

Södra Skogsägarna ekonomisk förening

# **UTÖKAD UNDERSÖKNING VID HJORTSBERGA SÅGVERK**



**Jönköping 2006-04-18  
SWECO VIAK AB**

Louise Johansson

Uppdragsnummer 1203173000

**SWECO VIAK**  
Östra Strandgatan 10  
Box 145, 551 13 Jönköping  
Telefon 036-15 18 00  
Telefax 036-71 09 65

Uppdrag 1203173000;  
p:\1253\1203173 f d hjortsberga sågverk\19original\ra utökad  
hjortsberga.doc



## Sammanfattning

Hjortsberga sågverk lades ned 1981. Verksamheten omfattade bland annat doppning med pentaklorfenolhaltiga medel i syfte att skydda virket från blånad. Halten pentaklorfenol i marken uppmättes vid den översiktliga undersökningen som mest till närmare 200 gånger riktvärdet för industrimark. Riktvärdet för dioxiner i jord överskreds med sju gånger på samma plats. För grundvatten saknas svenska riktvärden, men enligt den så kallade "Holländska listan" är halterna tydligt över gränsen för när åtgärder bör övervägas. Två av tre undersökta barkupplag som tillhörde sågverket visade sig innehålla dioxiner i en halt om som mest två gånger riktvärdet för industrimark (MKM). Det ska dock betonas att de generella riktvärdena inte är tillämpliga för bark. Barken har sålts som jordförbättringsmedel.

Under vintern 2005-2006 har en utökad undersökning utförts i syfte att ta fram underlag för att göra en riskbedömning. Undersökningen avser ge underlag för en uppskattning av mängd förorenade massor och föroreningsnivån, men tyngdpunkten i utredningen avser spridningsförutsättningar.

Resultaten från den utökade undersökningen visar att föroreningen i jord är begränsad till området närmast doppningsanläggningen och där besprutning utförts. Uppskattningsvis är 2 000 m<sup>3</sup> jord förorenad i en nivå över riktvärdena för MKM när det gäller dioxin och klorfenoler. Analysresultaten från bark inom upplagen redovisar en spridning av dioxinhalterna inom upplagen. Barkupplagen inom sågverksområdet och fastigheten Hjortsberga-Vret 1:2 bedöms innehålla 15 000 m<sup>3</sup> bark med dioxinhalter, huvudsakligen under riktvärdet för MKM.

De utförda undersökningarna har inte resulterat i en avgränsning av klorfenoler i grundvattnet utan klorfenoler har registrerats inom ett område om minst 4 000 m<sup>2</sup>. Den högsta uppmätta halten pentaklorfenol är 10 mg/l och har konstaterats väster om såghuset. Klorfenoler har sannolikt spridits genom de relativt tunna jordlagren i djupled till bergöverytans nivå. Det kan inte uteslutas att det pågår ett diffust läckage av klorfenoler med grundvattnet i riktning mot i synnerhet viken i Sjöatorpasjön. Analys av ytvatten indikerar dock ingen förekomst av klorfenoler i sjön. Tolkade sprickzoner i berggrunden bedöms förekomma inom det förorenade området, men någon spridning i berg till bergborrade vattentäkter har inte kunnat påvisas.

## Innehåll

### Sammanfattning

<b>1</b>	<b>Orientering</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Syfte</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Generella riktvärden för förorenade områden</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Utförda undersökningar</b>	<b>4</b>
4.1	Omfattning	4
4.2	Provtagning	6
4.2.1	Jord	6
4.2.2	Grundvatten	6
4.2.3	Ytvatten	7
4.3	Laboratorieanalys	8
4.3.1	Jord	8
4.3.2	Grundvatten	9
4.3.3	Ytvatten	9
4.4	Analys av hydraulisk konduktivitet	10
4.5	Inventering av geologi och hydrogeologi	10
4.6	Provtagning i privata vattentäkter	11
<b>5</b>	<b>Resultat</b>	<b>11</b>
5.1	Jordlagerföljder och grundvattenströmning	11
5.2	Fältnätning och iakttagelser	12
5.3	Laboratorieanalys	13
5.3.1	Jord	13
5.3.2	Bark	13
5.3.3	Grundvatten i jordlager	14
5.3.4	Ytvatten	15
5.4	Hydraulisk konduktivitet	15
5.5	Inventering av geologi och hydrogeologi	15
5.6	Provtagning i privata vattentäkter	16
<b>6</b>	<b>Bedömning av föroreningsituationen</b>	<b>18</b>
6.1	Föroreningarnas utbredning och omfattning	18
6.1.1	Jord	18
6.1.2	Grundvatten i jordlager	18
6.1.3	Bark	19
6.2	Spridningsförutsättningar	19
6.2.1	Jord	19
6.2.2	Grundvatten i jord	20
6.2.3	Sprickzoner i berg	20
6.2.4	Bark	21
6.2.5	Byggnader	21
<b>7</b>	<b>Slutsats och rekommendationer</b>	<b>22</b>

## Bilagor

- 1 Fältmätningar och iakttagelser**
  - a Jordlagerföljder och iakttagelser
  - b Fältmätningar av kemiska parametrar i grundvatten
- 2 Resultat från permeabilitetstest**
- 3 Sammanställning av resultat från laboratorieanalyser**
  - a Analysresultat för jord
  - b Analysresultat för grundvatten
  - c Analysresultat ytvatten
  - d Analysresultat för privata brunnar
- 4 Analysprotokoll**
- 5 Ritningar och kartmaterial**
  - a Situationsplan Sjöatorp 3:62
  - b Situationsplan Hjortsberga-Vret 1:2
  - c Lägesbeskrivning av privata vattentäkter
  - d Tolkning av sprickzoner i berggrunden

## 1 Orientering

Under våren 2005 utförde SWECO VIAK på uppdrag av Södra Skogsägarna en översiktlig undersökning vid f d Hjortsberga sågverk i Alvesta kommun (*Fas 2 – F d Hjortsberga Sågverk, SWECO VIAK, 2005-07-01*). Resultaten sammanfördes i en riskklassning enligt Naturvårdsverkets MIFO-modell för förorenade områden (NV 4918). Hjortsberga sågverk bedömdes höra till riskklass 2 på en fyrgradig skala där riskklass 1 utgör allvarligast föroreningsituation.

