

Södra Skogsägarna ekonomisk förening

**UTÖKAD UNDERSÖKNING VID F D
LIDHULTS SÅGVERK**

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

Louise Johansson

Uppdragsnummer 1203172000

Sammanfattning

Lidhults sågverk lades ned 1977. Verksamheten omfattade bland annat doppning med pentaklorfenolhaltiga medel i syfte att skydda virket från blånad. Vid den översiktliga undersökningen som utfördes våren 2005 konstaterades att halten pentaklorfenol i grundvattnet var närmare 2000 gånger det holländska riktvärdet för när åtgärder bör övervägas. Allvarligast förorening påträffades i grundvattnet i området där doppningsanläggningen var belägen, men tydligt förhöjda halter registrerades också i grundvattnet där lösvirkesdoppning har utförts. Det bedömdes som sannolikt att det rör sig om två olika källor till föroreningen.

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 i plan. Inga halter över riktvärdena har noterats utanför fastighetsgränsen, varken i jord eller i grundvatten i jordlagren. Transporthastigheten i moränen bedöms vara låg, varför spridning inledningsvis bedöms ha skett via de genomsläppliga skikt av sand och grus som påträffats i de flesta undersökningspunkterna. Täta jordlager har inte noterats, däremot har det konstaterats att klorfenoler har spridits i djupled ned till bergöverytans nivå. Tolkning av sprickzoner i berggrunden visar att dessa sannolikt förekommer inom respektive utanför det förorenade området och att bergborrade brunnar utanför sågverket teoretiskt kan stå i hydraulisk kontakt via spricksystemen. Någon spridning till bergborrade brunnar har dock inte kunnat påvisas.

Risken för spridning till inomhusluften genom avgång från grundvatten eller jord bedöms vara mindre sannolik.

Innehåll

Sammanfattning

1	Orientering	4
2	Syfte	4
3	Generella riktvärden för förorenade områden	5
4	Utförda undersökningar	5
4.1	Omfattning	5
4.2	Provtagning	6
4.2.1	Jord	6
4.2.2	Grundvatten	7
4.3	Laboratorieanalys	8
4.3.1	Jord	8
4.3.2	Grundvatten	9
4.4	Analys av kornstorleksfördelning och hydraulisk konduktivitet	10
4.5	Inventering av geologi och hydrogeologi	10
4.6	Provtagning i privata vattentäkter	11
5	Resultat	11
5.1	Jordlagerföljder och grundvattenströmning	11
5.2	Fältnätning och iakttagelser	12
5.3	Laboratorieanalys	12
5.3.1	Jord	12
5.3.2	Grundvatten	13
5.4	Kornstorleksfördelning och hydraulisk konduktivitet	14
5.5	Inventering av geologi och hydrogeologi	14
5.6	Provtagning i privata vattentäkter	15
6	Bedömning av föroreningsituationen	16
6.1	Föroreningsens utbredning och omfattning	16
6.1.1	Jord	16
6.1.2	Grundvatten i jordlager	16
6.2	Spridningsförutsättningar	17
6.2.1	Jord	17
6.2.2	Grundvatten i jordlagren	17
6.2.3	Grundvatten i sprickzoner i berggrunden	18
6.2.4	Byggnader	18
7	Slutsats och rekommendationer	19

Bilagor

- 1 Fältmätningar och iakttagelser**
 - a Jordlagerföljder och iakttagelser
 - b Fältmätningar av kemiska parametrar i grundvatten
- 2 Resultat från permeabilitetstest och siktanalys**
- 3 Sammanställning av resultat från laboratorieanalyser**
 - a Analysresultat för jord
 - b Analysresultat för grundvatten
 - c Analysresultat för privata vattentäkter
- 4 Analysprotokoll**
- 5 Ritningar och kartmaterial**
 - a Situationsplan med provtagningspunkter
 - b Lägesbeskrivning av privata vattentäkter
 - c Tolkning av sprickzoner i berggrunden

