

Vattenreningstekniker för Cementas verksamhet i Slite



BERGGEOLOGISKA UNDERSÖKNINGAR AB
org.nr. 556173-2396

STOCKHOLM: Vretenvägen 12 • 171 54 Solna
www.bergab.se • 08-564 855 00

GÖTEBORG: Stampgatan 15 • 416 64 Göteborg
www.bergab.se • 08-564 855 00

KONTAKT

KUND

Företag: Cementa AB
Kontaktperson: Jon Hallgren

BERGAB

Uppdragsnr: US21124
Uppdragsledare: Johan Larsson
Granskare: Sten Ekman

INNEHÅLL

1 Inledning	4
2 Reningstekniker	4
2.1 Kemisk fällning (uran)	6
2.2 Biologisk rening (nitratkväve)	7
2.3 Våtmarksteknik/översilning (nitratkväve)	8
2.4 Filtrering med membranteknologi (nitratkväve och uran)	10
2.5 Jonbytteteknik (uran)	11
3 Referenser	12

1 Inledning

Cementa har ansökt om tillstånd för fortsatt och utökad täkt- och vattenverksamhet vid de två befintliga kalkstenstäkterna Västra brottet och File hajdar-täkten i Slite på Gotland. Verksamheten påverkar vattenkemin i de recipienter som mottar det länshållningsvatten som avleds från täkterna. På uppdrag av Cementa har Bergab – Berggeologiska Undersökningar AB – översiktligt undersökt vilka reningstekniker som kan vara möjliga att tillämpa på länshållningsvattnet för att uppnå haltgränserna för nitratkväve och uran i bedömningsgrunderna (HVMFS 2019:25) för recipienterna. Kostnader för respektive reningsteknik och tidsuppskattningar för att uppnå full funktion hos respektive reningsteknik har också uppskattats översiktligt.

2 Reningstekniker

Då varje vatten som ska genomgå rening har olika kemiska förutsättningar är det inte säkert att alla tekniker som finns på marknaden är tillämpbara. Eftersom de kemiska förutsättningarna, och reningskraven, skiljer sig från fall till fall utreds ofta teknikerna stegvis. I ett första steg kan laborieförsök visa om tekniken fungerar på vattnet som ska renas från specifika ämnen. Nästa steg kan vara ett pilotförsök som visar på ett något mer processliknande scenario. Därefter kan resultaten från laborieförsök och pilotförsök användas för att utreda teknikernas lämplighet för att kunna skala upp processen till fullskalig rening, eftersom laborieförsök sällan motsvarar verkligheten.

Avskiljning av kemiska ämnen i vatten kan dels ske genom direkt fysikalisk/kemisk separation (såsom membranfiltrering eller jonbytteteknik), dels genom att skapa en kemisk eller biologisk reaktion som möjliggör en efterföljande fysikalisk separation (såsom utfällning följt av sedimentering).

Teknikerna som har identifierats som potentiellt möjliga för avskiljning av uran och/eller nitratkväve i länshållningsvattnet är kemisk fällning, biologisk rening, våtmarksteknik/översilning, filtrering (membranteknologi) och jonbytteteknologi. I samtliga fall utom våtmarksteknik/översilning leder avskiljningen till en restprodukt som behöver tas om hand. De olika teknikerna renar i vissa fall även andra ämnen än de som de huvudsakligen är avsedda för. Kemisk fällning kan t.ex. avskilja olika metaller. Membranfiltrering kan avskilja stora och/eller flervärt laddade joner. RO-membran (omvänd osmos, som också är en form av membranrening) renar vatten från alla joner. Jonbytteteknologi renar vattnet från metaller. Alla tekniker utom våtmarksteknik/översilning har som bieffekt att de tillför olika restämnen till det renade vattnet. Restämnena rör sig exempelvis om fosfor, nitrit, ammonium, natrium, COD, BOD, och andra metaller beroende på vilka reagenser som krävs för reningstekniken.