Vid Hjortsberga sågverk bedrevs doppling med pentaklorfenolhaltiga medel mellan tidigt 1950-tal och fram till förbudet i slutet av 1970-talet. Sågverket lades ned 1981. Halten pentaklorfenol i marken uppmättes vid den översiktliga undersökningen som mest till närmare 200 gånger riktvärdet för industrimark. Riktvärdet för dioxiner i jord överskreds med sju gånger på samma plats. I grundvattnet är halterna över det holländska värdet för när åtgärder bör övervägas.

Två av tre undersökta barkupplag som tillhörde sågverket visade sig innehålla dioxiner i en halt om som mest två gånger riktvärdet för industrimark. Barken har sålts som jordförbättringsmedel.

Med anledning av påträffade föroreningar har SWECO VIAK utfört en utökad undersökning under vintern 2005-2006. Undersökningen har utförts i enlighet med förslag till provtagningsplan (*SWECO VIAK, 2005-09-02*). Utredningen har kompletterats med en studie av geologi och hydrogeologi enligt PM (*SWECO VIAK, 2006-02-24*).

## 2 Syfte

Syftet med den utökade undersökningen är att ta fram underlag för att möjliggöra en fördjupad riskbedömning. Undersökningen avser ge grund för en uppskattning av mängd förorenade massor och föroreningsnivån, men tyngdpunkten i utredningen avser spridningsförutsättningar.

Vidare har syftet utökats till att utreda om förorenings-spridning kan ske eller redan sker i vattenförande sprickzoner i berggrunden och om det finns risk att bergborrade brunnar har kontaminerats.

Utredningen har inte till syfte att lämna några rekommendationer till eventuella ytterligare utredningar eller åtgärder.

### 3 Generella riktvärden för förorenade områden

Resultaten från undersökningarna av jord jämförs med de av Naturvårdsverket framtagna riktvärdena för förorenade områden (NV 4638). Då aktuella delar av det f d sågverksområdet är planlagt för industri, jämförs uppmätta halter rimligen med riktvärden för mindre känslig markanvändning (MKM). I analystabellen görs även jämförelse mot riktvärdet för känslig markanvändning (KM), vilket motsvarar bostadsområden. Orsaken är att det enligt den nuvarande fastighetsägaren finns boende i två hus inom fastigheten, varav ett ligger intill doppningsanläggningen.

Naturvårdsverkets generella riktvärden är egentligen inte tillämpbara för bark på grund av att barken utgörs av organiskt material till mer än 2 %. I brist på andra jämförvärden används dock MKM och KM även för bark.

För vissa ämnen saknas svenska riktvärden för förorenad mark och i synnerhet för förorenat grundvatten. Ofta görs då en jämförelse och bedömning utifrån den s k Holländska listan som används i flera länder i Europa. Den holländska listan har ett riktvärde eller målvärde som motsvarar acceptabel nivå samt ett "action"-värde som motsvarar en föroreningsnivå som bör föranleda åtgärder. Det ska poängteras att dessa värden egentligen är framtagna för holländska förhållanden.

Klorfenoler har använts i bekämpningssyfte. Som jämförvärde har därför Livsmedelsverkets dricksvattennorm med gränsvärden för bekämpningsmedel tagits med i redovisningen av analysresultat (SLVFS 2001:30).

## 4 Utförda undersökningar

### 4.1 Omfattning

Omfattningen av den utökade undersökningen beskrevs i detalj i förslaget till provtagningsplan (SWECO VIAK, 2005-09-02). Det utförda uppdraget omfattar följande moment:

- Markundersökningar genom skruvborring enligt provtagningsplan.

- Installation av observations- och provtagningsrör för grundvatten på sju platser, varav tre rör placerades vid barkupplaget på Hjortsberga-Vret 1:2.
- Slagssondering i några punkter för att bedöma djupet till berg.
- Renspumpning och provtagning av grundvatten i installerade kontrollrör.
- Provtagning av ytvatten i två punkter i vik i Sjöatorpasjön.
- Fältmätning av kemiska parametrar som pH och konduktivitet i grundvatten och ytvatten.
- Avvägning av provtagningspunkter och grundvattennivåer.
- Laboratorieanalys av jord och grundvatten avseende dioxiner, klorfenoler och insekticider i enlighet med provtagningsplan.
- Analys av permeabilitet på typjord från naturliga jordlager.
- Översiktlig inventering av brunnar i närområdet.
- Redovisning av resultat och bedömning av föroreningssituationen i föreliggande rapport.

Den 15 februari 2006 hölls ett informellt avstämningsmöte mellan Södra Skogsägarna och SWECO VIAK. Vid mötet bestämdes att uppdraget skulle utökas med en djupgående inventering av geologin och hydrogeologin i syfte att beskriva spridningen i berg. Denna kartläggning lades därmed till uppdraget och redovisas i föreliggande rapport. Omfattningen motsvarar:

- Studie av berggrundskarta, topografiska kartor, hydrogeologiska kartan över Kronobergs län samt flygbilder och flygmagnetiska bilder i syfte att lokalisera sprickindikationer i berggrunden.
- Inhämtning och studie av data från brunnsarkivet i syfte att avgöra om någon eller några brunnar bör provtas och analyseras.

- Provtagning och analys av grundvatten i de brunnar som bedöms ligga i sprickzoner eller i närheten av sprickzoner som löper genom sågverksområdet.

## 4.2 Provtagning

### 4.2.1 Jord

Den 7-8 december 2005 samt den 12 januari 2006 utfördes jordprovtagning i provtagningspunkter benämnda 0511-0521 (Sjöatorp 3:62) och 0522-0525 (Hjortsberga-Vret 1:2). Proverna uttogs med skruvborr monterad på geoteknisk borrhåndsbandvagn (Geotech 604D). Provtagningspunkternas lägen visas i situationsplanen i bilaga 5a och 5b.

