen nedan.

Objekt	Flöde	Cu	Co	HCO ₃	Ca	aciditet	susp	pH
	M3/år	µg/l	µg/l	mmol/l	mg/l	mmol/l	mg/l	
Tjursbosjöns utlopp	1 500 000	74	13	8,9		0,490	0,7	6,7
Stollgången	20 000	6 573	1 099	3,1		1,5	0,2	5,3
Ytavrinnande lakvatten från varphögarna kring gruvschaktet	18 000	10 093	3 873	-		-	låg	4,5

Uppgifter om flödesvariationerna över året saknas.

För en säker dimensionering och kostnad av reningsanläggningen erfordras dessutom kännedom om:

- Vattens behandlingsbarhet. Den definitiva utformningen av reningsanläggningen är givetvis beroende av vattens behandlingsbarhet. Även om vattnen stollgången och varphögarna troligen är lättbehandlade bör laboratorie- och eventuellt försök i pilotskala göras för att fastställa optimala driftförhållanden för att få bästa reningsresultat vid minsta möjliga utnyttjande av resurser.
- Flödesvariationer över året. Uppgifter saknas men anläggningarna dimensioneras med marginal, se vidare beskrivningar av resp. reningsmetod. Troligen är det nödvändigt att även anlägga buffertbassänger för tillfälliga toppar av flödet.
- Lokala förhållanden såsom grundförhållanden, plats för reningsanläggning mm

Kravspecifikation

Kravspecifikation avseende reningseffekten saknas tills vidare men enligt förutsättningarna ska en hög till mycket reningsgrad eftersträvas. Vidare är det ett önskemål att förlägga reningen i bassänger som avgränsade laguner i sjön/våtmarken i stället för bassänger på land.

VAL AV RENINGSMETODER

Fall a. Flödet från stollgången + ytvatten från varphögarna.

Reningen av det samlade avloppsvattnet från stollgången och varphögarna bör inte vara komplicerad eftersom metallhalterna är tillräckliga för att uppnå en reningsgrad på mer än 90 % med konventionella metoder. De metoder som övervägs är:

- Kemisk fällning omfattande tillsats av hjälpkoagulant (exempelvis ferrisulfat), pH-justering, flockning med polyelektrolyt, sedimentering och sandfiltrering. Metoden ger normalt mycket bra resultat vid de aktuella metallhalterna. Tillgängligt underlag räcker för en grov dimensionering, även om den optimala doseringen av hjälpkoagulant är något osäker och bör fastställas vid försök.
- Selektivt jonbyte. Den selektiva jonbytaren adsorberar tungmetaller men släpper igenom exempelvis natrium. Metoden används enligt uppgift för liknande vatten men måste kombineras med kemisk fällning av det koncentrerade eluatet från jonbytaranläggningen.
- Membranseparering. Metoden kan vara intressant i kombination med ovanstående metoder men bedöms vara dyrare utan att ge nämnvärt bättre resultat.

Dimensionering görs sålunda av de två förstnämnda metoderna.

Gemensamt för samtliga metoder för rening av vatten från tungmetaller är att metallerna avskiljs som slam vilket avvattnas och deponeras som farligt avfall.

Fall b. Flödet vid utloppet från Tjursbosjön

Även om metallhalterna i Tjursbosjön är mycket höga enligt bedömningsgrunderna för sjöar och vattendrag så är halterna mycket låga från reningsteknisk synpunkt. De föreslagna metoderna i fall a1 kan inte förväntas ge märkbart lägre halter än vad man redan har i sjön. Möjligen kan ett bättre resultat uppnås genom kompletterande fällning av metallerna som sulfider. Om inte denna metod ger ett acceptabelt resultat måste mer avancerade metoder tillgripas. Den säkraste torde vara indunstning vilken blir orealistiskt dyr (investering över 100 Mkr) i förhållande till metallinnehållet i ytvattnet som endast är ca 150 kg/år. För övrigt har membranseparering i kombination med jonbyte och kemisk fällning övervägts. Metoden är inte tillräckligt beprövad för att medge en tillförlitlig dimensionering.

Eftersom de nämnda metodernas tillämpbarhet är så osäker är det inte möjligt att dimensionera dessa med acceptabel säkerhet utan relativt omfattande försök. Det är således inte heller möjligt att göra några beräkningar med en säkerhet motsvarande fall a. Därför ges i det följande endast några ytterligare kommentarer och mycket grova kostnadsuppskattningar för behandlingen av utloppet från Tjursbosjön.

