

Bilaga 7

Rapport Klorerade alifater, riskbedömning och riskvärdering

Miljöprojekt Gusum, Sanering efter vattendom

Utreddning av klorerade kolväten vid f.d. Gusums bruk

Riskbedömning, åtgärdsutredning och förnyad
riskvärdering

2016-12-30

Reviderad version 2016-08-29



Författare:
Ebba Wadstein

Granskning:
Ulrika Zetterberg

Beställare:
Valdemarsviks kommun

Projektnummer
15028

Structor

Structor Miljö Öst AB
Kalmar/Linköping

Rapportdata

Rapportnamn	Utredning av förekomst av klorerade kolväten vid f.d. Gusums bruk
Datum	Rapport inlämnad 2016-08-29, reviderad med bilaga 7, 2016-12-30.
Beställare	Hans Noack, Valdemarsviks kommun
Uppdrag	Utredningen har utförts av Structor
Projektnummer Structor	15028
Uppdragsledare	Ebba Wadstein, Structor
Handläggare	Fredrik Andersson, Structor
Kvalitetsgranskare	Ulrika Zetterberg, Structor, Susanne Karlsson länsstyrelsen i Östergötland

Innehåll

<i>1 Inledning.....</i>	<i>1</i>
<i>2 Tidigare utredningar och bedömningar.....</i>	<i>2</i>
2.1 Spridning av föroreningar i samband med entreprenadarbeten	2
2.2 Östra sidan av Gusumsån.....	3
2.3 Nedströms Bruksbron	3
2.4 Västra sidan av Gusumsån	4
2.5 Miljökontroll av ytvatten	4
<i>3 Syfte med undersökningen</i>	<i>5</i>
<i>4 Metodik.....</i>	<i>5</i>
4.1 Ytlig fältprovtagning.....	5
4.2 Skruvborrsundersökning	6
4.3 Ytlig fältprovtagning.....	7
4.4 Skruvborrsundersökning	9
4.5 Beräknad mängd bortschaktade föroreningar	11
4.6 Beräknad mängd kvarlämnad förorening.....	13
<i>5 Riskvärdering och beslut om skyddsåtgärd.....</i>	<i>16</i>
<i>6 Sammanfattande slutsatser.....</i>	<i>17</i>
<i>7 Slutord och rekommendationer</i>	<i>17</i>

Bilagor

Bilaga 1. Fältprotokoll

Bilaga 2. Analysprotokoll

Bilaga 3. Platsspecifika riktvärden i jord och vatten

Bilaga 4. Provtagningsytor

Bilaga 5. Bortschaktad mängd klorerade kolväten västra sidan av Gusumsån

Bilaga 6. Restföroreningens utbredning, ritning

Bilaga 7. Skyddsåtgärder, ritning

1 Inledning

Inom det gamla bruksområdet i Gusum har industriell tillverkning av mässings- och kopparprodukter bedrivits sedan 1800-talet, Figur 1. Förorenade fyllnadsmassor inom området härstammar från verksamheten vid Gusums bruk.

I tidiga undersökningar av fyllnadsmaterial påträffades framför allt metaller och olja. I samband med undersökningar utförda i ett sent skede under projekteringen, uppstod dessutom misstankar om att området var förorenat med klorerade kolväten. Klorerade kolväten som undersökts omfattar etylen (eten) med 2 – 4 kloratomer, dikloretylen (DCE), trikloretylen (TCE) och perkloretylen (PCE eller tetrakloretylen), samt dess nedbrytningsprodukt vinylklorid (VC). Vid undersökningar påträffades de högsta halterna klorerade kolväten på den västra sidan om Gusumsån, Figur 2.

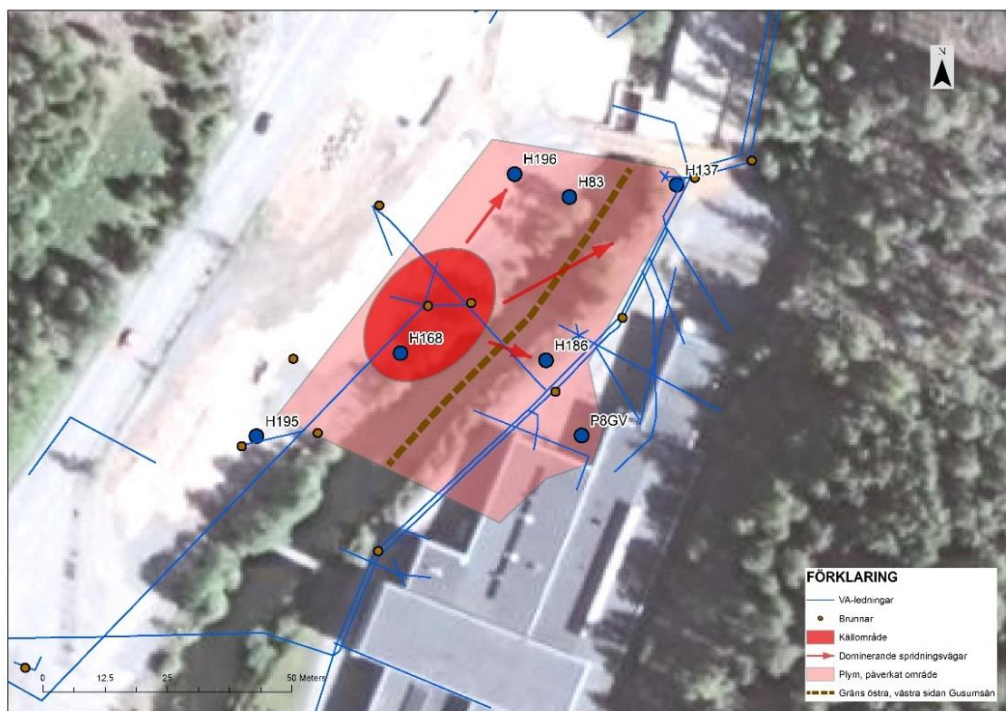
Efterbehandlingsåtgärder påbörjades i november 2013. Valdemarsviks kommun är huvudman för genomförandet. Åtgärder genom avlägsnande av förorenade fyllnadsmassor har utförts dels inom ramen för en anmälan till Valdemarsviks kommun, dels genom en vattendom¹. Tillståndspliktiga åtgärder som genomförts i anslutning till Gusumsån benämns i denna rapport ”åtgärder efter vattendom”. Icke tillståndspliktiga åtgärder som genomförts i enlighet med anmälan benämns ”åtgärder före vattendom”.

Resultat från de undersökningar som redovisas under avsnitt 2 i denna sammanställning, har även redovisats på ett byggmöte i Gusum, 2015-11-19. Beslut togs därefter om att utreda kvarvarande förekomst av klorerade kolväten inom saneringsområdet.



Figur 1. F.d. Gusums bruk, källa: hitta.se.

¹ Växjö Tingsrätt, Mark- och miljödomstolen, mål nr. M 4278-12, 2014-09-01.



Figur 2. Bedömd föroreningskälla av klorerade kolväten (ur Rapport-Miljö 2013).

2 Tidigare utredningar och bedömningar

2.1 Spridning av föroreningar i samband med entreprenadarbeten

Under den första schaktetappen före vattendomen (december 2013 - maj 2014), analyserades metaller, PAH och klorerade kolväten i grundvatten 2 gånger per månad. Undersökningarna genomfördes i syfte att kontrollera om pågående saneringsarbeten tillfälligt medförde ökad spridning av föroreningar till grundvatten. Klorerade alifatiska kolväten analyserades i vatten från fyra befintliga grundvattenrör, H196, H168 och H137 och H186, se Figur 2.

Vid saneringsstart i december 2013, rapporterades trikloreten (TCE), i halter c:a 3 gånger högre än vid motsvarande undersökningar innan schaktarbeten påbörjats. När schaktarbeten pågick i tre veckor, rapporterades TCE i halter c:a 9 gånger högre än innan schaktsanering. Resultaten kan förklaras av naturliga årstidsvariationer till följd av varierande nederbörd och snösmältning. Det är emellertid inte osannolikt att saneringsarbetet i sig orsakat en ökad spridning av TCE i samband med en ökad frekvens av tunga transporter inom området. Förhöjda halter av klorerade kolväten i grundvatten i samband med tunga transporter, har även misstänkts i andra liknande projekt i Sverige, vilket framkom vid WSP studiebesök på platsen.

Med anledning av resultat från den första schaktetappen, inleddes en utredning kring förekomst av klorerade kolväten i jord och grundvatten². Resultat från utredningen antydde att det fanns en föroreningskälla av klorerade kolväten i djupare nivåer på den västra sidan av Gusumsån, söder om Bruksdammen. Mängden klorerade alifatiska kolväten i grundvatten beräknades till c:a 6 kg, och i jord till c:a 50 kg, exklusive eventuell fri fas. Föroreningsplymen föreföll sträcka sig mot en djupare bergsklack vid fördämningen och över mot den östra sidan. Viss föroreningsspridning bedömdes

² Structor Miljö Öst AB, 2014-08-19

kunna ske där bergsklacken var som lägst, på den östra sidan om ån, i närheten av grundvattenrör H137, Figur 2.

