

Huvudstudie – fd Widerströms Trä i Hovmantorp, Lessebo kommun

Utvärderingsrapport



Malmö 2007-02-09

Beställare: Lessebo kommun
Uppdragsnummer: 212244


Karin Kockum
Uppdragsansvarig


Magnus Johansson
Fältansvarig, handläggare


Bertil Sundlöf
Handläggare grundvatten


Nadja Lundgren
Handläggare riskbedömning


Ulf Wiklund
Teknisk granskare



Karin Kockum 040-698 17 30

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	4
1 BAKGRUND.....	7
2 SYFTE	7
3 TIDIGARE UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR.....	8
4 NU UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR	8
5 OMRÅDESBESKRIVNING.....	10
6 VERKSAMHETSHISTORIK SAMT NUVARANDE OCH PLANERAD MARKANVÄNDNING.....	11
6.1 Verksamhetshistorik.....	11
6.1.1 Fd sågverk.....	11
6.1.2 Fd stolpimpregnering och fd glasmålningsindustri.....	14
6.1.3 Potentiella föroreningskällor.....	15
6.2 Nuvarande markanvändning.....	15
6.3 Planerad markanvändning och övergripande åtgärds mål.....	18
7 GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN OCH MARKINSTALLATIONER.....	19
7.1 Allmänt	19
7.2 Jord	19
7.3 Sediment	22
7.4 Markinstallationer	23
8 YT- OCH GRUNDVATTENFÖRHÅLLANDEN.....	24
8.1 Ytvattenrecipienter	24
8.2 Ytvattentäkt och privata brunnar	24
8.3 Grundvattenförhållanden	25
9 FÖRORENINGSSITUATIONEN.....	26
9.1 Inledning.....	26
9.2 Beskrivning av föroreningar	27
9.2.1 Dioxiner.....	27
9.2.2 Klorfenoler.....	28
9.2.3 Koppar.....	28
9.2.4 PAH.....	28
9.2.5 Bly.....	28
9.3 Påträffade föroreningar i mark	29
9.3.1 Koppar.....	29
9.3.2 Dioxiner.....	31
9.3.3 PAH och bly.....	33
9.3.4 Övrigt	33
9.4 Påträffade föroreningar i sediment	34
9.4.1 Jämförvärden.....	34
9.4.2 Koppar.....	34
9.4.3 Dioxiner.....	36
9.4.4 Övrigt	36
9.5 Uppmätta halter i grundvatten.....	37
9.5.1 Fysikaliska parametrar och DOC.....	37
9.5.2 Laboratorieanalyser	37
9.6 Föroreningsutbredning och föroreningskällor	39
9.6.1 Föroreningsutbredning.....	39
9.6.2 Föroreningskällor.....	41
9.7 Föroreningssituationen inom barkutfyllnadsområdet.....	41



Karin Kockum 040-698 17 30

10	FÖRDJUPAD RISKBEDÖMNING	42
10.1	Skyddsobjekt	42
10.2	Spridningsvägar och spridning	42
10.2.1	Spridningskällor/källtermer	42
10.2.2	Nuvarande spridningsvägar och fastläggning	42
10.2.3	Spridning från jord till grundvatten	43
10.2.4	Spridning från grundvatten till ytvatten	45
10.2.5	Framtida spridning från jord till ytvatten om inga åtgärder utförs	45
10.3	Platsspecifika riktvärden för jord	46
10.3.1	Markanvändning och förutsättningar för området	47
10.3.2	Platsspecifika riktvärden för hälsa och miljö	48
10.4	Riskbedömning	50
10.4.1	Bedömning av hälsoeffekter inom området	50
10.4.2	Bedömning av miljöeffekter inom området	50
10.4.3	Bedömning av hälsoeffekter i närliggande områden	51
10.4.4	Bedömning av miljöeffekter i ytvatten	52
10.4.5	Bedömning av miljöeffekter i sediment	53
10.5	Samlad riskbedömning	54
10.5.1	Nuvarande risker	54
10.5.2	Framtida risker om inga åtgärder utförs (nollalternativ)	55
10.6	Bedömning av efterbehandlingsbehov	55
11	ÅTGÄRDSUTREDNING	55
11.1	Övergripande åtgärds mål, åtgärdsbehov och egenskaper för förorenade massor	55
11.2	Övervägda åtgärdsalternativ som inte bedöms vara tillämpliga	58
11.3	Föreslagna åtgärdsalternativ	58
11.4	Kostnader	60
11.5	Konsekvenser av föreslagna åtgärdsalternativ och nollalternativ	60
11.5.1	Nollalternativ	60
11.5.2	Åtgärdsalternativ 1a	61
11.5.3	Åtgärdsalternativ 1b	61
11.5.4	Åtgärdsalternativ 2	62
11.5.5	Åtgärdsalternativ 3	62
11.6	Resthalter inom övriga markområden	63
12	RISKVÄRDERING	63
12.1	Genomförande och underlag till riskvärderingen	63
12.2	Föreslaget åtgärdsalternativ	67
12.3	Förslag på mätbara åtgärds mål	67
13	OSÄKERHETER	68
14	INFÖR FÖRBEREDELSEFASEN	68
14.1	Projekteringsdirektiv	68
14.2	Föreberedelse och strategi för tillståndsansökningar, anmälningar eller liknande	69
14.3	Direktiv för miljökontroll	69
14.4	Planering och bedömd kostnad av fortsatta arbeten	70
	REFERENSER	71

Bilagor

- Bilaga 1 Provtagningsplan
- Bilaga 2 PM - Grundvattenmodell
- Bilaga 3 Underlag för beräkning av platsspecifika riktvärden för jord
- Bilaga 4 Plan - föroreningsutbredning i mark
- Bilaga 5 Underlagsdata för beräkning av kostnader för åtgärdsalternativ



Karin Kockum 040-698 17 30

Sammanfattning

Tyréns har under 2006 utfört miljöundersökningar inom fastighet Timret 1 och inom den norra delen av fastighet Hovmantorp 7:1. Undersökningsområdet som är ca 3 ha stort ligger i centrala delen av Hovmantorps samhälle i anslutning till sjön Rottnen. Knapphändiga uppgifter finns om att det inom fastigheten Timret 1 förekom kopparimpregnering av telestolpar mellan 1918 och 1920. Därefter startade Widerströms Trä sin sågverkverksamhet inom fastigheten som pågick fram till 1991. Under perioden mellan ca 1960 och 1991 utfördes doppning av sågat virke mot blånad och mögelangrepp. Mellan ca 1960 och 1978 användes klorfenolbaserat doppningspreparat och tiden därefter ett preparat baserat på ammoniumföreningar. Under 1940-60-talen fylldes ett område söder om sågverket ut med bark, inom den norra delen av fastighet Hovmantorp 7:1. Idag är hela undersökningsområdet ett grönområde med bl a gång- och cykelvägar samt en båtbygga.