RENINGSANLÄGGNINGAR - FÖRSLAG

Alternativ a1. Kemisk fällning

Funktion (se även principschema, bilaga 1)

Reningsalternativet med kemisk fällning med järn(III)sulfat, pH-justering, flockning, sedimentering och sandfiltrering ger i allmänhet ett mycket gott behandlingsresultat för vatten innehållande medelhöga halter lösta metaller. Tillsatsen av järnsalt som hjälpkoagulant bedöms vara nödvändig för att optimera utfällningen av metallerna koppar och kobolt i de aktuella vattnen och bilda ett slam som sedimenterar snabbt. Det behandlade vattnet avleds till recipient medan det avskiljda och förtjockade slammet avvattnas i en filterpress. Vattnet måste pumpas från pumpgrop till anläggningen men rinner därefter med självfall, eventuellt med undantag för att det kan bli nödvändigt att pumpa vattnet genom slutfiltrering.

Belastningar

Det genomsnittliga flödet över året är ca 5 m³/h. Anläggningen dimensioneras för 10 m³/h. Högre flöden får utjämnas i buffertbassänger.

Halt suspenderade ämnen: < 5 mg/l

Lösta metaller: Ca 10 mg koppar/l respektive ca 3 mg kobolt/l.

pH: > 4,0

Drifftid: 5-skift.

Reningsresultat

Det behandlade vattnet bedöms innehålla:

Suspenderade ämnen: Max 5 mg/l

Metaller: 0,1 – 0,2 mg/l av vardera metallen koppar och kobolt.

De sammanlagda metallutsläppen reduceras därmed från ca 400 kg/år till 10 – 20 kg/år.

Slammängd: ca 15 ton/år vid torrsubstanshalten 30 %.

Utformning

Reningsanläggningen konstrueras för placering inomhus. Behandlingstankarna är relativt små och utförs i plast. Anläggningen omfattar följande huvudsteg:

Pumpgrop i mark, ca 5 m³, dit vattnet från buffertbassäng leds och pumpas till reningsanläggningen.

En tank för tillsats av järnsaltlösning och lut för pH-justering till ca 9,5. Tanken di-

mensioneras för uppehållstiden ca 10 minuter. Volym ca 2 m³.

Tank för flockning med polyelektrolyt. Flockningen dimensioneras för uppehållstiden ca 10 minuter. Volym ca 2 m³.

Sedimenteringen dimensioneras för ytbelastningen 0,5 m/h i lamellsedimenterings-tank. Enheten ryms på en golvytan ca 4x1,5 m².

Kontinuerligt arbetande sandfilter som dimensioneras för belastningen 6 m/h. Filtrets diameter är ca 1,6 m och höjden ca 4 m.

Utsläppskontroll med flödesstyrd kontinuerlig provtagning.

Filterpress med volymen 100 liter. Pressen tar upp ytan ca 3x1,5 m.

Anläggningen placeras inomhus i ett hus med ytan ca 130 m². Förläggning av behandlingstankarna i form av laguner är olämplig av följande skäl:

- Processtegen pH-justering och flockning förutsätter installation av reglerutrustning, omrörare, doseringspumpar i omedelbar anslutning till tankarna. Utrustningen måste skyddas mot väder och vind.
- Filterpressen och lamellsedimenteringen måste också stå inomhus
- Lamellsedimenteringen, som upptar ytan ca 6 m² kan ersättas med en naturlig utomhusbassäng med ytan ca 30 m² och djupet ca 3 m. Eftersom slammet kommer att samlas utmed hela bottenytan måste slamskrapor installeras om man vill pumpa upp slammet kontinuerligt. Installationen av skraporna låter sig svårligen göras till rimliga kostnader i en naturlig bassäng. Slammet får då i stället tas upp med skopa efter det att bassängen först har tömts på vatten, ca 2 ggr/år. Oavsett metod för slamupptagningen riskeras att markbotten i bassängen varaktigt kontamineras med metallhydroxidslam. Eftersom en stor del av övrig utrustning ändå måste placeras inomhus är det ingen estetisk vinst med att placera sedimenteringen utomhus, i synnerhet som en eventuell pH-störning kan medföra att stora slammängder återupplöses med utsläpp av metaller som följd. Buffertbassängen före reningsanläggningen kan dock med fördel utformas en lagun.

Kostnadsuppskattning

Investering.