Uppsamlat länshållningsvatten i File hajdar-täkten pumpas till Anerån som mynnar i Bogeviden. Volymen länshållningsvatten som länshålls från File hajdar-täkten uppgår till ca 615 000 m³/år eller ca 20 l/s (medel under åren 2017–2021) (Bergab,

2022). Länshållningsbehovet varierar relativt kraftigt under året med störst behov under vintern och minst behov under sommaren. Hur länshållningsbehovet i täkterna varierar över året kan ses i Tabell 1.

Tabell 1. Översiktlig beskrivning av medelpumpflöden inom Cementas verksamhet under perioden 2017–2021.

	Västra brottet länshållning	File hajdar-täkten länshållning
	[l/s]	[l/s]
Jan	36	31
Feb	31	33
Mar	20	29
Apr	14	4
Maj	12	1
Jun	13	0
Jul	10	5
Aug	10	3
Sep	14	25
Okt	14	27
Nov	22	33
Dec	37	44
Medel	19	20

Vid slutet av den ansökta tillståndperioden (4 år) beräknas volymen länshållningsflödet öka jämfört med idag med ca 3 l/s till totalt ca 23 l/s (WSP Golder, 2022). Länshållningens fördelning över året förväntas bli densamma som i nuläget då täkternas utvidgning är relativt liten samt att täkterna inte fördjupas.

För att reningen ska ske på ett effektivt sätt, och/eller att kostnaderna inte ska bli mycket höga till följd av den dimensionering som kommer krävas, kräver samtliga ovan nämnda reningstekniker buffringsmöjligheter av länshållningsvatten. För att erhålla ett jämnt utgående flöde från File hajdar-täkten under hela året, vid slutet av den ansökta tillståndperioden, behöver buffringskapaciteten uppgå till ca 260 000 m³. Den nuvarande sedimentationsdammen i File hajdar-täkten rymmer ca 15 000 m³. Under nuvarande förutsättningar är det svårt att utöka sedimentationsdammens volym. Sedimentationsdammen kan inte fördjupas då både befintligt och ansökt täkttillstånd reglerar brytdjup och nivå för grundvattenavsänkning, och inte rymmer en fördjupning av täkten. Det är även svårt att utöka sedimentationsdammens yta då täktbotten är relativt plan vilket leder till att vatten skulle bli stående på täktbotten och försvåra verksamheten samt innebära risker ur arbetsmiljösynpunkt.

Det alternativ som identifierats för att anlägga buffringsmöjlighet i File hajdar-täkten är att gjuta en betongkonstruktion. File hajdar-täktens södra del är sannolikt det område där en betongkonstruktion i minst utsträckning skulle hamna i konflikt med

verksamheten i tälten. Med ett vattendjup på ca 15 m skulle ytan för ett magasin som rymmer 260 000 m³ bli ca 1,7 ha, eller ca 130*130 m. Det naturliga vore att anlägga magasinet mot tälkväggen. Om tälkväggen i denna del inte tätas är det troligt att delar av vattnet i magasinet kommer att läcka tillbaka till tälten via sprickor i berget, samt att vatten kommer infiltrera i berget och spridas till omgivningen. Infiltrationen till berg kan leda till att vattenkemin i grundvattenförekomsten påverkas lokalt. För de parametrar som har riktvärden angivna i SGU-FS 2013:2, och som provtagits i länshållningsvattnet, överskrider inga riktvärden. För de parametrar som provtagits både i länshållningsvattnet och i omkringliggande borrhål uppvisar framför allt nitrat och nitratkväve förhöjda halter i länshållningsvattnet.

Kostnader för en byggnation av ett vattenmagasin som rymmer ca 260 000 m³, med tätning mot bergvägg, har av Cementa uppskattats till ca 60–70 miljoner kr.

Att anlägga ett vattenmagasin utanför tälten bedöms kräva tillstånd för vattenverksamhet. Den totala tiden för att projektera ett magasin utanför tältområdet, erhålla tillstånd för vattenverksamhet, samt att anlägga vattenmagasinet bedöms överstiga den ansökta tillståndsperioden och har därför inte utretts vidare.