Jordlagerföljden bestämdes okulärt i samband med provtagningen och avvikande lukt- eller synintryck noterades i fält. Jordprov uttogs från hela borrhålets djup i halvmetersskikt, med undantag för barkupplaget vid Hjortsberga-Vret 1:2 där det angivits i provtagningsplanen vilka skikt som var av intresse.

Jordproverna packades omgående i diffusionstäta plastpåsar. Utifrån provtagningsplanen och aktuella jordlager skickades några jordprov till laboratorium för analys av klorfenoler och i några fall dioxiner och insekticider. Dessa prover packades i glasburkar. Samtliga prover sparas kyllda i minst 3 månader efter rapportering.

### 4.2.2 Grundvatten

Provtagningsrör för grundvatten installerades inom sågverksfastigheten i provtagningspunkterna 0511, 0514, 0515 och 0516. Vid barkupplaget på Hjortsberga-Vret 1:2 installerades rör i punkterna 0524, 0525 och 0526. Rörens lägen framgår av situationsplanen i bilaga 5a och 5b.

I borrhålen installerades provtagningsrör av PEHD med utvändigt dimension 50 mm. 1 meter filterrör sattes i alla rör inom sågverksområdet och inom barkupplaget på Hjortsberga-Vret 1:2 sattes 1-2 meter filter beroende på borrhålets djup och därmed rörens längd. Längs filterrören återfylldes borrhålet med filtersand, medan den övre delen av röret närmast markytan tätades med bentonit för att förhindra inläckage av regnvatten längs röret. Rören försågs med skruvlock.



Provtagning av grundvatten utfördes den 17 januari 2006. Inledningsvis mättes grundvattenytans nivå i de olika rören in med ljuslod. Renspumpning om minst 3-5 rörvolymmer utfördes i första hand med amasonpump (dränkbar pump) och där denna inte kunde användas användes en vakuumpump som bygger på att ett undertryck skapas. Prov uttogs sedan med samma pump.

Provtagning skedde nära rörens botten för att representera så djupt grundvatten som möjligt då klorfenoler har högre densitet än vatten och kan förväntas sjunka till botten av grundvattenmagasinet. Tillrinningen av grundvatten till rören var relativt dålig vilket är vanligt i täta jordlager som siltmorän.

Fältmätningar av grundvatten utfördes med ett pH/konduktivitet-instrument (WTW pH/kond 340i). Grundvattnets pH kan inverka på klorfenolers löslighet. Dessutom är klorfenoler svaga syror som i sin tur kan sänka pH-värdet i grundvattnet. Ett av de dopningsmedel (Servarex) som användes på sågverket var ett natriumsalt. Konduktiviteten har mätts eftersom denna ökar vid förekomst av salter, vilka ökar ledningsförmågan i vattnet.

#### 4.2.3 Ytvatten

Ytvattenprov uttogs den 17 januari 2006. Vid provtagningstillfället var isen ca 15 centimeter tjock i den aktuella viken i Sjöatorpasjön, se situationsplan, bilaga 5a. Hål borrades i isen omkring 10 meter från strandkanten. Prov uttogs vid ett bottendjup av ca 1 meter. Vatten från 1-2 dm ovanför botten pumpades upp med amasonpump direkt i provtagningsflaska.

Fältmätningar utfördes avseende pH, konduktivitet och temperatur.

## 4.3 Laboratorieanalys

### 4.3.1 Jord

Utförda laboratorieanalyser av jord anges i tabell 1. Provtagning och analys har genomförts enligt provtagningsplanen. Analyserna har utförts av Analytica AB.

Tabell 1. Beteckningarna motsvarar undersökningspunkter för jord.

Punkt	Motiv för provtagning	Analys
<b>Jord eller bark</b>		
0503/ 0504	Kontroll av spridning av dioxin till djupare jordlager (sarat prov från översiktlig undersökning)	Dioxin
0507	Kontroll av spridning av dioxin till djupare jordlager (sarat prov från översiktlig undersökning)	Dioxin
0511	Kontrollpunkt för jord och grundvatten uppströms doppningsanläggning, inom brädgårdsområdet	Klorfenoler Dioxin
0512	Utbredning av dioxinförorening i jord	Dioxin
0513	Utbredning av dioxinförorening i jord	Dioxin
0514	Utbredning och spridning av dioxin och klorfenoler i grundvatten	Klorfenoler Dioxin
0515	Utbredning och spridning av dioxin och klorfenoler i grundvatten	Klorfenoler Dioxin
0519a-d	Undersökning av variation i föroreningsituationen i bark på Sjöatorp 3:62 (4 samlingsprover)	Dioxin, 4 st Insekticider, 2 st
0520	Kontroll av spridning från bark på Sjöatorp 3:62 till underliggande jordlager	Klorfenoler Dioxin
0521	Kontroll av spridning från bark på Sjöatorp 3:62 till underliggande jordlager	Klorfenoler Dioxin
0522a-d	Undersökning av variation i föroreningsituationen i bark på Hjortsberga-Vret 1:2 (4 samlingsprover)	Dioxin, 4 st Insekticider, 2 st
0523	Kontroll av spridning från bark på Hjortsberga-Vret 1:2 till underliggande jordlager	Klorfenoler Dioxin
0524	Kontroll av spridning från bark på Hjortsberga-Vret 1:2 till underliggande jordlager	Klorfenoler Dioxin
0525	Kontroll om spridning sker från barkupplaget på Hjortsberga-Vret 1:2	Klorfenoler Dioxin
0526	Kontroll om spridning sker från barkupplaget på Hjortsberga-Vret 1:2	Klorfenoler

### 4.3.2 Grundvatten

Utförda provtagningar och laboratorieanalyser av grundvatten visas i tabell 2. Proverna har skickats för analys hos Analytica AB.

Tabell 2. Beteckningarna är undersökningspunkter för grundvatten.