Vid översiktliga miljötekniska markundersökningar som utfördes av Sweco 2002 påvisades halter av dioxiner, klorfenoler, PAH och alifater >C16-C35 i jord och/eller grundvatten. Baserat på bl a resultaten av denna undersökning och att området ligger inom den yttre skyddszonen för en kommunal ytvattentäkt i den närbelägna sjön Rottnen riskklassade Länsstyrelsen i Kronobergs län enligt MIFO-metodikområdet i riskklass 1, mycket stor risk för hälsa och miljö. Länsstyrelsen har erhållit statliga medel från Naturvårdsverket för att utföra fördjupade miljötekniska markundersökningar inom området.

På uppdrag av Tekniska förvaltningen i Lessebo kommun har Tyréns inom det tidigare verksamhetsområdet för fd Widerströms Trä utfört en huvudstudie i enlighet med riktlinjerna i Naturvårdsverkets kvalitetsmanual. Uppdraget syftar till att klarlägga föroreningsituationen inom det fd sågverksområdet med avseende på bl a karaktärisering av påträffade föroreningar, detaljerad avgränsning av föroreningar i djup- och sidled, bedömning av hälso- och miljörisker samt dess konsekvenser på kort och lång sikt. Vidare syftar uppdraget till att avgränsa och karaktärisera barkutfyllnaden söder om det tidigare sågverksområdet.

Nu utförda undersökningar har omfattat följande moment; kompletterande inventering, upprättande av grundvattenmodell, fältundersökningar, laboratorieanalyser samt utvärdering av resultat. Vid fältundersökningarna utfördes bl a 68 st skruvborrningar, 36 st provgropar, installation av 14 st grundvattenrör och sedimentprovtagning i 11 punkter. Laboratorieanalyser har utförts på jord-, grundvatten- och/eller sedimentprov med avseende på metaller, dioxiner, klorfenoler, petroleumämnen, PAH och bekämpningsmedelsrester. Samtliga resultat och metodbeskrivning av utförda undersökningar redovisas i en separat rapport; "Huvudstudie- fd Widerströms Trä i Hovmantorp, Lessebo kommun – Resultatrapport (Tyréns 2007-02-09)". I föreliggande rapport görs en utvärdering av resultaten.

Resultaten av utförda undersökningar visar att marken inom undersökningsområdet är förorenat av koppar, dioxiner, bly och PAH. I enstaka jordprov har förhöjda halter av klorfenoler, alifater >C16-C35 och kadmium påvisats. I sedimenten i sjön Rottnen har förhöjda halter av koppar och dioxiner uppmätts. I grundvattnet har något förhöjda halter av koppar detekterats i den västra delen av undersökningsområdet och av klorfenoler och alifater >C16-C35 i den centrala delen, vid och kring platsen där doppningskaret tidigare var placerat. Haltnivåer i grundvattnet ligger för samtliga analyserade ämnen i nivå med eller underskrider tillämpliga gränsvärden för dricksvatten.



Karin Kockum 040-698 17 30

Lessebo kommun har föreslagit tre övergripande åtgärds mål för det tidigare verksamhetsområdet för Widerströms Trä:

- Området ska användas som gröns- och rekreationsområde.
- Ytvattentäkten i sjön Rottnen ska långsiktigt (>100 år) kunna användas med acceptabla hälsorisknivåer med avseende på föroreningspåverkan från fd Widerströms Trä.
- Föroreningsbelastningen i sjön Rottnen från fd Widerströms Trä ska ha acceptabla hälso- och miljörisknivåer för friluftslivet (bad, båtliv, fiske etc) i och kring sjön.

Med utgångspunkt från de övergripande åtgärds målen har en fördjupad riskbedömning utförts. Förslag på platsspecifika riktvärden för aktuella föroreningar för jord har tagits fram med hjälp av Naturvårdsverkets beräkningsmodell (remissversion 2005).

Den fördjupade riskbedömningen visar att det föreligger hälsorisker via intag av jord inom ett yttligt dioxinförorenat markområde vid platsen för det fd doppningskaret. Dessa hälsorisker bedöms ej vara akuta. Vissa exponeringsrisker föreligger även inom ett PAH- och blyförorenat markområde i den östra delen av området. Två större markområden är förorenade av koppar och inom dessa finns risker för effekter i markmiljön. I de närbelägna sedimenten i sjön Rottnen och i Bråtabäcken bedöms det finnas risk för viss miljöpåverkan främst med avseende på sedimentlevande organismer och växter till följd av förhöjda halter av koppar och dioxiner i sedimenten. Baserat på resultaten av utförda grundvattenundersökningar bedöms kort- och långsiktigt risken som minimal för föroreningsspridning från undersökningsområdet till den kommunala ytvattentäkten eller till eventuella närbelägna privata brunnar.

Den fördjupade riskbedömningen visar att det för att minimera befintliga hälsorisker och för att minska spridning av dioxiner till sjön Rottnen föreligger ett efterbehandlingsbehov inom två markområden (delområde C och D), vilka är ca 550 respektive ca 100 m² stora. För att minska risker för miljöeffekter i markmiljön inom området och för att minska spridningen av koppar till sjön Rottnen föreligger ett efterbehandlingsbehov inom två delområden (delområde A och B). Dessa områden upptar en yta av ca 2 700 respektive 4 200 m². Källtermen för koppar inom de förorenade områdena har beräknats till ca 5,5 ton och för dioxiner, PAH (totalt) samt bly till 0,3, 20 respektive 100 kg.

I en åtgärdsutredning som redovisas i rapporten föreslås fyra olika åtgärdsalternativ; tre (alt 1a, 1b och 2) olika urschaktningalternativ med extern deponering/ behandling samt ett övertäckningsalternativ (alt 3). Konsekvenser med avseende på hälso- och miljörisker på kort och lång sikt för de olika alternativen inklusive nollalternativet (inga åtgärder utförs) redovisas i rapporten. Kostnaden för de föreslagna åtgärdsalternativen har beräknats variera mellan ca 0, 3 och 16 miljoner kronor.

Som underlag till en riskvärdering har olika aspekter (hälsa och miljö, teknik, kostnad, uppfyllelse av övergripande åtgärds mål, reduktion av föroreningar, fiskeintresse, människors oro mm) tagits fram för de fyra föreslagna åtgärdsalternativen och för nollalternativet. Representanter för Lessebo kommun och Länsstyrelsen i Kronobergs län har i en riskvärderingsprocess valt att förorda åtgärdsalternativ 1a. Detta alternativ omfattar urschaktning ner till grundvattenytan inom de dioxin- samt PAH- och blyförorenade delområdena (delområde C och D) och att de förorenade massorna deponeras/ behandlas på en extern avfallsanläggning.



Karin Kockum 040-698 17 30

Om detta åtgärdsalternativ genomförs minimeras befintliga hälsorisker inom det tidigare sågverksområdet. Spridning och spridningsrisker av dioxiner, bly och PAH till sjön Rottnen minskar markant. Detta alternativ innebär att riskerna för effekter i markmiljön inom de kopparförorenade markområdena samt en trolig miljöpåverkan för sedimentlevande organismer och växter i sjön Rottnen kvarstår och bedöms på kort och lång sikt vara på samma nivå som dagens förhållanden.