Den riskbedömning som genomfördes av föroreningsförekomsten, belyste framförallt att det fanns en hälsorisk då människor som arbetade med schaktsaneringen samt yrkesarbetande på den intilliggande verksamheten RK-teknik, kunde exponeras av ångor från föroreningarna. Platsspecifika riktvärden togs därför fram för att säkerställa att föroreningarna inte medförde oacceptabel hälsorisk. I Tabell 1 redovisas platsspecifika riktvärden för jord inom den östra sidan av ån, och i Tabell 2 motsvarande värden för den västra sidan. I bilaga 3 redovisas samtliga platsspecifika riktvärden, även för grund- och ytvatten.

Nya detaljerade åtgärdsplaner i miljöplanen togs därefter fram, och miljökontrollen utökades vid schakentreprenaden för att förhindra ohälsosam exponering.

2.2 Östra sidan av Gusumsån

I samband med schaktning inom den östra sidan av Gusumsån, påträffades våren 2015 förhöjda halter av klorerade kolväten. Föroreningarna var framförallt lokaliserade till material i botten av ån. Schaktning av förorenade massor genomfördes därför ner till den s.k. tekniska gränsen, vilket är den schaktnivå som bedömdes vara tekniskt möjlig att uppnå med befintlig åtgärds teknik. Den tekniska gränsen bedömdes vara lokaliserad c:a 1 m under botten på ån (+ 33,5 m).

Prover tagna på schaktbotten, visade i några fall på innehåll av klorerade alifatiska kolväten i halter över de platsspecifika riktvärdena, Tabell 1. Efter schakt lades därför en geotextil ut, samt morän (c:a 1 m) med finmaterial nederst och däröver ett grövre material som erosionsskydd. Sediment som grävts upp levererades till Ekokem i Kumla (f.d. Sakab).

Tabell 1. Analyserade halter av klorerade kolväten i bottenprover från den östra sidan av Gusumsån (BÖ) och jämförelse med generella och platsspecifika riktvärden. Siffror och avslutande S-nummer är beteckning på provtagningsytor, vilka framgår av en ritning i bilaga 4. Endast prover med halter över MKM redovisas. Understrukna halter överskrider det platsspecifika riktvärdet. Enhet: mg/kg TS.

Provbenämning	TCE	cDE/tDE	PCE	VC	TCE-ekvivalenter
BÖ1-S10	11,9	10,5	0,02	0,25	19,8
BÖ1S8/S9	<u>80,7</u>	17,1	0,027	0,56	93,7
BÖ1-S7	<u>82,6</u>	0,02	0,098	0,44	82,9
BÖ1_S6	29,6	0,02	0,058	0,12	29,7
Platsspecifikt riktvärde	60	100/50	300	0,6	
MKM	0,6	-	1,2		

2.3 Nedströms Bruksbron

För att möjliggöra schaktsanering av massor i botten av Gusumsån, leddes hösten 2015 vatten från ån om, genom 6 avloppsrör som avledde (pumpade) vatten från Bruksbron och vidare c:a 100 m nedströms bron. Klorerade kolväten upptäcktes då även i massor nedströms Bruksbron, varpå schaktning även där genomfördes ner till den tekniska gränsen, c:a 1 m under å-botten. Inga klorerade kolväten i halter över det platsspecifika riktvärdet lämnades kvar nedströms Bruksbron. Efter avslutad schakt lades på schaktbotten en geotextil samt c:a 1 meter finmaterial och morän. På moränen lades som erosionsskydd ett grövre material bestående av stenkross.

2.4 Västra sidan av Gusumsån

Mycket höga halter av klorerade kolväten påträffades vid schakt i den västra delen av ån omkring ruta V1-S8. Vid analys av material i schaktbotten, rapporterats förekomst av TCE i en halt 1 300 mg/kg TS, 3 gånger högre än det platsspecifika riktvärdet, Tabell 2. Även i detta område har schakt genomförts ner till den tekniska gränsen, 1 m under den ursprungliga nivån på botten av ån.

Tabell 2. Analyserade halter i bottenprover från den västra sidan av Gusumsån (BV) och jämförelse mot generella och platsspecifika riktvärden. Siffror och avslutande S-nummer är beteckning på provtagningsytor, vilka framgår av ritning i bilaga 4. Endast prover med halter över MKM redovisas. Understrukna värden överskrider platsspecifikt riktvärde. Enhet: mg/kg TS.

Provbenämning	TCE	cDE/tDE	PCE	VC	TCE-ekvivalenter
BV1-S7V	137	62,7	0,264	1,77	183
BV3-S6	10,1	0,79	0,02	0,1	10,5
BV2-S7NO	0,011	0,02	0,02	0,1	0,0
BV1-S7Ö	294	35,2	1,02	0,54	321
BV3-S7	6,2	0,49	0,02	0,01	6,6
BV1-S8	<u>1 300</u>	78	3,4	<u>8,8</u>	1 366
BV2-S8	0,65	0,2	0,01	0,01	0,8
BV3-S8/S9 plåtå	74	0,92	0,054	0,012	74,7
BV1-S22	360	304	36	16	269
Platsspecifikt riktvärde med > 2 m fyll/vatten	400	350/400	500	5	
MKM	0,6	-	1,2		

2.5 Miljökontroll av ytvatten

Ytvatten har kontrollerats kontinuerligt med avseende på metaller med samlingsprov var 14:e dag enligt miljöplanen. När klorerade alifater påträffades i jord i å-botten började proven även att analyseras med avseende på klorerade alifater ca en gång per månad.

Av de klorerade alifaterna är det trikloreten och cis-1,2-dikloreten som detekterats vid Bruksbron och Disponentbron nedströms bruksområdet, se Tabell 3. Högsta halt av trikloreten är 3,54 µg/l vid Disponentbron v 47- v 48 vilket sammanföll med att schakt i område V1-S8, med höga halter tillsammans med inläckage av å-vatten genom sponten. Detta åtgärdades därefter. Uppmätta halter underskrider platsspecifikt riktvärde för ytvatten. Halten av trikloreten har sedan gått ner men har ändå kunnat detekteras i ytvattnet.

Tabell 3 Analys på samlingsprov av ytvatten från D, Disponentbron, B, Bruksbron samt K, Kvarnbron som ligger uppströms bruksområdet under perioden v 37 2015 – v 16 2016.

Vecka	cis-1,2-dikloreten			trikloreten			tetrakloreten			vinylklorid		
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
	D	B	K	D	B	K	D	B	K	D	B	K
37-38	0,59	0,46	<0.10	1,88	1,72	<0.10	<0.20	<0.20	<0.20	<1.0	<1.0	<1.0
39-40	0,35	0,44		1,08	1,17		<0.20	<0.20		<1.0	<1.0	
43-44	0,43	0,44		1,89	1,88		<0.20	<0.20		<1.0	<1.0	
47-48	0,59	0,64		3,54	4,25		<0.20	<0.20		<1.0	<1.0	
49-50	0,31	0,18		1,93	1,1		<0.20	<0.20		<1.0	<1.0	
51	0,21	<0.10		0,59	0,33		<0.20	<0.20		<1.0	<1.0	
2-3	0,82	1,57		1,12	0,82		<0.20	<0.20		<1.0	<1.0	
4-5	0,18	0,11		0,52	0,23		<0.20	<0.20		<1.0	<1.0	
6-7	0,4	0,23		1,44	0,66		<0.20	<0.20		<1.0	<1.0	
8-9	0,18	<0.10		0,54	<0.10		<0.20	<0.20		<1.0	<1.0	
15-16	0,13	0,16	<0.10	0,36	0,36	<0.10	<0.20	<0.20	<0.20	<1.0	<1.0	<1.0
17-18	<0.10	<0.10	<0.10	0,4	0,31	<0.10	<0.20	<0.20	<0.20	<1.0	<1.0	<1.0
PSR				5	5	5	5	5	5	840	840	840

3 Syfte med undersökningen

Syftet med denna undersökning är att avgränsa och bedöma mängd restföroreningar (TCE) i jord inom det sanerade området, och därefter föreslå en åtgärd som med en lämplig teknik och till en rimlig kostnad minskar riskerna med den kvarlämnade föroreningen.

Undersökningen syftar även till att göra en bedömning av hur mycket TCE som avlägsnats i och med den genomförda schaktåtgärden.

I denna sammanställning redovisas också resultat från den genomförda miljökontrollen av TCE i ytvatten i samband med entreprenadarbeten.