<b>Punkt</b>	<b>Motiv för provtagning</b>	<b>Analys</b>
<b>Grundvatten</b>		
0511	Kontrollpunkt för jord och grundvatten uppströms doppningsanläggning, inom brädgårdsområdet	Klorfenoler
0514	Utbredning och spridning av dioxin och klorfenoler i grundvatten	Klorfenoler Dioxin
0515	Utbredning och spridning av dioxin och klorfenoler i grundvatten	Klorfenoler Dioxin
0516	Spridning med grundvatten	Klorfenoler
0524	Kontroll av spridning från bark på Hjortsberga-Vret 1:2 till underliggande jordlager	Klorfenoler
0525	Kontroll om spridning sker från narkupplaget på Hjortsberga-Vret 1:2	Klorfenoler Dioxin
0526	Kontroll om spridning sker från narkupplaget på Hjortsberga-Vret 1:2	Klorfenoler

### 4.3.3 Ytvatten

Utförda provtagningar och laboratorieanalyser av ytvatten visas i tabell 3. Analytica AB har utfört analyserna.

Tabell 3. Beteckningarna är undersökningspunkter för ytvatten.

<b>Punkt</b>	<b>Motiv för provtagning</b>	<b>Analys</b>
<b>Ytvatten</b>		
0517	Kontroll av spridning från mark och grundvatten till ytvatten, ytvattenprov i viken	Klorfenoler
0518	Kontroll av spridning från mark och grundvatten till ytvatten, ytvattenprov i viken	Klorfenoler

#### 4.4 Analys av hydraulisk konduktivitet

Spridningsförutsättningarna i jordlagren kan undersökas närmare genom analys av jordens permeabilitet. Tre prover med för området typisk sandig siltig morän analyserades av SWECO Geolab genom så kallade permeabilitetstest. Testet innebär att jordprovet packas för att efterlikna naturliga markförhållanden och därefter mäts jordens horisontella genomsläpplighet under ca ett dygn. Resultatet motsvarar den hydrauliska konduktiviteten för jorden och medger beräkning av grundvattnets transporthastighet i jorden.

#### 4.5 Inventering av geologi och hydrogeologi

Inledningsvis gjordes en översiktlig inventering avseende förekomst av brunnar i området i närheten av sågverket. Huvudsakligen inhämtades information från SGU's brunnsarkiv (Internetversionen) samt information från kommunen om VA-abonnenter i Hjortsberga.

För att erhålla information om geologiska och hydrogeologiska förhållanden i det aktuella området har tillgängligt kartmaterial samt olika flygbilder och flygmagnetisk information studerats. Syftet med inventeringen är att bedöma sprickzoners orientering i berggrunden regionalt och lokalt.

Vidare har bergborrade vattentäkter kartlagts utifrån detaljerad data hämtad från brunnsarkivet, med hjälp av kommunen, samt genom kontakt med berörda fastighetsägare. Avsikten är att bestämma om någon eller några av de djupborrade brunnarna ligger i sprickzoner som kan vara påverkade av föroreningsspridning från sågverket. Denna information används för att bestämma om provtagning i någon eller några av dessa brunnar bör utföras.

Som ett extra moment har en slags "scanning" av utströmmande grundvatten till den passerande ån utförts. Ett ihåligt metallspjut med perforerad spets trycktes ner i strandkanten längs ån så att spetsen kom under grundvattenytan. Konduktivitet och pH mättes för att se om någon utströmningsspunkt avvek och i så fall om det fanns anledning att skicka något kompletterande prov för analys.

## 4.6 Provtagning i privata vattentäkter

Inledningsvis var avsikten att provtagning skulle utföras direkt i aktuella brunnar. Det visade sig vara mycket komplicerat att få ner utrustningen i brunnarna eftersom merparten av de utvalda brunnarna först har varit grävda och på senare tid har djupborrats. Vidare gjorde befintliga pumpar, slangar och kablar att risken för att fastna var påtaglig om dessa inte först monteras bort. I nuläget har därför samliga vattenprover från privata brunnar uttagits från kranvatten. Spolning har skett i minst 10 minuter och enligt uppskattning har minst 100 liter vatten spolats ur innan prov har tagits. Vattenproverna från brunnarna analyserades avseende klorfenoler av Analytica AB.

## 5 Resultat

### 5.1 Jordlagerföljder och grundvattenströmning

Jordlagren i provtagningspunkterna inom sågverksområdet har i markytan utgjorts av fyllnadsmaterial i de flesta fall bestående av sandigt grus. I enstaka fall förekommer organiskt material i fyllnadsmaterialet. Bark och sågspån har noterats i en punkt (0515). Fyllningen utgör sällan mer än en meter av jordlagren. Den naturliga jordarten i området är sandig siltig morän, vilket är en lågpermeabel men inte tät jordart. Den hårt lagrade moränen och närhet till berg eller troligt berg är utmärkande för marken inom sågverksområdet. Jordlagerföljderna presenteras i bilaga 1a.

I samtliga punkter har provtagning föregåtts av slagsondering i syfte att ta reda på jordlagrets mäktighet till förmodat berg. I de flesta fall kunde skruvborring inte ske till motsvarande djup på grund av den hårt lagrade moränen. Borrdjupet varierade mellan 1,8 och 3,6 meters djup inom sågverksfastigheten. Inom barkupplaget på Hjortsberga-Vret 1:2 var borrdjupet som mest 8,5 meter. Borrstopp erhöles i de flesta fall.

Liksom tidigare beräkningar är grundvattenströmningen inom sågverksområdet på Sjöatorp 3:62 tydlig i riktning mot Sjöatorpasjön. Lutningen har utifrån avvägda grundvattennivåer beräknats vara ca 2 %. En markering av den uppskattade flödesriktningen finns i situationsplanen i bilaga 5a respektive 5b.