Karin Kockum 040-698 17 30

1 Bakgrund

Inom fastigheten Timret 1 i Hovmantorp bedrev Widerströms Trä sågverksverksamhet mellan ca 1920 och 1991. Uppgifter finns om att ett område söder om det fd verksamhetsområdet, i den norra delen av fastighet Hovmantorp 7:1, har fyllts ut med bark från sågverket. Området ligger inom det yttre skyddsområdet för en kommunal ytvattentäkt i sjön Rottnen. Under perioden 1960-1991 träskyddsbehandlades en del av virket genom doppning i preparaten Servarex och Mitrol 48. I samband med att Länsstyrelsen 2005 reviderade MIFO-inventeringen framkom uppgifter om att Televerket utfört kopparvitriolimpregnering av ledningsstolpar inom fastighet Timret 1.

Under år 2002 utförde Sweco VBB Viak på uppdrag av Länsstyrelsen i Kronobergs län en översiktlig miljöteknisk markundersökning, MIFO fas 2- undersökning, inom det fd sågverksområdet. Objektet har, baserat på resultaten från denna undersökning samt att området ligger inom skyddsområde för en råvattentäkt och att sjön Rottnen har höga naturvärden, av Länsstyrelsen i Kronobergs län MIFO-klassats i riskklass 1 (mycket stor risk).

Länsstyrelsen i Kronobergs län har beviljats statliga medel från Naturvårdsverket för utförande av en huvudstudie enligt Naturvårdsverkets kvalitetsmanual inom det fd sågverksområdet. Lessebo kommun har åtagit sig huvudmannaskapet för genomförandet av huvudstudien.

2 Syfte

Tyréns AB har på uppdrag av Tekniska förvaltningen i Lessebo kommun utfört större delen av en huvudstudie i enlighet med Naturvårdsverkets kvalitetsmanual för efterbehandling av förorenade områden (version 2, 2006) inom det tidigare verksamhetsområdet för fd Widerströms Trä. De delar i en huvudstudie som inte ingått i uppdraget är "Ansvarsutredning", "Underlag för myndighetsgranskning och information till berörda" samt "Förslag till huvudmannaskap och ansvar för åtgärder samt finansiering".

Huvudsyftet med uppdraget är att utredningsresultaten ska ha en sådan detaljnivå och kvalitet att, baserat på resultaten av de i uppdraget ingående momenten (bl a fördjupade riskbedömning, åtgärdsutredning) samt ställningstagande i riskvärderingsprocessen, vid behov föreslå ett åtgärdsalternativ med mätbara åtgärds mål. Om efterbehandlingsåtgärder bedöms behöva utföras ska projektet efter avslutad huvudstudie kunna fortsätta i förberedelseskedet (projektering av åtgärder) i enlighet med Naturvårdsverket kvalitetsmanual.

Som underlag för att bedöma om efterbehandlingsbehov föreligger syftar uppdraget till att klarlägga föroreningsituationen inom det fd sågverksområdet med avseende på bl a karaktärisering av påträffade föroreningar, uppmätta föroreningshalter, detaljerad avgränsning av föroreningar i djup- och sidled, bedömning av hälso- och miljörisker samt dess konsekvenser på kort och lång sikt. Vidare syftar uppdraget till att avgränsa och karaktärisera barkutfyllnaden i den norra delen av fastigheten Hovmantorp 7:1.



Karin Kockum 040-698 17 30

3 Tidigare utförda undersökningar

Tidigare utförda miljöundersökningar inom undersökningsområdet finns redovisade i följande rapporter:

- *"Länsstyrelsen i Kronobergs län, Widerströms Trä – Lessebo kommun, MIFO fas 2, Miljöteknisk marundersökning"* (SWECO VBB VIAK AB 2002-11-26).
- *MIFO-blanketter fas 2(Länsstyrelsen i Kronobergs län 2001-01-22 senast rev 2005-12-29).*

Resultaten av den översiktliga miljötekniska markundersökningen från 2002 visar att det i ett jordprov (samlingsprov för nivån 0-2 m under markytan) vid området för det fd dopningskaret påvisades 2,3,4,6- tetraklorfenol, pentaklorfenol, alifater >C16-C35 och dioxiner i halter på 1,3, 0,15, 150 mg/kg TS respektive 483 ng/kg TS. Vidare uppmättes förhöjda halter i jord av alifater >C16-C35 (110 mg/kg TS) i en provpunkt och av cancerogena PAH (3,1 mg/kg TS) i en annan punkt. I grundvattnet vid dopningsverksamheten uppmättes en halt av totalt extraherbara aromater på 0,13 mg/l.

Länsstyrelsen i Kronobergs län har med MIFO-metodiken fas 2 riskklassat objektet i riskklass 1 (mycket stor risk för hälsa och miljö) med följande sammanfattande motivering: "På grund av ämnens farligheter, de föroreningsnivåer som analyserats, nuvarande och planerad markanvändning samt att fastigheten ligger inom vattenskyddsområde blir riskklassificeringen i den samlade riskbedömningen klass 1".

I sjön Rotten utförs recipientundersökningar inom Ronnebyåns vattenvårdsförbunds kontrollprogram. Provtagningspunkten för Rotten ligger ca 1,5 km söder om det fd sågverksamhetsområdet.

En översiktlig geoteknisk undersökning har utförts i den västra delen av undersökningsområdet:

- *"Lessebo kommun, Del av Kv Sone m fl Hovmantorp - Översiktlig geoteknisk undersökning"* (SWECO VBB AB 2003-06-24).

4 Nu utförda undersökningar

I huvudstudien utförda undersökningar/ utredningar har omfattat följande moment/aktiviteter:

- Kompletterande inventering
- Undersökning (provtagning, analyser och försök)
- Upprättande av en grundvattenmodell
- Karakterisering och avgränsning av föroreningar i detalj
- Fördjupad riskbedömning inklusive framtagande av plats specifika riktvärden samt bedömning av efterbehandlingsbehov
- Åtgärdsutredning med åtgärdsförslag och förslag till både övergripande och mätbara åtgärds mål samt bedömning av kostnad och miljöeffekter för olika alternativ. Ta fram underlag för riskvärderingen samt delta i riskvärderingsprocessen.
- Delutredningar inför förberedelseskedet:
 - Upprättande av projekteringsdirektiv
 - Förberedelser och strategi för tillståndansökningar, anmälningar och liknande
 - Upprättande av direktiv för miljökontroll
 - Planering och budgetering av fortsatta arbeten



Karin Kockum 040-698 17 30

I tabell 4.1 och 4.2 har antal utförda skruvborrningar och provgropar samt antal utförda laboratorieanalyser för jord, sediment respektive grundvatten och geotekniska analysarbeten sammanställts.

Tabell 4.1. Sammanställning av antal utförda fältundersökningar.