4 Metodik

Avgränsning av föroreningar har genomförts i två steg, dels genom *ytlig fältprovtagning* med fältinstrument, dels med *skruvborrsundersökning* och provtagning på djupet.

En korrelationsanalys mellan utslag på fältinstrument och resultat från laboratorieanalyser i ett stort antal jordprover har sammanställts och redovisas i **avsnitt 4.5**.

4.1 Ytlig fältprovtagning

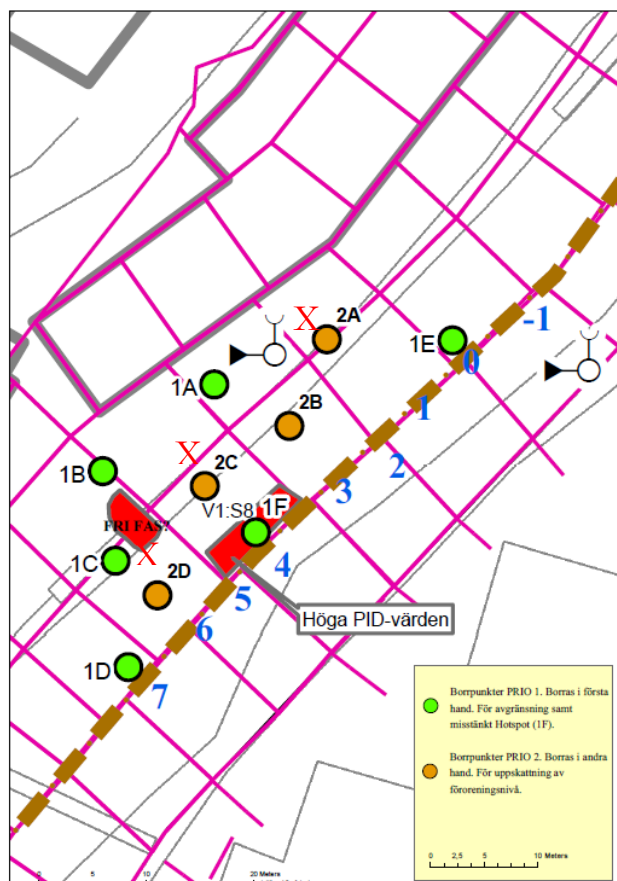
Den ytliga fältprovtagningen utfördes genom att undersöka schaktbotten på det aktuella schaktområdet genom att mäta flyktiga kolväten med PID-instrument (fotojonisationsdetektor). Fältmätning i de ytliga hålen i schaktbotten gick inte att utföra med HDI-instrumentet (heat-diode ionisation). Maximalt utslag på HDI, värde 9, erhöles vid den första provpunkten och därefter tog det flera timmar innan instrumentet gick tillbaka till 0-läge och kunde användas igen för mätning. Undersökningen genomfördes därför enbart med PID då det instrumentet inte är lika känsligt som HDI.

Provtagningen utfördes i 9 linjer från spontbrädorna i Gusumsån, västerut mot det förmodade källområdet, Figur 3. Mätningen utfördes genom att sticka ned instrumentens mätprob i c:a 30 cm djupa hål i schaktbotten. Utifrån fältresultatet valdes 6 punkter ut för provtagning på djupet med

skruvborr, pkt 1A - 1E. Dessutom föreslogs ytterligare 4 punkter 2A - 2D som skulle provtas om tiden medgav under en dags fältarbete. Av dessa var det endast punkt 2B som hanns med.

4.2 Skruvborrsundersökning

Skruvborrsprovtagning utfördes 2015-11-25. Borrningen genomfördes av Kjell Hidsjö, Miljögeo AB. Fältarbetet utfördes av Annette Källman, Valdemarsviks kommun och Ebba Wadstein, Structor Miljö Öst AB. Jordart och eventuella avvikelser i färg eller annat noterades i fältblankett, bilaga 1. Dubbla prov togs ut varje halvmeter på de övre nivåerna och varje meter på de djupare nivåerna. Proverna lades i två diffusionstäta påsar för varje nivå, och förslöts med buntband. I den ena påsen genomfördes mätning med fältinstrument HDI och PID. Den andra påsen förvarades i kylskåp inför en eventuell analys på laboratorium. Borrningen avslutades 3 - 5 m under schaktbotten, i de flesta fall på grund av att borren stötte på hinder. Utifrån fältmätningarna valdes sedan 17 prover ut för laboratorieanalys. Material från den kylda provpåsen överfördes till en metanolvial och skickades till ALS Scandianavia för laboratorieanalys.



Figur 3. Mätpunkter för fältmätningarna med PID, vilka utfördes i linjer från de blå siffrorna vid den installerade spanten och väster ut. De gröna punkterna och pkt 2B undersöktes med skruvborr. Provpunkterna 2A, 2C och 2D undersöktes inte.



Figur 4. Bild från provtagning med skruvborr på den västra sidan av Gusumsån.



Figur 5 Utläggning av torv på lerområde med höga halter av klorerade alifater

4.3 Ytlig fältprovtagning

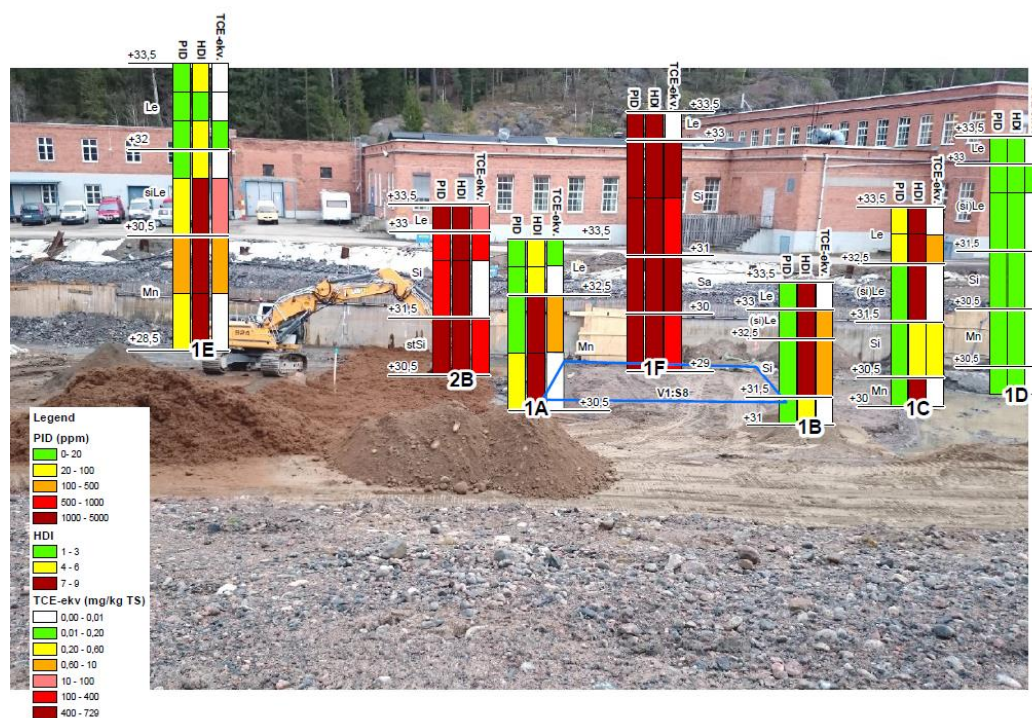
I Tabell 4 redovisas utslag på PID-instrumentet i ytliga mätpunkter enligt Figur 3 vid olika avstånd från spontanen. Utifrån fältmätningarna valdes punkter ut för provtagning med borrhög.

Tabell 4. Resultat från fältmätning med PID-instrument. Provpunkternas läge framgår av Figur 3.

Provpunkt	Avstånd från spont (m)	PID (ppm)
7	1	18
	5	8
	10	2
6	1	180
	5	5
	8	2
	13	5
5	1	630
	16	8
	20	1
4	1	1 900
3	1	38
	5	100
	10	35
	15	6
2	1	210
	5	330
	10	1
1	1	600
	5	300
0	1	33
	5	40
-1	1	11

4.4 Skruvborrsundersökning

Från resultat redovisade i Tabell 4, valdes punkter ut för uttagning av prover med skruvborr. Resultatet från mätning med fältinstrument (HDI och PID) i provmaterial som samlats in vid skruvborrsprovtagningen sammanställs i Tabell 5. Laboratorieanalyser på utvalda prover redovisas i Tabell 6. Samtliga resultat framgår också av analysprotokollen i bilaga 2 samt åskådliggörs i Figur 6. De högsta halterna av TCE, över det platsspecifika riktvärdet, påträffades i provpunkt 1F.