1 Orientering

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

Sågverket lades ned 1977. Under minst 30 år hade verksamheten bland annat innefattat doppning med pentaklorfenolhaltiga medel i syfte att skydda virket från blånad. Den översiktliga undersökningen visade att halten pentaklorfenol i grundvattnet i en punkt i läget för doppningsanläggningen var närmare 2000 gånger det holländska riktvärdet för när åtgärder bör övervägas. Allvarligast förorening påträffades i grundvattnet vid den f d doppningsanläggningen, men tydligt förhöjda halter registrerades också där lösvirkesdoppning har utförts. Det bedömdes som sannolikt att det rör sig om två olika källor till föroreningen.

Med anledning av påträffade föroreningar har SWECO VIAK utfört en utökad undersökning under vintern 2005-2006. Undersökningen har huvudsakligen utförts i enlighet med förslag till provtagningsplan (*SWECO VIAK, 2005-09-02*). Beskrivning av kompletteringsuppdrag avseende hydrogeologi finns i 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 underlag 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 med riktvärdena för mindre känslig markanvändning (MKM).

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

De aktuella ämnena har använts i bekämpningssyfte. Som jämförelsevärde i redovisningen av analysresultat har därför också livsmedelverkets dricksvattennorm med gränsvärden för bekämpningsmedel tagits med.

4 Utförda undersökningar

4.1 Omfattning

Den planerade omfattningen på den utökade undersökningen beskrevs i detalj i ett förslag till provtagningsplan (SWECO VIAK, 2005-09-02). Efter några justeringar från planen omfattar den utförda undersökningen följande moment:

- Markundersökningar genom skruvborring enligt provtagningsplan med undantag av två punkter som inte kunde provtas pga förekommande ledningsstråk. Tillägg till provtagningsplan med två punkter vid läget för planerad mastbyggnation.
- Installation av observations- och provtagningsrör för grundvatten på åtta platser, varav två rör placerades intill varandra men ned till olika djup.
- Slagsondering och JB-sondering för analys av djupet till bergets överyta.

- Renspumpning och provtagning av grundvatten i installerade kontrollrör.
- Fältmätning av kemiska parametrar som pH, konduktivitet, redoxpotential m.m. i grundvattnet i jordlagren.
- Avvägning av provtagningspunkter och grundvattennivåer.
- Analyser av jord och grundvatten på laboratorium.
- Analys av kornstorleksfördelning och permeabilitet på typjord från naturliga jordlager.
- Översiktlig inventering av brunnar i närområdet.
- Redovisning av resultat, sammanfattning och bedömning av föroreningssituationen i föreliggande rapport.

Den 15 februari 2006 hölls ett avstämningsmöte mellan Södra Skogsägarna och SWECO VIAK. Vid mötet bestämdes att uppdraget skulle utökas med en djupgående inventering av geologin och hydrogeologin i närområdet i syfte att beskriva förutsättningarna för spridning 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 sprickzoner i berggrunden.
- Inhämtning och studie av material från brunnsarkivet m.m. i syfte att avgöra om någon eller några brunnar ligger känsligt till.
- Provtagning och analys av grundvatten i utvalda brunnar.

4.2 Provtagning

4.2.1 Jord

Den 28 november-1 december 2005 utfördes jordprovtagning i provtagningspunkter benämnda 0513-0521. Proverna uttogs med skrubborr monterad på geoteknisk borrhandsvagn (Geotech 605D). Provtagningspunkternas lägen visas i situationsplanen i bilaga 5a.

Jordlagerföljden bestämdes okulärt i samband med provtagningen och avvikande lukt- eller synintryck noterades. Jordprov uttogs från hela borrhålets djup i halvmetersskikt. Borrdjupet var mellan 3,5-8,8 meter i provtagningspunkterna. Borrstopp erhöles i samtliga fall.