Fältundersökning	Jord	Sediment	Grundvatten	Ytvatten
Skruvprovtagning med jordprovtagning	68 st	-	-	-
Provgropsgrävning med jordprovtagning	26 st	-	-	-
Provgropsgrävning för avgränsning av barkutfyllnad	10 st	-	-	-
Handgrävda provgropar för ytlig jordprovtagning	6 st	-	-	-
Sedimentprovtagning	-	11 st	-	-
Installation av grundvattenrör	-	-	14 st	-
Mätning av fria vattenytor	-	-	42 st ¹	10 st ¹
Vattenprovtagning	-	-	13 st ²	-
Fältmätning av tungmetaller med XRF	341 st	-	-	-
Fältmätning av pH, konduktivitet, och temp	-	-	14 st	-
Inmätning	110 st	11 st	14 st	4 st

¹ Antalet är fördelat på 3 olika tillfällen

² Kompletterande vattenprovtagning har utförts vid ytterligare två tillfällen med totalt ytterligare 4 provtagningar

Tabell 4.2. Sammanställning av antal utförda laboratorieanalyser och geotekniska laboratoriearbeten.

Analys	Jord	Sediment	Grundvatten
Tungmetaller ¹	31 st	10 st	12 st
Koppar	13 st	4 st	-
Dioxiner	32 st	10 st	2 st
Klorfenoler	42 st	8 st	11 st
Fraktionerade alifater och aromater samt PAH-16	19 st	1 st	7 st
PAH-16	4 st	-	-
Torrsubstans	120 st	14 st	-
Glödgningsförlust	32 st	-	-
TOC	43 st	7 st	-
pH	15 st	-	-
DOC	-	-	11 st
Scanninganalys av bekämpningsmedelsrester	-	-	4 st
Jordartsbestämning	12 st	-	-
Vattenkvot	12 st	-	-
Tvättsiktning	6 st	-	-
Glödförlust	4 st	-	-
Klassning av materialtyp och tjälfarlighetsklass	7 st	-	-

¹ As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Li, Mn, Mo, Ni, P, Pb, Sr, V och Zn



Karin Kockum 040-698 17 30

I bilaga 1 framgår provpunkternas placering.

En mer detaljerad beskrivning av omfattning, genomförande och resultat av utförda fältarbeten samt fält- och laboratorieanalyser redovisas i en separat rapport: "Huvudstudie- fd Widerströms Trä i Hovmantorp, Lessebo kommun – Resultatrapport (Tyréns 2007-02-09)". I resultatrapporten redovisas även provtagningsplan, motiv till provpunktsplacering, uppgifter om utformning av grundvattenrörinstallationer mm.

I föreliggande rapport görs en utvärdering av erhållna resultat.

Arbetet med huvudstudien har utförts i nära samarbete med representanter från Lessebo kommun och Länsstyrelsen i Kronobergs län. Under arbetets gång har fyra protokollförda projektmöten hållits i Lessebo. Den 30 november 2006 hölls ett informationsmöte för intressenter och allmänhet i Hovmantorp.

5 Områdesbeskrivning

Det tidigare sågverksområdet för fd Widerströms Trä ligger i centrala delen av Hovmantorps samhälle, längs den nordvästra stranden till sjön Rottnen i Lessebo kommun, se figur 5.1. Undersökningsområdet ligger inom fastigheten Timret 1 samt i den sydvästra delen inom den norra delen av fastigheten Hovmantorp 7:1 och upptar totalt en yta av ca 3 ha. Mot norr avgränsas området av järnvägsspåret mellan Växjö och Kalmar, mot öster till Fibbleåns utlopp från Kvarndammen till Rottnen. Väster om undersökningsområdet ligger en handelsträdgård och ett villaområde med ett daghem. Bostadshus finns även norr om järnvägen. Undersökningsområdet gränsar mot söder till sjön Rottnen och till ett naturområde med Gökaskratts campingplats, som ligger ca 400 meter söder om det fd sågverksområdet. Den norra gränsen för det yttre skyddsområdet för ytvattentäkten i sjön Rottnen ligger strax norr om och i samma sträckning som järnvägsspåret. Undersökningsområdet är relativt flackt med en svag lutning mot sjön Rottnen. Marknivån inom området varierar mellan ca +148,9 och +150,4.



Karin Kockum 040-698 17 30



Figur 5.1. Översiktskarta med markerat undersökningsområde.

6 Verksamhetshistorik samt nuvarande och planerad markanvändning

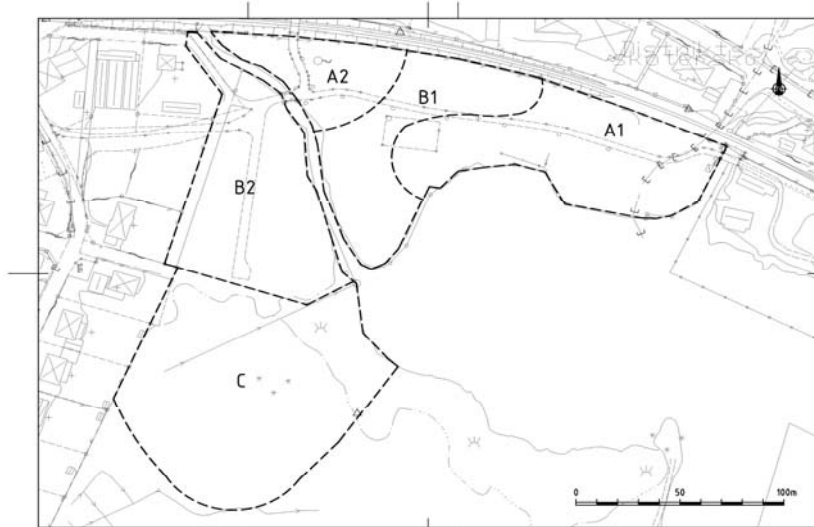
6.1 Verksamhetshistorik

6.1.1 Fd sågverk

Sågverksverksamheten vid fd Widerströms Trä startade ca 1920 och pågick fram till 1991. Undersökningsområdet har utifrån dominerande markanvändning/verksamhet under denna verksamhetstid indelats i fem delområden, se figur 6.1 och 6.2.



Karin Kockum 040-698 17 30



Figur 6.1. Undersökningsområdet indelat i olika delområden..

- Delområde A1 – område med fd sågverksbyggnader/utrustning (bl a doppningskar, avbarkningsmaskin, såghus, kontorshus med kemikalieförråd, spån- och virkesmagasin, virkestork)
- Delområde A2 – område med fd sågverksbyggnader (virkesmagasin, justerverk och förråd)
- Delområde B1 – fd upplagsområde för virke och i den sydöstra delen (på östra sidan av udden) av timmer
- Delområde B2 – fd upplagsområde för virke
- Delområde C – barkutfyllnadsområde



Figur 6.2. Flygbild över undersökningsområdet från år 1977.



Karin Kockum 040-698 17 30

Mellan ca 1960 och 1991 utfördes doppning av sågat virke mot blånad och mögelangrepp. Under perioden 1960-1978 användes doppningsmedlet Servarex, som är ett tri-, tetra-, och pentaklorbaserat preparat. Vid en inspektion av Statens Växtskyddsanstalt 1970 noterades att det förutom Servarex även fanns preparatet Dowicide (pentaklorfenol) i kemikalieförrådet. Från och med 1978 användes Mitrol 48 som främst är baserat på ammoniumföreningar.