För Hjortsberga-Vret 1:2 har grundvattnets strömningsriktning beräknats vara nord-nordostlig. Grundvattennivån avviker närmare två meter i det norra kontrollröret för grundvatten (0525) jämfört med övriga två rör, vilket kan betyda att filterrören sitter i olika grundvattenmagasin. Marken under barken består till stor del av torv som kan fungera som barriär mellan olika vattenmagasin. Grundvattenströmningen hade förväntats vara något mer nordostlig i riktning mot Hjortsbergaån.

## 5.2 Fältnätning och iakttagelser

Mätningar med PID vid den översiktliga undersökningen gav inga indikationer på förekomst av flyktiga ämnen i jorden. Enstaka kontrollmätningar (som ej redovisas) bekräftade att det inte heller vid den utökade undersökningen kan påvisas någon förekomst av flyktiga ämnen i jordproverna. Ingen lukt som direkt förknippades med förorening noterades vid provtagningen.

De uppmätta pH-värdena i grundvattnet är huvudsakligen strax under pH 7, dvs neutrala och också normala värden. Undantag är grundvatten från kontrollrör i punkten 0516 som har ett något högre pH-värde, men fortfarande normalt. Konduktiviteten i grundvattnet inom sågverksområdet är förhöjd, särskilt i punkten 0511 på den gamla brädgården. Mätningarna indikerar påverkan av salter. Ytvatten i viken i Sjöatorpasjön bedöms ha en normal konduktivitet för ytvatten i Kronobergs län. Resultaten från fältnätningarna redovisas i bilaga 1b.

Grundvattnet från det grundaste kontrollröret vid barkupplaget på Hjortsberga-Vret har ett något lägre pH-värde än övriga prover. Detta var väntat eftersom marken består av organiskt material och området till viss del är sankt med kaveldun och liknande växtlighet. Konduktiviteten i grundvattnet vid barkupplaget är generellt lägre än vid sågverksområdet och någon påverkan av salter kan inte urskiljas från fältnätningarna. Konduktivitet och pH mättes inte på vatten från punkt 0526 eftersom tillrinningen var dålig och endast begränsade vattenmängder kunde tas ut. Vattnet var grumligt och turbiditeten, dvs påverkan från partiklar var sannolikt stor.

## 5.3 Laboratorieanalys

### 5.3.1 Jord

”Dioxin” används ofta som ett samlingsbegrepp för polyklorerade dibensodioxiner (PCDD) och polyklorerade dibensofuraner (PCDF). Dioxinhalter anges generellt som ett värde där samtliga ingående dioxiner har relaterats till den giftigaste av dem alla, 2,3,7,8-tetraklordibenso-*p*-dioxin, sedan summeras dessa till ett värde, WHO-TEQ (kallades tidigare TCDD-ekvivalenter). Ett grundläggande antagande är alltså att man kan summera effekten av varje enskild komponent till en sammanlagd giftverkan.

Laboratorieanalys av dioxiner i jord har utförts på elva jordprover, varav två var sparade prover från den översiktliga undersökningen. I ett av de sparade proverna från djupare skikt (punkt 0503/0504) var dioxinhalten 2 700 ng/kg TS, vilket är drygt tio gånger Naturvårdsverkets riktvärde för dioxin i industrimark (MKM) eller 270 gånger det generella riktvärdet för känslig markanvändning (KM). I den översiktliga undersökningen hade en något lägre halt konstaterats i yttlig jord ifrån samma punkter. Ett av jordproven från den naturliga jorden under barkupplaget på sågverksfastigheten har en dioxinhalt i nivå med riktvärdet för KM. I övrigt har inga höga dioxinhalter noterats i de analyserade jordproverna. Därmed har huvudsakligen jorden i områdena i direkt anslutning till dopningsanläggningen samt ridåbesprutningen visat sig vara förorenad av dioxin.

Klorfenoler har analyserats i sju jordprover varav ett prov, från punkt 0515 precis nedanför såghuset, innehåller en halt över riktvärdet för KM. I jord som uttagits från översta jordlagren under barkdeponierna har inga halter över riktvärdena för klorfenoler påträffats.

Analysresultaten för jord och bark finns i bilaga 3a.

### 5.3.2 Bark

Den översiktliga undersökningen visade att det förekom dioxin i barken inom barkupplagen. För närmare utforskning har bark från de båda barkupplagen nu undersökts avseende dioxin i sammanlagt åtta samlingsprov. Det kan konstateras att det finns en spridning av dioxinhalterna inom upplagen.

Variationen från de fyra delområdena på upplaget på sågverksfastigheten är 20 till 370 ng/kg TS. Bara i en analys är halten över riktvärdet för industrimark, MKM, men samtliga analyserade barkprover innehåller halter över riktvärdet för KM. Glödförlusten (andelen organiskt material) är som störst i det prov med högst dioxinhalt, vilket kan ha att göra med att dioxin binder hårt till organiskt material. Det ska betonas att de generella riktvärdena inte är tillämpbara på bark eller annat organiskt material med en organisk har över 2 %.

I barkupplaget på Hjortsberga-Vret 1:2 varierar halterna mellan 23 och 1 700 ng/kg TS. Även här är det bara ett prov som överskrider riktvärdet för MKM, medan alla övriga är över riktvärdet för KM.

Endast mycket låga halter av klorerade insekticider har uppmätts i barken, i två av fyra fall var halterna under detektionsgränsen.

### 5.3.3 Grundvatten i jordlager

Laboratorieanalys av grundvatten har utförts på vattenprover från sju olika kontrollrör. I grundvattnet precis nedanför såghuset har exceptionellt hög halt pentaklorfenol påträffats, 10 mg/l. Som en jämförelse kan nämnas att lösligheten för pentaklorfenol vid rätt förutsättningar är 14 mg/l (*Kemidatabasen: kemi.prevent.se*).

Kontrollrör 0514 och 0516 installerades i syfte att undersöka grundvattenföroreningens utbredning i plan. Halterna i grundvatten från dessa rör visar på tydlig påverkan av klorfenoler, halterna är fyra till fem gånger det holländska actionvärdet.