I punkt 0516 gjordes en JB-sondering till 10,7 meter under markytan och bergövertytan konstaterades 9,7 meter ner. Metoden innebär att borrar utförs genom jordlagren och minst en meter ner i berg under tillförsel av vatten (eller luft). På så vis kan läget till berg bestämmas med god säkerhet.

Jordproverna packades omgående i diffusionstäta påsar. Utifrån provtagningsplanen och förekommande jordlager valdes några jordprov ut för analys på laboratorium avseende klorfenoler och i några fall dioxiner. Dessa prover packades i glasburkar. Övriga prover sparas kylda i 3 månader efter rapportering.

4.2.2 Grundvatten

Kontrollrör för grundvatten installerades i punkterna 0513, 0515, 0516 (2 st), 0517, 0518, 0519 och 0520. Rörens lägen framgår av situationsplanen i bilaga 5a.

I hålen installerades provtagningsrör av PEH i utvändig dimension 50 mm. Längst ner sattes 1-4 meter filterrör beroende på jordlager och rörens totala längd (borrdjup). Längs filterrören återfylldes borrhålet med filtersand, medan den övre delen av röret närmast markytan tätades med bentonit för att förhindra inläckage av regn- eller smältvatten längs röret. Rören försågs med skruvlock.

Den 3 januari 2006 avvägdes grundvattenytans nivå i de åtta rören med ljuslod. Renspumpning om minst 3-5 rörvolym utfördes med amasonpump (dränkbar pump) som förs ner i kontrollröret. Grundvattenprov uttogs istället med en peristaltisk pump (slangpump som drar upp vattnet). Anledningen är att den peristaltiska pumpen kan anslutas till en så kallad flödescell. I flödescellen finns elektroder som löpande registrerar parametrar som pH, konduktivitet och temperatur under pumpningen.

Fältnätningarna i grundvattnet ger indikationer om grundvattnets kemi. Grundvattnets pH mäts för att pH påverkar lösligheten för klorfenoler. Eftersom klorfenoler är svaga syror kan de i höga halter påverka pH-värdet något. Konduktiviteten i grundvattnet indikerar om det förekommer salter. Eftersom dopningsmedlen var salter lösta i

vatten erhålls genom mätning av konduktivitet en anvisning om påverkan finns. Syrehalten och redoxpotentialen speglar förutsättningarna för nedbrytning i grundvattnet. Erfarenhetsmässigt är syrehalten och redox låga nära en föroreningskälla där nedbrytning kan förväntas pågå. Vidare kan låg syrehalt förklaras av förekomst av mycket syreförbrukande material (COD), vilket är vanligt om jorden innehåller stor andel organiskt material som i det här fallet torv.

När de kemiska parametrarna visade stabila värden vid mätning med flödescellen fylldes provflaskorna. Uttag av grundvatten skedde 30-50 cm från rörens botten för att förhindra inblandning av bottensats men för att ändå representera så djupt grundvatten som möjligt eftersom klorfenoler har hög densitet och förväntas sjunka till botten. Samma slang användes till alla rör, men slangen sköljdes igenom med vatten mellan rören. Den rikliga pumpningen av vatten från respektive rör och att de kemiska parametrarna tilläts stabiliseras innan provuttag medför liten risk för korskontaminering. Tillrinningen av grundvatten till rören var måttlig till god.

4.3 Laboratorieanalys

4.3.1 Jord

Utförda laboratorieanalyser avseende klorfenoler och dioxin i jord anges i tabell 1. Analyserna har utförts av Analytica AB.

Tabell 1. Beteckningarna motsvarar undersökningspunkter för jord. *Samlingsprov från samma nivå under markytan i två närliggande punkter.