Kostnader beräknas enligt följande gruppvisa huvudindelningen avseende ingående maskinkomponenter samt övriga specificerade poster för montage mm.

Komponentgrupper/poster	Delsummor SEK
Tankar för kemisk fällning och slamförtjockning	155 000
Lamellsedimentering	310 000
Kontinuerligt sandfilter	130 000
Filterpress	300 000
Övrig maskinutrustning; omrörare, pumpar mm	290 000
Instrument och tryckluftanläggning	210 000
Automatik	250 000
Rör och armatur	75 000
Mekaniskt montage	200 000
Elinstallation	50 000
Summa	1 970 000
Byggnad inkl grund, ca 130 m ²	600 000
Summa	2 570 000
Diverse, 10 %	250 000
Summa	2 820 000
Frakter, försäkringar 5 %	140 000
Projektering, ritningar, anbudshandling mm 10 %	280 000
Drifftagning, intrimning, utbildning	200 000
TOTALT	3 440 000

Driftkostnader

Kemikalier:	50 000:-
El, 20 MWh à 500:-	10 000:-
Analyser:	50 000:-
Tillsyn: 2h/dygn	250 000:-
Reparationer, underhåll, 2 % av investering:	70 000:-
<u>Slamdeponering</u>	<u>20 000:-</u>
Summa	450 000:-

Alternativ a2. Jonbyte med kemisk fällning

Funktion

Reningsalternativet med jonbyte plus kemisk fällning av koncentraten från regenereringarna av jonbytarna (eluat) genom pH-justering, flockning, sedimentering och sandfiltrering ger också i allmänhet ett mycket gott behandlingsresultat för vatten med den aktuella sammansättningen. Eftersom metallinnehållet i vattnen koncentreras till betydligt högre halter i eluatet bedöms det inte nödvändigt att tillsätta järnsalt som hjälpkoagulant för att få en bra utfällning av metallerna koppar och kobolt som sedimenterar snabbt. Det behandlade vattnet avleds till recipient medan det avskiljda och förtjockade slammet avvattnas i en filterpress.

Belastningar

Det genomsnittliga flödet över året är ca 5 m³/h. Anläggningen dimensioneras för 10 m³/h. Högre flöden får utjämnas i buffertbassänger.

Halt suspenderade ämnen: < 5 mg/l

Lösta metaller: Ca 10 mg koppar/l respektive ca 3 mg kobolt/l.

pH: > 4,0

Drifttid: 5-skift.

Reningsresultat

Det behandlade vattnet bedöms innehålla:

Suspenderade ämnen: Max 5 mg/l

Metaller: 0.05 – 0,1 mg/l av vardera metallen koppar och kobolt.

Slammängd: ca 3 ton/år vid torrsubstanshalten 30 %.

Reningseffekten med detta alternativ torde alltså vara något bättre än för alternativ 1a och slammängderna blir betydligt mindre.

Utformning

Reningsanläggningen konstrueras för placering inomhus. Jonbytarkolonner innehåller 500 l jonbytarmassa vardera. Behandlingstankarna är relativt små och utförs i plast. Anläggningarna omfattar följande huvudsteg:

Pumpgrop, ca 5 m³, dit vattnet från buffertbassäng leds och pumpas till reningsanläggningen.

Flermediafilter för avskiljning av suspenderade ämnen.

Jonbytaranläggning med 3 st seriekopplade kolonner vardera innehållande 500 l katjonbytarmassa. Automatisk regenerering.

pH-justering med lut.

2 st tankar à ca 10 m³ för satsvis behandling av eluat.

1 st slamtank à ca 5 m³.

Filterpress med volymen ca 50 l.

Flermediafilter för avskiljning av suspenderade ämnen.

Utsläppskontroll med flödesstyrd kontinuerlig provtagning.

Anläggningen placeras inomhus i ett hus med ytan ca 150 m². Förläggning av behandlingstankarna i form av laguner är olämplig av i stort sett samma skäl som för anläggningen enligt alternativ a1.

