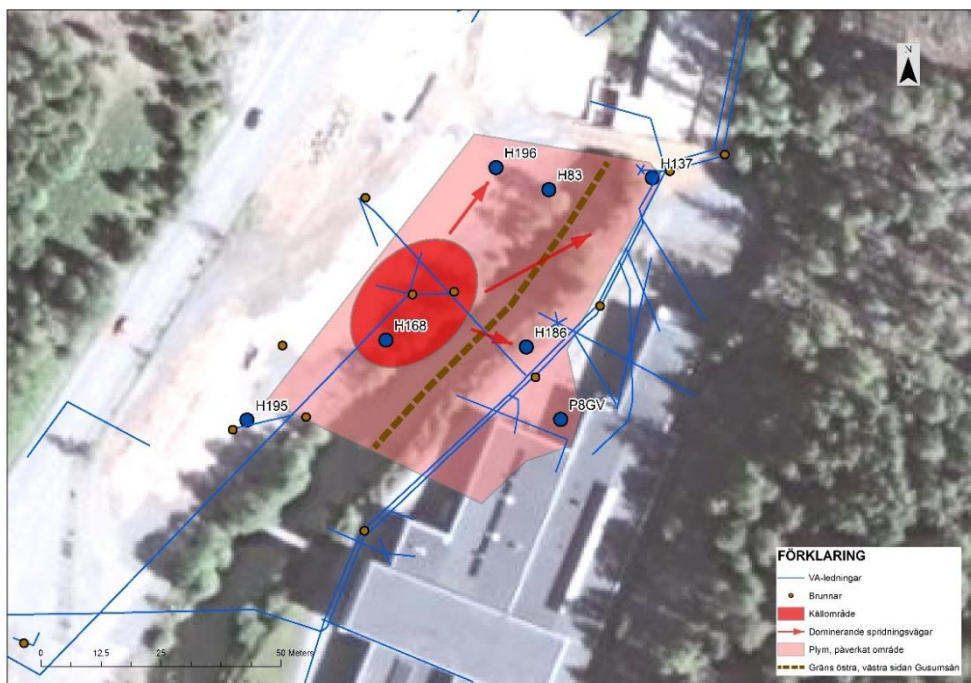


Riskbedömning och åtgärdsutredning av grundvattenförekomst av klorerade kolväten på Gusums fd bruk.

2014-08-19



Författare: Ebba Wadstein

Beställare:
Valdemarsviks kommun

Structor Miljö Öst AB
Linköping

Structor

Rapportdata

Rapportnamn	Utredning av förekomst av klorerade kolväten i grundvatten på gamla bruksområdet vid fd Gusums bruk
Beställare	Hans Noack, Valdemarsviks kommun
Uppdrag	Utredningen har utförts av Structor Miljö Öst AB som underkonsult till Hifab AB (projektnummerr 320581).
Projektnr Structor	14006
Uppdragsledare	Ebba Wadstein, Structor
Handläggare	Fredrik Andersson, Structor
Kvalitetsgranskare	Ulrika Zetterberg, Structor

Innehåll

1	Inledning.....	4
1.1	Bakgrund.....	4
1.2	Mål och syfte.....	5
1.3	Introduktion klorerade kolväten.....	5
2	Utförda undersökningar 2014.....	10
2.1	Grundvatten.....	10
2.2	Data grundvattenrör.....	10
2.3	Jordprovtagning.....	10
3	Resultat.....	11
3.1	Resultat klorerade lösningsmedel i grundvatten.....	11
3.2	Resultat utökad provtagning.....	16
3.3	Resultat jord.....	18
4	Riskbedömning.....	18
4.1	Tolkning av föroreningsituationen utifrån resultat.....	18
4.2	Hydrogeologi på Gusums fd bruk.....	20
4.3	Skyddsobjekt.....	22
4.4	Konceptuell modell.....	22
4.5	Föroreningsförekomst i jord.....	23
4.6	Förekomst i grundvatten.....	24
4.7	Förekomst i dricksvatten.....	25
4.8	Spridningsförutsättningar och påverkan på recipient Gusumsån.....	25
4.9	Förslag på Platsspecifika riktvärden.....	25
4.10	Sammantagen bedömning av risker.....	27
5	Åtgärdsförslag och riskvärdering.....	28
5.1	Åtgärds mål.....	28
5.2	Nollalternativ.....	28
5.3	Åtgärdsförslag 1.....	29
5.4	Åtgärdsförslag 2.....	29
5.5	Åtgärdsförslag 3.....	29
5.6	Åtgärdsförslag 4.....	29
5.7	Samlad bedömning.....	29
5.7.1	<i>Åtgärder under pågående schaktentreprenad.....</i>	<i>30</i>
5.7.2	<i>Åtgärder efter schaktentreprenad.....</i>	<i>30</i>
6	Sammanfattande slutsatser och rekommendationer.....	31
7	Referenser.....	33

Bilagor

Bilaga 1	Program för utredning av klorerade kolväten
Bilaga 2	Förslag på platsspecifika riktvärden för klorerade alifater;– Justeringar och metodik.

SAMMANFATTNING

Under sent skede i åtgärdsundersökningar i projekteringen av schaktsanering på Gusums fd bruk upptäcktes förorening av klorerade kolväten, framförallt i djupare grundvattenrör. Undersökningen utökades med porgasundersökning för att avgränsa föroreningen.

Schaktsanering påbörjades i december 2013 och första schaktetappen, som inte berörde området som bedömts som förorenat av klorerade kolväten, pågick till maj 2014. Under schaktningen utfördes kontinuerligt miljökontroll av bl.a. grundvatten med avseende på klorerade kolväten. Det upptäcktes då att halterna av klorerade kolväten ökade med ca 9 ggr under tiden för schaktentreprenaden. Orsaken är oklar men troligtvis har tunga transporter på det förorenade området kan ha ”skakat ur” förorening ur porer i jorden. Då schaktarbetet pågick under våren kan även vårfloden och regleringen av Gusumsån medverkat till tillfälliga haltökningar. Haltökningen av klorerade kolväten i grundvatten medförde att projektgruppen ansåg att förekomsten behövde utredas vidare för att bedöma riskerna med föroreningarna såväl vid kommande schaktarbete som för framtida markanvändning. Utredningen bygger på uppgifter från tidigare undersökningar, resultat från miljökontroll av schaktsaneringen inklusive utökad kontroll för att bedöma förutsättningarna för nedbrytning av föroreningarna.

Resultatet från undersökningar av grundvatten, porgas, sediment och jord visar på en föroreningskälla av klorerade kolväten på västra sidan av Bruksområdet strax söder om Bruksdammen. Föroreningar av klorerade kolväten i grundvatten har påträffats i högst halter på djupare nivåer. Mängden klorerade alifater i grundvatten är beräknad till ca 6 kg. Mängden klorerade alifater i jord beräknade utifrån halter i grundvatten indikerar en föroreningskälla om ca 50 kg i jord, exklusive eventuell fri fas.

Föroreningsplymen sträcker sig mot en djupare bergsklack vid fördämningen och över mot den östra sidan. Viss förorenings-spridning kan ske där bergsklacken är som lägst på östra sidan vid fördämningen i närheten av grundvattenrör H 137. Spridningen av klorerade kolväten är begränsad och beräknas till ca 1,6 mg/år.

Riskbedömningen av föroreningsförekomsten pekar framförallt ut hälsorisker för att människor som arbetar med schaktsaneringen samt att yrkesarbetande på RK-teknik kan exponeras av ångor från föroreningarna. Platsspecifika riktvärden för jord på >2 m djup, ytlig jord, grundvatten och ytvatten har tagits fram för att säkerställa att föroreningarna inte medför oacceptabel hälsorisk. Nya föreslagna detaljerade åtgärds mål är:

3. *Framtagna riktvärden för klorerade alifater i mark och grundvatten ska inte överskridas samt inomhusluftmätningar ska inte överskrida hälsoriskvärden (ev. överskridanden vid luftmätningar ska kunna härledas till markföroreningar).*
4. *Riktvärden för ytvatten ska inte överskridas.*
5. *Spridning av utfasningsämne (delmål 3 i miljö kvalitetsmål Giffri miljö) bestående av klorerade alifater från djupliggande grundvatten till Gusumsån ska minska med 80 %. (bör revideras efter åtgärd)*

För att förhindra ohälsosam exponering under schaktentreprenad, enligt åtgärds mål 3 och 4, har ett antal försiktighetsåtgärder tagits fram enligt Åtgärdsalternativ 1. Åtgärderna handlar främst om utökad miljökontroll och åtgärder vid schaktning för att hindra spridning av ångor genom ledningsgravar. Kostnadsökningen av alternativet bedöms vara liten i förhållande till totala saneringskostnaden, < 200 000 kr.

Åtgärder enligt Åtgärdsalternativ 1 föreslås att arbetas in i beställarens miljöplan för pågående schaktsanering (Handling 11:2). Åtgärderna innefattar framförallt utökad miljökontroll,

försiktighetsåtgärder av arbetsmiljöskäl vid saneringen samt ångbarriärer för att förhindra ångor från föroreningen att nå närliggande byggnader genom ledningsgravar.

Åtgärder för att nå åtgärds mål 5 har översiktligt riskvärderats där åtgärdsalternativ 2, stimulerad reduktiv biologisk nedbrytning bedöms som bästa alternativ. Sådan åtgärd är inte beroende av pågående schaktsanering utan kan utföras senare. Ny riskvärdering och revidering av åtgärds mål rekommenderas efter schaktsanering då bättre kunskap finns om eventuell kvarlämnad förorening.

1 INLEDNING

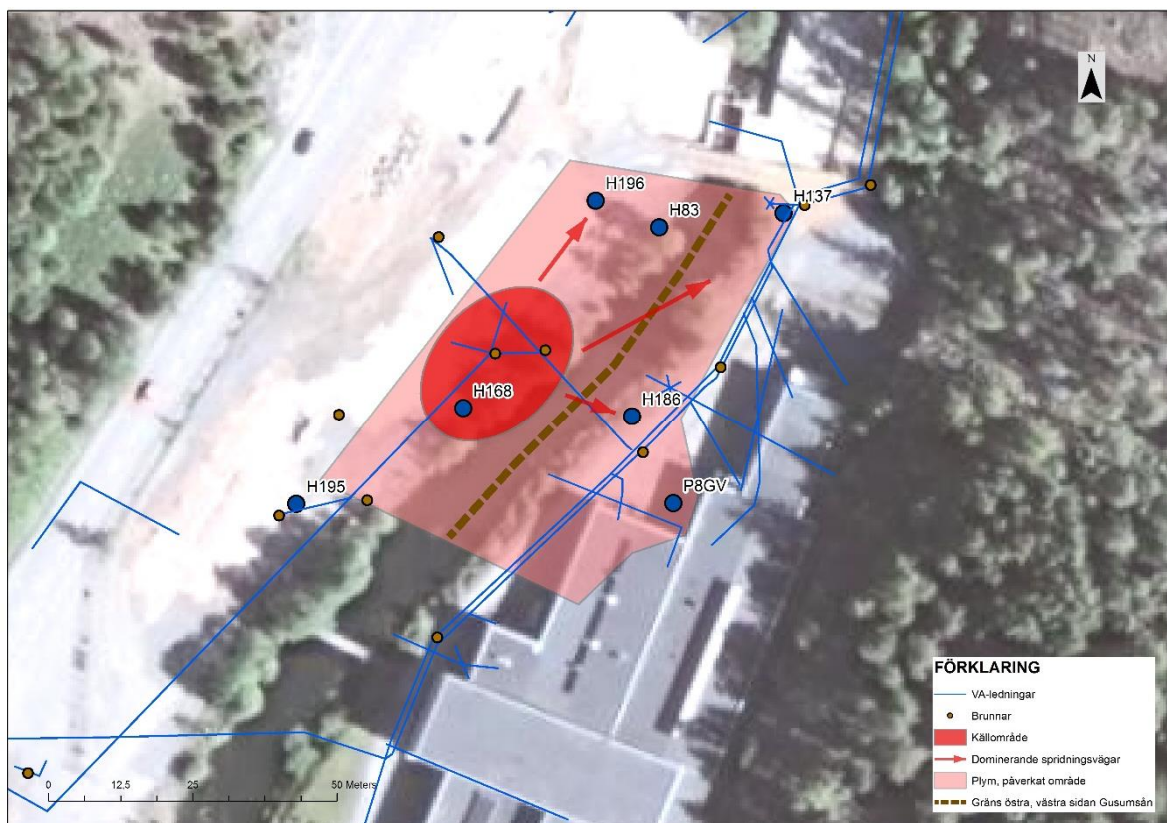
1.1 Bakgrund

Resultat från provtagning av grundvatten i djupare grundvattenrör, porgasmätningar och sedimentundersökningar, utförda i sent skede under projekteringen, indikerar att det finns områden förorenade av klorerade kolväten väster och öster i om Gusumsån i ett område söder om fördämningen se Figur 1. Högst halter i grundvatten och porgas har påträffats på västra sidan om Gusumsån.

Under sanering av den första schaktetapp som pågått från dec 2013 till maj 2014 analyserades metaller, PAH och klorerade kolväten 2 ggr per månad i från början tre befintliga grundvattenrör, H196, H168, H137. Provtagningen utökades senare med ytterligare ett rör, H186, för analys av klorerade kolväten. Syftet med grundvattenundersökningarna under saneringen var att kontrollera om saneringsverksamheten med grävningar, tunga transporter och borttagning av ledningar i etapp 2a medförde påverkan på grundvatten i området.

Vid saneringsstart i början av december var halterna trikloreten, TCE, ca 3 ggr över tidigare uppmätt halt i maj och den 19 dec, efter schakt i 3 veckor, var halterna ca 9 ggr över uppmätt halt i maj. Den höga halten höll i sig i mätningarna i januari. Om haltvariationen beror på naturliga årstidsvariationer genom nederbörd och snösmältning eller av saneringsverksamheten som påbörjades i december 2013 var oklart.

Eftersom klorerade lösningsmedel inte tidigare varit motiv för åtgärd ansåg projektgruppen att det fanns behov av en särskild utredning för att belysa hur förekomsten ska hanteras inom aktuella områden som är planerade att åtgärdas inom nästa schaktetapp. Vidare behövde det utredas om den påträffade djupare föroreningen innebär en oacceptabel risk och det således finns ett eventuellt behov av ytterligare åtgärd. En sådan åtgärd kan exempelvis omfatta stimulerad biologisk deklorering som kan utföras in situ (injektering av kolkälla på platsen). Ett program för utökad undersökning och riskbedömning med anledning av föroreningen av klorerade kolväten togs därför fram, se bilaga 1.



Figur 1 Område på gamla bruksområdet på fd Gusums buk som bedömts påverkade av klorerade lösningsmedel..

1.2 Mål och syfte

Uppdraget syftar till att bedöma riskerna med påträffade föroreningar av klorerade kolväten i grundvatten på Gusums fd bruksområde. Målet med utredningen är att den tillsammans med de kompletterande undersökningarna, ska kunna användas för att:

- Bedöma om föroreningsskadan av klorerade kolväten behöver medföra extra hänsyn under schakt i aktuella områden.
- Bedöma om ytterligare åtgärder än vad som nu är planerat i fortsatt schaktetapp är motiverade ur risksynpunkt.

1.3 Introduktion klorerade kolväten

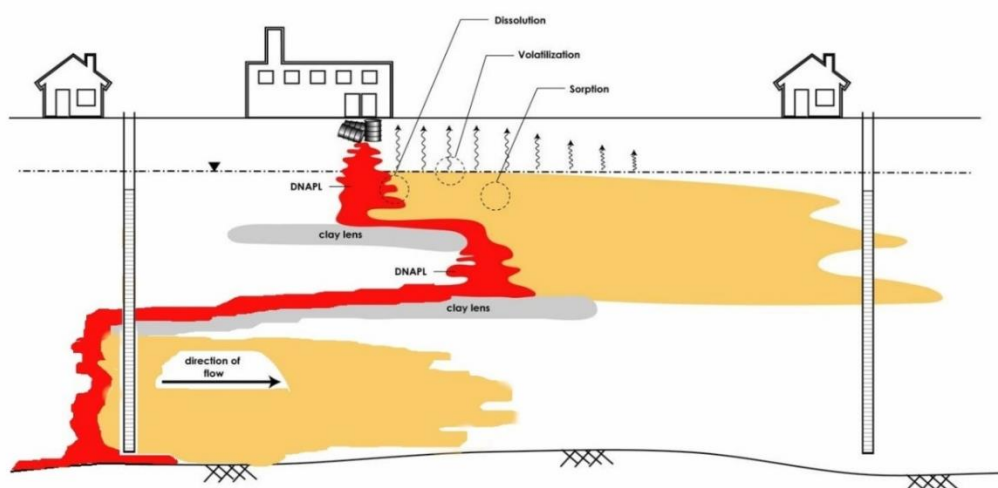
Vid undersökningar av klorerade kolväten i jord och vatten analyseras flera ämnen, såväl ursprungämnet som dess nedbrytningsprodukter. Namnen är långa varför ofta förkortningar används. Det finns också en del termer som är viktiga att förklara, se Tabell 1. Uppgifterna är främst hämtade från två vägledningar om efterbehandlingsmetod för förorening av klorerade lösningsmedel (NV 2007) respektive naturlig självrening av klorerade alifater (SGI 2009).