2.1 Kemisk fällning (uran)

Fällning, flockning och sedimentering är en metod för rening av vatten genom tillsats av järn(III)sulfat, mikrosand, aktivt kol och polymer samt pH-justering. Reningen utförs i en anläggning och tekniken bygger på att järn(III) fälls ut som järnhydroxid på mikrosand och medfäller spårämnen såsom uran och andra metaller som då avskiljs från vattnet.

Tillsats av fällningsreagens och pH-justering kan öka halterna av vissa ämnen i utgående vatten. Om lut (NaOH) används kommer natrium-halterna öka. Om Fe(III) används kommer sulfathalterna öka. Med höga kalciumhalter finns det möjlighet att motverka sulfaterna genom gipsfällning. Rening genom gipsfällning kan komma att förutsätta att länshållningsvattnet först koncentreras upp vilket kan göras med hjälp av membranfiltrering. Vid gipsfällning uppkommer ett slam som behöver hanteras genom t.ex. deponering. En polymer för att assistera fällningen kan fortfarande behövas.

Anläggningens maximala kapacitet per timme är kostnadsstyrande. Kostnader för uppförande av byggnad som kan rymma reningsutrustningen bedöms grovt kunna uppgå till 10 miljoner kr. Utrustningen i byggnaden (styrsystem, pumphar, reningsutrustning, kemikalier m.m.) bedöms grovt kunna uppgå till ca 20–30 miljoner kr. Kostnad för komplett anläggning, exklusive driftskostnader, kan därmed grovt uppskattas till ca 30–40 miljoner kr. Personal för övervakning behövs, ca 30–50% av en tjänst.

Tiden att få anläggningen i drift uppskattas till minst två år. För att uppnå en rening som uppfyller ställda krav bör inledningsvis ett pilotförsök utföras på det aktuella länshållningsvattnet under naturliga förhållanden. Därefter behöver anläggningen projekteras och erforderliga bygglov m.m. erhållas. Leveranstid på ställverk och styrsystem kan uppgå till ca 6–9 månader. Anläggandet av själva byggnaden kan utföras innan utrustningen som ska vara i byggnaden erhålls, dock inte innan bygglov erhållits. När väl allting är på plats och installerat kan anläggningen startas upp och nå god funktion relativt snabbt.

2.2 Biologisk rening (nitratkväve)

Biologisk kvävereduktion med MBBR-teknik (Moving Bed Biofilm Reactor) är en teknik där denitrifikationsbakterier (biofilm) växer på så kallade biobärare. Kvävereduktion sker i en denitrifikationsprocess där nitrat övergår till kvävgas. I processen bildas även ett slam som måste avskiljas innan vattnet leds till recipient. En kolkälla och näringsämnen för bakterierna, framför allt fosfor, behöver tillsättas till processen eftersom länshållningsvattnet innehåller låga halter av fosfor.

Reningsprocessen är känslig för temperatur. Lägre temperatur medför lägre reningsgrad och därför behöver länshållningsvattnet värmas för att uppnå god reningsgrad. Vid låga temperaturer ökar risken för nitritbildning pga. ofullständig denitrifikation. Reningen medför sannolikt att halterna av fosfor, nitrit och COD ökar i det renade vattnet.

Det slam som bildas i nitratreningen kommer ha en hög organisk halt och en relativt hög fukthalt. Det finns olika potentiella metoder för att omhänderta slammet. Slammet kan deponeras, men hög fukthalt gör detta teknisk utmanande. Ett högt organiskt innehåll innebär också risk för nedbrytning och gasbildning i deponin, vilket i vissa förhållanden kan vara kvävande och/eller explosivt. För att få deponera slammet kan det komma att krävas förbehandling i form av avvattning och rötning eller kompostering. Om det finns behov av jordförbättringsmedel vid täckning av deponier eller övriga områden kan slammet eventuellt nyttjas för detta. Slammet behöver sannolikt avvattnas och stabiliseras innan användning. Slam är vissa fall möjliga att förbränna i förbränningsanläggningar. Slammet behöver i så fall torkas innan förbränning.