Figur 6. Resultat från skruvborrsprovtagning. Vänstra stapeln anger PID-utslag och mellersta stapeln HDI-värde. För högra stapeln anges laboratorieresultat. Vita staplar är inte analyserade. Bilden är tagen vid återställning med torv och morän.

Tabell 5. Resultat från fältmätning av prover från skruvborrsprovtagningen på den västra sidan i ån. Mätpunkternas placering framgår av Figur 3. Understrukna värden överskrider miljöplanens indikationsvärden vilket innebär misstanke om att det platsspecifika riktvärdet överskrids.

Mätpunkt	Djup (m)	PID (ppm)	HDI
1A	33,5 – 33,0	1,2	<u>5,0</u>
	31,5 - 30,5	29	<u>9,0</u>
1B	33,0 - 32,5	15	<u>9,0</u>
	32,5 - 31,5	2,0	<u>7,0</u>
1C	33,0 - 32,5	<u>37</u>	<u>9,0</u>
	31,5 - 30,5	1,8	6,0
1D	33,0 - 32,5	0,3	2,0
1E	31,5 - 30,5	32	<u>9,0</u>
	32,5 – 32,0	6,8	5,0
	30,5 - 29,5	<u>115</u>	<u>9,0</u>
1F	33,0 – 32,0	<u>>5 000</u>	<u>9,0</u>
	32,0 – 31,0	<u>3 562</u>	<u>9,0</u>
	31,0 – 30,0	<u>3 000</u>	<u>8,0</u>
	30,0 – 29,0	<u>2 147</u>	<u>9,0</u>
2B	33,5 – 33,0	<u>1 730</u>	<u>9,0</u>
	33,0 - 32,5	<u>678</u>	<u>9,0</u>
	31,5 - 30,5	<u>1 622</u>	<u>9,0</u>
PSR		100*	7*
PSR (Y)		20**	2**

**Indikationsvärde enligt miljöplanen för när ett riktvärde kan överskridas i djupare jord, > 2 m under markytan.

**Indikationsvärde enligt miljöplanen för när ett riktvärde kan överskridas i ytlig jord, < 2 m under markytan.

Tabell 6. Analysresultat av jordprover vid skruvborrsprovtagningen på den västra sidan av Gusumsån. Mätpunkternas placering framgår av Figur 3. Enhet: mg/kg TS. PSR = Platsspecifikt riktvärde väster om ån (V) samt i ytliga jordlager (Y).

Mätpunkt	Djup (m)	TS (%)	tDCE	cDCE	TCE	PCE	VC	TCE-ekv
1A	33,5 – 33,0	61,9	0,010	0,020	0,0	0,020	0,10	0,1
	31,5 - 30,5	83,3	0,0	0,1	2,3	0,20	0,1	2,7
1B	33,0 - 32,5	65,5	0,1	3,2	0,2	0,0	0,2	2,7
	32,5 - 31,5	76,9	0,1	2,0	0,0	0,020	0,10	1,6
1C	33,0 - 32,5	63,7	0,1	5,1	1,5	0,020	0,3	5,5
	31,5 - 30,5	76,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,4
1D	33,0 - 32,5	58,5	0,010	0,020	0,0	0,020	0,10	0,1
1E	31,5 - 30,5	75,4	0,0	4,3	17	0,020	1,7	21,0
	32,5 – 32,0	63,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
	30,5 - 29,5	70,2	0,0	0,8	8,0	0,0	0,1	8,6
1F	33,0 – 32,0	62,0	0,3	10	718	2,5	0,2	729
	32,0 – 31,0	79,7	0,3	2,1	179	0,0	0,10	181
	31,0 – 30,0	76,3	0,2	3,6	402	1,4	0,1	407
	30,0 – 29,0	80,4	0,2	3,2	290	0,9	0,10	294
2B	33,5 – 33,0	57,0	0,4	108	11,9	0,0	2,4	93
	33,0 - 32,5	60,1	0,4	131	13,7	0,020	3,7	113
	31,5 - 30,5	77,9	0,0	1,9	162,0	0,4	0,1	164
PSR (V)			400	350	400	500	5	400
PSR (Y)					0,6	1,2		

4.5 Beräknad mängd bortschaktade föroreningar

Uppgrävda massor som levererats till Ekokem har kontrollerats genom mätning med fältinstrument PID (fotojonisationsdetektor) och HDI (heat-diode ionisation). PID-instrumentet ger utslag för flyktiga organiska ämnen inklusive klorerade kolväten, men används vanligtvis vid mätning av bensin och diesel i jord. HDI-instrumentet mäter i grova intervall, innehållet av halogenerade (t.ex. klorerade) flyktiga organiska föreningar och ger utslag redan vid relativt låga halter. HDI ger inte utslag på alifatiska och aromatiska kolväten som inte är klorerade. Korrelation mellan utslag på mätinstrument och innehåll av exempelvis TCE, beror av exempelvis förekomst av andra föroreningar, förekomstform, typ av provtaget material, m.m. För att få en exakt uppfattning av enskilda parametrars koncentration i ett prov, behöver provet analyseras på laboratorium.

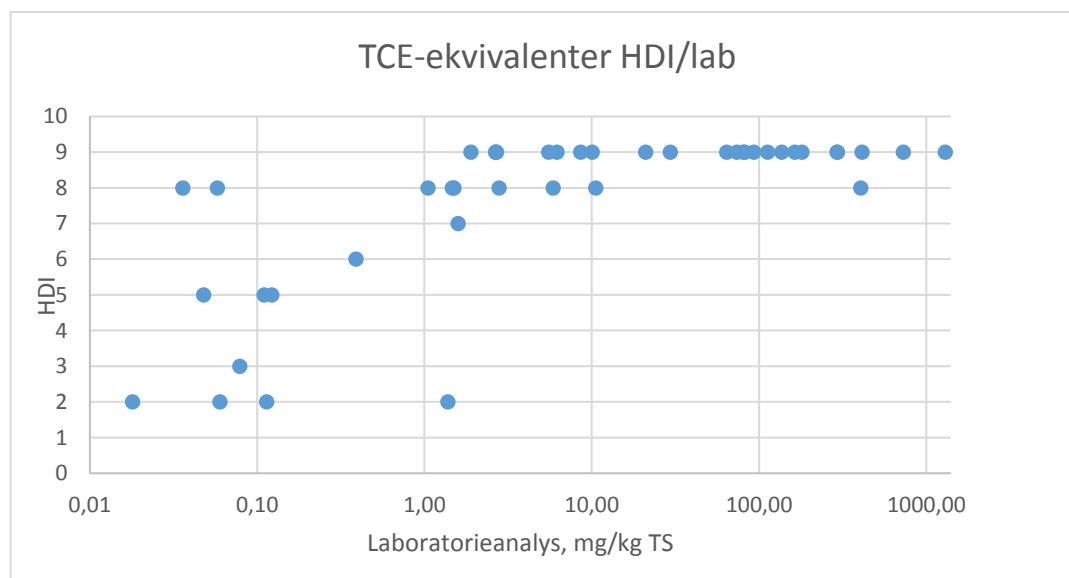
Det tar mellan ett par dagar och en vecka, att erhålla svar på analys av jordprover analyserade på laboratorium. I samband med schaktarbeten behöver ofta beslut om fortsatt schakt tas omgående.

Då den typen av beslut inte kan invänta ett resultat från en laboratorieanalys, används ibland indikationsvärden för mätning av föroreningar med fältinstrument. I miljöplanen för saneringsåtgärderna i Gusum, har indikationsvärden tagits fram för när det finns risk för att platsspecifika riktvärden överskrids, Tabell 7. Värdena baseras på erfarenhet från andra, liknande schaktsaneringar.