Föroreningar av klorerade lösningsmedel kännetecknas av

- Hög densiteten (tyngre än vatten, tenderar att sjunka)
- Låg viskositet (rör sig lätt i jord)
- Komplex fördelning i jord
- Låg löslighet i vatten
- Hög flyktighet
- Hög persistens i jord och grundvatten (långsam nedbrytning)

De dominerande spridningsvägarna för klorerade kolväten från jord är spridning till grundvatten/ytvatten men även risken för spridning av ångor in i byggnader eller till vattenledningar kan ur hälsosynpunkt vara kritisk.

Den höga densiteten gör att spridningen som fri fas i en jord skiljer sig från spridning av t.ex. en metallförorening löst i vatten eller en olja som är lättare än vatten. I Figur 2 visas exempel på spridningen av fri fas där spridningen på djupet främst stoppas av tätare material som lera medan lösta ämnen kan spridas i en plym i grundvattenriktningen. Om det tätare materialet har en lutning mot grundvattenriktningen kan även den fria fasen spridas mot grundvattenriktningen. Lösligheten i vatten skiljer sig dock mellan olika klorerade ämnen. Ursprungsprodukt för förorening på Gusum är trikloreten, TCE, som använts som avfettningsmedel. TCE-produkter innehåller ofta även PCE. Nedbrytningsprodukter från TCE är framförallt dikloreten, cDCE och vinylklorid, VC. Lösligheten i vatten hos klorerade kolväten varierar, PCE har låg löslighet (150 mg/l), TCE och VC är lite mer lösli (1 100 mg/l) och dikloreten, cDCE är lösli (3 500 mg/l).



Figur 2 Exempel på spridning av klorerade kolväten i porös avlagring. Spridning av fri fas kan även ske mot grundvattenriktningen. Föroreningskällan är rödfärgad och föroreningsplymen är gulfärgad. Tätare lerlins är gråfärgad. (NV 2007).

Föroreningskällan innehåller föroreningar i fri fas mer eller mindre sorberade till jord och utgör en reservoar av föroreningar som sprids vidare till grundvatten, ytvatten och/eller luft. Den kan också utgöra en källa till direkt exponering.

En källzon med klorerade lösningsmedel kan omfatta en ansamling av fri fas på tätt underlag, men vanligast är förekomst av droppar som kvarhålls i porer och sprickor efter passage av lösningsmedlet genom jorden, se Figur 3.

I rapporter (NV 2007) anges översiktligt att om följande halter av TCE och PCE i jord respektive grundvatten överskrids kan fri fas av ämnena misstänkas förekomma (NV 2007):

PCE > ca. 100 mg/kg i mineraljord

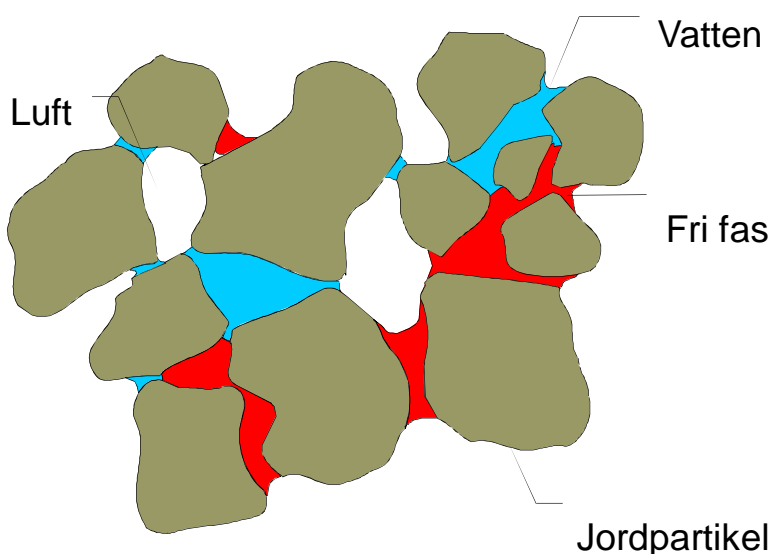
TCE > ca. 300 mg/kg i mineraljord

1-10 % av vattenlösligheten, vilket ger:

PCE > ca. 2 000 µg/l i grundvatten

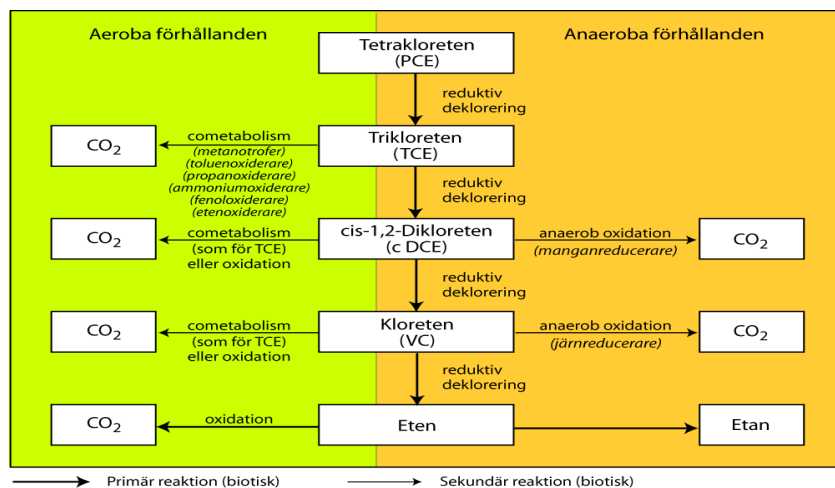
TCE > ca. 1 5000 µg/l i grundvatten

Många klorerade kolväten är mycket flyktiga men skillnaden är t.ex. stor mellan tetrakloreten (PCE), trikloreten (TCE) och cis-1,2-Dikloreten (cDCE) jämfört med vinylklorid (VC). Detta medför att det kan vara svårt att få tillförlitliga halter i jord då ämnena lätt avgår i hanteringen med borrhning och provtagning. Därför brukar man ta ut prover på jord med t.ex. vialer som kan förslutas lufttätt.



Figur 3 Ansamlingar av droppar av fri fas i porer och sprickor samt exempel på fasfördelning i jord (NV 2007)

Viktiga processer för minskning av halten klorerade kolväten i jord och grundvatten är dispersion/utspädning men även biologisk nedbrytning där reduktiv deklorering sker i anaeroba (syrefattiga) miljöer och oxidation sker i aeroba miljöer (syrerika), se Figur 4



Figur 4 Nedbrytningsvägar för PCE och TCE till VC och eten (NV 2007)

Viktiga exponeringsvägar för hälsorisker med förorening av klorerade kolväten är:

- Intag av förorenat grundvatten från brunnar placerade i plymen
- Inandning av gaser från föroreningar i omättad zon eller från föroreningar i grundvatten som förångas

Ångor från föroreningskälla i jord kan spridas upp till byggnader framförallt genom ledningsgator med porösare jordar. Ångor kan även tränga in i vattenledningar, framförallt ledningar av plast.

Upptag av klorerade kolväten kan ske genom att ångor andas in varvid de absorberas relativt snabbt och omfattande i blodomloppet. Vissa klorerade lösningsmedel metaboliseras/bryts ner i kroppen till mindre eller mer toxiska nedbrytningsprodukter. En viss andel av de relativt svårslösliga (i vatten) klorerade lösningsmedlen kommer slutligen att fördelas i fettvävnader runt om i kroppen.

Många klorerade kolväten är cancerogena, t.ex. VC eller misstänkt cancerogena som TCE och PCE. De tillhör därför de ämnen som omfattas av utfasning enligt delmål 3 i miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö.

Tabell 1 Förklaringar av ord och förkortningar som används i rapporten

Förkortning	Förklaring
Klorerade kolväten	Samlingsnamn för flera klorerade lösningsmedel och dess nedbrytningsprodukter, i Gusums fall består de klorerade kolvätena främst av TCE, DCE och VC.
Klorerade alifater	Mer vetenskaplig benämning på klorerade kolväten som används i laboratorierapporter och vid framtagande av platsspecifika riktvärden.
Källterm	Ursprungligt ämne som förorsakat förorening vid föroreningskällan.
Nedbrytningsämne	Ämnen som bildas när källtermen bryts ned eller omvandlas genom dispersion/utspädning eller biologisk nedbrytning, där reduktiv deklorering sker i anaeroba (syrefattiga) miljöer och oxidation sker i aeroba miljöer (syrerika).
Reduktiv deklorering	Benämning på biologisk nedbrytningsprocess som sker i anaerob, syrefattig miljö. Viktigaste processen för klorerade kolväten.
PCE	Perkloretylen eller tetrakloreten. Har bl.a använts i kemtvättar. Förekommer också som biprodukt i trikloreten. Innehåller fyra kloratomer.
TCE	Trikloreten, ofta omnämnd som TRI. Har använts för avfettning i metallindustri, bl.a. i Gusum fd bruk. Källterm i Gusum. Innehåller tre kloratomer.
DCE	Dikloreten, bestående av trans-1,2-dikloreten (tDCE) och/eller cis-1,2-dikloreten (cDCE). Innehåller två kloratomer.
VC	Kloreten eller även kallad vinylklorid. Innehåller en kloratom.
DNAPL	Ämnen som är tyngre än vatten, står för DenseNonAqueousPhaseLiquid
Trycknivå för grundvatten	Trycknivån är den nivå som grundvattnet trycks upp till vid mätning i grundvattenrör. I ett grundvattenrör som är satt i täta jordarter, t.ex. lera, är trycknivån betydligt högre än gränsen mellan omättad och mättad zon
Mättad zon	Under markskikt som är mättat med grundvatten, positiv tryckpotential.
Omättad zon	Övre markskikt ovan den mättade zonen
Grundvatten, gv	Vatten i marken som har en positiv tryckpotential, dvs vatten i mättad zon. Även förkortat som gv i rapporten, t.ex. gv-rör som innebär grundvattenrör.
Markvatten	Vatten i den omättade zonen
Övre och undre akvifär	Om den omättade zonen underlagras av tätare material kan det finnas en övre akvifär som består av markvatten och en undre akvifär som består av det egentliga grundvattnet utan eller med mycket liten kontakt med varandra.

2 UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR 2014

I samband med projektering och åtgärdsutredningar, har området förorenat med klorerade kolväten avgränsats genom porganalyser och grundvattenundersökningar, se R–Miljö (Hifab 2013a). Halter av klorerade kolväten har också påträffats i ett sedimentprov och i ett jordprov.

Under schaktningen dec 2013 till maj 2014 har följande provtagningar genomförts gällande klorerade kolväten:

- Grundvattenprovtagning av klorerade kolväten ca 2 ggr/månad.
- Utökad grundvattenprovtagning i april med fler analyser.
- Provtagning av schaktbotten i rutor i närheten av misstänkt föroreningskälla. Schaktning har inte skett i källområde med plym under våren.
- Provtagning av dricksvatten RK Teknik.

2.1 Grundvatten

Halter av klorerade kolväten i grundvatten har analyserats ca 2 ggr per månad under första schaktetappen från december 2013 till maj 2014. Från 19 dec till 7 jan var det ett schaktuppehåll. Schaktningen avslutades i stort i april. Under maj pågick återfyllning av området samt mindre schaktning på östra sidan ca 50 m öster om bron vid bruksdammen mot berget. Gusumsån och dammar uppströms Gusumsån är reglerad och under vårfloden i februari till april påverkar vattenkraftsproduktionen vid uppströms och nedströms vattenkraftverk varvid Gusumsån ständigt fluktuerar med en amplitud på ca 20 cm.

Provtagning av normal grundvattenkontroll utfördes med bailer. Prov har tagits ut i två headspace-vialer enligt laboratoriets hanteringsrekommendationer för att motverka avgång av flyktiga ämnen.

Då halterna ökade i några av grundvattenrören under pågående sanering gjordes en utökad provtagning i syfte att bl.a. bedöma förutsättning för nedbrytning/deklorering av föroreningen i grundvatten. Provtagning av dessa skedde genom försiktig pumpning mer peristaltisk pump.

2.2 Data grundvattenrör

Förorening av klorerade kolväten har framförallt påträffats i grundvattenrör som borrhats ned till berg med intagsfilter på djupare nivåer. Borringsdata för grundvattenrör som provtagits med avseende på klorerade kolväten redovisas i Tabell 2.

Tabell 2 Data grundvattenrör (m ö h = meter övre havet och m u my = meter under markytan)

	H196	H168	H186	H137
Filterspets (1 m filter) m u my	12,8	7,2	8,1	4,6
Höjd my, m ö h	37,9	36,69	37,82	36,71

2.3 Jordprovtagning

Provtagning av jord utfördes med TerraCore-provtagare och metanolvial, se Figur 5 för att motverka avgång av flyktiga kolväten. Proven togs ut en bit ner i schaktbotten.



Figur 5 Provtagning av jord med TerraCore-provtagare där uppsamlad jord trycks ned i metanolvialer

3 RESULTAT

3.1 Resultat klorerade lösningsmedel i grundvatten

Resultatet från provtagningarna i grundvatten presenteras dels i diagramform över tid och dels i tabell per grundvattenrör nedan. I diagrammen anges även uppmätta grundvattennivåer som mer rätt borde benämnas grundvattnets trycknivåer. Grundvattenrören är satta djupt i lera, berg och uppmätt nivå är den nivå som grundvatten trycks upp i röret.

Högst halter har uppmäts i H 196, se Figur 6 och Tabell 3 Analysresultat för grundvattenprovtagning i H 196. Halter över detektionsgräns är fetmarkerade. H196 är placerad strax öster om fördämningens södra sida, och har ett intagningsfilter mellan 11,8 -12,8 m under markytan. Halterna av trikloreten, TCE, var vid installationen i maj 2013 ca 1 500 µg/l. Vid saneringsstart i december 2013 var halten 3 630 µg/l men ökade med 3 ggr redan efter 2 veckors saneringsarbete. Halterna har sedan varierat något men trenden är att halten ökat och högst uppmätt halt är 17 400 µg/l. Även nedbrytningsprodukten cis-1,2-dikloreten, cDCE har ökat medan vinylklorid, VC, inte detekterats i något rör. Det finns minst två teorier varför halterna ökat:

- Föroreningar av klorerade kolväten som ansamlats som droppar i markporer har mobilerats av skakningar i jorden som uppstått i samband med tunga transporter.
- Gusumsåns snabba nivåfluktuationer vid vattenkraftuttag medför att det vid högvatten (nivå 35,8 m.ö.h.) trycks in åvatten/markvatten på området genom eventuellt förorenade markområden för att i nästa stund, vid lågvatten (nivå ca 35,6 m ö h), tryckas ut från området. Fluktuationerna går fort och under våren kunde både högvatten och lågvatten noteras under en och samma vecka.