Punkt	Motiv för provtagning	Analys
Jord		
0504	Kontroll av spridning av dioxin till djupare jordlager (separat prov)	Dioxin
0512	Uppströmspunkt/kontroll västlig utbredning från utgård	
0513	Uppströmspunkt/kontroll västlig utbredning från dopningsanläggningar	
0514	Kontroll av förorening intill byggnad för bedömning av risk för spridning till lokalerna	
0515	Kontroll av förorening intill byggnad för bedömning av risk för spridning till lokalerna	
0516	Kontroll av spridning i mark och grundvatten i vertikal- och horisontalled från läge för påträffad förorening	Klorfenoler Dioxin
0517	Kontroll av spridning i mark och grundvatten i vertikal- och horisontalled från läge för påträffad förorening	Klorfenoler (2 skikt) Dioxin (2 skikt)

0518	Kontroll av spridning i mark och grundvatten i vertikal- och horisontalled från läge för påträffad förorening	Klorfenoler Dioxin	
0519	Kontroll om spridning sker ut från fastigheten		
0520	Kontroll av spridning samt undersökning för mastbygge	Klorfenoler	Dioxin*
0521	Kontroll av spridning samt undersökning för mastbygge	Klorfenoler (2 skikt)	

Punkterna 0520 och 0521 har tillkommit utöver provtagningsplanen, beroende på att Kalmar LMV avser bygga en mast i det aktuella läget. Analys av dioxiner i jord i dessa punkter har gjorts som ett samlingsprov av jord från samma nivå i de båda punkterna(*).

4.3.2 Grundvatten

Utförda provtagningar och laboratorieanalyser av grundvatten visas i tabell 2. Analyserna har utförts av Analytica AB.

Tabell 2. Beteckningarna är undersökningspunkter för grundvatten. 0512 och 0514 har utgått pga förekomsten av ledningar inom området. I punkt 0516 där det största jorddjupet nåddes har rör installerats både till 8 och till 4 meter under markytan.

Punkt	Motiv för provtagning	Analys
Grundvatten		
0504	Kontroll av spridning av dioxin till djupare jordlager (separat prov)	
0512 utgår	Uppströmspunkt/kontroll västlig utbredning från dopningsanläggningar	
0513	Uppströmspunkt/kontroll västlig utbredning från dopningsanläggningar	Klorfenoler
0514 utgår	Kontroll av förorening intill byggnad för bedömning av risk för spridning till lokalerna	
0515	Kontroll av förorening intill byggnad för bedömning av risk för spridning till lokalerna	Klorfenoler
0516	Kontroll av spridning i mark och grundvatten i vertikal- och horisontalled från läge för påträffad förorening	Klorfenoler Dioxin
0517	Kontroll av spridning i mark och grundvatten i vertikal- och horisontalled från läge för påträffad förorening	Klorfenoler
0518	Kontroll av spridning i mark och grundvatten i vertikal- och horisontalled från läge för påträffad förorening	Klorfenoler Dioxin
0519	Kontroll om spridning sker ut från fastigheten	Klorfenoler
0520	Kontroll av spridning samt undersökning för mastbygge	Klorfenoler Dioxin
0521	Kontroll av spridning samt undersökning för mastbygge	

4.4 Analys av kornstorleksfördelning och hydraulisk konduktivitet

För att utreda spridningsförutsättningarna i de typiska jordlagren inom området har några olika test utförts. Två prover med för området karakteristisk jordart, grusig sandmorän respektive siltig sandmorän, skickades till SWECO Geolab för ett så kallat permeabilitetstest. Testet innebär att jordprovet först packas för att efterlikna naturliga markförhållanden och därefter mäts jordens horisontella genomsläpplighet under minst ett dygn. Resultatet blir den hydrauliska konduktiviteten för jorden. Den hydrauliska konduktiviteten används vid beräkning av grundvattnets strömningshastighet i jorden.

För ytterligare två prover som bestod av sand respektive grusig sand har istället siktcurvor tagits fram efter kornstorleksanalys. Det ger en bild av kornfördelningen i jorden. Den hydrauliska konduktiviteten har därefter beräknats enligt Hazens metod med flera.