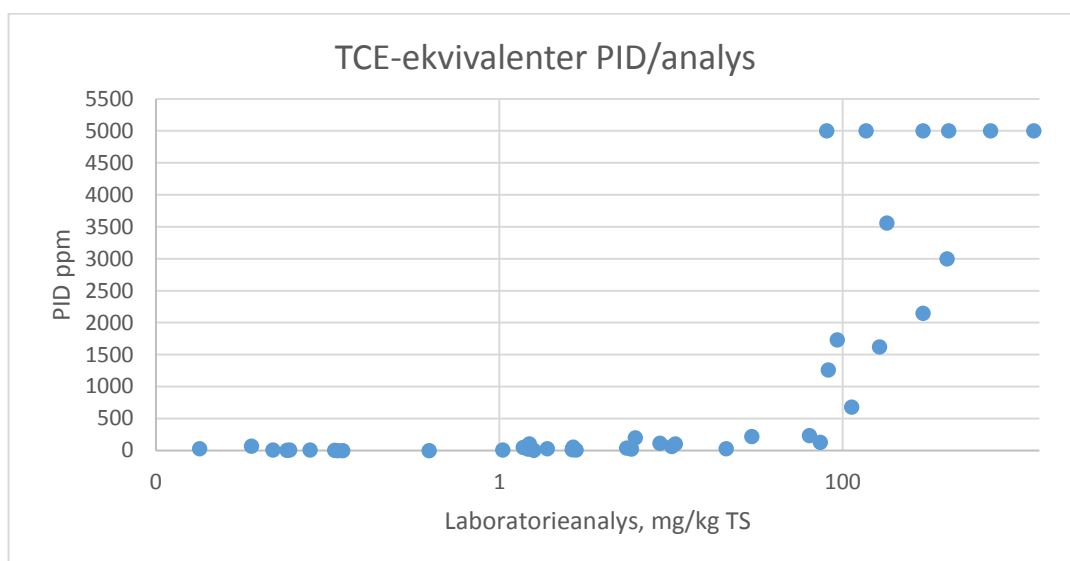
Tabell 7. Platsspecifika riktvärden, PSR, för bottenprover samt indikationsvärden på fältinstrument, inledningsvis framtagna till miljöplanen. m u my = meter under markytan

Ämne	Enhet	< 2 m u my	> 2 m u my
cDCE	mg/kg TS		350
tDCE	mg/kg TS		400
PCE	mg/kg TS	12	500
TCE	mg/kg TS	0,6	400
VC	mg/kg TS		5
Indikationsvärden			
HDI	1 - 9	<2	<7
PID	ppm	<20	<100

Dataunderlag har därefter, i samband med schaktarbeten i Gusum, samlats in för ett stort antal jordprover som analyserats både med fältinstrument och på laboratorium. En sammanställning har gjorts för att verifiera och eventuellt revidera indikationsvärden i miljöplanen. I Figur 7 och Figur 8 illustreras hur värdet på HDI- och PID-instrumenten korrelerar med resultat från analys på laboratorium av klorerade alifatiska kolväten, mätt som TCE-ekvivalenter. Som underlag till figurerna, har använts fältmätningar och laboratorieanalyser från schakt inom den västra sidan av Gusumsån.



Figur 7. Korrelation mellan fältanalyser med HDI och laboratorieanalyser av TCE-ekvivalenter, mg/kg TS. Observera att x-axeln har en logaritmisk skala.



Figur 8. Korrelation mellan fältmätning med PID-instrument och laboratorieanalyser av TCE-ekvivalenter, mg/kg TS. Observera att x-axeln har en logaritmisk skala.

Platsspecifika riktvärden i jord framgår av Tabell 7.

HDI ger utslag i nio nivåer (1 – 9) utan enhet. Resultat från korrelationsanalyser visar att vid mätning med HDI, indikerar utslag på 7 – 9 halter över platsspecifika riktvärden, > 10 mg/kg TS. För PID instrumentet kan utslag över 500 ppm innebära halter över platsspecifika riktvärden.

Utifrån fältmätningar och korrelationsanalyser (och analysresultat från laboratorium i den mån de funnits) har en grov uppskattning gjorts av hur mycket TCE (kg) som avlägsnats i de massor som schaktats bort och levererats till Ekokem. I Tabell 8 görs en sammanställning av hela schaktområdet. En detaljerad redovisning med beräkningar vid schaktområdet i den västra delen av ån görs i bilaga 5.

Tabell 8. Uppskattad mängd klorerade alifatiska kolväten, TCE-ekvivalenter, som schaktats bort från bruksområdet i Gusum.

	Bedömd bortschaktad mängd TCE-ekvivalenter (kg)	
	Min	Max
Östra sidan	30	50
Västra sidan samt nedströms Bruksbron	270	1 850
Totalt	300	1900

4.6 Beräknad mängd kvarlämnad förorening

Utifrån resultatet från skrubborrsprovtagningen har mängd kvarlämnade klorerade alifatiska kolväten uppskattats. Eftersom spridningsbilden för klorerade alifatiska kolväten är komplicerad, har bedömningar utgått från högsta och minsta uppmätt halt på respektive yta enligt Tabell 9.

Sammanlagt bedöms att c:a 430 kg – 750 kg klorerade alifatiska kolväten (TCE-ekvivalenter) har lämnats kvar inom det f.d. bruksområdet i Gusum. Den största mängden är lokaliserad till provtagningsyta V1-S8 och V1-S7, bilaga 4.

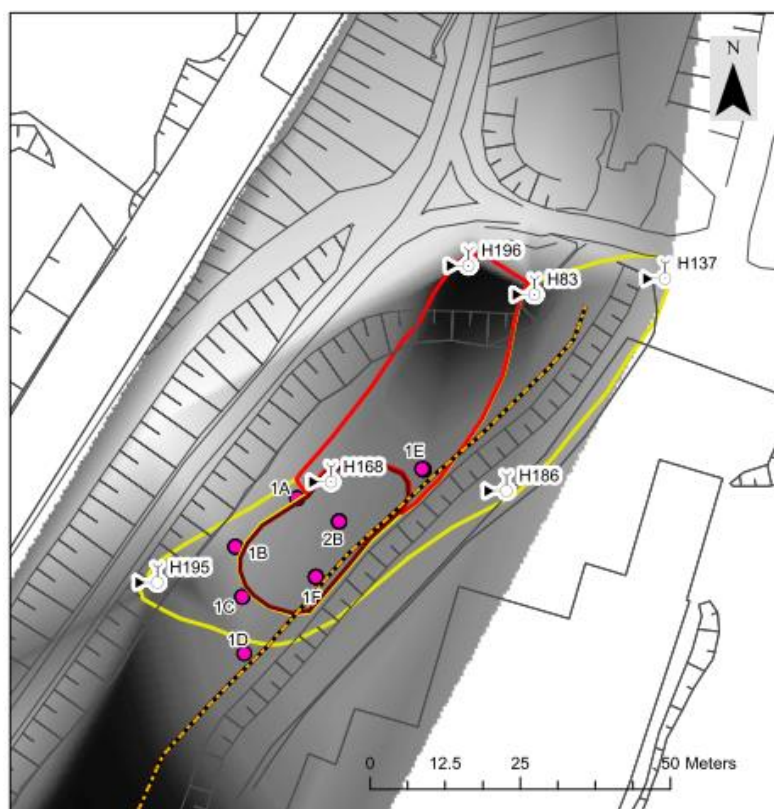
Tabell 9. Beräknad mängd restförorening av klorerade alifatiska kolväten (TCE-ekvivalenter).

Ruta	Bedömd medelhalt (mg/kg TS)		Yta (m ²)	Djup m	TCE-ekvivalenter (kg)	
	min	max			min	max
V1:S8	400	700	100	4,0	288	504
V1-S7/S8	90	183	100	3,0	49	99
V1/S6	9	9	100	1,5	2	2
V2-S9	2	4	95	3,0	1	2
V2-S8	1	1	90	3,0	0	0
V3-S6	10	12	100	2,0	3	4
V3-S8 halva	65	85	40	2,5	12	15
V1-S22	50	400	90	2,5	20	162
Ö1-S9	70	110	50	2,0	13	20
Ö1-S8	70	110	70	4,0	35	55
Ö1-S7	60	100	80	3,0	26	43
Ö1-S6	20	40	80	1,5	4	9
Totalt					454	916

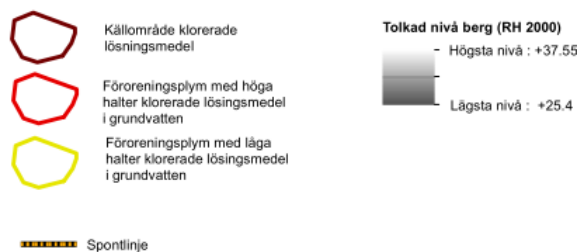
Restförorening av klorerade alifater finns framförallt längs med å-bottens västra sida där det inte kunde schaktas längre utan att riskera spontfunktionen, dvs teknisk gräns, på ca +33,5 m RH2000. Restföroreningens utbredning beskrivs mer detaljerat i Figur 9 och bilaga 6. Själva källområdet med högst halter i jord, TCE-ekvivalenter på >100 mg/kg TS, är beläget ca 50 m söder om Bruksbron och utgör ett område på ca 12 x 25 m och 3-4 m djupt, se även Figur 6. Föroreningsplymen med höga grundvattenhalter med klorerade alifater, TCE-ekvivalenter > 1000 µg/l, följer bergytan som är djupast, strax väster om bruksbron på ca + 25,4 m RH 2000, vid grundvattenrör H196, som är borrarad till ca 12 m under markytan. Halterna i H196 indikerar förekomst av trikloreten i fri fas. Lägre halter av förorening i grundvatten kan även ses i en plym som sträcker sig mot östra delen av ån mot Bruksbron.