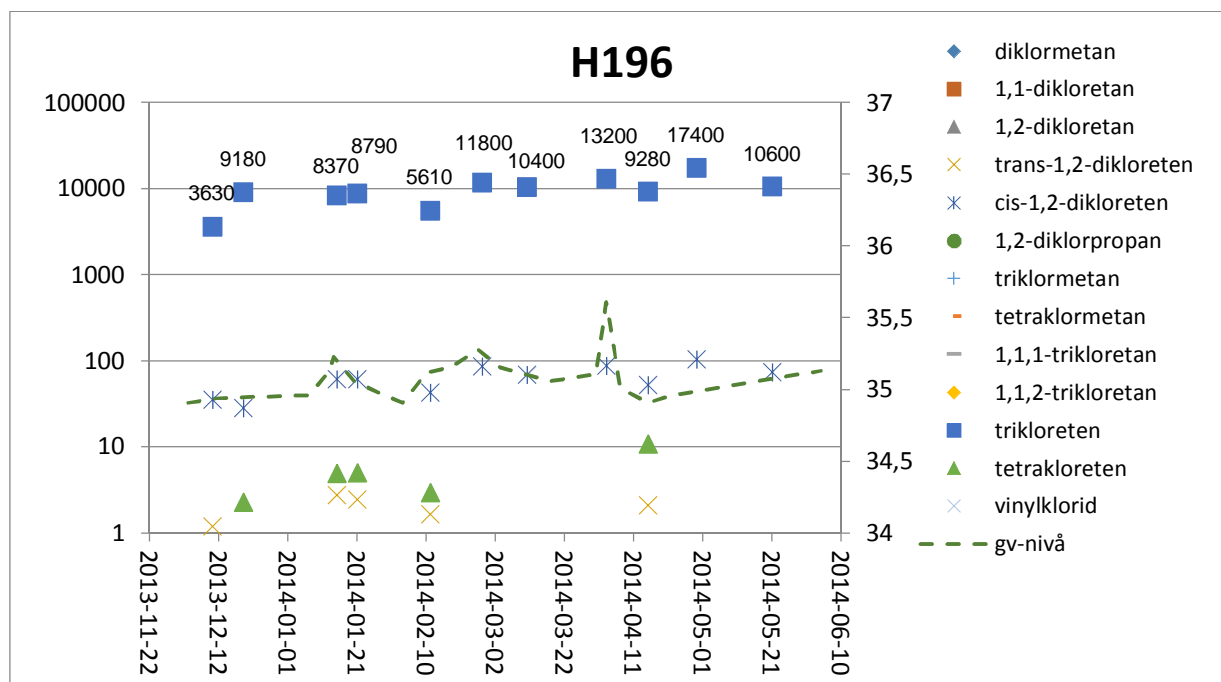
Halterna av TCE i H 168 har varit mer stabil än i H 196 med en haltvariation mellan ca 1 800 – 5 600 µg/l, se Tabell 4 och Figur 7. Halterna cDCE följer i stort halten TCE men på en lägre halt. VC har inte detekterats i H 168. Grundvattenrör H 168 har intagningsfilter på 6,2 -7,2 m under markytan och är placerad på Gusumsåns västra sida c:a 60 m söder om fördämningen.

I grundvattenrör H 137, som är placerad öster om Gusumsån och strax söder om fördämningen, har låga halter av TCE och nedbrytningsprodukten cDCE noterats, se Tabell 5 och Figur 8. Här har även VC påträffats vilket tyder på att nedbrytningen/dekloreringsen har gått ytterligare ett steg. Grundvattnets trycknivå har större variation i detta rör som är placerat på berg med intagningsfilter på 3,6 – 4,6 m under markytan.

H 186 är placerad på östra sidan om Gusumsån c:a 50 m söder om och har ett intagningsfilter på 7,1 – 8,1 m under markytan. På äldre ritningar syns att gamla ledningar är dragna i å-botten till området vid rör

H 186 vilket skulle kunna vara en spridningsväg för förorening mellan östra och västra sidan av ån. Halterna av nedbrytningsprodukter som cDCE är högre än halterna av källtermen TCE men halterna är relativt låga, se Tabell 6 och Figur 9. Även VC har detekterats vid några tillfällen.

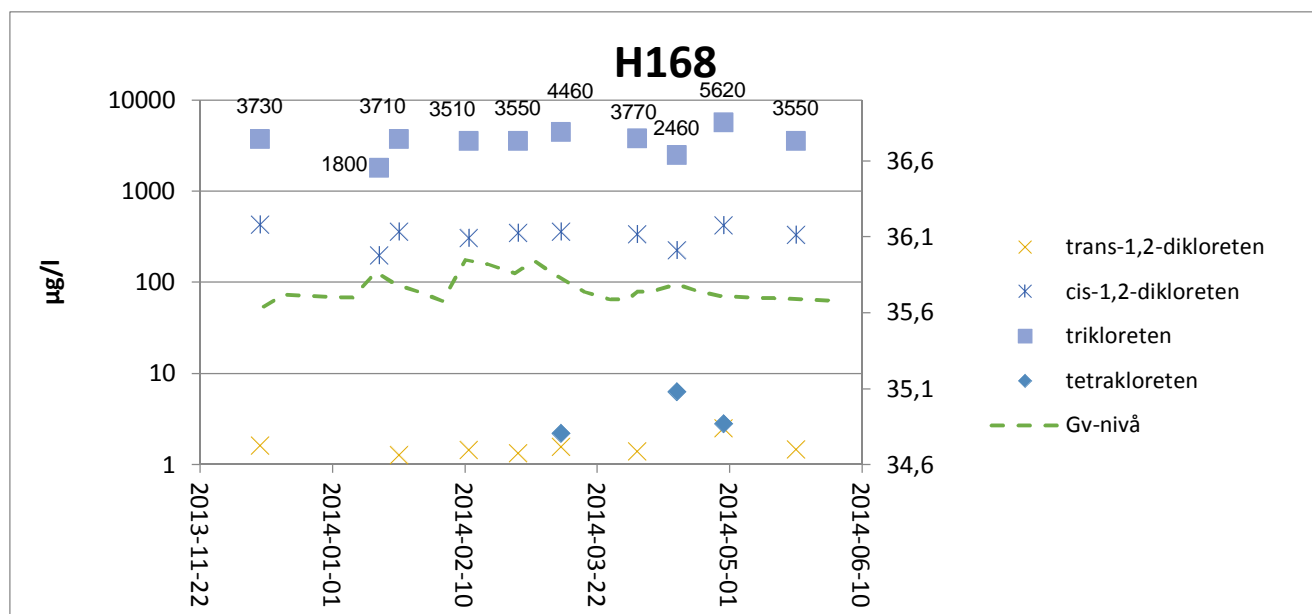
Vid H83 sitter ett nivårör av metall som installerats ned till berg, 10,4 m under markytan. Vid nivåmätningarna upptäcktes oljeförorening varför såväl oljeförorening som klorerade kolväten analyserades vid ett tillfälle. Låg halt av cDCE noterades men inga andra klorerade kolväten, se Tabell 7. Oljehalten i röret har uppmätts till ca 1 000 µg/l för alifatfraktionen C16- C35.



Figur 6 Analysresultat i grundvattenrör H196. Halterna av TCE, trikloreten är utskrivet vid varje provtagningspunkt. Observera logaritmisk skala för halter på y-axel.

Tabell 3 Analysresultat för grundvattenprovtagning i H 196. Halter över detektionsgräns är fetmarkerade.

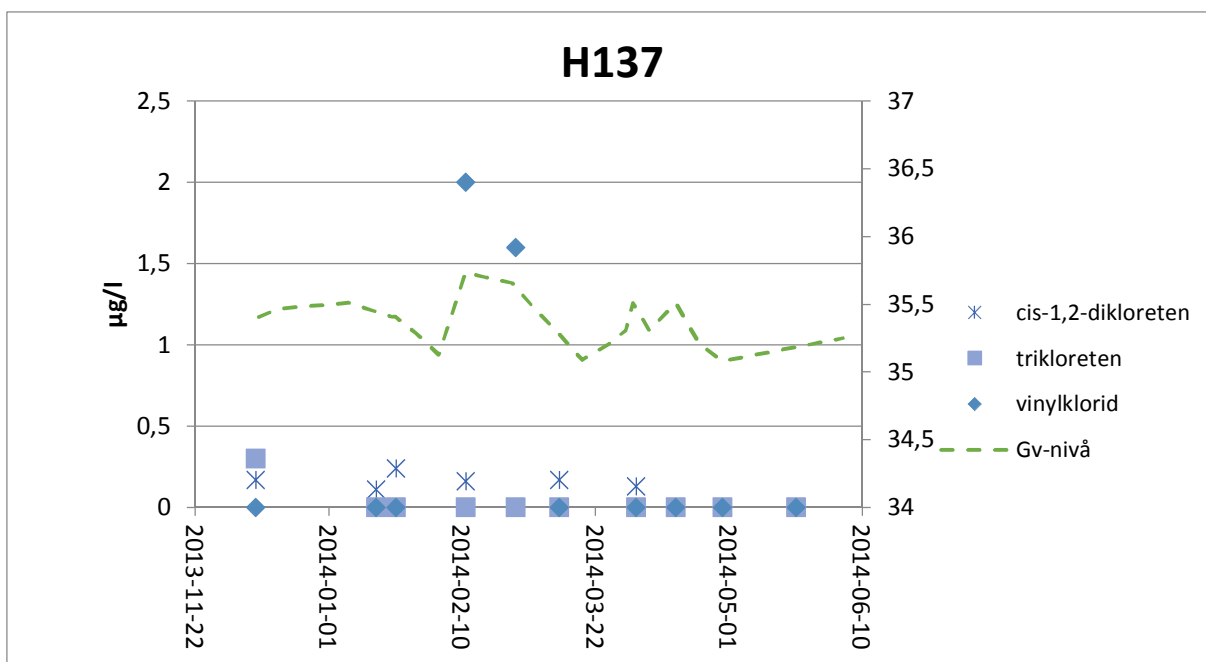
H196 µg/l	2013-12-10	2013-12-19	2014-01-15	2014-01-21	2014-02-11	2014-02-26	2014-03-11	2014-04-03	2014-04-15	2014-04-29	2014-05-21
diklormetan	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<200	<200	<200	<20.0	<200	<200
1,1-dikloreten	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<10.0	<10.0	<10.0	<1.00	<10.0	<10.0
1,2-dikloreten	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<50.0	<50.0	<50.0	<5.00	<50.0	<50.0
trans-1,2-dikloreten	1,2	<1.00	2,77	2,48	1,66	<10.0	<10.0	<10.0	2,11	<10.0	<10.0
cis-1,2-dikloreten	35,4	28,3	61,1	61,7	43,3	86,1	69	87,9	53,1	104	74,6
1,2-diklorpropan	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<100	<100	<100	<10.0	<100	<100
triklormetan	<3.00	<3.00	<3.00	<3.00	<3.00	<30.0	<30.0	<30.0	<3.00	<30.0	<30.0
tetraklormetan	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<10.0	<10.0	<10.0	<1.00	<10.0	<10.0
1,1,1-trikloreten	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<10.0	<10.0	<10.0	<1.00	<10.0	<10.0
1,1,2-trikloreten	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<20.0	<20.0	<20.0	<2.00	<20.0	<20.0
trikloreten	3630	9180	8370	8790	5610	11800	10400	13200	9280	17400	10600
tetrakloreten	<2.00	2,28	4,96	5,06	2,96	<20.0	<20.0	<20.0	11	<20.0	<20.0
vinylklorid	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<100	<100	<100	<10.0	<100	<100



Figur 7 Analysresultat i grundvattenrör H168. Halterna av TCE, trikloreten är utskrivet vid varje provtagningspunkt. Observera logaritmisk skala för halter på y-axel.

Tabell 4 Analysresultat för grundvattenprovtagning i H168. Halter över detektionsgräns är fetmarkerade.

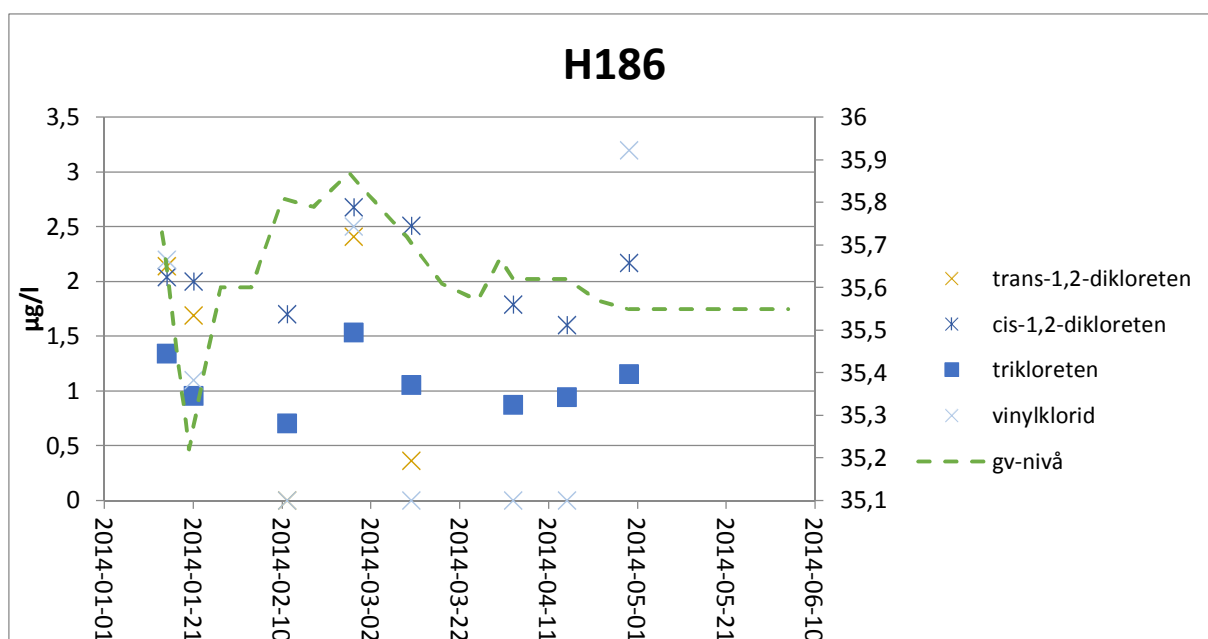
H168 µg/l	2013-12-10	2014-01-15	2014-01-21	2014-02-11	2014-02-26	2014-03-11	2014-04-03	2014-04-15	2014-04-29	2014-05-21
diklormetan	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0
1,1-dikloretan	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
1,2-dikloretan	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00
trans-1,2-dikloreten	1,64	<1.00	1,28	1,45	1,34	1,59	1,42	<1.00	2,51	1,49
cis-1,2-dikloreten	433	199	360	307	351	360	338	226	426	335
1,2-diklorpropan	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0
triklormetan	<3.00	<3.00	<3.00	<3.00	<3.00	<3.00	<3.00	<3.00	<3.00	<3.00
tetraklormetan	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
1,1,1-trikloretan	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
1,1,2-trikloretan	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
trikloreten	3730	1800	3710	3510	3550	4460	3770	2460	5620	3550
tetrakloreten	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	2,22	<2.00	6,33	2,83	<2.00
vinylklorid	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0



Figur 8 Analysresultat i grundvattenrör H137.

Tabell 5 Analysresultat från grundvattenprovtagning i H137. Halter över detektionsgräns är fetmarkerade.

H137 µg/l	2013-12-10	2014-01-15	2014-01-21	2014-02-11	2014-02-26	2014-03-11	2014-04-03	2014-04-15	2014-04-29	2014-05-21
diklormetan	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
1,1-dikloreten	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
1,2-dikloreten	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
trans-1,2-dikloreten	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
cis-1,2-dikloreten	0,17	0,11	0,24	0,16	<0.10	0,17	0,13	<0.10	<0.10	<0.10
1,2-diklorpropan	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
triklormetan	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30
tetraklormetan	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
1,1,1-trikloreten	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
1,1,2-trikloreten	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
trikloreten	0,3	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
tetrakloreten	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
vinylklorid	<1.0	<1.0	<1.0	2	1,6	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0



Figur 9 Analysresultat i grundvattenrör H186

Tabell 6 Analysresultat från grundvattenprovtagning i H186. Halter över detektionsgräns är fetmarkerade.

H186 µg/l	2014-01-15	2014-01-21	2014-02-11	2014-02-26	2014-03-11	2014-04-03	2014-04-15	2014-04-29
diklormetan	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
1,1-dikloretan	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
1,2-dikloretan	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
trans-1,2-dikloreten	2,14	1,69	<0.10	2,41	0,36	<0.10	<0.10	2,2
cis-1,2-dikloreten	2,04	2	1,7	2,68	2,51	1,79	1,6	2,17
1,2-diklorpropan	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
triklormetan	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30
tetraklormetan	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
1,1,1-trikloretan	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
1,1,2-trikloretan	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
trikloretan	1,34	0,95	0,7	1,53	1,05	0,87	0,94	1,15
tetrakloretan	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
vinylklorid	2,2	1,1	<1.0	2,5	<1.0	<1.0	<1.0	3,2

Tabell 7 Analysresultat från provtagning av rör H 83 där även olja noterats.

H 83 µg/l	2013-12-10
diklormetan	<2.0
1,1-dikloreten	<0.10
1,2-dikloreten	<0.50
trans-1,2-dikloreten	<0.10
cis-1,2-dikloreten	1,4
1,2-diklorpropan	<1.0
triklormetan	<0.30
tetraklormetan	<0.10
1,1,1-trikloreten	<0.10
1,1,2-trikloreten	<0.20
trikloreten	<0.10
tetrakloreten	<0.20
vinylklorid	<1.0

3.2 Resultat utökad provtagning

För att kontrollera förutsättningen för naturlig eller stimulerad nedbrytning av de klorerade kolvätena har det gjorts en utökad provtagning i grundvattenrör med klorerade kolväten. Undersökningarna baseras på fältmätningar med Multiméter-instrument (Hanna HI 9828), se Tabell 8 och analyser av kemiska och fysikaliska parametrar, se Tabell 9. Mer om nedbrytning av klorerade kolväten har beskrivits i avsnitt 4 som utgår från två vägledning om efterbehandling av klorerade kolväten (SGI 2009) och (NV 2007).