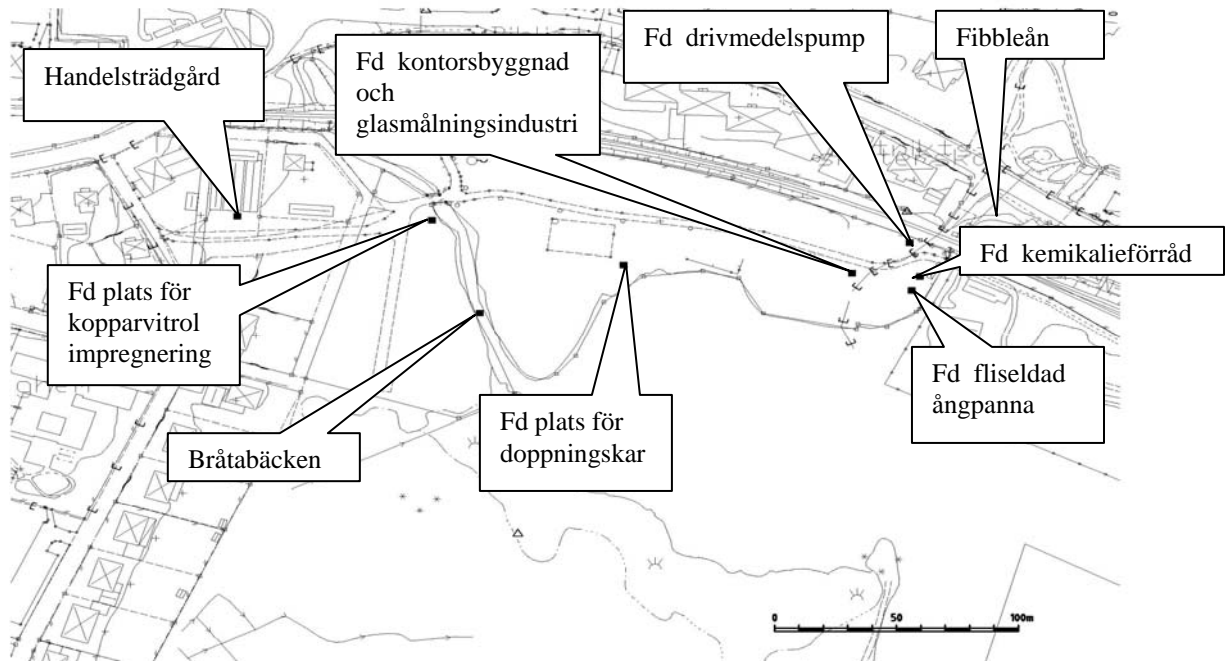
Doppning skedde under hela doppningsperioden på samma ställe inom området, i den västra delen av delområde A1, ca 10 meter från sjön Rottnen (se figur 6.3). Doppningskaret var placerat utomhus och till en början direkt på marken. I mitten på 1970-talet byttes doppningskar och detta placerades då på en betongplatta och hade överfyllnadsskydd. Årsproduktionen av sågat virke uppgick enligt MIFO-inventeringen och personer med kännedom om sågverksamheten till mellan ca 3 000 och 5 000 m³/år. Andelen sågat virke som doppades bedöms i medeltal uppgå till mellan ca 1 000 och 2 000 m³/år. I MIFO-inventeringen anges att 1 000 kg klorfenoler användes till doppningen år 1975. Vid Statens Växtskyddsanstalt inspektion 1970 konstaterades skador på vegetationen inom det västra virkesupplagsområdet (norra delen av delområde B2), in mot handelsträdgårdsfastigheten.

Vid samtal på plats med fd anställda framkom bl a följande:

- Kemikalieförrådet med bl a doppningspreparat låg i den östra delen av det fd kontorshuset, i den östra delen av delområde A1.
- I nära anslutning till kemikalieförrådet fanns tidigare en fliseldad ångpanna som var i drift ”i alla fall in på 1960-talet”.
- En dieseltank (troligen placerad ovan mark) och drivmedelpump för arbetsmaskiner var placerad i den nordöstra delen av delområde A1, intill järnvägen.
- Det doppade virket placerades inte på något speciell plats inom upplagsområdena.
- Timret förvarades till en början i huvudsak i sjön Rottnen men från ca 1980 placerades det på land. Vid bevattning av timret användes endast sjövattnet utan tillsatser av bekämpningsmedel
- Tömning av slam från doppningskaret gjordes sällan, ”högst var femte år”. Från slutet av 1970-talet sändes slamresterna till SAKAB.



Karin Kockum 040-698 17 30



Figur 6.3. Lägen för det fd sågverkets dopningskar, kemikalieförråd, drivmedelspump, ångpanna mm.

Markområdet inom delområde C i figur 6.1 har fyllts ut med bark under verksamhetstiden för fd Widerströms Trä. Enligt uppgift från fd anställda på sågverket skedde barkutfyllnaden främst sommartid under 1940-60-talen. Under vintertid användes bark- och spånresterna internt och externt till eldning i pannor. Från ca mitten på 1970-talet kördes bark och spån till en av kommunen anvisad plats inom ett industriområde i östra delen av Hovmantorp.

6.1.2 Fd stolpimpregnering och fd glasmålningsindustri

Under 2005 framkom, genom uppgifter i en kortfattad lista över Televerkets impregneringsplatser för stolpar mellan 1913 och 1939, att kopparvitriolimpregnering utförts i Hovmantorp. Detta bekräftas av uppgifter i en skrift ("Bruksföremål från företag i den nyblivna köpingen under 1950- och 1960-talet") där det anges att det under 1918-20 fanns ett impregneringsverk för ledningsstolpar som låg utmed Kyrkbäcken (anm. Kyrkbäcken benämns idag Bråtabäcken) inom sågens område. Dessa uppgifter tyder på att det även före verksamhetstiden för Widerströms Trä fanns en såg på området. Uppgifter som framkommit vid den kompletterande inventeringen angående stolpimpregneringen är mycket knapphändiga. Flera personer har dock angivet att impregneringsplatsen troligen låg inom den nordöstra delen av delområde B2, se figur 6.3.

I Naturvårdsverkets rapport 4963 anges att Televerket mellan 1859 och 1939 impregnerade stolpar med den sk Boucheriemetoden på åtta platser i landet. Om området för fd Widerströms Trä är en av dessa platser framgår inte, men det är troligt att denna träskyddsmetod kan ha använts vid den fd



Karin Kockum 040-698 17 30

stolpimpregneringen inom undersökningsområdet. Vid Bouchერიemetoden impregnerades obarkade stockar med kopparvitriollösning (kopparsulfat) och stockarna avbarkades efter impregneringen.

Av MIFO-inventeringen framgår att Svenska Blomstervasfabriken var verksam inom området mellan 1895 och 1915. Verksamheten utgjordes av glasmålning av blomvaser, som tillverkades på Hovmantorps glasbruk. Vid den kompletterande inventeringen framkom att denna verksamhet var belägen i Widerströms fd kontorsbyggnad, i den östra delen av delområde A1, se figur 6.3.

6.1.3 Potentiella föroreningskällor

Baserat på resultaten i den översiktliga miljötekniska markundersökningen, data i MIFO-blanketter och information från den kompletterande inventeringen redovisas i tabell 6.1 bedömda potentiella föroreningskällor inom undersökningsområdet.