Punkten 0511 avsågs utgöra en punkt uppströms hanteringen av dopningsmedel, dock på brädgården där doppat virke kan ha droppat av. Det är något egendomligt att halten pentaklorfenol i grundvattnet i denna punkt är hög, 15 gånger det holländska actionvärdet. Det kan inte uteslutas att det finns någon hittills okänd källa. För att hitta en opåverkad uppströmspunkt är det möjligt att grundvatten måste provtas öster om brädgården och brädskjulet.



I grundvattenproverna från Hjortsberga-Vret 1:2 varierade halterna klorfenoler från att inte vara detekterbara i den södra delen, till att vara fyra gånger det holländska actionvärdet i den västra delen. I denna punkt har inga fältmätningar gjorts då endast begränsad vattenvolym kunde erhållas. Vattnet var vid pumpningen grumligt och bedömdes ha hög turbiditet (innehåll av partiklar), vilket kan påverka föroreningshalten i provet. Analys av jord som underlagrar barkdeponin har dock ej visat några detekterbara halter.

Resultaten för grundvatten finns sammanställda i bilaga 3b och analysprotokollen finns i bilaga 4.

#### 5.3.4 Ytvatten

I ytvatten har två prov analyserats avseende klorfenoler. Båda dessa prover innehöll halter under laboratoriets detektionsgräns. Resultaten finns i bilaga 3c.

### 5.4 Hydraulisk konduktivitet

För att kunna beräkna den faktiska strömningshastigheten inom de naturliga jordlagren vid Hjortsberga sågverk har tre permeabilitetstest gjorts. De prov som analyserades bedömdes bestå av grusig sandig siltig morän alternativt sandig siltig morän. Den hydrauliska konduktiviteten är utifrån testet i storleksordningen  $1,9-2,6 \cdot 10^{-8}$  m/s för de tre proverna. Den effektiva porositeten i jorden för moränjordar är 10-25 %. Beräkningar enligt Darcy's lag där den effektiva porositeten och grundvattenytans lutning beaktas visar att den horisontella strömningshastigheten i moränen är 5-16 centimeter per år.

### 5.5 Inventering av geologi och hydrogeologi

Utifrån översiktliga studier av berggrundskartan, topografiska kartblad och flygbilder har sprickzonernas riktning tolkats huvudsakligen vara i sydsydväst-nordnordöstlig riktning.

En förfinad tolkning av flygmagnetiska bilder har dessutom utförts för att få en uppfattning om mönstret regionalt och lokalt. Metoden går ut på det faktum att det magnetiska mineralet magnetit, som förekommer naturligt i de flesta berggrunder, oxideras till hematit vid kontakt med syre, dvs i sprickor där syrehalten är högre. De flygmagnetiska bilderna ger därmed möjlighet att utläsa mindre magnetiska områden som vertikala vattenförande sprickzoner. Mindre magnetiska områden kan också bero på ett mäktigt jordlager och därmed stort avstånd till berg. I stora sprickzoner kan djupet vara upp till flera kilometer medan det för mindre sprickzoner har mer begränsade djup. I lokal skala kan spricksystem i andra riktningar förekomma. Erfarenhetsmässigt är den övre delen, i storleksordningen ned till 100 m djup, mer vattenförande än djupare delar av sprickzonerna.

Enligt den förfinade analysen med flygmagnetiska kartan som underlag är sprickzonerna i regionen i närheten av det förorenade området huvudsakligen orienterade SSV-NNO respektive NNV-SSO, jämför bilaga 5d.

Delmomentet med "scanning" av utströmmande grundvatten till ån utfördes i samband med provtagningen av privata brunnar. Den täta jorden i kombination med mycket organiskt material gjorde det omöjligt att använda det perforerade spjutet. Istället grävdes små gropar ur vilka ytligt grundvatten kunde pumpas upp så att pH och konduktivitet kunde mätas. Samtliga mätningar visade konduktiviteter på mindre än 10 mS/m, vilket är ganska lågt och flera gånger lägre än konduktiviteten i grundvattnet inom sågverksområdet. Det bedömdes därför inte vara aktuellt att göra någon kompletterande provtagning och analys.

## 5.6 Provtagning i privata vattentäkter

Enligt SGU's brunnsarkiv finns sammanlagt fyra bergborrade brunnar för vattenuttag inom 1-2 kilometer från sågverket. En brunn ska enligt brunnsarkivet ligga ca 700 meter nordöst om sågverket men denna har inte lokaliserats. Kontakt med fastighetsägaren och kommunen visar att aktuell fastighet har kommunalt vatten, liksom i princip alla andra fastigheter i Hjortsberga. Undantag är enstaka fastigheter i norra utkanten av samhället, men dessa har bedömts ligga på för stort avstånd för att undersökas. Sydväst om sågverket, på andra sidan utloppet från Sjöatorpasjön finns enligt brunnsarkivet ytterligare tre bergborrade vattentäkter.

Vid närmare efterforskning och diskussioner med kommunen så är inga fastigheter söder om Sjöatorpasjön anslutna till kommunalt vatten. Därmed kunde ett tjugotal fastigheter misstänkas ha borrhade brunnar. Merparten av dessa ligger närmare sågverket än de brunnar som fanns registrerade i brunnsarkivet. Med anledning av dessa uppgifter togs en radie ut på 450-500 meter från det förorenade området. Fastighetsägarna inom den aktuella radien kontaktades. Några fastigheter har grävd brunn som därför inte bedömdes vara aktuell för provtagning. Fem fastigheter inom 500 meter från sågverket visade sig ha borrhade brunnar. Samtliga dessa provtogs för att inte riskera ett felaktigt urval. Brunnarnas lägen beskrivs i bilaga 5c.

Analysresultaten från vatten uttaget i fem privata vattentäkter visar halter under detektionsgränsen och Livsmedelsverkets gränsvärden. Mätningarna av pH och konduktivitet på laboratoriet har gett normala värden. Resultaten finns i bilaga 3d.

I de flesta fall har brunnsägarna inte med säkerhet känt till brunnens djup eller på vilket djup i brunnen som vattenuttaget sker. Därmed är provtagningsdjupet okänt. Det kan dock konstateras att inga klorfenoler i halter över Livsmedelsverkets gränsvärde har påträffats i det vatten som nyttjas som dricksvatten.