Anläggningens maximala kapacitet per timme är kostnadsstyrande tillsammans med byggnation, isolering och utrustning. Kostnader för uppförande av byggnad som kan rymma reningsutrustningen bedöms grovt kunna uppgå till 10 miljoner kr. Utrustningen i byggnaden (styrsystem, pumpar, reningsutrustning, kemikalier m.m.) bedöms grovt kunna uppgå till ca 20–30 miljoner kr. Kostnad för komplett anläggning, exklusive driftskostnader, kan därmed grovt uppskattas till ca 30–40 miljoner kr. Övervakning och labb behövs, uppskattningsvis två personer dagtid (inkl. helg).

Tiden att få anläggningen i drift uppskattas till minst två år. För att uppnå en rening som uppfyller ställda krav bör inledningsvis ett pilotförsök utföras på det aktuella länshållningsvattnet under naturliga förhållanden. Därefter behöver anläggningen projekteras och erforderliga bygglov m.m. erhållas. Leveranstid på ställverk och styrsystem kan uppgå till ca 6–9 månader. Anläggandet av själva byggnaden kan utföras innan utrustningen som ska vara i byggnaden erhålls, dock inte innan bygglov erhållits. Denitrifikation brukar nå maximal reningsgrad på 8–16 timmar från start”. Ammonium som ofta måste omvandlas till nitrater för att sedan denitrifieras kan ta flera månader. Detta då nitrifikationsbakterierna växer väldigt långsamt.

2.3 Våtmarksteknik/översilning (nitratkväve)

Våtmarksteknik innebär att dammar med naturlig och/eller anpassad vegetation utnyttjas för kväverening. Dels tar vegetation upp näringsämnen (kväve, fosfor) som kan avlägsnas genom skörd av växtligheten, dels kan kvävefixerande bakterier etablera sig på rötter och undervattendelar hos vegetationen. Växtligheten i våtmarken bör styras så att det etableras arter som har en dokumenterad god effekt på kvävehaltigt vatten, och som förekommer naturligt i närområdet. Uran förväntas inte renas i någon nämnvärd utsträckning genom våtmarksteknik.

Syftet med översilningsytor är främst att avskilja partikelbundna föroreningar och bryta ned organiska ämnen. Ytorna har en viss kapacitet att fördröja flöden som inte är alltför höga. Översilning ökar också möjligheten till grundvattenbildning jämfört med avrinning i diken med tät botten. Flera kemiska, biologiska och fysikaliska processer kan bidra till reningen i översilningsytan. Partiklar och partikelbundna föroreningar avskiljs bland annat genom sedimentation. En del ämnen fastläggs i ytan och/eller bryts ned av mikroorganismer. Även lösta föroreningar kan i viss utsträckning avskiljas, med hjälp av mikroorganismer och växtlighet. Reningsfunktionerna i våtmarker och översilningsytor reduceras vintertid då växtligheten är i vilofas. Metoderna är därför framför allt tillämpbara under växtsäsongen.

En alternativ vattenhantering som föreslagits är att, istället för att låta länshållningsvattnet nå Anerån via ett dike med en enda utsläppspunkt, släppa det diffust över ett större område. Genom att släppa länshållningsvattnet på flera ställen längs File hajdar-täktens östra sida (norr om truckvägen) blir delar av markområdet mellan utsläppspunkterna och Anerån översilningsytor.

Översilningsområdet närmast täkten utgörs av öppna håll- och våtmarksytor samt gles barrskog. Området har en svag gradient åt öster och vatten blir stående i mindre våtmarker under blöta förhållanden. Under sommarhalvåret torkar området ut. Längre österut i översilningsområdet (nedströms) blir vegetationen tätare med både trädskikt och buskskikt. Frånvaron av vattenfårar (förutom diket som avleder länshållningsvattnet från File hajdar-täkten till Anerån) gör tydligt att ytvattnet idag

rinner i ett diffust flöde österut och/eller infiltrerar i jordlagren och avdunstar. De öppna häll- och våtmarksytorna som är belägna närmast tälten har höga naturvärden. För att undvika oönskad påverkan på dessa områden med höga naturvärden bör en översilningsyta placeras så att vattnet släpps en bit öster om File hajdar-tälten östra sida, ungefär halvvägs till Anerån. Vattnet kommer på sin väg mot Anerån att passera en fastighet som inte ägs av Cementa.