Tabell 6.1. Tänkbara föroreningskällor inom det tidigare verksamhetsområdet för fd Widerströms Trä, Glasmålningsindustri och stolpimpregnering.

Potentiella föroreningskällor/förorenande aktivitet	Ämne	Område/plats där förorening bedöms kunna förekomma
Spill/utsläpp vid hantering av doppningsmedel	Klorfenoler, dioxiner	Vid doppningskar och kemikalieförråd
Tippning av slam från doppningskar fram till slutet på 1970-talet	Klorfenoler, dioxiner	? ev inom barkutfyllnadsområdet
Dropp från doppat virke	Klorfenoler, dioxiner	Virkesupplag
Spill/utsläpp av drivmedel, smörjoljor	Petroleumföroreningar, PAH	Drivmedelspump, sågverksmaskiner, kemikalieförråd etc
Utfyllnad av slagg/aska från ångpanna	PAH, metaller	?
Spill av färger från glasmålning	Metaller	Industribyggnaden
Spill/utsläpp vid stolpimpregnering	Koppar	Vid impregneringsverk
Spill/dropp vid avbarkning av stolpar och inom stolpupplag	Koppar	? (troligen i anslutning till impregneringsverk)
Utfyllnad av förorenad bark	Koppar (klorfenoler, dioxiner)*	fd Widerströms Trä: barkutfyllnadsområdet fd stolpimpregnering: ?

* eftersom doppning med klorfenolpreparat endast utfördes på sågat virke bedöms risken som liten för att bark under verksamhetstiden för fd Widerströms Trä var förorenad med klorfenol och dioxiner.

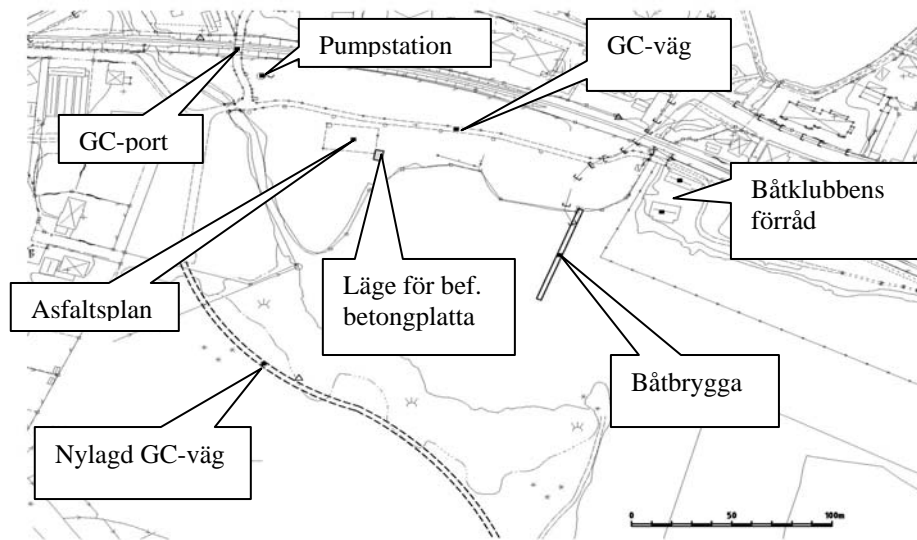
6.2 Nuvarande markanvändning

Alla sågverksbyggnader är idag rivna. Markområdet där de fd sågverksbyggnaderna var placerade samt de norra delarna av de fd upplagsområdena är idag ett öppet gräsbevuxet område med enstaka buskar och träd (bl a björk och al) främst i strandkanten.



Karin Kockum 040-698 17 30

Inom området finns asfalterade gång- och cykelvägar som går igenom området i öst-västlig riktning och under järnvägen i den västra delen, se figur 6.4. Vid gång- och cykeltunneln under järnvägen finns en pumpstation som enligt uppgift avleder dag- och ytvatten från tunnelområdet. Strax nordväst om den fd platsen för doppningskaret finns en asfalterad plan (ca 400 m²) som bl a använts för skateboard och i den sydöstra delen finns en ca 60 meter lång brygga för fritidsbåtar, se figur 6.4.



Figur 6.4. Nuvarande anläggningar och installationer inom undersökningsområdet.

Inom ovan beskriva område är tillgängligheten stor. Människor passerar och vistas i området i relativt stor omfattning. Vid fältarbetena noterades att området vid båtbyggen är en naturlig samlingspunkt för människor och att båtlivet är aktivt. Bad förekommer vid båtbyggen, men badandet är mest frekvent vid badplatsen vid Gökaskratts camping, som ligger ca 400 meter söder om det fd sågverksområdet, se figur 5.1. När fältarbetena utfördes i juni 2006 var det ingen aktivitet på och runt asfaltplanen och enligt uppgift har skatebordåkning inte förekommit eller i mycket liten omfattning de senaste åren.



Figur 6.5 Fotot till vänster visar båtbyggen som ligger i den östra delen av undersökningsområdet. Fotot i mitten visar asfaltplanen. Strax intill den borte högra hörnan av planen var tidigare doppningskaret placerat. Fotot till höger visar området norr om båtbyggen.



Karin Kockum 040-698 17 30

På udden vid det fd virkes-/timmerupplaget (södra delen av område B1) samt den södra delen av det fd västra virkesupplaget (delområde B2) finns idag tät slyvegetation av främst björk och al med enstaka träd (främst tall och björk), se figur 6.6. Inom mindre ställvisa markområden är slyvegetationen glesare eller saknas. Inom en "remsa" i det fd västra upplagsområdet har slyvegetationen gallrats, troligen för att ge bättre sjöutsikt från en villa. En asfalterad gång- och cykelväg går i nord- sydlig riktning mitt i det västra fd virkesupplagsområdet. På grund av igenväxningen är tillgängligheten liten och människor vistas idag, förutom på vägen, inom dessa områden i liten omfattning.



Figur 6.6. Foto till vänster visar udden inom södra delen av delområde B1 med Bråtabäcken till höger. Foto i mitten och till höger visar område (östra delen av delområde B2) för fd virkesupplag. Den vegetationsgallrade "remsan" framgår av fotot i mitten.

Barkutfyllnadsområdet (delområde C) är ett relativt sankt skogsområde med storstamig tall och björk med tät undervegetation, se figur 6.7. Under våren/sommaren 2006 har en intresseförening i samråd med kommunen anlagt en grusbelagd gång- och cykelväg mellan campingen och asfaltsvägen i den södra delen av det fd upplagsområdet, se figur 6.4. Människor använder idag gång- och cykelvägen som ett promenadstråk mellan Hovmantorps samhälle och Gökaskratts camping och vistas i liten omfattningen inom övriga delar av barkutfyllnadsområdet.



Figur 6.7. De två fotona visar barkutfyllnadsområdet (delområde C) i den sydvästra delen av undersökningsområdet.