Då det bara fanns muntliga uppgifter på att de boende inom sågverksfastigheten har kommunalt vatten gjordes en enkel säkerhetskontroll. Kranvatten togs hos fastighetsägaren (grönt hus) samt i de båda bostadshusen (rött och grått) inom Sjöatorp 3:62. pH i vattnet var likvärdigt i samtliga prover och långt över vad det naturligt är i grundvatten (ca 8,4-8,5). Konduktiviteten var i princip identisk, (25,1-25,8 mS/m). Därmed bör det inte råda något tvivel om att de boende inom fastigheten har kommunalt vatten.

## 6 Bedömning av föroreningsituationen

### 6.1 Föroreningarnas utbredning och omfattning

#### 6.1.1 Jord

Resultaten från undersökningarna visar att utbredningen av dioxin i jord är begränsad till området vid doppningsanläggningen samt vid ridåbesprutningen på gaveln av såghuset. På gaveln av såghuset konstaterades redan vid den översiktliga undersökningen mycket höga halter pentaklorfenol för att vara i jord.

Föroreningsutbredningen i jord sett till halter över det generella riktvärdet för mindre känslig markanvändning (MKM) bedöms främst omfatta ett område med en diameter om ca 30-35 meter. Arealen med konstaterat förorenad jord antas därmed vara ca 900 m<sup>2</sup>. Jorddjupet i det aktuella området är omkring 2 meter och förorening har bekräftats ner till detta djup. Sammantaget antas omkring 2 000 m<sup>3</sup> jord vara förorenad av dioxin eller klorfenoler i nivåer över riktvärdet för MKM utifrån utförda undersökningar.

#### 6.1.2 Grundvatten i jordlager

Utbredningen av pentaklorfenol i grundvattnet i jordlagren inom sågverksområdet är omfattande. De undersökningar som utförts har inte resulterat i en avgränsning av föroreningen i någon riktning. Utifrån de analysdata som har erhållits innehåller grundvattnet i ett område med arean i storleksordningen 4 000 m<sup>2</sup> halter av klorfenoler över det holländska actionvärdet. Om grundvattenytan i genomsnitt antas ligga 1,5 meter under markytan, mäktigheten på grundvattensagret sägs vara 1 meter och jordens porositet sätts till 15 % så skulle mängden förorenat grundvatten vara 600 m<sup>3</sup>.

Den genomsnittliga halten pentaklorfenol har utifrån analysresultaten beräknats till 1,02 mg/l. Den uppmätta högsta halten på 10 mg/l ökar medelvärdet väsentligt. Ett räkneexempel utifrån medelhalten och volymberäkningen ovan ger att drygt 0,6 kg eller 0,3 liter pentaklorfenol kan förväntas finnas i grundvattnet inom det förorenade området. Om halten pentaklorfenol i doppningsmedlet var 3 procent skulle totalt ca 20 kg doppningsmedel eller lika många liter doppningsmedel finnas i grundvattnet. Enligt beräkningen kan relativt små mängder ha orsakat föroreningen.

Ovanstående konservativa beräkning förutsätter att allt doppningsmedel finns kvar i grundvattnet, dvs det har inte brutits ned eller lämnat området.

Vid barkupplaget på Hjortsberga-Vret har i synnerhet pentaklorfenol påträffats i grundvattnet. Det beror inte nödvändigtvis på spridning från barken, då tunnor och sågspån också har noterats på barkupplaget.

### 6.1.3 Bark

Resultaten från barkanalyserna visar på en variation inom upplagen. Medelvärde av de fyra analyserna av dioxin från respektive deponi motsvarar ungefär de halter som erhöles vid samlingsprov från hela upplaget i den översiktliga undersökningen.

En uppskattning av mängden bark inom Sjöatorp 3:62 är att en area med en radie av 35 meter och i genomsnitt en mäktighet om en meter bark. Det ger närmare 4 000 m<sup>3</sup> bark. Motsvarande uppskattning för upplaget inom Hjortsberga-Vret 1:2, med en radie av ca 60 meter och en mäktighet om 1 meter ger en barkvolym på ca 11 000 m<sup>3</sup>. En fjärdedel av analyserna har visat halter över riktvärdet för MKM, medan samtliga analyser av bark har resulterat i halter över riktvärdet för KM. Någon absolut jämförelse av halterna i bark mot de generella riktvärdena ska dock inte göras då dessa inte är tillämpliga för barken.

## 6.2 Spridningsförutsättningar

### 6.2.1 Jord

Spridningsförutsättningarna för jord genom partikeltransport bedöms inom området som små. Ytorna där dioxinförorening finns är antingen asfalterade eller bevuxna varför damning sannolikt är begränsad, liksom nedträngning av nederbörd. Då människor bor och dagtid vistas inom området finns en viss risk för direktkontakt, intag av jord och inandning av damm. Enligt vad som är känt sker ingen odling av grönsaker eller liknande inom området.

Förekomsten av dioxin i djupare jordlager vid ridåbesprutningen visar att spridning har skett från ytliga till djupare jordlager. Detta beror sannolikt på spridning med besprutningsmedlet, snarare än på partikulär transport med nedträngande nederbörd. Grundvattenströmningen i moränen inom området är som beskrivet tidigare

långsam och några mer genomsläppliga jordlager som skulle kunna medföra snabbare transporter har inte noterats.

### 6.2.2 Grundvatten i jord

Grundvattenytans lutning är väst-nordvästligt och det är troligt att besprutningsmedel och doppningsmedel i fri fas har spridits in under såghuset. Denna misstanke styrks av de anmärkningsvärt höga halterna pentaklorfenol i grundvattnet i punkten 0515. I denna punkt har inga höga halter konstaterats i jorden, vilket tyder på att spridning sker i fri fas, med grundvatten eller på löst organiskt material (DOC) i grundvattnet. Tidigare har klorfenoler konstaterats i grundvattenrör 0507 ca 15 meter från viken i Sjöatorpasjön. Analys av ytvatten i sjön ger inga bevis för att läckage till sjön sker. Spridning med grundvatten till recipienten Sjöatorpasjön har inte bekräftats men bedöms trots allt vara trolig. Sannolikt är utspädningseffekten betydande.