Översilningsytan sammanlagda reningsfunktion av suspenderat material, partibundna föreningar m.m. bedöms däremot bli bättre än den sannolikt obefintliga rening som sker i nuvarande dike. Vid anläggande av diffus avrinning behöver befintligt dike läggas igen. Då vattnets framtida flödesvägar genom översilningsområdet inte helt går att förutsäga, samtidigt som det kan förändras över tid, kan åtgärder löpande behöva utföras för att översilningen ska fungera på ett bra sätt.

Utifrån tältenverksamhetens nuvarande förutsättningar är metoderna våtmarksteknik och översilning inte optimala och det är troligt att metoderna inte leder till att haltgränserna för nitratkväve och uran i bedömningsgrunderna (HVMFS 2019:25) för Anerån uppnås. Detta beror framför allt på de tidvis höga länshållningsflödena och deras ojämna fördelning över året. Länshållningen av tälten sker primärt under vinterhalvåret, medan växtsäsongen (och därmed den effektiva reningen) primärt är under sommarhalvåret. För en bättre funktion behövs buffringskapacitet av länshållningsvattnet vilket inte finns vid File hajdar-tälten i nuläget. För att erhålla ett jämnt utgående flöde under hela året vid slutet av den ansökta tillståndspanoden behöver buffringskapaciteten uppgå till ca 260 000 m³. Om allt länshållningsvatten från File hajdar-tälten ska passera genom en våtmark under växtsäsong (april-september) behöver buffringskapaciteten uppgå till ca 520 000 m³. Den stora buffertkapaciteten beror på att länshållningsbehovet är som störst under vinterhalvåret.

Kostnaderna för anläggande av våtmarker beror till stor del på de lokala förutsättningarna. Vid projektering och anläggande på jordbruksmark kan kostnaden grovt komma att uppgå till ca 1 miljon kr/ha. För en effektiv kväverening bör uppehållstiden i våtmarken inte understiga 14 dygn (Mitsch & Gosselink, 2015). För att uppnå en uppehållstid på 14 dygn för nuvarande medellänshållningsflöde från File hajdar-tälten bör våtmarkens area uppgå till ca 4 ha om dess medeldjup är 1 m. Utöver schaktningsarbeten kan ledningsdragning krävas för att leda vattnet till våtmarken. Kostnader för energiförbrukning för pumpning, samt arbetstid för tillsyn och skötsel tillkommer. Kostnaderna för att anlägga diffus avrinning från File hajdar-tälten mot Anerån där delar av markområdet däremellan blir översilningsytor uppskattas till ca 0,5 miljoner kronor.

Att anlägga en våtmark bedöms kunna utföras på 1 år. För att få en fullt fungerande våtmark efter växtetablering uppskattas tiden till ca 3 år. Att anlägga diffus avrinning från File hajdar-tälten mot Anerån där delar av markområdet däremellan

blir översilningsytor bedöms kunna genomföras på relativt kort tid. Utöver ledningsdragnings behöver befintligt dike som avleder länshållningsvattnet läggas igen. Då vattnets framtida flödesvägar genom översilningsområdet inte helt går att förutsäga, samtidigt som det kan förändras över tid, kan åtgärder löpande behöva utföras för att översilningen ska fungera på ett bra sätt.

2.4 Filtrering med membran teknologi (nitratkväve och uran)

Membranfiltret är som en fysisk barriär som det vatten som ska renas passerar igenom. Det finns membran med olika porstorlekar, stora porer renar i princip bara bort partiklar medan de tätaste membranerna för omvänd osmos (RO-membran) avskiljer alla joner. Beroende på vilket membran som används separeras joner i olika stor grad. Vid reningsprocessen bildas ett rejektivatten som måste tas om hand. Processen vid membranfiltrering leder ofta till stora vattenförluster via det rejektivatten som uppkommer och som behöver hanteras på erforderligt sätt. Täta membran kräver högt tryck för att pressa igenom vattnet, vilket är energikrävande. Beläggningshämmare kan behöva tillsättas membranerna för att förhindra oorganisk beläggning. Joner som kan orsaka beläggning är bl.a. kalcium, magnesium, barium, strontium, karbonat och sulfat, av vilka flera förekommer i betydande halter i länshållningsvattnet pga. kalkstensberggrunden. Beläggningshämmare består av polymerer som följer med rejektivatten. Efterföljande teknik för att hantera rejektivatten är den avgörande faktorn hur det påverkar omgivningen.