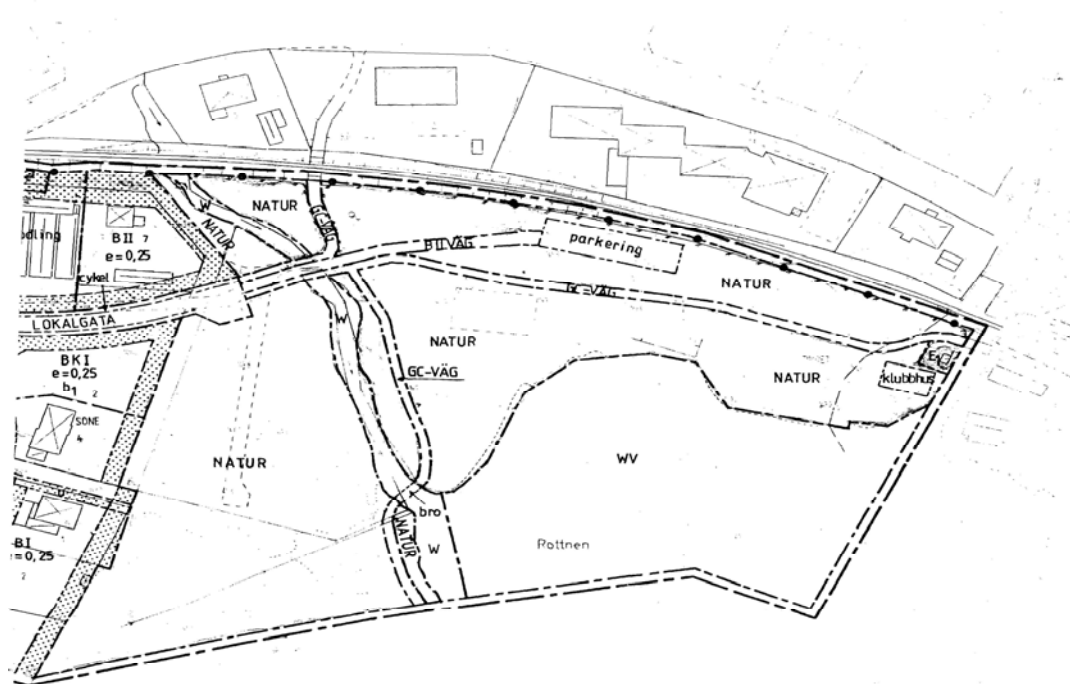
Sjön Rotten med en yta av ca 33 km² ligger inom Ronnebyåns avrinningsområde och är en klar och näringsfattig sjö. Sjösystemet ingår i ett kalkningsprojekt som startade 1978.

Karin Kockum 040-698 17 30

Rottnen och dess närområde har stor betydelse för friluftslivet och är ett värdefullt naturområde, klass 2 (Länsstyrelsen i Kronobergs län 1989). Sjön har ett värdefullt fiskebestånd t ex av sik, siklöja och abborre. Tidigare var Rottnen känd för god tillgång på flodkräfta, som efter kräftpest har ersatts med inplanterad signalkräfta. År 2002 utfördes fiskeundersökningar inom recipientkontrollprogrammet för Ronnebyån och i rapporten anges för sjön Rottnen; ”Art- och individrikt fisksamhälle” samt ”Fiskfaunan visar inga tecken på negativ påverkan eller störning på grund av vattenkvaliteten”.

6.3 Planerad markanvändning och övergripande åtgärds mål

För undersökningsområdet finns två detaljplaner; Kv Sone m fl (antagen 2005-02-21) och Rottnens norra strand (antagen 1997-02-24). Av detaljplan Kv Sone framgår att markanvändningen inom undersökningsområdet i huvudsak är planlagd för naturmark samt för en mindre bilväg och en parkeringsplats i den norra delen, ett båtklubbhus i den östra delen samt för en bro och ny gång- och cykelväg längs den västra sidan av udden, se figur 6.8. Vidare är området i strandkanten av sjön Rottnen längs hela undersökningsområdet planlagt för småbåtshamn.



Figur 6.8. Detaljplan Kv Sone med planerad markanvändning.

I planbeskrivningen anges att: ”friytorna intill sjön kan användas som rekreationsområde som sammanfaller med det rekreationsområde som finns enligt gällande detaljplan för Rottnens norra strand”.



Karin Kockum 040-698 17 30

Som en del i huvudstudiearbetet har projektgruppen vid möten diskuterat och givit förslag på övergripande åtgärds mål för undersökningsområdet. Lessebo kommun har satt upp följande övergripande åtgärds mål för fd Widerströms Trä tidigare verksamhetsområde:

- Området ska användas som grön- och rekreationsområde.
- Ytvattentäkten i sjön Rottnen ska långsiktigt (>100 år) kunna användas med acceptabla hälsorisknivåer med avseende på föroreningspåverkan från fd Widerströms Trä.
- Föroreningsbelastningen i sjön Rottnen från fd Widerströms Trä ska ha acceptabla hälso- och miljörisknivåer för friluftslivet (bad, båtliv, fiske etc) i och kring sjön.

7 Geologiska förhållanden och markinstallationer

7.1 Allmänt

Enligt utförda provtagningar består området generellt överst av ca 0,3-0,4 meter fyllning av sand som generellt underlagras av ett ca 0,5 m tjockt skikt av brädor, bark och sågspån. Skiktet med brädor, bark och sågspån underlagras generellt av sand eller torv till ett maximalt provtagningsdjup av 6 m under befintlig markyta. Skiktet med brädor, bark och sågspån har ej identifierats inom den östra delen av fastigheten Timret 1 eller inom de norra delarna av fastigheten Hovmantorp 7:1.

Inom de norra delarna av fastigheten Hovmantorp 7: 1 är marken låglänt och jordlagren utgörs överst av ca 0,3- 0,5 m bark som underlagras av naturliga torvlager till ett maximalt provtagningsdjup av 3 m under befintlig markyta.

Jordlagren öster, norr och väster om undersökningsområdet består generellt av moränjordar som ställvis bedöms som blockig. Söder om fastigheten Timret 1, mot Gökaskratts camping och badplats består jordlagren generellt överst av sediment (sand, silt och organiska jordar).

Längs strandkanten mot Rottnen finns en enklare ”kajkonstruktion” av brädor som på sina ställen är i mycket dålig skick.

Nedan redovisas en mer detaljerad beskrivning av jordlagren och sedimentens uppbyggnad.

7.2 Jord

Inom de östra delarna av fastigheten Timret 1 (öster om provtagningspunkt 7 och PG 2, se bilaga 1) utgörs jordlagren överst av 1,0-1,8 m fyllning av sand och grus, se figur 7.1. Fyllningen inom detta område innehåller ställvis sten, block och byggnadsrester som tegel, betong och mindre träbitar. Fyllningen är som mäktigast vid Fibbleån troligtvis på grund av befintlig strandskoning. Fyllningen underlagras av naturlig sandmorän till ett maximalt provtagningsdjup av 6 m under markytan. Jordarna som ligger mer strandnära (provtagningspunkt 4 och 5) utgörs, under befintlig fyllning, av torv med en mäktighet av 0,5-1,8 m. Torven underlagras av sand till ett maximalt provtagningsdjup av 3 m under befintlig markyta.