Reduktiva förhållande med låga syrehalter (DO < 0,5 mg/l) och negativ redoxpotential kan ses i H196 och till viss del även i H186, medan syretillgången är större i H168 och i H137. Den lägre temperaturen i H 137 indikerar även påverkan av å-vatten som kan medföra syrerikare förhållanden.

pH varierar mellan pH 6,8 till pH 8,5 i rören mätt i fält vilket ligger inom optimala zonen (pH 5-9) för reduktiv nedbrytning. Alkaliniteten som visar på vattnets buffringsförmåga mot lågt pH är lägre i H 137. Ett lägre pH på 4,3 uppmättes i H 137 dagen innan huvudmätningen men mätningen bedöms inte som helt tillförlitlig. Samtidigt så indikerar både alkalinitet och tillfälligt förhöjda Zn-halter att vatten i H 137 kan ha haft en tillfällig pH-sänkning under maj (Golder 2014).

Nitrat och sulfat kan konkurrera med de klorerade kolvätena som elektronmottagare i reduktionsstegen. I H 168 och H196 är sulfathalten i nivå med halter som kan innebära viss konkurrens (> 20 mg/l sulfat).

Slutlig nedbrytningsprodukt av klorerade kolväten är eten och etan. Inte i något rör har eten/etan-halter över detektionsgräns analyserats. Det näst sista steget vinylklorid, VC, har inte heller analyserats i rören under denna mätning. VC har dock noterats i H 186 och H137 vid tidigare mätningar.

Sammantaget tyder provresultaten på att förhållandena för reduktiv nedbrytning inte är helt optimala. De reduktiva förhållandena kan stimuleras genom t.ex. tillsats av kolkälla men risken finns att nedbrytningen inte blir fullständig om inte övriga förutsättningar uppfylls. Ej fullständig nedbrytning skulle kunna innebära att det blir en ansamling av t.ex. VC, vilket är ett ämne som bedöms som mer hälsofarlig än TCE. Det behövs dock fler undersökningar för att göra en slutlig bedömning om stimulerad reduktiv nedbrytning kan vara ett bra åtgärdsalternativ för föroreningarna i grundvattnet.

Tabell 8 Resultat från fältmätningar i grundvatten med multimeter.

	H137	H168	H196	H186
DO mg/l	3,51	0,56	0	0
DO%	28,6	3,2	0	0
pH	6,82*	6,92	8,53	6,58
Temp °C	5,54	6,97	7,04	8,47
mbar	1003,3	1002,9	1001	1003,4
Konduktivitet µS/cm	65	372	305	290
Salthalt, Sal	0,03	0,18	0,15	0,14
RP, redoxpotential	18,4	5,6	-51,1	19,9
Slang: djup	5,2	5	8,5**	5,3
GV-nivå: mu rörtopp	2,6	1,5	3,45	3,1

*Mätning av pH dagen innan gav ett pH på 4,33 i H137. Värdet osäkert pga. av osäker kalibrering

**m slang från my

Tabell 9 Analysdata från utökad provtagning av fysikaliska och kemiska parametrar.

		H168	H196	H186	H137
alkalinitet	mg HCO ₃ /l	130	180	180	70
nitrat	mg/l	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
sulfat	mg/l	22,3	19,7	5,69	<5.00
klorid	mg/l	51,7	12,1	15,9	6,21
DOC	mg/l	1,68	0,94	24	3,23
sulfid	mg/l	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
svavelväte	mg/l	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
diklormetan	µg/l	<20.0	<200	<2.0	<2.0
1,1-dikloreten	µg/l	<1.00	<10.0	<0.10	<0.10
1,2-dikloreten	µg/l	<5.00	<50.0	<0.50	<0.50
trans-1,2-dikloreten	µg/l	1,42	<10.0	<0.10	<0.10
cis-1,2-dikloreten	µg/l	338	87,9	1,79	0,13
1,2-diklorpropan	µg/l	<10.0	<100	<1.0	<1.0
triklormetan	µg/l	<3.00	<30.0	<0.30	<0.30
tetraklormetan	µg/l	<1.00	<10.0	<0.10	<0.10
1,1,1-trikloreten	µg/l	<1.00	<10.0	<0.10	<0.10
1,1,2-trikloreten	µg/l	<2.00	<20.0	<0.20	<0.20
trikloreten	µg/l	3770	13200	0,87	<0.10
tetrakloreten	µg/l	<2.00	<20.0	<0.20	<0.20
vinylklorid	µg/l	<10.0	<100	<1.0	<1.0
metan	µg/l	13	97	<10	<10
eten	µg/l	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
etan	µg/l	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Fe ²⁺	mg/l	<0.25	<0.25	<0.25	5,2
Mn ²⁺	mg/l	0,55	0,13	1,3	0,22
Fe	mg/l	0,022	<0.0050	0,62	6
Mn	mg/l	0,56	0,15	1,3	0,26

3.3 Resultat jord

Schaktetapp 2a har utförts i områden utanför misstänkt källa för klorerade kolväten, se Figur 1. Analys av klorerade kolväten har undersökts i bottenprov från angränsande områden. Sammanlagt har 3 bottenprover och ett väggprov analyserats med avseende på klorerade kolväten utan att några detekterbara halter har kunnat noteras.

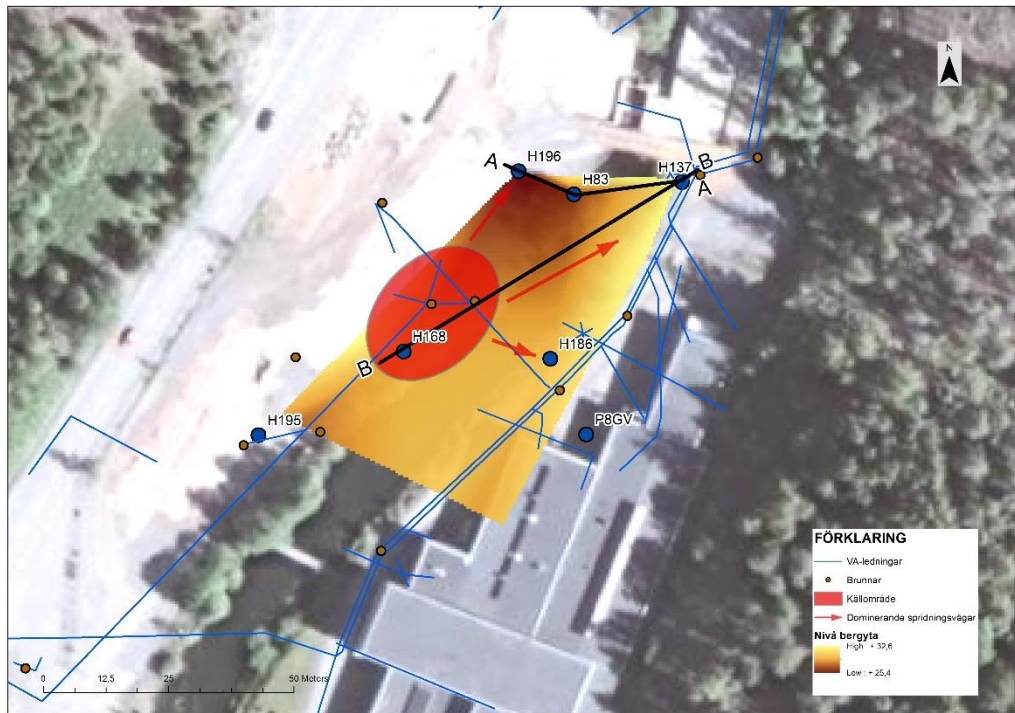
4 RISKBEDÖMNING

4.1 Tolkning av föroreningssituationen utifrån resultat

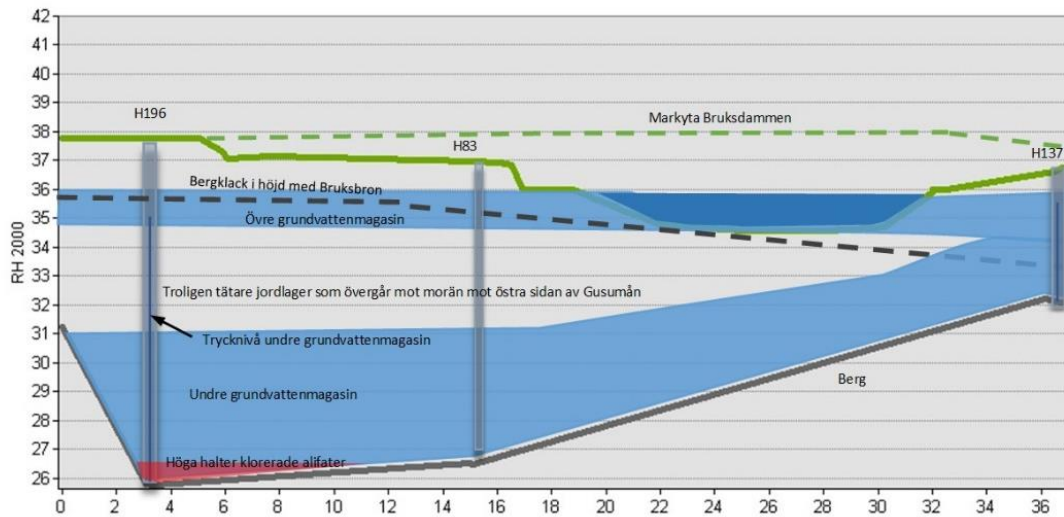
Utifrån geotekniska, hydrologiska och kemiska undersökningar i mark, vatten och porgas har en tolkning av föroreningssituationen gjorts av klorerade lösningsmedel.

Källområdet antas ligga på västra sidan av Gusumsån (kring H168), markerade med rött i Figur 10, vilket framförallt porgasmätningar indikerat. Utifrån tolkning sträcker sig plymen i huvudsak mot nordöst och öster. Vid H196 har lägsta bergyta, ca 12 m u my, i det förorenade området uppmätts varför det bildar en sänka, vilken kan ha medfört en ansamling av klorerade ämnen tyngre än vatten, se Figur 11 och Figur 12. Då porgas och jord i området kring H 196 inte indikerar höga halter förorening är bedömningen att föroreningen sprids från källområdet genom ledningsgravar och sprickor/håligheter eller längs med skikt av grövre material (morän?) ned mot den djupare sänkan vid H196. Se exempel i Figur 2. Även ledningar som går under Gusumsån i nivå med rör H186 bedöms vara en spridningsväg av förorening från källområdet.

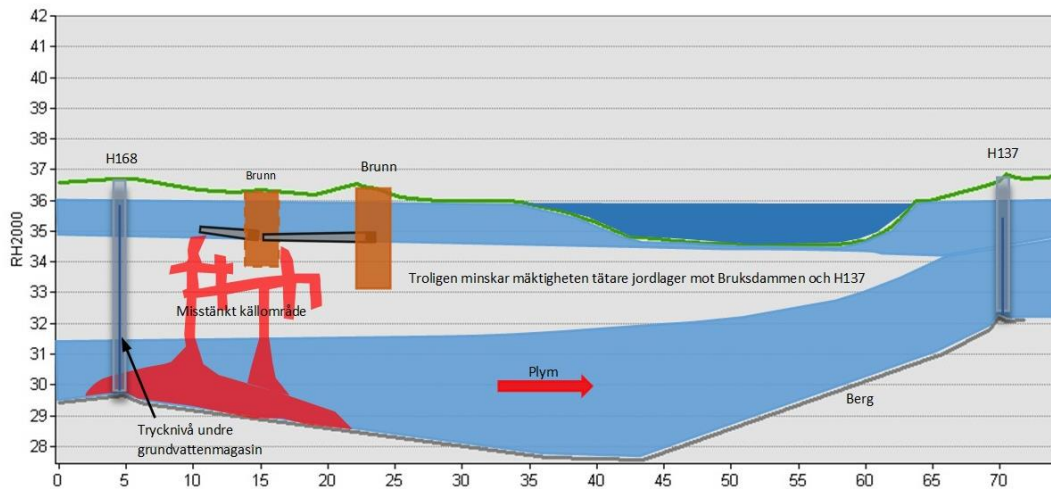
Det område som bedöms vara mest kritiskt när det gäller spridning av förorening till ytvatten är området kring fördämningen, även kallad Bruksdammen. Här tolkas det som att en bergsklack ca 2 m under markytan (m u my) på västra sidan om bron sträcker sig sluttande under bruksdammen mot östra sidan, där bergets klack ligger på ca 4 m u my, se Figur 11. Vid bruksdammen antas djupt och ytligt liggande grundvatten förenas (se även avsnitt 7.2). Då bergsklacken ligger lägre kring den östra delen (vid grundvattenrör H137) antas den största spridningen från bruksområdet mot norr kunna ske här.



Figur 10 Planritning sektioner A-A och B-B samt tolkning av bergyta och källområde klorerade alifater, Gusum Bruk. Röd markering anger bedömt källområde och gul färg föroreningsplymen.



Figur 11 Sektion A-A, se sträckning i Figur 10. Sannolikt finns en sänka i bergytan vid H196 där höga halter klorerade alifater, rödmarkerat, påträffats. Den streckade linjen anger bergklack mot norr, dvs mot fördämningen.

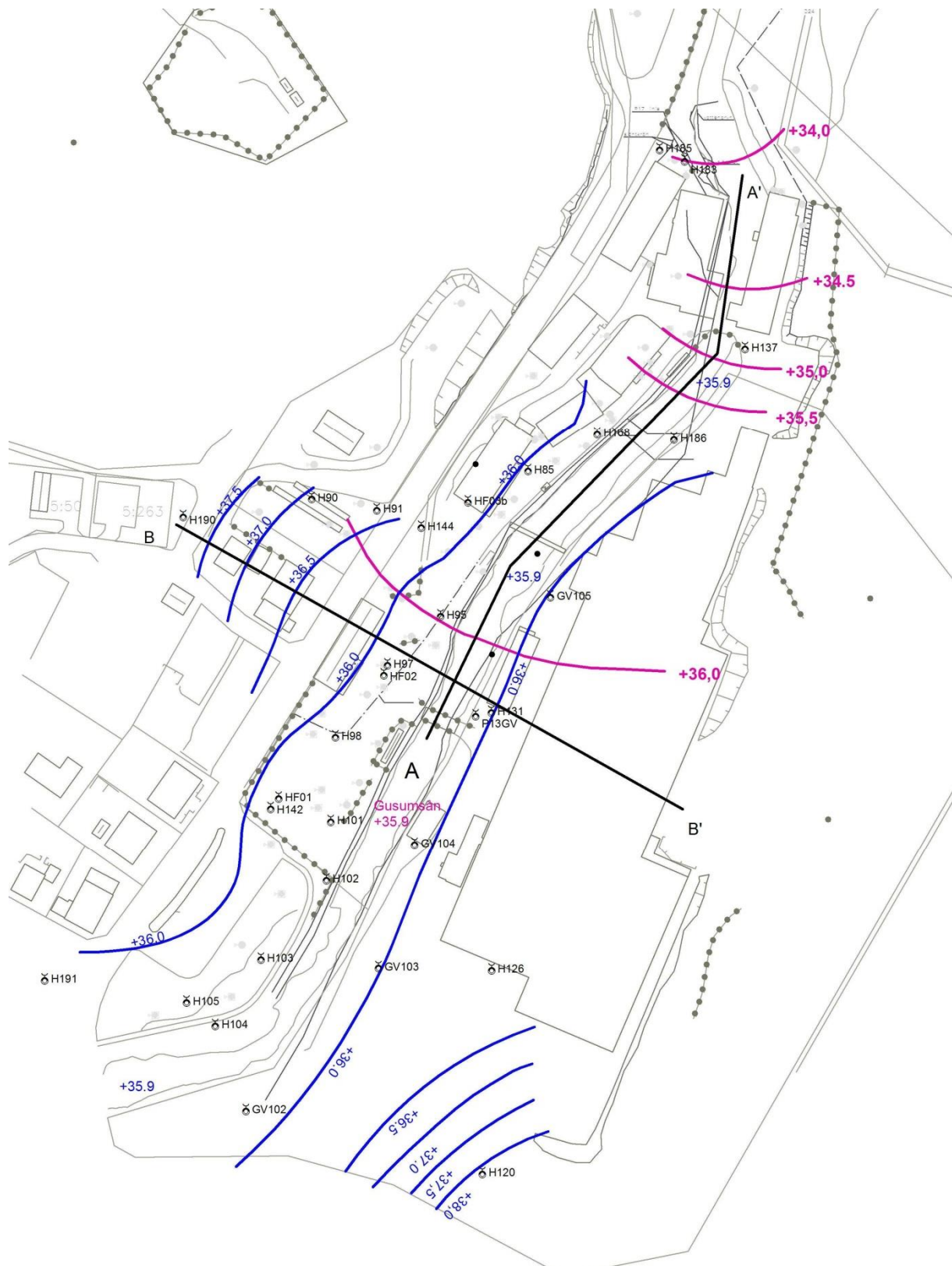


Figur 12 Sektion B-B. Den vänstra brunnen ligger ca 4 - 5 m väster om sektionens dragning (se sträckning i Figur 10). Rödmarkering anger misstänkt källområde utifrån porgasmätningar och analyser i grundvattenrör då inga föroreningshalter hittills påträffats i jord. Troligen har föroreningen spridits genom sprickor och håligheter eller längs med skikt mellan tät lerjord och grövre morän ned till djupare nivåer. Se även Figur 2.