4.5 Inventering av geologi och hydrogeologi

En översiktlig inventering av närliggande brunnar och användandet av dessa utfördes i ett första skede. SGU's brunnsarkiv (Internetversion) samt den lokala röfirman, Lidhults rör konsulterades. Kommunens VA-kontor har tillhandahållit information om vilka fastigheter som inte är anslutna till kommunalt vatten.

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 privata vattentäkter och bevattningsbrunnar kartlagts med detaljerad data hämtad från brunnsarkivet. Avsikten är att bestämma om någon av brunnarna ligger i sprickzoner som kan vara påverkade av förorenings-spridning från sågverket. Denna information används för att bestämma om provtagning i någon eller några av dessa brunnar bör utföras.

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

I de undersökta punkterna har fyllnadsmaterialet huvudsakligen bestått av grusig sand eller sand med viss mullhalt. Trärester, sågspån och taggtråd som vittnar om den tidigare verksamheten förekommer ibland. I merparten av provtagningspunkterna finns ett torvskikt med varierande grad av förmultning. Torvskiktet är från några decimeter till 2 meter mäktigt och dess överyta påträffas från ca 1-2 meter under markytan. I några punkter förekommer gyttja under torven. De naturliga jordlagren under torven utgörs huvudsakligen av grusig till siltig sandmorän. Jorden bedöms vara normaltät, med undantag för det sandiga och grusiga skiktet som är mer genomsläppligt. Några täta skikt såsom lera har inte observerats. Jordlagerföljderna beskrivs i bilaga 1a.

Enligt brunnsarkivets register är jorddjupet generellt mellan två och åtta meter i lägen för brunnar i Lidhult med närområde. Därmed beror borrhopp vid SWECO VIAKs markundersökningar sannolikt på berg eller block i närhet av berg. Borrhopp med skruvborr eller slagsondering har påträffats vid 3-10 meter under markytan. Bergöverytan i punkt 0516 har verifierats till 9,7 meter under markytan. I bilaga 1b redovisas resultatet från JB-sonderingen.

Beräkningar med avvägda grundvattennivåer visar att grundvattenytans lutning varierar lokalt mellan 0,2 och 0,6 %.

Grundvattnets strömningsriktning har uppskattats utifrån de avvägningar av grundvattennivåer som utfördes inför provtagningen av grundvatten. Flödesriktningen beräknas vara omkring sydöstlig, med lokala variationer. Grundvattenytans lutning har interpolerats i programmet Surfer och gestaltas genom höjdkurvor eller isolinjer i bilaga 5a.

5.2 Fältmätning 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 förekommer några nämnvärda halter av flyktiga ämnen i jordproverna. Ingen lukt som kan förknippas med förorening noterades vid provtagningen.

Fältmätningarna som gjordes avseende grundvatten i samband med provtagning redovisas i bilaga 1b. Mätningarna indikerar att grundvattnet inte innehåller något syre samt att redoxpotentialen är låg, i flera fall negativ, vilket innebär reducerande förhållanden. Detta kan innebära att nedbrytningsprocesser pågår eftersom dessa förbrukar syre. Konduktiviteten i grundvattnet är i några fall något över vad som är naturligt. Det kan vara ett tecken på påverkan av salter, men värdena är inte anmärkningsvärt höga. Registreringarna av pH visar en svag antydning om att pH-värdet är nästan en enhet lägre i de östra rören jämfört med de västra. Eftersom klorfenoler är svaga syror kan de ha påverkat pH-värdet nedströms spridningsriktningen. Skillnaderna kan dock också ha en naturlig förklaring i de allt mäktigare skikten av torv i provtagningspunkterna i östlig riktning. Organiska jordar har ofta ett lägre pH.

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. Dioxin förekom som förorening i doppningsmedel med klorfenoler.