Spridning av restförorening av klorerade alifater från jord bedöms främst ske genom att föroreningen i jord från källområdet mobiliseras och sprids med grundvatten mot det djupare området vid H196. Spridningen från källområdet upp till Gusumsån kan ske genom att ångor sprids uppåt från jordföroreningen. Genom de skyddsåtgärder med torv och bentonit som täcker föroreningen bedöms den spridningsvägen ha minimerats.

Mellan de höga halterna av klorerade alifater i grundvattnet på djupet och övrigt grundvatten råder en jämvikt där fri fas på sikt kan lösa sig i grundvatten och spridas i grundvattenplymen och nå Gusumsån. Kontakt mellan grundvatten och ytvatten bedöms ske vid östra sidan i området vid H137 och H168.



FÖRKLARING



Figur 9 Restföroreningens utbredning, se mer detaljerad bild i bilaga 6

Åtgärdsalternativ	Absorberande förmåga	Nedbrytning	Ekonomi	Kommentar
Aktivt kol	Bra absorbent av organiska ångor	Viss nedbrytning bör kunna ske på biofilm men troligen långsam	Kostsam	Visade sig svårhanterlig vid försök på provyta
Bentonit* med dräneringsmaterial	Nej	Tätskikt med bentonit skyddar spridning till ytvatten samt medför mindre syrekontakt vilket gynnar anaerob nedbrytning.	Kostsam	Kan innebära att ångor koncentreras och tar nya vägar.
Laktos och fettsyror		Stimulerar anaerob nedbrytning av förorening, framförallt i grundvatten. Medför		Behöver utredas mer för att kunna dimensionera rätt så att det inte

		även mobilisering av förorening i jord.	medför påverkan på Gusumsån. Enligt RGS 90 behövs ca 2 000 liter per 100 m ² .
Torv	Bra absorbent av organiska ångor	Nedbrytning kommer att fortgå.	Kan packas ca 1 m
Torv + laktos/fettsyror	Bra	Stimulerar anaerobisk nedbrytning av förorening i grundvatten. Osäker funktion av laktos/fettsyror i torv.	Behöver utredas mer för att kunna dimensionera rätt så att det inte medför påverkan på Gusumsån.

*Bentonit är ett naturligt lermineral, montmorillonit, som består av flakformiga partiklar. Vid höga tryck tenderar materialet att orientera sig så att flaken ligger i samma riktning, vinkelrätt mot spänningen och kan därmed bli mycket tät vid svällning.

5 Riskvärdering och beslut om skyddsåtgärd

De olika skyddsåtgärderna diskuterades på byggmötet i december 2015 där entreprenören, miljökontrollanten, geotekniker, kommunen samt Länsstyrelsen deltog. Diskussionen gällde bl.a.:

- Bedömd miljöeffekt för att minska eventuell exponering via ångor samt spridning av förorening till ytvatten.
- Tekniska aspekter
- Tidsmässiga möjliga lösningar
- Ekonomisk acceptabel

Innan beslutet togs gjordes en avstämning med tillsynsmyndigheten. Därefter togs beslutet att immobilisera föroreningarna i schaktbotten med torv som absorbent av klorerade ångor och ett tätskikt med bentonit för att förhindra att strömmande vatten i Gusumsån får direktkontakt med den förorenade jorden.

Skyddsåtgärden som utfördes utgjordes av ett ca 0,2 m torvskikt som kompakterades. Därefter lades det ut lös bentonit, ca 0,2-0,3 m tjockt och sen en geotextil. Över detta lades det på ett tryck med ca 1 m moränlager med grovkross överst som erosionsskydd, se Figur 10.



Figur 10 Principskiss för skyddsåtgärd på restförorening med klorerade alifater.

Skyddsåtgärder har utförts på två platser, dels vid ruta V1:S7 och V1:S8 och dels på södra delen av V1-S22, se bilaga 7.

6 Sammanfattande slutsatser

Vid schaktarbetet uppskattas att 300 – 1 900 kg klorerade alifatiska kolväten har avlägsnats med de uppschaktade massor som levererats till extern behandling på Ekokem i Kumla. Där klorerade kolväten har påträffats, har schakt utförts ner till den s.k. tekniska gränsen för att inte riskera spontkonstruktionen, vilken bedömts ligga ca 1 m under den tidigare nivån på botten av ån, ca + 33,5 m RH 2000.

Restföroreningar i jord i omfattningen 430 - 750 kg klorerade alifater i jord har behövts lämnas kvar på en yta om ca 12,5 x 25 m som till stor del ligger i det område som kommer tillhöra Gusumsåns å-fåra. Den stora variationen i uppskattningen beror dels på att föroreningen sprids heterogent och att det därför är svårt att bestämma medelhalter dels på att fältinstrumenten är svårtolkade vid höga halter. Skyddsåtgärder har vidtagits för att minimera risken för att människor och djur exponeras av ångor från föroreningen genom att bl.a. lägga på ett absorberande torvskikt. Dessutom har ett tätskikt med bentonit som överlagrats av tjockt moränskikt lag för att undvika att strömmande vatten inte har direktkontakt med den förorenade jorden vilket skulle kunna medföra risk för föroreningsspridning till ytvatten.

Besluten är tagna på byggmöten och har kommunicerats med myndigheten (Länsstyrelsen i Östergötlands län).

7 Slutord och rekommendationer

Genom schaktåtgärd har troligen betydligt mer än hälften av föroreningskällan tagits bort och exponering av förorening genom ångor och spridning till ytvatten har reducerats.

Analys av ytvatten och grundvatten kommer utföras i minst ett år efter avslutad åtgärd enligt framtaget förslag till kontrollprogram. Kontrollprogrammet har kommunicerats med Länsstyrelsen Östergötland.