4.2 Hydrogeologi på Gusums fd bruk

Resultaten av grundvattenmätningar visar att grundvattenytan på ytligt grundvatten lutar från dalgångens sidor ner mot Gusumsån. I området närmast ån som är utfyllt med förorenade fyllnadsmassor ligger grundvattenytan relativt flackt strax över Gusumsåns nivå. Längre bort från ån, i den västra delen vid H190 och i den sydöstra delen vid H120, sluttar grundvattenytan brantare, se Figur 13.

Tryckytan för djupt grundvatten sluttar norrut med lutningen 0,005 fram till området framför bruksdammen (vid H137). I de centrala delarna av området, vid H131/GV105, är trycknivån för djupt grundvatten högre än ytligt, vilket gör att det finns förutsättningar för grundvatten att pressas uppåt genom lagren med silt/lera. Närmare bruksdammen faller trycknivån för djupt grundvatten under Gusumsåns nivå vilket gör att det finns förutsättningar för åns vatten att pressas ut till omgivande mark. I området kring fördämningen är jorddjupen mindre och det finns inga täta jordarter som delar av ytligt och djupt grundvatten. Djupt och ytligt grundvatten förenas här till en gemensam, ytlig, grundvattenströmning under och runt bruksdammen. Ytligt grundvatten kring Gusumsån (i fyllning) och ytvatten i Gusumsån har stor påverkan på varandra och dess vattennivåer följer troligen i stort varandra.



Figur 13 Isolinjer för grundvattnets trycknivå i ytligt grundvatten och djupt grundvatten. (Hifab 2013b, R-hydro)

4.3 Skyddsobjekt

Berört källområde och föroreningsplym för förorening av klorerade kolväten omgärdar på båda sidor Gusumsån söder om bruksdammen, se avsnitt 7.1. Sjöar nedströms Gusumsån är Byngaren och Strolången. Gusumsån uppnår inte god kemisk ytvattenstatus (2009) och har otillfredsställande ekologisk status (VISS Vattenvårdsinformationsystem Sverige).

Dricksvattentäkten i Gusum finns vid inloppet från Yxningen till Gusumsån flera km uppströms Gusums f.d. bruk och bedöms inte påverkas av föroreningar från bruket.

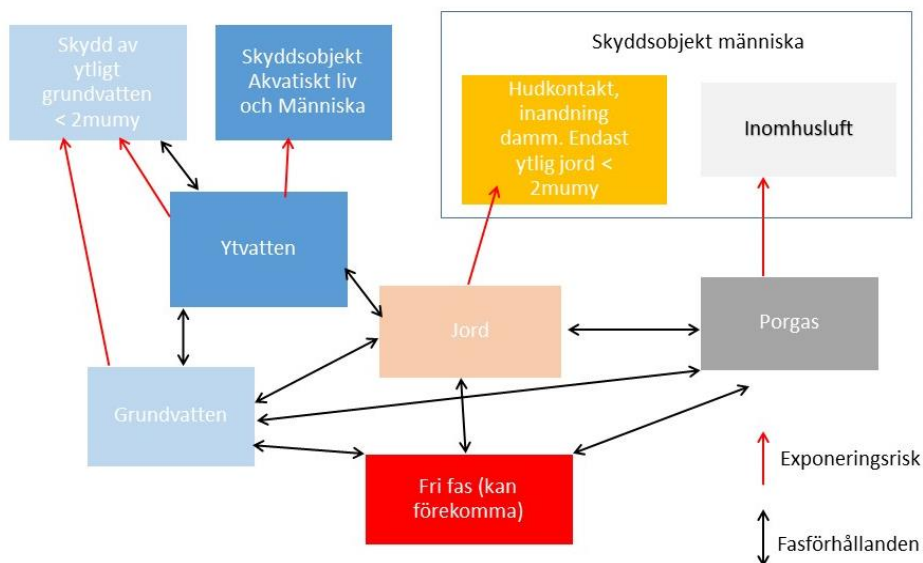
I SGU:s brunnarkiv finns 2 brunnar för vatten. Dels en djupborrad brunn i berget ca 200 m öster om bruksområdet på ca 93 m djup för bevattningsvatten till en handelsträdgård från 2002 samt en brunn från 1960 på ett djup i jord på 20,8 m ca 300 m SÖ om bruksområdet. Om dessa brunnar används idag är oklart. Läget för brunnarna är något osäkra enligt SGU-arkivet. Dessutom finns det ett 10-tal energibrunnar nedströms bruksområdet där den närmaste finns S om Alvik och är borrad till 165 m djup med berg på ca 7,5 m. Structor bedömer att risken för föroreningsutbredning till nämnda vattenbrunnar är osannolik då brunnarna antingen ligger i djupt berg eller i djupa jordlager uppströms föroreningskälla på bruket.

På östra sidan av Gusumsån ligger RK Teknics lokaler som bygger och monterar balkonger. Den norra delen av byggnaden, närmast berört föroreningsområde, används sparsamt men har t.ex. använts av personal vid saneringen av den första schaktetappen under våren 2014. Längre söderut finns befintliga kontorsbyggnader och verkstadslokaler. RK teknik har ca 50 anställda som helt eller delvis arbetar på området.

På bruksområdet har schaktsanering av fyllnadsjord påbörjats under 2013. Schaktsaneringen kommer att fortsätta under hösten 2014 i områdena närmast ån genom att sänka vattennivån i ån med hjälp av spontning och förbiledning. Planerad markanvändning av området efter schaktsanering på bruksområdet västra sida om Gusumsån är grönytor för rekreation. På östra sidan söder om Bruksdammen planeras fortsatt användning av området som industrimark.

4.4 Konceptuell modell

En platsspecifik konceptuell modell för föroreningen av klorerade kolväten visas i Figur 14. Exponeringsrisk kopplat till hälsa bedöms främst kunna ske via hudkontakt och inandning av damm i yttligt liggande föroreningar och inandning av ånga inomhus.



Figur 14 Konceptuell modell för förorening av klorerade kolväten på fd Gusums bruk.

4.5 Föroreningsförekomst i jord

Källområdet, d.v.s. utsläppsområdet för de klorerade kolvätena är oklart, då endast mycket få och låga halter i jord/sediment har påträffats. Genom porgasundersökningar och grundvattenundersökningar har det ändå fått en trolig bild på källområdets avgränsning och spridning. Högsta halter i fyllnadsjord förväntas därför påträffas främst väster om ån och längts med ledningsstråk, se Figur 10. Planritning sektioner A-A och B-B samt tolkning av bergyta och källområde klorerade alifater, Gusum Bruk. Röd markering anger bedömt källområde och gul färg föroreningsplymen.

Föroreningshalterna i grundvattenrör på den östra sidan indikerar att man även kan förvänta sig klorerade kolväten i djupare jord och sediment i Gusumsåns botten och på östra sidan, framförallt i djupare ledningsstråk, dvs vatten och avloppsledningar.

Mängden förorening i jord har beräknats teoretiskt utifrån halter i djupare grundvatten, se avsnitt 6, då det i analyser av ytliga jordprover inte detekterats klorerade alifater och då jordprover på djupare nivåer saknas. Beräknad mängd klorerade kolväten i jord för det bedömda påverkansområdet, redovisas i Tabell 10, där två beräkningar redovisas. Beräkning 1, utgår från en medelmäktighet jord med föroreningen till uppmätt medeltrycknivå i gv-rör, inom område förorenat med klorerade kolväten (troligen kraftigt överskattad mängd då trycknivån i grundvattenrören ger högre nivå än verklig grundvattennivå). Beräkning 2, utgår från en medelmäktighet på jordförorening till 3 m under medeltrycknivå i gv-rör (mäktighet på föroreningen på 3,48 m).

Tabell 10. Beräknad mängd klorerade alifater i jord (kg) vid Gusum bruk. Två beräkningar med olika mäktigheter på jordlagren med föroreningar är gjorda.

Ämne	Beräkning 1 Mängd förorening till medeltrycknivå (6,48 m) i gv-rör	Beräkning 2 Mängd förorening i jord till 3 m under medeltrycknivå (3,48 m mäktighet) i gv-rör
cDCE	1	0,5
tDCE	0,008	0,005

PCE	0,05	0,03
TCE	88	47
VC	0,003	0,001

Mest relevant bedöms beräkning 2 vara. Total mängd klorerade alifater i jord uppskattas vara ca 50 kg.

I beräkningarna har inte hänsyn tagits till förekomst av fri fas förorening. Högsta uppmätta halter i grundvatten indikerar att fri fas lokalt kan förekomma (TCE-halter i gv > 15 000 mg/l, se avsnitt 4) men mer troligt är att förorening återfinns i droppar som kvarhållits i porer och sprickor efter passage genom jorden. Det kan också vara en förklaring till haltökningen i grundvatten då tunga transporter kan ha medfört vibrationer i jorden varvid dropparna frigjorts.

Teoretisk uträknade halter i jord utifrån halter i grundvatten redovisas i Tabell 11 för några utvalda grundvattenanalyser i källområde. Samtliga beräkningar redovisas i bilaga 2.

Tabell 11. Teoretiskt beräknad maximal halt i jord (från maximal halt i grundvatten angivet gv-rör) och medelvärde (från medelvärde i grundvatten i angivet gv-rör) utifrån halt i grundvatten vid Gusum Bruk. Halt i grundvatten inom parentes. Enheter mg/kg TS och mg/l.

GV-rör	Max TCE	Medelvärde TCE	Max cDCE	Medelvärde cDCE	Max VC	Medelvärde VC
H168	12,93 (5,62)	7,85 (3,42)	0,34 (0,43)	0,26 (0,33)	1,7 (3,96)	<0,1 (0,36)
H196	40,02 (17,40)	21,04 (9,15)	<0,1 (0,10)	<0,1 (0,06)	0 (0)	0 (0)

Teoretisk beräknat medelvärden för halter i jord i område påverkat av klorerade alifater utifrån medelvärden från grundvattenanalyser i gv-rör H168, H83, H196, H186, H137 och P8GV, redovisas i Tabell 12.

Tabell 12. Teoretisk beräknat medelvärden för halter i jord i område påverkat av klorerade alifater utifrån medelvärden från grundvattenanalyser vid Gusum Bruk

Ämne	cDCE	tDCE	PCE	TCE	VC
Halt (mg/kg TS)	< 1	<1	<1	5	<1

4.6 Förekomst i grundvatten

Högst halter förekommer på västra sidan om Gusumsån, där gv-rör H168 troligen är placerad i källområdet (se Planritning sektioner A-A och B-B samt tolkning av bergyta och källområde klorerade alifater, Gusum Bruk. Röd markering anger bedömt källområde och gul färg föroreningsplymen.

) med spridning mot djupare delar vid H196. I det djupast sittande röret (12,5 m u my), H196, dominerar TCE. Det indikerar en begränsad nedbrytning. I H168 verkar förhållanden för nedbrytning vara mer gynnsamt då, jämfört H196, en större andel DCE förekommer. Dock dominerar TCE fortfarande. I, vad som bedöms som plymen mot öster (innefattar gv-rör H83, H137, H186 och VP8), indikerar grundvattenanalyser en större andel nedbrytning av TCE.

Beräknad mängd klorerade alifater i grundvatten i det bedömda påverkansområdet redovisas i Tabell 13, där två beräkningar redovisas: Beräkning 1, en medelmåktighet på föroreningen till trycknivå i gv-rör inom område förorenat med klorerade alifater (troligen kraftigt överskattad mängd); Beräkning 2, en medelmåktighet på föroreningen till 3 m (måktighet på föroreningen på 3,48 m) under medeltrycknivå i gv-rör. Uppmätta halter redovisas under avsnitt 6.

Tabell 13. Beräknad mängd klorerade alifater (kg) i grundvatten vid Gusum bruk. Två beräkningar med olika mäktigheter på föroreningarna är gjorda.

Ämne	Alternativ 1 Mängd förorening till medeltrycknivå (6,48 m) gv-rör	Alternativ 2 Mängd förorening med medelmäktighet på 3,48 m
cDCE	0,4	0,2
tDCE	0,003	0,002
PCE	0,003	0,002
TCE	12	6,5
VC	0,002	0,001

Mest relevant bedöms beräkning 2 vara. Total mängd klorerade alifater i vatten beräknas då vara ca 6 kg, exkl. eventuell fri fas.

Under schaktsaneringen dec 2013 till maj 2014 noterades en ökning av halten klorerade kolväten framförallt i den djupare delarna vid H196. Haltvariationen tyder på att saneringsarbetena med tunga transporter och/eller vårfloedens grundvattenfluktuationer har medfört att förorening i jord mobiliserats varvid halterna i grundvatten ökat.

4.7 Förekomst i dricksvatten

Föroreningar av klorerade kolväten i jord kan via ångfas diffundera in i t.ex. vattenledningar av plast som sträcker sig genom det förorenade området. Vattenledningar som bl.a. leder till RK Tekniks lokaler angränsar till troligt källområde för föroreningarna av klorerade kolväten. Dricksvatten på RK Teknik har därför analyserats vid två tillfällen. Inga halter över detektionsnivå har kunnat analyseras. Vattenledningarna utgörs av gjutjärnsledningar enligt personal från vatten- och reningsverket.

4.8 Spridningsförutsättningar och påverkan på recipient Gusumsån

Förutsatt att det inte finns sprickor i berg kan man anta att spridningen är låg från förekomsten av klorerade kolväten, då de högsta halterna verkar vara koncentrerade till en svacka i bergytan i undre grundvattenmagasinet, se Figur 11. Den djupaste delen ligger i området kring H196. Det visar även resultaten av grundvattenprover mellan H137, H196 och H168 där H137 har visat sig ha betydligt lägre halter än övriga två. Då den övre och den undre grundvattenakvifären sammanfaller och troligen mer eller mindre följer Gusumsån ytvattennivåer (eller vice versa) precis uppströms bruksdammen bedöms grundvattenrör H137 på östra sidan ge uppskattning på vilka mängder klorerade ämnen som kan tänkas lämna källområdet genom plymen och sprida sig nedströms bruksdammen i ytvatten eller grundvatten. Vid spridning i grundvatten över bergskammen öster om Bruksdammen eller till ytvatten med gv-rör H137 som referensrör, visar beräkningar på en transport av cDCE 0,4 mg, TCE 0,1 mg och VC 1,1 mg per år.

4.9 Förslag på Platsspecifika riktvärden

Platsspecifika riktvärden har tagits fram för PCE, TCE, cDCE, tDCE och VC vid Gusum Bruk för mark, grundvatten och ytvatten (Tabell 14). För mark har Naturvårdsverkets (NV) riktvärdesmodell med grundscenario för MKM använts. Ämnena dikloretener (DCE) och vinylklorid (VC) finns ursprungligen inte med i Riktvärdesmodellen utan har skapats specifikt för Gusum bruk. Riktvärdesmodellen hanterar inte heller direkt riktvärden för grundvatten. Då det kan avgå ånga från grundvatten till byggnader har riktvärden utifrån den exponeringsvägen tagits fram. Justeringar i riktvärdesmodellen och metodik för framtagande av platsspecifika riktvärden i mark och grundvatten redovisas i bilaga 2.

Platsspecifika riktvärden för mark > 2 m under befintlig markyta har tagits fram för dels västra och dels östra sidan av Gusumsån, då exponeringsriskerna i dagsläget skiljer sig åt. För gräns se Figur 1. För mark < 2 m under befintlig markyta föreslås generella riktvärden för MKM användas. Större delen av den ytliga jorden kommer troligen att tas bort i samband med den planerade saneringen av tungmetaller. Befintlig markyta i åfåra föreslås representeras av + 36. För sediment (och underliggande jord) gäller då MKM över nivå + 34 m och platsspecifika riktvärden under nivå +34 m (höjdsystem RH2000).