Laboratorieanalys av dioxiner i jord har utförts på sex prover, varav ett var ett separat prov från den översiktliga undersökningen. I tre av proverna har inga dioxiner detekterats och i två prover är halterna mycket låga. På platsen för Kalmar LMV's planerade mastbygge konstaterades en dioxinhalt på 9,4 ng/kg TS, vilket motsvarar en tjugofemtedel av riktvärdet för MKM. I det sparade provet från jord i läget för doppkaret var dioxinhalten på 610 ng/kg TS, vilket är två till tre gånger riktvärdet för MKM. Den uppmätta dioxinhalten i prov från 3,5-4 meters djup är ungefär den dubbla jämfört med den i prov från 1-2 meters djup, vilket visar att dioxiner har spridits på djupet.

Halten av klorfenoler har analyserats i sju jordprover och samtliga analys svar visar koncentrationer under detektionsgränsen. Inte heller vid den översiktliga undersökningen påträffades klorfenoler i någon större omfattning i jord.

Analysresultaten för jord har sammanställts i bilaga 3a och analysprotokollen finns i bilaga 4.

5.3.2 Grundvatten

Dioxiner har analyserats i tre grundvattenprov. I två av proverna är halten under detektionsgränsen. I grundvattenprov från läget för den planerade masten är halten 0,00011 ng/l. Det är en mycket låg halt som sannolikt kan förknippas med att låga halter dioxin förekommer i jord i samma punkt. Turbiditeten i provet, dvs innehåll av partiklar kan ha påverkat analys svaret.

Laboratorieanalys av klorfenoler i grundvatten har utförts i åtta vattenprover varav två prover (0516) var tagna i olika djupa kontrollrör med ca 1 meters avstånd. I denna punkt är klorfenolhalten högre i det djupa grundvattnet (ca 7-8 meter) än det grunda (ca 3-4 meter), vilket bekräftar att pentaklorfenol har sjunkit ner genom jordlagren under grundvattenytan. Denna slutsats erhålls trots att uppskattningsvis 1 m³ vatten tillfördes borrhålet vid JB-sonderingen. Sonderingen för att undersöka avståndet till berg kan således ha spätt ut föroreningen. Renspumpning utfördes omedelbart efter sonderingen och pågick ca 2 timmar, varvid 250-700 l beräknas ha pumpats ut.

Pentaklorfenol eller klorfenoler detekterades i övrigt bara i grundvatten från punkterna 0515 och 0517. Båda dessa punkter ligger öster om någon av de misstänkta källorna (punkt 0502 och 0504).

Inga klorfenoler har konstaterats i punkt 0513 som antogs vara en uppströmspunkt, eller i 0519 och 0520, belägna nära fastighetsgräns i öster och söder och som bedömts vara den troliga strömningsriktningen. Därför är det något anmärkningsvärt att dioxin har påträffats i jord och grundvatten i 0520. I övrigt har dioxin bara påträffats där det förekommer höga halter av klorfenoler i grundvattnet.

Resultaten från laboratorieanalyser av grundvatten finns sammanställda i bilaga 3b och analysprotokollen finns i bilaga 4.

5.4 Kornstorleksfördelning och hydraulisk konduktivitet

De två permeabilitetstest som gjorts på siltig respektive grusig sandmorän från området visar att jorden har en hydraulisk konduktivitet på 2,2 respektive $4,6 \cdot 10^{-7}$ m/s. Testresultaten finns i bilaga 2. Beräkningar enligt Darcy's lag, där grundvattnets lutning beaktas och den effektiva porositeten i jorden har antagits vara 15 %, visar att den horisontella strömningshastigheten i moränen är i storleksordningen 0,2-0,4 meter per år.

Det ska poängteras att det finns skikt i jorden som kan vara mer vattenförande. De två prover som bestod av sand och grus och som siktanalyserades avseende kornfördelning har en hydraulisk konduktivitet i storleksordningen 1,7 respektive $3,2 \cdot 10^{-4}$ m/s. Strömningshastigheten vid antagande att den effektiva porositeten är 20 % beräknas vara 100-200 meter per år.