Anläggningens maximala kapacitet per timme är kostnadsstyrande tillsammans med byggnation och utrustning. Typ av membranfilter och antal membran är den största investeringskostnaden. Kostnader för uppförande av byggnad som kan rymma reningsutrustningen bedöms grovt kunna uppgå till 10 miljoner kr. Utrustningen i byggnaden (styrssystem, pumpar, reningsutrustning, kemikalier m.m.) bedöms grovt kunna till ca 20–30 miljoner kr. Kostnad för komplett anläggning, exklusive driftkostnader, kan därmed grovt uppskattas till ca 30–40 miljoner kr. Driftkostnaderna kan vara höga vid användning av membranfiltrering.

Tiden att få anläggningen i drift uppskattas till minst två år. För att uppnå en rening som uppfyller ställda krav bör inledningsvis ett pilotförsök utföras på det aktuella länshållningsvattnet under naturliga förhållanden. Därefter behöver anläggningen projekteras och erforderliga bygglov m.m. erhållas. Leveranstid på ställverk och styrssystem kan uppgå till ca 6–9 månader. Anläggandet av själva byggnaden kan utföras innan utrustningen som ska vara i byggnaden erhålls, dock inte innan bygglov erhållits. När väl allting är på plats är anläggningen fungerande direkt vid start.

2.5 Jonbyarteknik (uran)

Jonbyarteknik är en selektiv metod för rening av vatten där vissa joner i vattnet binder selektivt till en jonbytarmassa bestående av en polymer med aktiva ytor. Uran kan binda irreversibelt till jonbytarmassan vilket innebär att den efter mättnad behöver bytas ut och deponeras. Att kontinuerligt byta ut jonbytarmassan kan medföra stora driftkostnader.

Anläggningens maximala kapacitet per timme är kostnadsstyrande tillsammans med halt i vattnet och byggnation. Reningsgraden sjunker allteftersom jonbytarmassan blir mättad. Av detta skäl är det brukligt med två enheter installerade, en som är i drift och en som väntar på att startas. Givet att halterna är låga bör byte av jonmassa inte behöva ske frekvent. Kostnader för uppförande av byggnad som kan rymma reningsutrustningen bedöms grovt kunna uppgå till 10 miljoner kr. Utrustningen i byggnaden (styrssystem, pumpar, reningsutrustning, kemikalier m.m.) bedöms grovt kunna till ca 20–30 miljoner kr. Kostnad för komplett anläggning, exklusive driftskostnader, kan därmed grovt uppskattas till ca 30–40 miljoner kr.

Tiden att få anläggningen i drift uppskattas till minst två år. För att uppnå en rening som uppfyller ställda krav bör inledningsvis ett pilotförsök utföras på det aktuella länshållningsvattnet under naturliga förhållanden. Därefter behöver anläggningen projekteras och erforderliga bygglov m.m. erhållas. Leveranstid på ställverk och styrssystem kan uppgå till ca 6–9 månader. Anläggandet av själva byggnaden kan utföras innan utrustningen som ska vara i byggnaden erhålls, dock inte innan bygglov erhållits. När väl allting är på plats är anläggningen fungerande direkt vid start.

3 Referenser

Bergab (2022). PM Ytvatten för ansökan om tillstånd för fortsatt täkt- och vattenverksamhet i Slite, Region Gotland. Daterad 2022-04-13.

HVMFS 2019:25. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten.

Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (2015). Wetlands. Fifth edition.

SGU-FS 2013:2. Sveriges geologiska undersöknings föreskrifter om miljökvalitetsnormer och statusklassificering för grundvatten.

WSP Golder (2022). Hydrogeologisk utredning inför ansökan om tillstånd till täktverksamhet.