Undersökningarna visar att klorfenoler och i synnerhet pentaklorfenol förekommer i samtliga kontrollrör för grundvatten inom området. Vidare har de högsta halterna noterats där borrning med största sannolikhet skedde till stopp mot berg. Det är inte utrett hur pentaklorfenol nått grundvattnet på brädgården då detta är uppströms källorna, men sannolikt beror halterna på att virket har droppat av där. Alternativt kan en hittills okänd hantering av doppningsmedel ha påverkat området.

Eftersom pentaklorfenol är ett ämne med närmare dubbelt så hög densitet som vatten finns det betydande risk att spridning sker på djupet. Det finns en generell formel för att bedöma om pentaklorfenol är påverkat av densitetsstyrd transport (*Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand: Bind 1. Nr 20 1996. Miljøstyrelsen, Danmark*). I beräkningen beaktas halten pentaklorfenol i det ursprungliga doppningsmedlet (antagen till 3 %), densiteten för doppningsmedlet samt densiteten för vatten. Vidare inberäknas grundvattenytans lutning. Beräkningen visar att det finns potentiellt stora risker att transporten av pentaklorfenol i Hjortsberga styrs av densiteten. Det kan därmed förväntas att klorfenolerna har sjunkit och att transport sker längs bergöverytan eller i sprickzoner i berget.

### 6.2.3 Sprickzoner i berg

De brunnar som påträffats och provtagits är belägna i närheten av anläggningen och i anslutning till uttolkade sprickzoner som kan stå i hydraulisk kontakt med sprickzoner i det förorenade området vid

sågverket. Det kan därför teoretiskt föreligga förutsättningar för spridning till bergborrade brunnar. Kontroll av vattenkvaliteten i utvalda bergborrade brunnar visar dock att ingen brunn har förorenats.

#### 6.2.4 Bark

Värt att notera är att ingen större spridning av dioxin eller klorfenoler till underliggande jordlager har kunnat påvisas, då halterna är under riktvärdena.

Det ska framhållas att de generella riktvärdena för förorenade områden egentligen inte är tillämpliga för bark. Då spridningen till underliggande mark verkar vara liten är således också risken för spridning på platsen relativt låg. Damning, samt att barken sprids och nyttjas är tänkbara spridningsvägar. Den sistnämnda medför en risk för exponering i form av direktkontakt, intag av bark, inandning av damm samt om grönsaker odlas i barken även intag av grönsaker. Problemet med dioxinförorenad bark som ligger i upplag eller har använts i stor utsträckning är utbrett vid och i anslutning till gamla sågverk i hela landet.

#### 6.2.5 Byggnader

Eftersom klorfenoler har hög densitet och inte är särskilt flyktiga bör det inte ske någon nämnvärd spridning till byggnaderna. Detta stöds av Naturvårdsverkets rapport 4639, se tabell 4 nedan. I tabellen anges referenskoncentrationer för pentaklorfenol i jord vid känslig respektive mindre känslig markanvändning. Den uppmätta halten i jord under asfalten vid läget för besprutningen är 970 mg/kg TS. Därmed betraktas direktintag av jord vara potentiell exponeringsväg.

*Tabell 4. Referenskoncentrationer (mg/kg) i jord för pentaklorfenol vid känslig och mindre känslig markanvändning (NV 4639). Halterna motsvarar nivåer över vilka risk för påverkan för hälsa kan föreligga. Den högsta uppmätta halten i jord vid Hjortsberga sågverk är 970 mg/kg TS.*

Riktvärde	Intag av jord	Hudkontakt	Inandning av damm	Inandning av ångor
KM	300	1364	187500	Ej begränsad
MKM	10000	3896	563063	Ej begränsad

## 7 Slutsats och rekommendationer

De utförda undersökningarna har inte resulterat i en avgränsning av klorfenoler i grundvattnet utan klorfenoler har konstaterats förekomma inom ett område om minst 4 000 m<sup>2</sup>, med lägre halter i utkanten av detta område. I jord har de höga halterna dioxin och klorfenoler visat sig vara begränsade till området vid doppningsanläggningen och där besprutningen utförts, vilket antas vara källorna till föroreningen. Uppskattningsvis är 2 000 m<sup>3</sup> jord förorenad i en nivå över riktvärdena för MKM.

Klorfenoler har sannolikt spridits genom de relativt tunna jordlagren i djupled till bergöverytans nivå. Det kan inte uteslutas att det pågår ett läckage av klorfenoler med grundvattnet i riktning mot i synnerhet viken i Sjöatorpasjön. Tolkade sprickzoner i berggrunden bedöms förekomma inom det förorenade området, men någon spridning i berg har inte kunnat påvisas. Sannolikt är utspädningseffekten stor. Ingen av de brunnar som finns i närområdet har visat sig innehålla förorening på det djup där vattenuttaget sker.

Dioxinföroreningen är i huvudsak avgränsad i plan och profil då dioxin i jord endast har hittats intill dopningen och besprutningen, dock både i ytliga och djupa jordlager. Tidigare uppmätta dioxinhalter i barkupplagen har verifierats, men någon spridning av dioxin till underliggande jord eller grundvatten har inte påvisats. Klorfenoler har dock konstaterats i grundvatten under barken i ett fall. Sammanlagt bedöms barkupplagen inom sågverksområdet och fastigheten Hjortsberga-Vret 1:2 innehålla 15 000 m<sup>3</sup> bark som är förorenad av dioxin i en nivå över riktvärdet för känslig markanvändning. En fjärdedel av analyserna visar på dioxinhalter över riktvärdet för MKM.

SWECO VIAK AB  
Vatten & Miljö, Jönköping

Louise Johansson

Mats Käll