Tabell 14. Generella och platsspecifika riktvärden för klorerade alifater vid Gusums bruk, västra resp. östra sidan av Gusumsån. Enhet jord mg/kg TS, enhet vatten µg/l. ”-” = riktvärden saknas

Ämne	KM	MKM	Platsspecifika riktvärden jord östra sidan > 2 m, plym	
			Halt	Styrande exponering
cDCE	-	-	50	Ånga+exp.andra källor
tDCE	-	-	100	Ånga+exp.andra källor
PCE	0,4	1,2	300	Ånga+exp.andra källor
TCE	0,2	0,6	60	Ånga+exp.andra källor
VC	-	-	0,6	Ånga+exp.andra källor
Ämne	KM	MKM	Platsspecifika riktvärden jord västra sidan > 2 m, plym	
			Halt	Styrande exponering
cDCE	-	-	350	Ånga+exp.andra källor
tDCE	-	-	400	Skydd av ytvatten
PCE	0,4	1,2	500	Skydd mot fri fas
TCE	0,2	0,6	400	Ånga+exp.andra källor
VC	-	-	5	Ånga+exp.andra källor
Ämne	KM	MKM	Platsspecifika riktvärden jord < 2m, plym	
			Halt	Styrande exponering
cDCE	-	-	-	-
tDCE	-	-	-	-
PCE	0,4	1,2	1,2	Skydd av gv.
TCE	0,2	0,6	0,6	Skydd av gv.
VC	-	-	-	-
Ämne	KM	MKM	Platsspecifika riktvärden grundvatten östra sidan, plym	
			Halt	Exponering
cDCE	-	-	16 700	Ånga
tDCE	-	-	33 400	Ånga
PCE	-	-	21 200	Ånga
TCE	-	-	7 900	Ånga
VC	-	-	300	Ånga
Ämne	KM	MKM	Platsspecifika riktvärden grundvatten västra sidan	
			Halt	Exponering
cDCE	-	-	124 800	Ånga
tDCE	-	-	249 500	Ånga
PCE	-	-	158 600	Ånga
TCE	-	-	59 100	Ånga
VC	-	-	2 300	Ånga
Ämne	KM	MKM	Platsspecifika riktvärden ytvatten Gusumsån	
			Halt	Styrande exponering
cDCE	-	-	-	-
tDCE	-	-	-	-
PCE	-	-	5	miljö ytvatten
TCE	-	-	5	miljö ytvatten
VC	-	-	840	miljö ytvatten

Framtagna riktvärden för mark > 2 m under befintlig markyta inkluderar inte exponering via ”Intag av växter” eller ”Intag av dricksvatten”, ”skydd av markmiljö”, eller ”skydd av grundvatten” då dessa inte bedöms som relevanta på det djupet för Gusums bruksområde. Skillnaden mellan riktvärden > 2 m under befintlig markyta är att ånga från västra sidans källområde måste transportera sig längre väg i mark (antaget 15 m i modell) för att utgöra en exponeringsväg till industribyggnad på östra sidan. Transport antas kunna ske genom genomsläppliga jordlager som sammanfaller med ledningsgravar etc. Human exponering via

ytvatten beaktas inte, då riktvärden för akvatiskt liv antas ge tillräckligt humant skydd. Det finns inte några kända dricksvattenbrunnar närmare än minst 250 m från plymens antagna spridningsväg (vid gv-rör H137) och då låga halter uppmätts i grundvatten vid H137 är intag av dricksvatten inte med i bedömningen. Dock har det inte tagits hänsyn till om det finns sprickor i berg vid källområde där spridning skulle kunna ske.

Förutsättningen för framtagna riktvärden är att återställningsnivåer efter sanering innebär minst samma mäktighet av påfört jordlager som det bortschaktade lagret, samt att vattenspegel inte utökas i område som är förorenat med klorerade alifater. Om vattenspegel ska utökas behöver riskbedömningen kompletteras, då mäktigheten på jord mellan framförallt antaget källområde och eventuell åbotten kan minska samtidigt som trycknivån i undre grundvattenmagasinet är relativt hög. Om trycket på grundvattnet överstiger trycket från ytvatten kan förorenat grundvatten från källområdet i djupa magasinet tryckas in.

4.10 Sammantagen bedömning av risker

Viktiga slutsatser och bedömningar av risker med avseende på förorening av klorerade alifater kan sammanfattas i följande punkter:

- Föroreningar av klorerade kolväten i grundvatten har påträffats i högst halter på djupare nivåer. Mängden klorerade alifater i grundvatten är beräknad till ca 6 kg.
- Mängden klorerade alifater i jord beräknade utifrån halter i grundvatten indikerar en föroreningskälla om ca 50 kg i jord, exklusive eventuell fri fas.
- Samtliga närliggande fastigheter nedströms bruket har kommunalt vatten. Det finns inte några kända dricksvattenbrunnar närmare än minst 200 m från plymens antagna spridningsväg.
- I analyserat dricksvatten från RK Tekniks byggnader har inga detekterbara halter av klorerade kolväten uppmätts. Materialet i vattenledningar i närheten av förorenat område består av gjutjärn vilket bedöms ge ett bättre skydd än plastledningar för ånginträning från eventuellt förorenad omgivning.
- Vid spridning i grundvatten över bergskammen öster om Bruksdammen med gv-rör H137 som referensrör, visar beräkningar på en transport av cDCE 0,4 mg, TCE 0,1 mg och VC 1,1 mg. Spridningen bedöms som liten och tillsammans med stor utspädning i Gusumsån medför de inte någon negativ effekt av betydelse för akvatisk miljö.
- Platsspecifika riktvärden för jord för området öster respektive väster om Gusumsån är framtagna för att inte föroreningar i underliggande jord, >2 m under befintlig markyta, ska innebära en risk för oacceptabel exponering av ångor till byggnader. Teoretiskt framräknade maximala halter i jord överstiger inte dessa riktvärden. För schakt av ytligt förorenad jord, < 2 m under befintlig markyta används riktvärde för MKM. Större delen av den jorden kommer troligen att schaktas bort vid saneringen.
- Platsspecifika riktvärden för grundvatten är framtagna för området öster respektive väster om Gusumsån. Hittills uppmätta halter i djupa grundvattenrör på respektive sida om Gusumsån understiger platsspecifika riktvärden och bedöms inte medföra hälsorisker för ånginträning till byggnader.
- Platsspecifika riktvärden för ytvatten, Gusumsån, har tagits fram. Halterna kan jämföras med halter i H 137 som bedöms ha viss kontakt med Gusumsån. Uppmätta halter i H137 understiger riktvärden för ytvatten och bedöms inte utgöra risk för akvatisk miljö i Gusumsån.
- Vid schaktarbete i förorenat område med höga halter klorerade kolväten finns risk för exponering av ångor från förorening. Försiktighetsåtgärder genom fältmätningar och användning av skyddsmask rekommenderas för berörd personal.
- Detekterbara halter av klorerade alifater har hittats i sediment. Då sanering kommer att ske av sediment antas riktvärden för jord kunna användas under sediment.

5 ÅTGÄRDSFÖRSLAG OCH RISKVÄRDERING

5.1 Åtgärds mål

Framtagna åtgärds mål för planerad och delvis genomförd sanering i Gusum som togs fram innan förorening av klorerade kolväten upptäckts var följande:

Saneringsprojektets *övergripande åtgärds mål* är:

- Allmänt tillgängliga områden i Gusum ska kunna utnyttjas för rekreation och barns lek utan hälsorisk med hänsyn till (mark)föroreningar
- Föroreningarnas försvårande inverkan på framtida utveckling av Gusums samhälle ska minskas
- Eventuell föroreningsspridning från förorenade områden ska begränsas så att dagvatten, grundvatten, Gusumsån och sjön Byngaren blir mindre belastade
- Spridningen av föroreningar till Byngaren, Strolången och Hällaån ska minskas

Förslag till *nytt övergripande åtgärds mål* med hänsyn till förorening av klorerade alifater är:

- *Verksamhet i befintliga industrilokaler ska kunna utföras utan hälsorisk*

Följande *mätbara åtgärds mål* har satts upp för avhjälpandeåtgärder inom Gamla bruksområdet:

1. Resthalter av metaller och organiska föroreningar i jord på berört schaktområdet ska ej överstiga Naturvårdsverkets generella riktvärden för mindre känslig markanvändning, MKM.
2. Påslaget av koppar, zink och bly från Gamla Bruksområdet till Gusumsån ska efter saneringen vara högst 15 kg koppar, 25 kg zink och 1 kg bly per år. Detta motsvarar en minskning av beräknad belastning med 80 % för samtliga tre ämnen. Mätning av påslaget görs i ytvatten i nära anslutning till Gamla Bruksområdet för att undvika inverkan från förorenade sediment

Förslag till *nytt mätbart åtgärds mål* för schaktsanering med hänsyn till förorening av klorerade kolväten:

3. *Framtagna riktvärden för klorerade alifater i mark och grundvatten ska inte överskridas samt inombusluftmätningar ska inte överskrida hälsoriskvärden (ev. överskridanden vid luftmätningar ska kunna härledas till markföroreningar).*
4. *Riktvärden för ytvatten ska inte överskridas.*
5. *Spridning av utfasningsämnen (delmål 3 i miljö kvalitetsmål Giftfri miljö) bestående av klorerade alifater från djupliggande grundvatten till Gusumsån ska minskas med 80 %. (åtgärds mål bör revideras efter åtgärd)*

Åtgärds förslag 3 och 4 berör schaktsaneringen, etapp 2 i Gusum. Beträffande åtgärds mål 5 kommer resultat från fortsatt schaktsaneringen innebära förändrad risk beroende på hur mycket massor som kommer kunna schaktas bort samtidigt som kunskapen om föroreningen kommer att öka.

Förutsättningarna för en bra riskvärdering gällande detta alternativ bör därför vara betydligt bättre efter planerad schaktsanering på området. I nedanstående åtgärds förslag skiljer vi därför på åtgärds förslag mot åtgärds mål 3 och 4 och mot åtgärds mål 5.

5.2 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att inga extra åtgärder görs vid planerad schaktning av förorenad jord på Gusums fd bruk med hänsyn till förorening av klorerade kolväten. Samtliga fyllnadsmassor ned till naturlig jord kommer att schaktas bort inom källområde/plymområde väster om Gusumsån samt en smal remsa på

kommunens mark på östra sidan. Schaktbotten ska klara riktvärde för MKM gällande metaller, PAH och olja.

5.3 Åtgärdsförslag 1

Åtgärdsförslag 1 innebär nollalternativ kombinerat med särskild schaktning och extra skyddsåtgärder. Åtgärderna som tillkommer är:

- Schaktning i misstänkt källområde inklusive plym utförs ned till platsspecifikt riktvärde för klorerade kolväten framtagna för östra sidan respektive västra sidan. För avgränsning i fält används fältinstrument bestående av HDI och PID. Dessa instrument används också som indikationer för när personal som kan utsättas för förorening ska använda skyddsmask.
- Grundvatten analyseras enligt tidigare miljöplan. I de grundvattenrör som eventuellt förstörs av schaktarbetet installeras nya rör på samma plats ned till bergnivå. Grundvattenhalter i grundvattenrör från respektive sida om Gusumsån ska inte överskrida platsspecifikt riktvärde för grundvatten. Grundvatten i H137 ska inte överskrida platsspecifikt riktvärde för ytvatten.
- Särskild schaktning sker i ledningsgravar. Påträffas klorerad förorening i ledningsgrav som leder in till byggnad utförs extra schaktning och ångbarriärer i ledningsgraven.
- Som återfyllnadsmaterial på område med restförorening av klorerade kolväten används finare massor, t.ex. moränmassor som innehåller lera och silt, i de nedersta 0,5 m för att försvåra direkt ånguppträngning.
- Inomhusluft i RK Teknics lokaler mäts kontinuerligt med passiva provtagare med avseende på klorerade kolväten.

5.4 Åtgärdsförslag 2

Åtgärdsförslag 2 innebär åtgärdsförslag 1 samt injektering av kolkälla ned i grundvattenplymen, så kallad stimulerad reduktiv biologisk nedbrytning. Åtgärden syftar till att stimulera förutsättningarna för nedbrytning, deklorering, i reduktiv miljö. Åtgärden utformas för att nå åtgärds mål i grundvatten inom 2,5 år. Det finns olika varianter av behandlingar och detta alternativ är beräknat utifrån en tekniskt enkel variant. Åtgärden kan även utföras genom att anlägga permeabla reduktiva barriärer med t.ex. aktivt kol och nanojärn.

5.5 Åtgärdsförslag 3

Åtgärdsförslag 3 innebär åtgärdsförslag 1 samt behandling av källområde genom upphettning av jord och rening av förorenad gas. För finkorniga jordarter används elektrisk konduktiv och resistivitetsuppvärmning. Uppvärmning kan ske till temperaturer över 100 °C. Behandlingstiden kan uppgå till några veckor eller månader.

5.6 Åtgärdsförslag 4

Åtgärdsförslag 5 innebär djupschakt i förorenat källområde, dvs ned till berg alternativt tills ren jord under riktvärde för MKM för klorerade kolväten. För övrigt som åtgärdsförslag 1. Åtgärden kan inte utföras utan spontning.

5.7 Samlad bedömning

Den samlade bedömningen för riskvärdering av förorening av klorerade kolväten på Gusums fd bruk delas upp i två åtgärdsdelar:

1. Åtgärder baserade på den hälsorisk som föroreningen kan medföra vid exponering till inomhusluft samt miljörisk för akvatiskt liv i ytvatten enligt nytt detaljerat åtgärdsförslag 3 och 4. Åtgärden ska kunna utföras under pågående schaktsanering.

2. Åtgärder för att minska spridning av klorerade kolväten till Gusumsån enligt föreslaget åtgärds mål 5. För sådan åtgärd är undersökningsunderlaget i nuläget för litet för att kunna utföras under pågående schaktsanering och dessutom kommer schaktsaneringen sannolikt medföra förändrade förutsättningar genom den schaktning som ändå utförs. Riskvärderingen för dessa alternativ blir därför ofullständig och har därför endast utvärderats översiktligt.

5.7.1 Åtgärder under pågående schaktentreprenad

För åtgärder under schaktentreprenad har endast ett åtgärdsalternativ tagits fram att jämföra med nollalternativet. Alternativen finns riskvärderade i Tabell 15. Åtgärdsalternativ 1 bedöms som bästa alternativ då det innebär marginellt högre kostnad jämfört med totala schaktsaneringen och samtidigt medför acceptabel risk för yrkesverksamma vid sanering och yrkesverksamma vid kontor på platsen (RK-teknik).

Tabell 15 Riskvärdering av nollalternativ samt åtgärdsalternativ 1 utifrån förening av klorerade kolväten.

	Nollalternativ	Åtgärdsförslag 1 Schaktåtgärder
Miljörisk under schaktsanering etapp 2	Hälsorisk för åtgärdspersonal och eventuellt miljörisk finns	Uppfyller åtgärdskrav 3 och 4.
Miljörisk åtgärd efter schaktsanering	Viss hälsorisk för inträngning av ångor till kontorsbyggnader från eventuell kvarlämnad förorening genom ledningsgator och eventuellt miljörisk finns	Uppfyller åtgärdskrav 3 och 4.
Tid för respektive åtgärd	-	Kan utföras inom planerad tidsplan för schakt.
Teknisk komplexitet	-	Beprovad teknik. Innebär främst ökad miljökontroll samt försiktighetsåtgärder vid schaktning.
Ekonomi Viktning 3 ggr	-	< 0,2 M kr, dvs mkt liten del av schaktsaneringskostnaden (total schaktsaneringskostnad ca 50 M kr)
Bästa alternativ	Medför hälsorisk för såväl under som efter åtgärd.	Bästa alternativ. Åtgärden bedöms som miljö- och hälsomässigt acceptabel till rimliga kostnader

5.7.2 Åtgärder efter schaktentreprenad

Tre åtgärdsalternativ är översiktligt riskvärderade för eventuell åtgärd efter planerad schaktentreprenad med målsättning att minska spridningen av utfasningsämnen enligt åtgärds mål 5, se Tabell 16. Åtgärdsalternativen är endast översiktligt beskrivna och värderade. Preliminärt bedöms alternativ 2, åtgärd genom stimulerad reduktiv biologisk nedbrytning som bästa åtgärdsalternativ framförallt baserat på miljöreducering per kostnad. Det är också det alternativ som är tekniskt enklast. Förundersökning har dock visat att förutsättningarna inte är optimala och ytterligare undersökningar krävs troligen för att säkerställa att uppsatta åtgärds mål kan nås. De andra två åtgärdsalternativen är mer kostnadskrävande och bedöms som mer tekniskt komplicerade. Ny riskvärdering rekommenderas efter schaktsanering då bättre kunskap finns om föroreningen.

Tabell 16 Riskvärdering av Åtgärdsförslag 2-4 som ytterligare åtgärd efter planerad schaktsanering.