5.5 Inventering av geologi och hydrogeologi

Utifrån översiktliga studier av berggrundskartan, topografiska kartblad och flygbilder har spickzonernas riktning tolkats huvudsakligen vara i sydväst-nordöstlig 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 NNV-SSO. En annan vanlig riktning är V-O, jämför bilaga 5c.

5.6 Provtagning i privata vattentäkter

Baserat på ovanstående information har de mer närliggande brunnarna inventerats.

Sammanlagt finns enligt data från SGU's brunnsarkiv fem brunnar (i verkligheten minst sex) för vattenuttag med en kilometers radie från Lidhults sågverk. En av dessa ligger västerut (Nannarp 1:23) och har provtagits. En brunn ligger sydväst från föroreningskällan (Lidhult 3:1). Vid efterfrågningar visade det sig att även grannfastigheten (Lidhult 3:4) har borrade brunn. Båda dessa har provtagits. Öster om föroreningsområdet finns enligt brunnsarkivet en icke lägesangiven brunn (ungefär Lidhult 1:360) som inte har kunnat lokaliseras trots kontakt med aktuell fastighetsägare. I sydöst finns en brunn som används för bevattning (Lidhult 1:366) och 900 meter österut en som troligen använts för uttag av dricksvatten (Lidhult 2:11). Den sistnämnda har i nuläget bedömts ligga för långt bort för att omfattas av provtagningen.

Inom en radie av 500-800 meter från det förorenade området har således tre borrade brunnar som används för uttag av dricksvatten konstaterats. Ca 200 meter från det förorenade området har ytterligare två brunnar påträffats med hjälp av konsultation från Lidhults rör. En av dessa är endast grävd (Lidhult 36:8). Den sista är troligen grävd enligt Lidhults rör, men den nuvarande fastighetsägaren (Lidhult 33:7) har inga uppgifter om brunnen. Brunnen har använts för relativt stort vattenuttag (storfamilj och blomsteraffär) utan att den sinat och läget sammanfaller ganska väl med det ungefärliga läget för den okända brunnen. Närheten till det förorenade området har medfört att prover uttagits i dessa två brunnar.

Analyserna som utfördes på laboratorium visar halter understigande detektionsgränsen på klorfenoler i grundvattnet. Konduktivitet och pH har mätts av laboratoriet och dessa värden betraktas vara fullt normala. Resultaten visas i bilaga 3c.

I de flesta fall har brunnsägarna inte känt till brunnens djup och inte heller på vilket djup pumpen är installerad. Därmed är provtagningsdjupet okänt. Det kan ändå konstateras att inga klorfenoler har påträffats i det vatten som används som dricksvatten.

6 Bedömning av föroreningsituationen

6.1 Föroreningens utbredning och omfattning

6.1.1 Jord

Föroreningsutbredningen i jord bedöms vara liten eftersom klorfenoler och dioxin i halter över riktvärdet för MKM endast har påträffats i anslutning till läget för doppningsanläggningen.

6.1.2 Grundvatten i jordlager

Resultaten från undersökningarna visar att föroreningen till övervägande del förekommer i grundvattnet i jordlagren. En grov uppskattning av utbredningen av pentaklorfenol har gjorts, se nedan, och följande räkneexempel indikerar föroreningens tänkbara omfattning.

Det antas att grundvattnet inom en area av högst 40*70 meter är förorenat till ett djup av i genomsnitt 5 meter under grundvattenytan (ned till berg). Jordens porositet i moränen i grundvattenzonen antas vara 15%. Storleken på utsläppet kan överslagsmässigt beräknas. Om medelhalten, drygt 0,765 mg/l pentaklorfenol, finns inom hela det förorenade området medför att det skulle finnas drygt 1,6 kg eller 0,8 liter pentaklorfenol i grundvattnet. Eftersom halten pentaklorfenol i doppningsmedlet var 3 procent skulle ca 52 kg eller nästan lika många liter doppningsmedel finnas kvar i grundvattnet. Ovanstående konservativa beräkning förutsätter att allt medlet kvarstår i grundvattnet, dvs det har inte brutits ned eller lämnat området.