Kostnadsuppskattning

Investering

Komponentgrupper/poster	Delsummor SEK
Automatisk jonbytesanläggning med förfilter och automatik	1 500 000
Tankar för eluatbehandling och slamförtjockning	270 000
Flermediafilter	60 000
Filterpress	200 000
Övrig maskinutrustning; omrörare, pumpar mm	380 000
Instrument och tryckluftanläggning	210 000
Övrig automatik	250 000
Rör och armatur	75 000
Mekaniskt montage	250 000
Elinstallation	75 000
<i>Summa</i>	<i>3 270 000</i>
Byggnad inkl grund, ca 150 m ²	680 000
<i>Summa</i>	<i>3 950 000</i>
Diverse, 10 %	390 000
<i>Summa</i>	<i>4 340 000</i>
Frakter, försäkringar 5 %	220 000
Projektering, ritningar, anbudshandling mm 10 %	430 000
Drifttagning, intrimning, utbildning	300 000
TOTALT	5 290 000

Driftkostnader

Kemikalier:	30 000:-
El, 30 MWh à 500:-	15 000:-
Analyser:	50 000:-
Tillsyn: 3h/dygn	375 000:-
Reparationer, underhåll, 2 % av investering:	90 000:-
<u>Slamdeponering:</u>	<u>5 000:-</u>
Summa	565 000:-

Alternativ b1. Kemisk fällning

Processen utformas i stort sett analogt med alternativ a1, kompletterat med sulfidfällning.

Reningseffekten är helt okänd, men sannolikt låg.

Mängden avvattnat slam blir av storleksordningen 300 ton/år oavsett reningsresultat.

Kalkförbrukningen blir av storleksordningen 500 ton/år, beroende dels på vattnets relativt höga innehåll av vätekarbonat, dels på tillsatsen av järnsalt.

Investeringskostnaden är av storleksordningen 20 Mkr.

Driftkostnaden uppskattas till ca 2 Mkr/år.

Alternativ b2. Jonbyte med kemisk fällning

Tillfrågade jonbytarleverantörer är mycket tveksamma till att man uppnår någon märkbar reduktion av metallinnehållet vid så låga utgångshalter. Under förutsättning att metallerna fastnar på jonbytaren separeras dessa från vätekarbonatet som inte tas upp av katjonbytaren. Därigenom minskar såväl slammängder som kemikalimängden för utfällningen av metallerna. Kalcium och magnesium i sjövattnet med ca 50 ggr högre halt än tungmetallerna kommer dock sannolikt också att tas upp av katjonbytaren även om den ska adsorbera tungmetaller selektivt. Därmed minskas jonbytarens kapacitet visavi tungmetaller.

Reningseffekten är helt okänd, men sannolikt låg.

Mängden avvattnat metallhydroxidslam blir av storleksordningen 30 ton/år oavsett reningsresultat.

Investeringskostnaden är av storleksordningen 25 Mkr.

Driftkostnaden uppskattas till ca 1,7 Mkr/år.

Alternativ b3. Membranseparering kombinerad med jonbyte och kemisk fällning

Metoden bygger på en koncentrerings av metallerna i nanofilter. Koncentrerings kan förhoppningsvis drivas med en faktor 10 varvid metallerna kan avskiljas i jonbytare till drygt 90 %. Eluatet från jonbytaren är koncentrerade med ytterligare en faktor på minst 10. Den största osäkerheten gäller nanofiltrets funktion. Det kan bli svårt att uppnå en hög metallavskiljning med ett samtidigt lågt koncentratflöde.

Reningseffekt okänd men sannolikt bättre än för alternativen 2a-b.

Mängden avvattnat metallhydroxidslam med torrsubstanshalten ca 30 % blir av storleksordningen 1 ton/år, alltså endast en bråkdel av mängderna i alternativen 2a-b.

Investeringskostnaden är av storleksordningen 30 Mkr.

Driftkostnaden uppskattas till ca 2 Mkr/år.

TILLKOMMANDE KOSTNADER OBEROENDE AV TEKNIKVAL

Tillkommande kostnader utgörs i samtliga alternativen av grundläggningsarbeten, schaktarbeten, geoteknik, samt uppvärmning, belysning mm funktioner i byggnad med operatörsrum. Vidare ingår inte buffertbassänger, ledningsdragnings mellan buffertbassänger och reningsanläggningar och ej heller framdragnings av elkraft till anläggningen. Dessa kostnader har inte medtagits i detta arbete av naturliga skäl.