	Åtgärdsförslag 2 Stimulerad reduktiv biologisk nedbrytning	Åtgärdsförslag 3 Upphettning av jord	Åtgärdsförslag 4 Djupschakt
Miljörisk under åtgärdsförslag	Liten risk. Kräver ytterligare åtgärdsundersökningar för design. Förutsättningarna enligt förundersökningar inte optimala.	Energikrävande. Kräver ytterligare åtgärdsundersökningar för design.	Kräver ytterligare åtgärdsundersökningar för att projektering.
Miljörisk efter åtgärdsförslag	Liten risk. Designas för att klara uppsatta åtgärds mål. Om nedbrytningen inte blir fullständig kan förhöjda halter av mer hälsofarligt ämne, vinyklorid, uppstå.	Liten risk. Designas för att klara uppsatta åtgärds mål.	Liten risk. Tekniska schaktningsproblem kan medföra att förorening måste lämnas.
Miljöreducering	Designas för att klara åtgärds mål. Ny injektering kan behövas om åtgärds mål inte uppfylls inom utsatt tid.	Designas för att klara åtgärds mål. Ju lägre åtgärds mål desto mer energi krävs.	Vid optimal åtgärd saneras hela föroreningen.
Tid för resp. åtgärd	2,5 år	3 mån	3 mån
Teknisk komplexitet	Enkel teknik som medför mycket lite ingrepp.	Komplicerad teknik. Mycket omgivande vatten kan ha en avkylande effekt. Å-nära läge komplicerar.	Beprovad teknik men komplicerat utförande såväl geotekniskt som hydrogeologiskt.
Ekonomi	Ca 1,5 M kr	Ca 10 M kr	>10 M kr
Bästa alternativ för ytterligare åtgärd efter schaktsanering	Bästa alternativ utifrån miljöreducering per kostnad. Tekniskt enkel. <i>Ny bedömning rekommenderas efter schaktsanering då bättre kunskap finns om föroreningen</i>	Energi och kostnadskrävande alternativ. Tekniskt komplicerat pga omgivande vatten. <i>Ny bedömning rekommenderas efter schaktsanering då bättre kunskap finns om föroreningen.</i>	Tekniskt komplicerat vilket medför höga kostnader och risker för att total sanering misslyckas. <i>Ny bedömning rekommenderas efter schaktsanering då bättre kunskap finns om föroreningen.</i>

6 SAMMANFATTANDE SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

Resultatet från undersökningar av grundvatten, porgas, sediment och jord visar på en föroreningskälla av klorerade kolväten på västra sidan av Bruksområdet strax söder om Bruksdammen. Föroreningar av klorerade kolväten i grundvatten har påträffats i högst halter på djupare nivåer. Mängden klorerade alifater i grundvatten är beräknad till ca 6 kg. Mängden klorerade alifater i jord beräknade utifrån halter i grundvatten indikerar en föroreningskälla om ca 50 kg i jord, exklusive eventuell fri fas.

Föroreningsplymen sträcker sig mot djupare bergsklack vid fördämningen och över mot den östra sidan. Viss förorenings spridning kan ske där bergsklacken är som lägst på östra sidan vid fördämningen i närheten av grundvattenrör H 137. Spridningen av klorerade kolväten från förorening är begränsad och beräknas till ca 1,6 mg/år (TCE+DCE+VC) till Gusumsån.

Riskbedömningen av föroreningsförekomsten pekar framförallt ut hälsorisker för att människor som arbetar med schaktsaneringen samt att yrkesarbetande på RK-teknik kan exponeras av ångor från

föroreningarna. Platsspecifika riktvärden för jord på >2 m djup, ytlig jord, grundvatten och ytvatten har tagits fram för att säkerställa att föroreningarna inte medför oacceptabel hälsorisk. Nya föreslagna detaljerade åtgärds mål är:

3. *Framtagna riktvärden för klorerade alifater i mark och grundvatten ska inte överskridas samt inomhusluftmätningar ska inte överskrida hälsoriskvärden (ev. överskridanden vid luftmätningar ska kunna härledas till markföroreningar).*
4. *Riktvärden för ytvatten ska inte överskridas.*
5. *Spridning av utfasningsämne (delmål 3 i miljö kvalitetsmål Giftfri miljö) bestående av klorerade alifater från djupliggande grundvatten till Gusumsån ska minska med 80 %. (åtgärds mål bör revideras efter åtgärd)*

För att förhindra ohälsosam exponering enligt åtgärds mål 3 och 4 har ett antal försiktighetsåtgärder tagits fram enligt Åtgärdsalternativ 1. Åtgärder handlar främst om utökad miljökontroll och åtgärder vid schaktning för att hindra spridning av ångor genom ledningsgravar. Kostnadsökningen av alternativet bedöms vara liten i förhållande till totala saneringskostnaden, < 200 000 kr.

Åtgärder enligt Åtgärdsalternativ 1 föreslås att arbetas in i beställarens miljöplan för pågående schaktsanering (Handling 11:2). Åtgärder innefattar framförallt utökad miljökontroll, försiktighetsåtgärder av arbetsmiljöskäl vid saneringen samt ångbarriärer för att förhindra ångor från föroreningen att nå närliggande byggnader genom ledningsgravar.

Åtgärder för att nå åtgärds mål 5 har översiktligt riskvärderats där åtgärdsalternativ 2, stimulerad reduktiv biologisk nedbrytning bedöms som bästa alternativ. Sådan åtgärd är inte beroende av pågående schaktsanering utan kan utföras senare. Ny riskvärdering och revidering av åtgärds mål rekommenderas efter schaktsanering då bättre kunskap finns om eventuell kvarlämnad förorening.

Linköping

2014-08-19

Ebba Wadstein

7 REFERENSER

Golder 2014, Förhöjda zinkhalter i grundvatten, Gusum, PM Golder associates, 2014-05-14

Hifab 2013a, R-miljö, Miljöprojekt Gusum, 2013-10-14.

Hifab 2013b, R Hydro. Miljöprojekt Gusum, 2013-10-11

NV 2007, Klorerade lösningsmedel - Identifiering och val av efterbehandlingsmetod, NV rapport 5663

SGI 2009, Naturlig självrening av klorerade alifater – vägledning. SGI Varia 601.

Vår referens
Ebba Wadstein

Dokumentnamn
Program klorerade kolväten
Datum
Linköping 2014-03-18

Uppdragsnr
320581



PROGRAM FÖR UTREDNING AV KLORERADE KOLVÄTEN PÅ GUSUMS FD BRUK

1 BAKGRUND

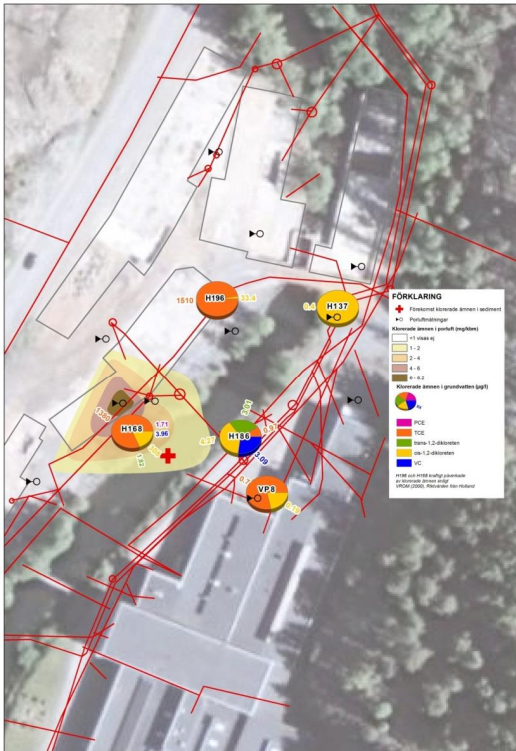
Resultat från provtagning av grundvatten i djupare grundvattenrör, porgasmätningar och sedimentundersökningar indikerar att det finns områden förorenade av klorerade kolväten väster och öster i om Gusumsån i ett område söder om fördämningen se figur 1. Högst halter i grundvatten och porgas har påträffats på västra sidan om Gusumsån.

Resultaten tyder på att det är en relativt lokal, djup förorening av trikloreten, TCE, och dess nedbrytningsprodukter, som har spridit sig framförallt längs med VA-ledningar mellan H 168 och H 186 och ned till djupare vatten. I sediment från Gusumsån i detta område har låga halter (tiopotens under MKM) av bl.a. trikloreten detekterats. Det är dock inte otroligt att högre halter kan återfinnas t.ex. i ledningsgravar i detta område.

Ett flertal klorerade kolväten är cancerogena (t.ex. vinylklorid, VC) eller misstänkt cancerogena (t.ex. TCE) och tillhör ämnen som omfattas av utfasning enligt delmål 3 i miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö. Klorerade kolväten kännetecknas av hög densitet (tyngre än vatten vilket innebär att föroreningen tenderar att sjunka), låg viskositet (rör sig lätt i jord), komplex fördelning i jord, låg löslighet i vatten, hög flyktighet och normalt hög persistens i jord och grundvatten (motstår nedbrytning). Människor riskerar att exponeras från föroreningarna framförallt genom ångor t.ex. vid schaktarbeten i högkontaminerad mark. Ångor kan även tränga in i t.ex. dricksvattenledningar av plastmaterial. Dricksvatten från vattenledningar vid RK-tekniks lokaler, i närheten av berört område, har analyserats utan att föroreningar av klorerade kolväten kunnat påvisas.

För schaktsanering i ledningsgravar inom berört område, se Figur 1, kan det krävas särskild hantering i syfte att skydda personal som arbetar med schaktarbetet. Högkontaminerad jord med halter av TCE och dess nedbrytningsprodukter, över haltgräns för farligt avfall (ca 1 000 mg/kg TS), tas inte emot på deponier för icke farligt avfall. Det kan även finnas mottagningskrav för jord innehållande halter i nivå med MKM (motsvarande 0,6 mg/kg TS för TCE) på deponier. Tidigare undersökningar har dock inte påvisat höga halter klorerade kolväten i jord.

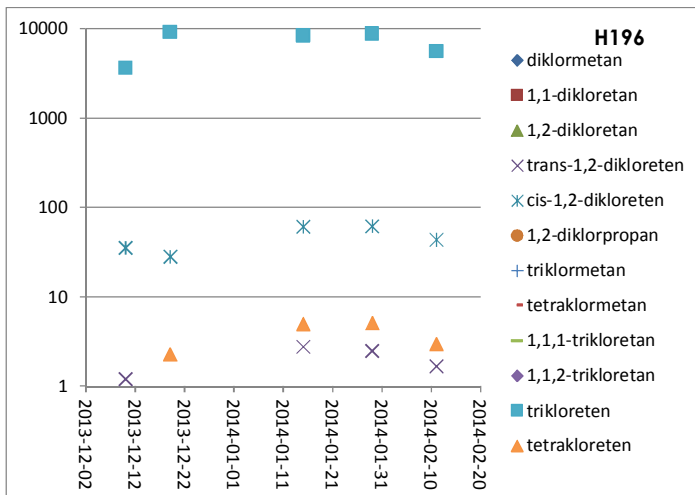
Då klorerade lösningsmedel inte tidigare varit motiv för åtgärd bör det utredas hur förekomsten ska hanteras inom de områden som är planerade att åtgärdas inom Etapp 2b. Vidare bör det utredas om det finns en djupare förorening som innebär en risk och således ett eventuellt behov av ytterligare åtgärd, exempelvis genom stimulerad biologisk deklorerings som kan utföras in situ (injektering av kolkälla på platsen).



Figur 1. Område där klorerade kolväten påträffats i grundvatten och porgas vid tidigare undersökningar.

Under sanering av schaktetapp 2a som pågått från dec 2013 och kommer att pågå till april 2014 analyseras metaller, PAH och klorerade lösningsmedel var 14:e dag i några befintliga grundvattenrör. Syftet med undersökningen är att kontrollera om saneringsverksamheten med grävningar, tunga transporter och borttagande av ledningar i etapp 2a medför påverkan på grundvatten i området.

Halterna av klorerade kolväten har noterats i 4 grundvattenrör, H196, H168, H186 och H137. Högst halter trikloreten har noterats i H196, se Figur 2, i dec 2013. Vid saneringsstart i början av december var halterna trikloreten ca 3 ggr över tidigare uppmätt halt i maj och den 19 dec efter var halterna ca 9 ggr över uppmätt halt i maj och den höga halten håller i sig i mätningarna i januari. I februarimätningen sjönk halten till samma nivå som vid saneringsstart. Om haltvariationen beror på naturliga årstidsvariationer genom nederbörd och snösmältning eller om den påverkats av saneringsverksamheten som påbörjades i december 2013 är oklart. Trikloretens nedbrytningsprodukter cis/trans-1,2-dikloreten ökar något i januari (OBS logskala i figur 1). Vinylklorid som är sista klorerade nedbrytningsprodukten har inte detekterats i grundvattnet.



Figur 2. Uppmätta halter av klorerade kolväten i grundvattenrör H196 vid olika mät-tillfällen.

2 SYFTE

Uppdraget syftar till att bedöma riskerna med påträffade föroreningar av klorerade kolväten i grundvatten på Gusums fd bruksområde. Utredningen ska tillsammans med kompletterande undersökning syfta till att

- Bedöma om föroreningskadan av klorerade kolväten medför extra hänsyn under schaktetapp 2b.
- Bedöma om ytterligare åtgärder än vad som nu är planerat i etapp 2b är motiverade ur risksynpunkt.

3 GENOMFÖRANDE

Följande moment ingår i programförslaget:

1. Projektering inför schaktsanering 2b med avseende på förekomst av klorerade kolväten i djupare grundvattenrör.
2. Utredning av förekomst av klorerade kolväten i djupare grundvattenrör.
 - a. Utökad provtagning och analys i grundvatten
 - b. Riskbedömning och åtgärdsutredning
 - c. Beslut om åtgärd i projektgrupp/styrgrupp

3.1 Projektering inför schaktsanering 2b

Resultat från tidigare jord- och grundvattenundersökningar samt pågående grundvattenundersökningar m.a.p klorerade kolväten sammanställs i syfte att vid behov revidera tidigare projektering. En viktig del är att beskriva och förklara föroreningarnas variation i grundvatten med avseende på årstid, Gusumsåns vattenföring och eventuell påverkan från stabiliserande åtgärder, schaktning och transporter. Den reviderade projekteringen ska vidare bedöma om det behövs särskilda restriktioner och skyddsåtgärder vid t.ex. schakt nära Gusumsån, i

ledningsgravar eller vid tätning mot eventuella kvarlämnade föroreningar. Kunskapen ska också användas för revidering av miljöplan och arbetsmiljöplan.

Kommenterad [HE1]: Stod tidigare så jag tänkte det kan utgå här

3.2 Utredning av förekomst av klorerade kolväten i djupare grundvattenrör.

3.2.1 Utökad provtagning och analys av grundvatten samt dricksvattenanalys

Den utökade grundvattenundersökning syftar till att bedöma om det pågår en nedbrytning/deklorering av trikloreten i grundvattnet och förutsättningarna för åtgärd genom stimulerad reduktiv deklorering. Utöver analys av klorerade kolväten och dess nedbrytningsprodukter analyseras parametrarna Fe(II), Mn(II), sulfat, ammonium-N, nitrat, nitrit, fosfat och totalfosfor för att bedöma redoxförhållande och konkurrerande elektronmottagare i grundvattnet. För att uppnå en fullständig deklorering av de klorerade lösningsmedlen är det nödvändigt med en reducerande miljö. Undersökningen ska också kunna användas som bakgrundsvärde inför eventuell in situ åtgärd av grundvattenförorening.

Provtagningen utförs genom pumpning med peristaltisk pump och att pumpningen hela tiden sker under grundvattenytan för att undvika syretillförsel. Grundvattennivå mäts innan provtagning. Innan provtagning mäts pH, konduktivitet, redox, löst syre och temperatur med en multimeter (flödescell). Prov för klorerade kolväten tas ut i 1 full och 1 halvfull vial per grundvattenrör enligt analysstandard. För övriga ämnen tas prover ut i 1 st syradiskad plastflaska, 1st 500 ml plastflaska och 1 st 250 ml glasflaska. Ämnena som analyseras eller mäts redovisas i tabell 1.

Analys utförs i djupt satta rör där klorerade kolväten detekterats, dvs i H196, H168, H137 och H186.

Tabell 1 Förslag på analyser och mätningar för att bedöma förutsättningar för reduktiv biologisk deklorering i grundvatten.

	Parameter	Syfte
1	Upplöst syre	Värden lägre än 0,5 ppm påvisar reducerande förhållanden i grundvatten vilket krävs för reduktiv deklorering.
2	Redox potential	Reduktiv deklorering erhålls normalt i samband med att ett negativt redoxpotential uppnåtts.
3	pH	Bakgrundvärde
4	Nitrat	När allt upplöst syre förbrukats kan nitrat agera elektronmottagare vid denitrifikation av organiska ämnen ej innehållande klor.
5	Fe(II)	Ökade halter Fe (II) påvisar att en reducering av trevärdigt järn Fe(III) pågår.
6	Mn(II)	Ökade halter Mn (II) påvisar att en reducering av trevärdigt järn Fe(III) pågår.
7	Sulfat	Sulfat kan konkurrera med klormolekyler om de deklorerade bakterierna.
8	Svavelväte	Ökade halter svavelväte påvisar att nedbrytning av sulfat pågår.