Linköping

2016-12-30

Författare



Ebba Wadstein

Granskning



Ulrika Zetterberg

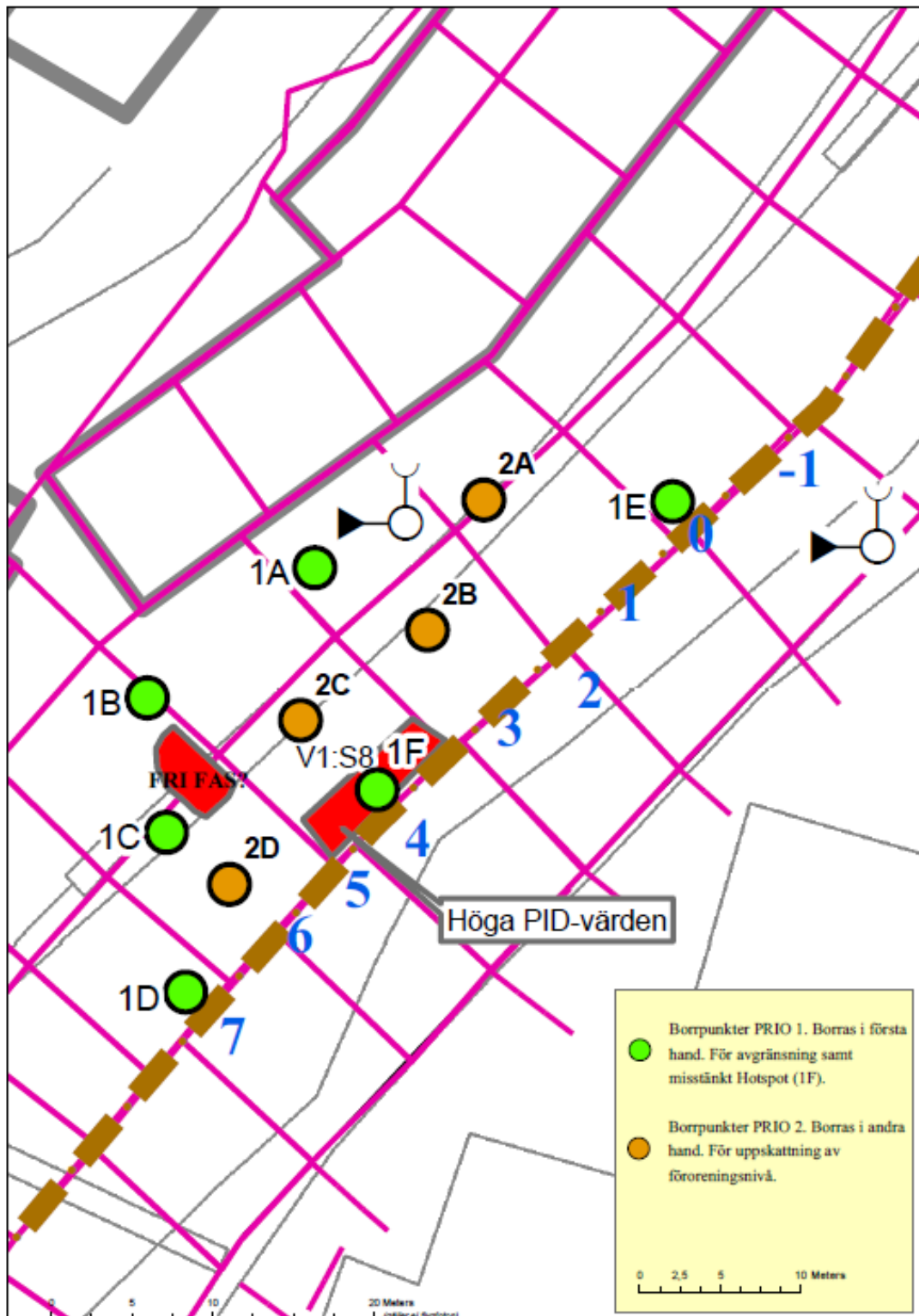
Referenser



Fältprotokoll 2015-11-25, Skruvborr fd Gusums bruk

			PID	HDI	Analys	TCE-ekv mg/kg TS
1E	33,5-33	Le	3,4	4		
	33-32,5	Le	2,6	1		
	32,5-32	Le	6,8	5	1	0,1
	32-31,5	siLe	6,2	5		
	31,5-30,5	siLe	31,7	9	1	21,0
	30,5-29,5	Mn	115,6	9	1	8,6
	29,5-28,5	Mn sämre prov	33,1	9		
1A	33,5-33	Le	1,2	5	1	0,1
	33-32,5	Le	0,4	4		
	32,5-31,5	Mn (32 m) (StSi)	8	8	(X)	
	31,5-30,5	Mn dåligt prov?	29,4	9	1	2,7
1B	33,5-33	Le	16,6	9		
	33-32,5	(si)Le	14,7	9	1	2,7
	32,5-31,5	Si (32)	2	7(6)	1	1,6
	31,5-31,0	Stopp 31,1	0,4	5		
1C	33,5-33	Le	22,5	9		
	33-32,5	Le	37,2	9	1	5,5
	32,5-31,5	(si)Le	2,1	7(6)		
	31,5-30,5	Si	1,8	6	1	0,4
	30,5-30,1	Mn Stopp 30,1 (berg?) (dåligt prov)	6,2	8		
1D	33,5-33	Le	0,1	2		
	33-32,5	(si)Le	0,3	2	1	0,1
	32,5-31,5	(si)Le	0,1	1		
	31,5-30,5	Si 31 m	0	1		
	30,5-29,5	Mn 30,0	0	1		
	29,5-29	Stopp 29	0	2		
1F	33,5-33	Le	5000	9		
	33-32	Si (32,3 -)	5000	9	1	729
	32-31	Si	3562	9	1	181
	31-30	Sa (30,3)	3000	8	1	406,6
	30-29	Stopp 29,1	2147	9	1	294
2B	33,5-33	Le	1730	9	1	93,3
	33-32,5	Si 32 -	678,8	9	1	113
	32,5-31,5	Si	771,3	9		
	31,5-30,5	stSi 31 -	1622	9	1	164

Figur 1 Föreslagen provtagningsplan, provpunkt 2A och 2D hann inte utföras på en fältdag.



Bilaga 2 Analysprotokoll

2016-04-05

Bilaga 3. Platsspecifika riktvärden i jord och vatten

Tabell 1. Generella och platsspecifika riktvärden för klorerade alifatiska kolväten i jord vid Gusums bruk.
Enhet: mg/kg TS. Då riktvärde saknas, anges ett -. MKM och KM = Mindre känslig- och känslig markanvändning, Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark.

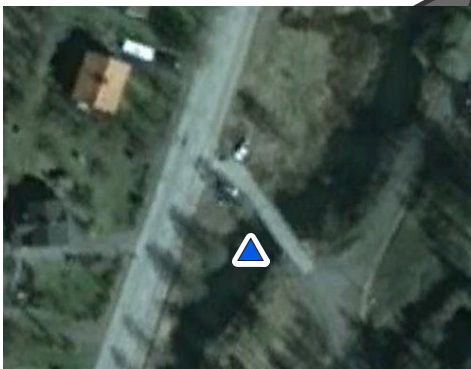
GENERELLA RIKTVÄRDEN			PLATSSPECIFIKA RIKTVÄRDEN	
Ämne	KM	MKM	Östra sidan av Gusumsån > 2 m u my	
			Halt	Styrande för exponering
cDCE	-	-	50	Änga+andra källor
tDCE	-	-	100	Änga+andra källor
PCE	0,4	1,2	300	Änga+andra källor
TCE	0,2	0,6	60	Änga+andra källor
VC	-	-	0,6	Änga+andra källor
Ämne	KM	MKM	Västra sidan av Gusumsån > 2 m u my	
			Halt	Styrande för exponering
cDCE	-	-	350	Änga+andra källor
tDCE	-	-	400	Skydd av ytvatten
PCE	0,4	1,2	500	Skydd mot fri fas
TCE	0,2	0,6	400	Änga+andra källor
VC	-	-	5	Änga+andra källor
Ämne	KM	MKM	Östra och västra sidan av Gusumsån < 2m u my	
			Halt	Styrande för exponering
cDCE	-	-	-	-
tDCE	-	-	-	-
PCE	0,4	1,2	1,2	Skydd av grundvatten
TCE	0,2	0,6	0,6	Skydd av grundvatten
VC	-	-	-	-

2016-04-05

Bilaga 3. Platsspecifika riktvärden i jord och vatten

Tabell 2. Platsspecifika riktvärden för klorerade alifatiska kolväten i grundvatten och ytvatten vid Gusums bruk.
Enhet: µg/l. Då riktvärde saknas, anges ett -.

PLATSSPECIFIKA RIKTVÄRDEN		
Grundvatten västra sidan av Gusumsån		
Ämne	Halt	Styrande för exponering
cDCE	16 700	Änga
tDCE	33 400	Änga
PCE	21 200	Änga
TCE	7 900	Änga
VC	300	Änga
Grundvatten östra sidan av Gusumsån		
Ämne	Halt	Styrande för exponering
cDCE	124 800	Änga
tDCE	249 500	Änga
PCE	158 600	Änga
TCE	59 100	Änga
VC	2 300	Änga+andra källor
Ytvatten		
Ämne	Halt	Styrande för exponering
cDCE	-	-
tDCE	-	-
PCE	5	Miljö ytvatten
TCE	5	Miljö ytvatten
VC	840	Miljö ytvatten



MILJÖKONTROLL EFTER VATTENDOM

Förklaring

- V3:S25 Schaktrutor
- Klorerade alifater i grundvatten
- Olja i jord och/eller gv
- Spont

Kontroll jord

- Metaller
- Alifater, aromater och PAH
- Alifater, aromater, PAH och PCB
- Klorerade alifater, alifater, aromater, PAH och PCB
- Klorerade alifater, alifater, aromater och PAH

Kontroll vatten

- Ytvatten (2 punkter)
- Grundvatten: Labbanalys samt nivåmätning vid provtagning
Olja, metaller, PAH: alla
Klorerade ämnen: H168, H196, H137, H186
- Nivåmätning enligt miljöplan

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
KONTROLLPROGRAM EFTER VATTENDOM, GUSUM				
Structor				
UPPDRAG NR 14006		RITAD/KONSTR AV FA	HANDLÄGGARE FA	
DATUM 2014-09-19		ANSVARIG EW		
PLAN - UNDERLAG FÖR SORTERING AV SCHAKTMASSOR, SCHAKT EFTER VATTENDOM				
SKALA 1:1 000 (A3)		NUMMER M 102-005		BET