KOMMENTARER

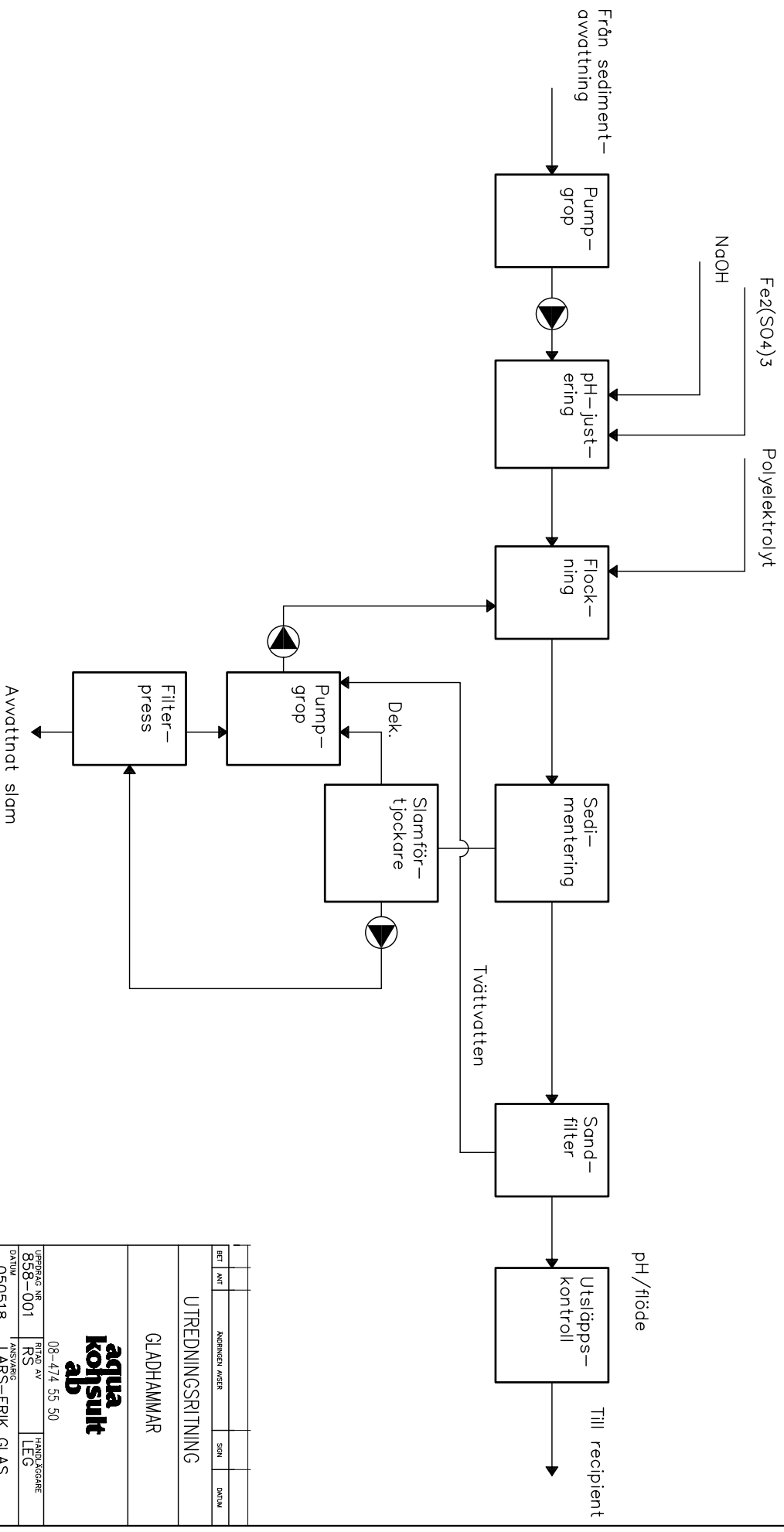
Det rekommenderas att behandlingsförsöken genomförs i ett tidigt stadium då de har en stor betydelse för beslutsprocessen vid val av behandlingsteknik samt korrekta dimensioneringsunderlag och därefter riktiga projekteringsförutsättningar.

Föreliggande översiktliga kostnadsuppskattning kan därefter och då fördjupade kunskaper erhållits uppdateras samt kompletteras till ett förprojekteringsunderlag.

Spånga den 23 maj 2005
Aqua Konsult AB

Lars-Erik Glas

ALT. 1.1



BET	ANT	ANDRINGS NR	SON	DATUM
UTREDNINGSRITNING				
GLADHAMMAR				
aqua kohsuit abd				
UPPGÅG NR	858-001	RTAD AV	RS	HANDLAGARE
DATUM	050518	ANSVÄRIG	LARS-ERIK	GLAS
UTREDNINGSRITNING				
RENING AV GRUVVATTEN				
SKALA	TITEL			BET
—	858001-A4-1401			—