6.2 Spridningsförutsättningar

6.2.1 Jord

Förekomsten av dioxin i djupare jordlager vid doppningsanläggningen visar att spridning har skett från ytliga jordlager till jordlager under grundvattenytan. Det bedöms vara mer sannolikt att spridningen har skett med doppningsmedlet än att dioxin skulle ha spridits neråt med partiklar eller nederbörd.

Täta jordlager har inte noterats, vilket gör att det inte bedöms finnas några naturliga barriärer för fortsatt spridning i djupled, ner till bergöverytan.

6.2.2 Grundvatten i jordlagren

Spridningen av dioxin med grundvattnet har troligen varit begränsad. Förekomsten av dioxin i grundvatten i punkt 0520 har sannolikt samband med att det finns låga halter dioxin i jorden i detta läge.

Som beskrivits tidigare är grundvattnets strömningshastighet i moränen begränsad. Det kan misstänkas att spridning i horisontal led inledningsvis har skett i de ovanliggande mer genomsläppliga sandiga och grusiga jordlagren. Dessa jordlager indikerar en viss lutning mot nordost, vilket också är i den riktning spridning har påvisats. Om så är fallet har grundvattnets strömningssiktning inte varit avgörande för spridningsriktningen.

Vid laboratorieanalyser av grundvatten har klorfenoler bara detekterats i grundvattnet i tre av de åtta nya rören (0515, 0516 och 0517). Nivåerna och lutningen på de genomsläppliga jordlagren med sand eller grusig sand i de olika punkterna antyder på att transporten av förorening kan ha skett till de påverkade punkterna via dessa skikt. Undantag gäller 0517 som är den enda provtagningspunkten som saknar genomsläppligt jordlager.

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 avgöra om pentaklorfenol huvudsakligen 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 Lidhult styrs av densiteten. Det kan därmed förväntas att klorfenolerna har sjunkit och att en spridning i sker längs bergöverytan eller i sprickzoner i berget.

Sammanfattningsvis bedöms den densitetsstyrda spridningen vara viktigast eftersom föroreningen påträffats i så pass få av kontrollrören för grundvatten.

6.2.3 Grundvatten i sprickzoner i berggrunden

De brunnar som påträffats och provtagits är i de flesta fall 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 Byggnader

Sannolikt har spridning skett från läget för lösvirkesdopningen (0502), in under kontorsbyggnaden på Kalmar LMV, eftersom halter över detektionsgränsen har konstaterats i grundvatten i punkt 0515 på andra sidan byggnaden. Halten i grundvatten under byggnaden har inte undersökts.

Eftersom klorfenoler har hög densitet och inte är särskilt flyktiga bör det inte vara någon fara för arbetsmiljön i byggnaderna. Detta stöds av Naturvårdsverkets rapport 4639, se tabell 3 nedan. I tabellen anges referenskoncentrationer för pentaklorfenol i jord vid känslig respektive mindre känslig markanvändning. Det sistnämnda bör tillämpas då området även idag är industriområde. Den uppmätta halten i jord vid lösvirkesdopningen (0502) underskrider riktvärdet för MKM med mycket god marginal (0,057 mg/kg TS).

Tabell 3. 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 Lidhults sågverk är 8,7 mg/kg TS. För grundvatten saknas referenskoncentrationer.

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 visar att föroreningarna inte förekommer i några påtagligt höga halter utanför fastighetsgränsen, varken i jord eller i grundvatten. Belägg finns för att klorfenoler har spridits i djupled ned till bergöverytans nivå. Sprickzoner i berggrunden bedöms förekomma inom det förorenade området, men någon spridning till bergborrade brunnar har inte kunnat påvisas eftersom uppmätta halter understiger detektionsgränserna.

SWECO VIAK AB
Vatten & Miljö, Jönköping

Louise Johansson
Uppdragsledare

Mats Käll
Kvalitetsgranskare