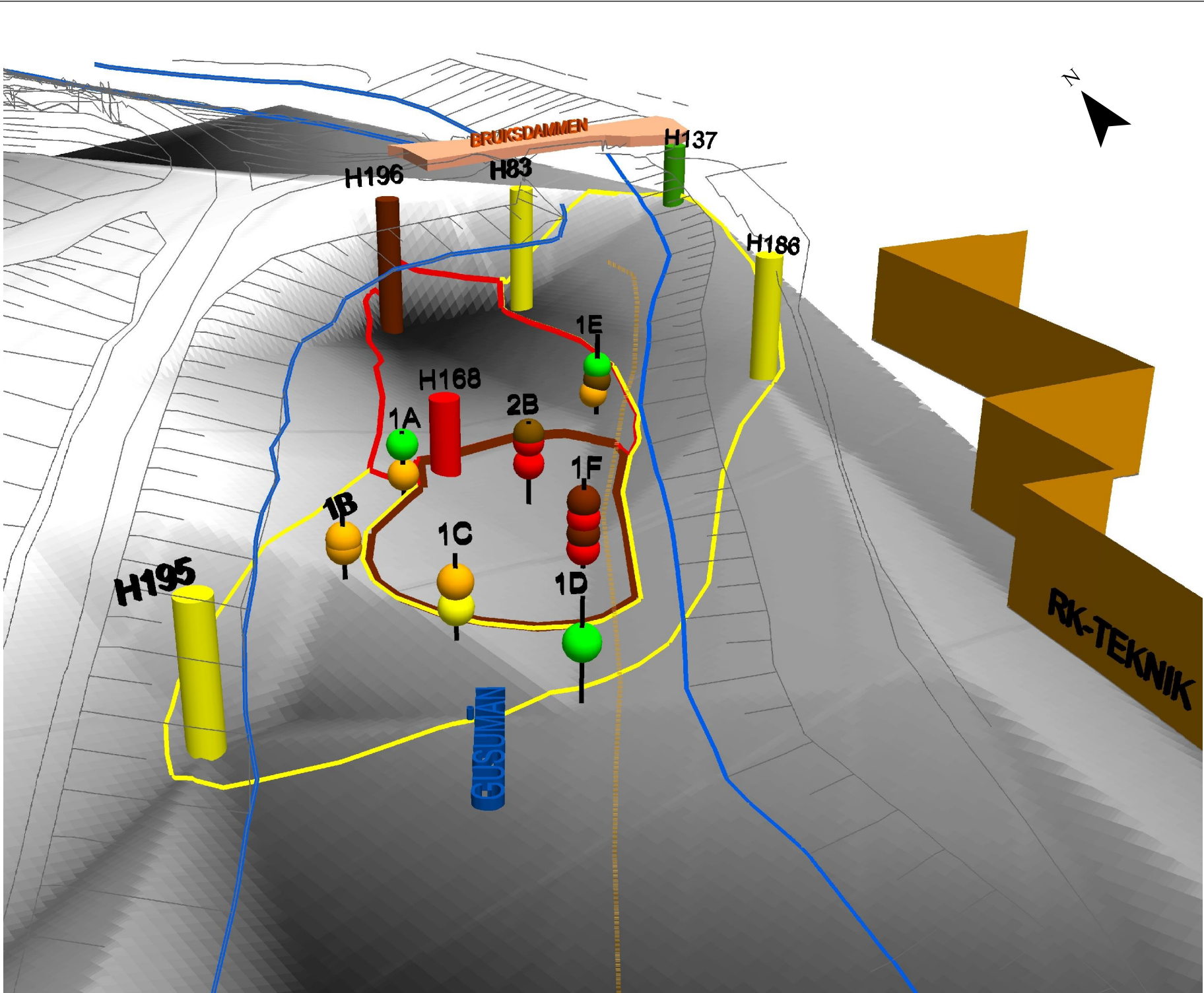
0 25 50 100 Meters
(gäller ej flygfoton)

2016-04-05

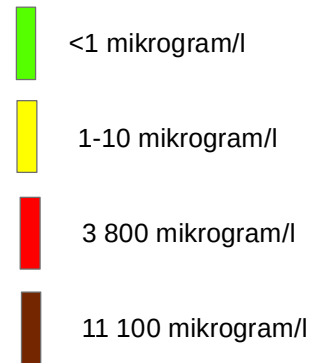
Bilaga 5. Bortschaktad mängd klorerade kolväten västra sidan av Gusumsån

Tabell 1. Bedömd TCE-halt i bortschaktade massor som levererats till Ekokem utifrån fältmätningar och analyser samt beräkning av mängder.

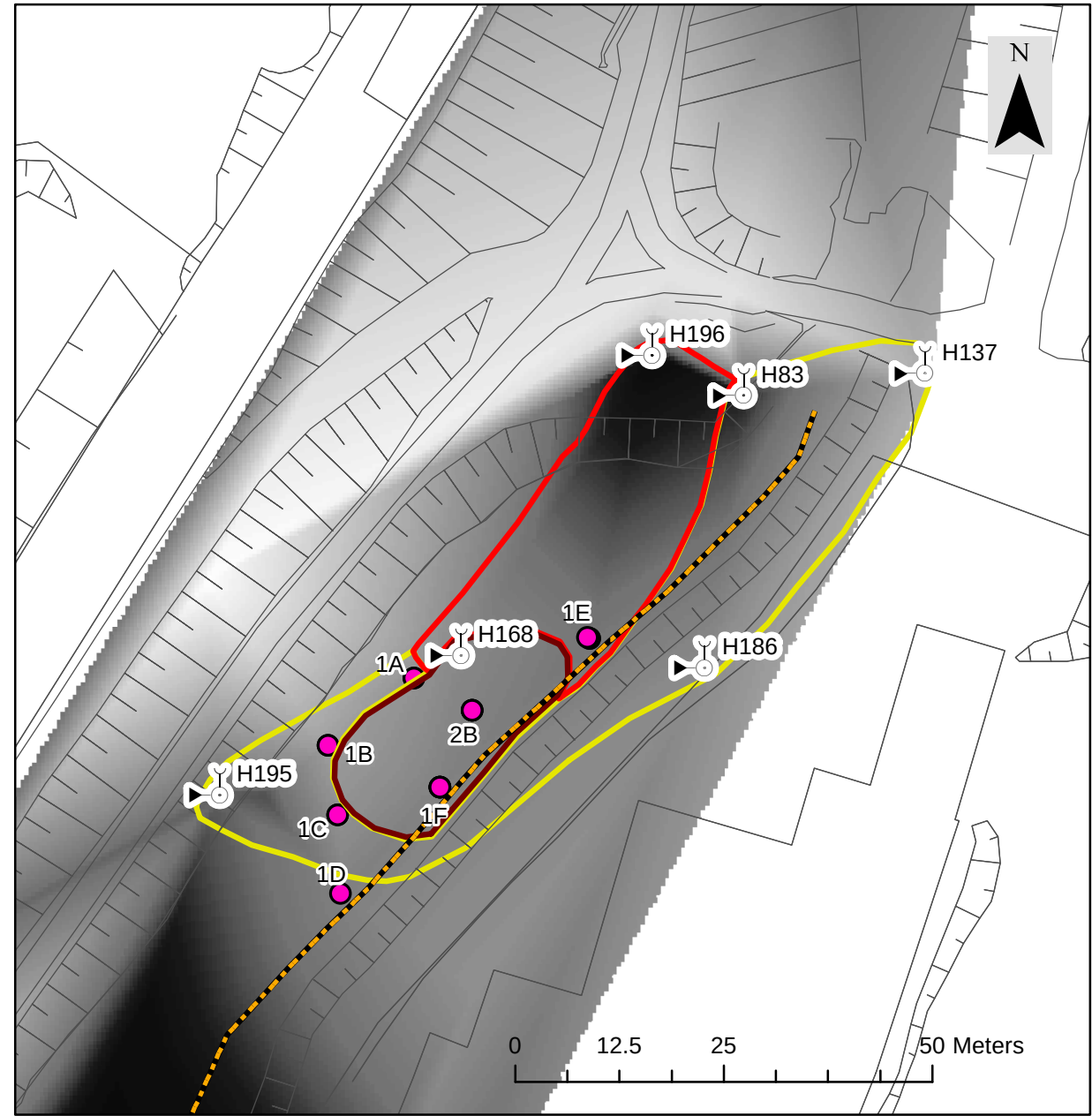
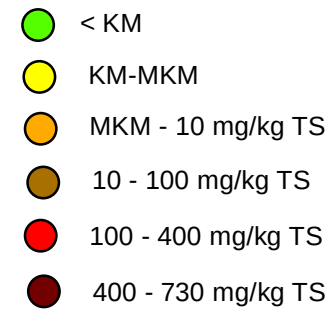
Schaktruta	Bedömd medelhalt (mg/kg TS)		Yta (m²)	Djup (m)	TCE-ekvivalenter (kg)	
	min	max			min	max
V1-S12	1,00	5	100	2,5	0	2
V1:S11	1	5	80	3,0	0	2
V1-S10	1	5	120	3,0	1	3
V1:S9	50	150	95	3,0	26	77
V1:S8	75	1000	100	3,5	47	630
V1-S7/S8	200	800	100	3,5	126	504
V1/S6	10	100	100	2,5	5	45
V1:S5(S4)	10	100	100	2,5	5	45
V2-S10	1	10	100	3,0	1	5
V2-S9	0,5	2	95	3,0	0	1
V2-S8	25	100	90	3,0	12	49
V2-S7	20	100	80	3,0	9	43
V2-S5/S6	1	2	70	3,0	0	1
V2-S5	1	2	65	2,5	0	1
V3-S6	10	50	100	2,0	4	18
V3-S7	20	150	100	2,5	9	68
V3-S8 halva	75	800	40	2,5	14	144
V3:S9halva			65	2,5	0	0
NS-2/3	2	500	160	1,0	1	144
NS4/5/6	2	4	300	1,0	1	2
Totalt					259	1784



**Summa klorerade ämnen
i GV-rör (medelvärde analyser)**



Halt i jord i/vid källområde (TCE-ekv)



FÖRKLARING