9	Metan	Metanbildning påvisar att kraftigt reducerande förhållanden råder.
10	Alkalinitet	Mått på buffertkapaciteten mot pH-förändringar som kan uppstå under nedbrytningsprocessen.
11	klorid	Kloridkoncentrationen ökar vid dekloreringen.
12	Konduktivitet	Bakgrund
13	DOC	Bakgrund
14	PCE, perkloreten	PCE förekommer ofta i produkter med TCE.
15	TCE, trikloreten	Trolig föroreningskälla
16	Cis/trans-1,2-DCE, dikloreten	Påvisar nedbrytning av TCE
17	VC, Vinylklorid	Påvisar nedbrytning av DCE och TCE
18	Eten	Bildas bl.a. vid fullständig nedbrytning av TCE
19	Etan	Bildas bl.a. vid nedbrytning av eten.

Analysresultat från den utökade grundvattenundersökningen sammanställs tillsammans med tidigare undersökningar på bruksområdet, relaterade till förorening av klorerade lösningsmedel.

3.2.2 Provtagning av dricksvatten

Dricksvatten som används i RK Teknisk lokaler har en gång tidigare analyserats med avseende på klorerade kolväten. För att säkerställa resultatet föreslås ytterligare en provtagning med analys av klorerade kolväten. Det har förekommit i andra projekt att dricksvatten i plastledningar kontaminerats från omkringliggande förorenad mark.

3.2.3 Riskbedömning och åtgärdsutredning

Utifrån resultatsammanställningen görs en platsspecifik riskbedömning utifrån föroreningarnas toxiska och kemiska egenskaper, miljö- och hälsorisker på Bruksområdet, miljörisker till Gusumsån och nedströms sjösystem. Utifrån riskbedömningen tas möjliga åtgärdsalternativ fram såsom t.ex. djupschakt i eventuellt förorenade ledningsgravar i schaktetapp 2b, ev tätning mot kvarlämnade förorening i grundvatten och åtgärd genom stimulerad biologisk reduktiv deklorering i grundvatten

De olika åtgärdsalternativen värderas miljömässigt, tekniskt och ekonomiskt i en förenklad riskvärdering.

3.2.4 Beslut om åtgärd i projektgrupp/ styrgrupp

Riskvärderingen redovisas för projektgrupp och styrgrupp. Beslut om eventuell ytterligare åtgärd tas av styrgruppen.

3.3 Rapportering

Samtliga arbeten redovisas i en skriftlig rapport. Resultatet från projekteringsarbetet kommer att vävas in i reviderad miljöplan för etapp 2b och rapporten ska kunna användas som entreprenadunderlag.

4 TIDPLAN

Den utökade grundvattenundersökningen planeras under mars månad. Sammanställning och riskvärdering utförs under april månad och redovisas på projektgruppsmöte i slutet av april. Slutlig rapport bedöms var klar under maj månad.

5 ORGANISATION

Uppdragsledare: Ebba Wadstein, Structor Miljö Öst
Handläggare: Ylva Asklöf, Valdemarsviks kommun
Fredrik Andersson, Structor Miljö Öst
Kvalitetsgranskning: Henrik Eriksson, Golder

6 KOSTNADER

Moment	Kostnad
Projektering inför schaktsanering 2b m.a.p. förekomst av klorerade kolväten i grundvatten.	Utförs i miljökontroll för etapp 2a
Utökad provtagning av grundvatten	Utförs i miljökontroll för etapp 2a
Analyskostnad utökad provtagning	16000
Riskbedömning och åtgärdsutredning inklusive rapport och rev av miljöplan	56400
Möten	Utförs i miljökontroll för etapp 2 a och 2b.
Totalt	72400

BILAGA 2

Förslag på Platsspecifika riktvärden för klorerade alifater, Gusum Bruk - justeringar och metodik

2014-07-31

Författare:
Fredrik Andersson

Granskning:
Ulrika Zetterberg

Beställare:
Valdemarsviks kommun

Projektnummer
14006

Structor

Structor Miljö Öst AB
Kalmar/Linköping

Innehåll

1. Inledning.....	3
1.1. Bakgrund.....	3
1.2. Syfte.....	3
2. Metodik.....	3
2.1. Riktvärden mark.....	3
2.2. Riktvärden grundvatten.....	3
2.3. Riktvärden ytvatten.....	4
3. Redogörelse mark och grundvatten.....	4
3.1. Riktvärden för mark.....	4
3.1.1. Riktvärden i mark < 2 meter under befintlig markyta.....	4
3.1.2. Platsspecifika riktvärden i mark > 2 meter under befintlig markyta.....	4
3.2. Riktvärden för grundvatten.....	6

Figurförteckning

Figur 1 a. Uttagsrapport över platsspecifika riktvärden > 2 m under befintlig markyta östra sidan, f.d. Gusum Bruk.....	5
Figur 2. Ändringar av ämnesspecifika parametrar vid beräkning av platsspecifika riktvärden f.d. Gusum Bruk.....	6

1. Inledning

1.1. Bakgrund

Klorerade alifater har påträffats främst i grundvatten i samband med miljötekniska undersökningar och miljökontroll vid saneringen av f.d. Gusum Bruk.

Som en del i bedömningen av riskerna med föroreningen kommer halter av förekommande ämnen att jämföras mot riktvärden.

Naturvårdsverket har tagit fram generella riktvärden för känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM). Dessa riktvärden är anpassade för vanliga förhållanden vid flertalet förorenade områden i Sverige. Vid platsspecifika förhållanden kan man ta fram platsspecifika riktvärden som tar hänsyn till specifika förhållanden som råder på aktuellt område.

Vid Gusum Bruk används både generella riktvärden för MKM och framtagna platsspecifika riktvärden för jord, ytwater och grundvatten för att bedöma föroreningsituation och risker.

Ämnen som är aktuella är trikloreten (TCE), tetrakloreten (PCE), cis och trans dikloreten (c,t)DCE och vinylklorid (VC).

1.2. Syfte

Rapporten redogör för beräkningar och justeringar av parametrar i riktvärdesmodellen vid framtagande av platsspecifika riktvärden, samt vilka riktvärden som används vid utredningen av klorerade alifater vid f.d. Gusum Bruk.

2. Metodik

2.1. Riktvärden mark

I arbetet med riktvärden för mark har Naturvårdsverkets riktvärdesmodell, ”978-91-620-5976-7_Nv_beräkningsprogram rv mark_version 1 00” (en modell med excellplattform som kan laddas hem från Naturvårdsverkets hemsida) använts, tillsammans med referenslitteratur ”Riktvärden för förorenad mark modellbeskrivning och vägledning”, Naturvårdsverket Rapport 5976, 2009.

2.2. Riktvärden grundvatten

Framtagande av platsspecifika riktvärden i grundvatten har gjorts enligt:

$$(1) \quad C_{\text{ångor}} = \frac{\min(RfC, RISKinh, Luktgr\dd{a}ns)}{DF_{gv} \cdot DF_{ia} \cdot H} \cdot \frac{1}{1000}$$

Där

RfC : referenskoncentration

$RISKinh$: riskbaserad koncentration

DF_{gv} : Utspädningsfaktor för grundvatten är i standardfallet satt till 1.

DF_{ia} : Utspänningsfaktor porluft-inomhusluft, beräknas på samma sätt som för förorenad jord (Naturvårdsverket, 2009)

H : Henrys konstant

Faktorn 1/1000 är en sortomvandling från per m³ till per liter.

Referenslitteratur för ekvation är ”SPI rekommendation, Efterbehandling av förorenade bensinstationer och dieselanläggningar” Svenska Petroleum Institutet, 2010 (uppd. 2012/01/29). Hänsyn har inte tagits till luktgräns.

2.3. Riktvärden ytvatten

För TCE och PCE görs jämförelse mot haltkriterier i ytvatten enligt NV:s rapport 5976, 2009. För VC har data hämtats från holländska MPC (Maximum Permitted Concentration) (RIVM, 2001). För övriga ämnen saknas haltkriterier, men de bedöms inte vara begränsande.

3. Redogörelse mark och grundvatten

3.1. Riktvärden för mark

3.1.1. Riktvärden i mark < 2 meter under befintlig markyta

Generella riktvärden för MKM används för Trikloret (TCE) och Tetrakloreten (PCE). För övriga aktuella ämnen saknas riktvärden, men TCE antas vara styrande.

3.1.2. Platsspecifika riktvärden i mark > 2 meter under befintlig markyta

Framtagna riktvärden för jord > 2m under befintlig markyta inkluderar endast exponering via ånga när det gäller hälsoaspekter. Riktvärden har tagits fram för två områden, väster och öster om Gusumsån, beroende på avstånd till befintliga industribyggnader. Skillnaden mellan de två är djupet till förorening. För området öster om ån är djupet ansatt till 2m (som i Figur 1 post ”Djup till förorening”) och till väster om ån 15m. Uttagsrapport för platsspecifika riktvärden > 2m under befintlig markyta redovisas i Figur 1, där jämförelse mot MKM redovisas.

Uttagsrapport Eget scenario: **Gusum** Naturvårdsverket, version 1.00
Generellt scenario: **MKM**

Bedömning
Standardscenario för mindre känslig markanvändning, enligt Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark.

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde	Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Triklören	60 mg/kg	Inandning ånga + exp. andra källor	
Tetraklören	300 mg/kg	Inandning ånga + exp. andra källor	
cis-1,2-diklören	50 mg/kg	Inandning ånga + exp. andra källor	
Vinylklorid	0,60 mg/kg	Inandning ånga + exp. andra källor	
trans-1,2-diklören	100 mg/kg	Inandning ånga + exp. andra källor	

Avvikelser i scenarionparametrar

	Eget scenario	Generellt scenario	
Inlag av jord	beaktas ej	beaktas	>2rumry (obl)
Hudkontakt med jord/damm	beaktas ej	beaktas	>2rumry (obl)
Inandning av damm	beaktas ej	beaktas	>2rumry (obl)
Halt lösligbart organiskt kol i grundvatten	0,000002	0,000003	Medelvärdet DOC grvör H168, H196, H137 (obl)
Riktavstånd avser endast jord under gvytan	SANT	FALSKT	Klorerade ämnen förekommer i undre grundvattenmagasin. Har inte detekterats i yttlig jord inom aktuellt område (obl)
Föroreningens måtkighet under gvytan	2	0	m
Lufthygyn inuti i byggnad	100	240	m3
Yta under byggnad	25	100	m2
Djup till förorening	2	0,35	m
Hydraulisk konduktivitet	0,000065	0,00001	m/s
Hydraulisk gradient	0,005	0,03	mm
Avvikersens måtkighet	2,5	10	m
Avstånd till brun	250	200	m
Flöde i rinnande vattendrag	0,25	0,03171	m3/s
Markmjöl beaktas i sammanvägning hälsamjöl	utförs ej	utförs	Enligt beräkningar Hydro (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs	Djupa grundvatten på begränsat område (obl)
Avstånd till skyddat grundvatten	0	200	m

Avvikelser i modellparametrar

	Eget värde	Standardvärde
Inga avvikelser i modellparametrar	-	-

Egendefinerade ämnen
Följande ämnen är egendefinerade:
- cis-1,2-diklören Skapat ämne (obl)
- Vinylklorid Skapat ämne (obl)
- trans-1,2-diklören Skapat ämne (obl)

Egendefinerade ämnen redovisas i kalkylbrevet "Avvikelser ämnesdata".

Figur 1 a. Uttagsrapport över platsspecifika riktvärden > 2 m under befintlig markyta östra sidan, f.d. Gusum Bruk

Uttagsrapport Eget scenario: **Gusum** Naturvårdsverket, version 1.00
Generellt scenario: **MKM**

Bedömning
Standardscenario för mindre känslig markanvändning, enligt Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark.

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde	Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Triklören	400 mg/kg	Inandning ånga + exp. andra källor	
Tetraklören	500 mg/kg	Skydd mot fri fas	
cis-1,2-diklören	350 mg/kg	Inandning ånga + exp. andra källor	
Vinylklorid	5,0 mg/kg	Inandning ånga + exp. andra källor	
trans-1,2-diklören	400 mg/kg	Skydd av ytvatten	

Avvikelser i scenarionparametrar

	Eget scenario	Generellt scenario	
Inlag av jord	beaktas ej	beaktas	>2rumry (obl)
Hudkontakt med jord/damm	beaktas ej	beaktas	>2rumry (obl)
Inandning av damm	beaktas ej	beaktas	>2rumry (obl)
Halt lösligbart organiskt kol i grundvatten	0,000002	0,000003	Medelvärdet DOC grvör H168, H196, H137 (obl)
Riktavstånd avser endast jord under gvytan	SANT	FALSKT	Klorerade ämnen förekommer i undre grundvattenmagasin. Har inte detekterats i yttlig jord inom aktuellt område (obl)
Föroreningens måtkighet under gvytan	2	0	m
Lufthygyn inuti i byggnad	100	240	m3
Yta under byggnad	25	100	m2
Djup till förorening	16	0,35	m
Hydraulisk konduktivitet	0,000065	0,00001	m/s
Hydraulisk gradient	0,005	0,03	mm
Avvikersens måtkighet	2,5	10	m
Avstånd till brun	250	200	m
Flöde i rinnande vattendrag	0,25	0,03171	m3/s
Markmjöl beaktas i sammanvägning hälsamjöl	utförs ej	utförs	Enligt beräkningar Hydro (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs	Djupa grundvatten på begränsat område (obl)
Avstånd till skyddat grundvatten	0	200	m

Avvikelser i modellparametrar

	Eget värde	Standardvärde
Inga avvikelser i modellparametrar	-	-

Egendefinerade ämnen
Följande ämnen är egendefinerade:
- cis-1,2-diklören Skapat ämne (obl)
- Vinylklorid Skapat ämne (obl)
- trans-1,2-diklören Skapat ämne (obl)

Egendefinerade ämnen redovisas i kalkylbrevet "Avvikelser ämnesdata".

Figur 1 b. Uttagsrapport över platsspecifika riktvärden > 2 m under befintlig markyta västra sidan, f.d. Gusum Bruk

Modellen varnar för att djupet till förorening, 15m, är realistiskt. Då bedömningen är att ångor kan ta sig genom ledningsgravar och mindre täta jordlager från västra sidan av Gusumsån till

industribyggnader antas scenariot vara relevant. Djupet representerar då snarare avståndet till föroreningen delvis horisontellt.

Egendefinierade ämnen redovisas i figur 2 och jämförs mot TCE. Enbart relevanta ämnesparametrar för beräkningar är ändrade från fördefinierat ämne TCE.

Ämne	Eget ämne	Fördefinierat ämne
cis 1,2-dikloreten	0	79-01-6
CAS-nummer	0	79-01-6
Kd-värde	0,792	2,3
Koc-värde	39,6	114,8153621
Henrys konstant	0,167	0,278
Referenskoncentration i luft, RIC	0,03	0
Riskbaserad acceptabel koncentration i luft	0	0,023
trans 1,2-dikloreten	0	79-01-6
CAS-nummer	0	79-01-6
Kd-värde	0,792	2,3
Koc-värde	39,6	114,8153621
Henrys konstant	0,167	0,278
Referenskoncentration i luft, RIC	0,06	0
Riskbaserad acceptabel koncentration i luft	0	0,023
Vinylklorid	0	79-01-6
CAS-nummer	0	79-01-6
Kd-värde	0,434	2,3
Koc-värde	21,7	114,8153621
Henrys konstant	1,14	0,278
Referenskoncentration i luft, RIC	0,0036	0
Riskbaserad acceptabel koncentration i luft	0	0,023

Figur 2. Ändringar av ämnesspecifika parametrar vid beräkning av platsspecifika riktvärden f.d. Gusum Bruk

3.2. Riktvärden för grundvatten

Lika som för jord har riktvärden för två olika områden, öster och väster om Gusumsån tagits fram med avseende på exponering av ånga i befintliga byggnader. Parametrar som ingår i ekvation (1) finns med i figur 1 och 2.

Referenser

Naturvårdsverket (2009) *Riktvärden för förorenad mark, modellbeskrivning och vägledning*, Rapport 5976

RAIS (juli 2014) <http://rais.ornl.gov/> ; The Risk Assessment Information System

RIVM (april 2001) *Ecotoxicological Serious Risk Concentrations for soil, sediment and (ground)water: updated proposals for first series of compounds*, Report 711701020

RIVM (mars 2001) *Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels*, Report 711701025