Karin Kockum 040-698 17 30



Figur 7.1. Foto av provgrop 26 med jordlager av sand belägen i den östra delen av undersökningsområdet nära Fibbleån.

Jordlagren väster om ovan angivna område, öster om Bråtabäcken, söder om järnvägen med undantag av udden söder om provtagningspunkt 20 och 25, utgörs överst av 0,3-0,5 m fyllning av sand och grus. Sanden och grusen underlagras generellt av ett 0,3-1,1 m tjockt skikt av brädor, stockar, bark och sågspån, se figur 7.2. Skiktet med brädor, bark mm bedöms ligga på samma nivå som befintlig "kajkonstruktion" ovankant och utgör troligtvis läget för en tidigare markyta. Bräd- och barkskiktet underlagras av 0,5-4,5 m naturlig torv. Torven har i provtagningspunkt 14-19 en mäktighet som är större än 4,5 m och mäktigheten minskar sedan successivt norrut med avståndet till dessa provtagningspunkter. Torven innehåller på sina ställen tunnare skikt av sand. Torven underlagras av sand till ett maximalt provtagningsdjup på 6 m under befintlig markyta.



Figur 7.2. Foto av provgrop 6 med sandskikt, bräd- och barklager samt underliggande sand. Provgropen ligger strax söder om järnvägen, ca 30 m öster om pumpstationen

Jordlagren på udden söder om provtagningspunkt 20 och 25 utgörs överst av 0,5-2,5 m fyllning som innehåller sten grus och sand samt ställvis block och trärester, se figur 7.3. Denna fyllning har



Karin Kockum 040-698 17 30

troligtvis lagts ut på udden under verksamhetstiden för att öka bärigheten. Fyllningen underlagras av torv till ett maximalt provtagningsdjup av 3,0 m. Runt udden, mot omkringliggande vattendrag, finns en enkel strandskoning av sten och block.



Figur 7.3. Foto av provgrop 7 med fyllning av sand grus och sten. Provgropen ligger på udden öster om Bråtabäcken.

Jordlagren väster om Bråtabäcken utgörs överst av 0,3-0,5 m fyllning av sand. Sanden underlagras av 0,2-0,4 m tjockt skikt av brädor, stockar, bark och sågspån. Bräd- och barkskiktet underlagras av sand som i dess övre meter ställvis innehåller lager av gyttja, se figur 7.4. Sanden har identifierats till ett maximalt provtagningsdjup av 6 m under befintlig markyta. Från provtagningspunkt Pg 13 och Pg 14 och söderut identifierades ca 0,3-0,6 m skikt av torv. Torven identifierades mellan bräd och barkskiktet och sanden. Torvens mäktighet bedöms öka ju längre söderut inom detta område man kommer för att i provtagningspunkt 57 vara > 1,8 m.

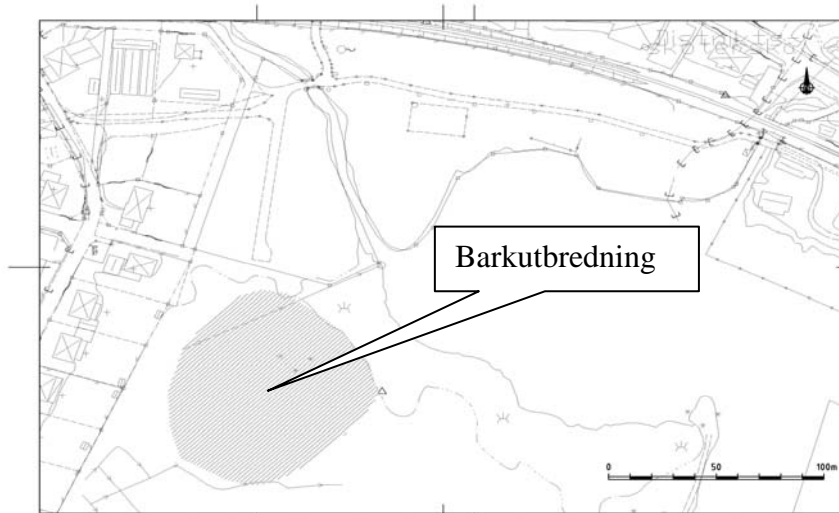


Figur 7.4. Foto av provgrop Pg 11 (väster om Bråtabäcken) med sandskikt, bräd- och barklager samt underliggande sand.



Karin Kockum 040-698 17 30

Inom de norra delarna av fastigheten Hovmantorp 7:1 (provtagningsspunkt 58-66) utgörs jordlagren överst av ca 0,3- 0,5 m bark som underlagras av naturliga torvlager till ett maximalt provtagningsdjup av 3 m under befintlig markyta. Barken inom området kommer från den fd sågverksverksamheten. Barkens utbredning har avgränsats genom provgropsgrävning med minigrävare och dess bedömda utbredning redovisas i figur 7.5.



Figur 7.5. Bedömd utbredning av bark inom norra delen av fastigheten Hovmantorp 7:1.

7.3 Sediment

Sedimenten i Bråtabäckem (S1) utgörs av en brun gyttjig torv till ett maximalt provtagningsdjup av 0,1 m under befintlig botten. Sedimenten var lösa och utan lukt. Vattendjupet i Bråtabäcken är ca 1,2 m.

Sedimenten i sjön Rottnen (S2-S6 och S8-S11) utgörs generellt av en brunsvart gyttja som innehåller växtdelar, se figur 7.6. Sedimenten vid provtagningsspunkt S9 och S10 innehåller även sågspån och sedimenten vid provtagningsspunkt S8 och S11 innehåller även bark. Generellt är sedimenten lösa och uppvisar ingen noterbar lukt. Provtagning av sedimenten inom detta område har utförts ett maximalt provtagningsdjup av 0,15 m under befintlig botten. Vattendjupet i Rottnens nordvästra vik är ca 0,6-2,0 m.

Baserat på utförda sedimentundersökningar går det ej att med säkerhet att bedöma vilka sedimentationsförhållanden (sedimentationshastighet, ackumulations- respektive erosionsförhållanden etc) som råder i viken nära det fd sågverksområdet. Troligen sker en omrörning av sedimenten i strandkanten av vågor och vid båtbyggen av båttaktiviteter. Sjöbotten i den centrala delen av viken, vid provpunkt S5, bedöms vara ackumulationsbotten i och med att vattendjupet där ligger kring 2 meter.



Karin Kockum 040-698 17 30



Figur 7.6. Gyttjiga sediment från Rottnen tagna vid den översiktliga karteringen av bottenförhållanden inför sedimentprovtagningen.

Sedimenten vid Gökaskratts badplats (S7) var av minerogen karaktär dvs brungul sand. Sanden uppvisade ingen lukt och provtagningsdjupet var 0,1 m under befintlig botten. Vattendjupet i sjön Rottnen är vid badplatsen ca 1 m.

7.4 Markinstallationer

Vid platsen där dopningskartet tidigare stått identifierades vid fältarbetet en betongplatta som hade en storlek av ca 4 x 6 m. Betongplattan är ca 0,3 m tjock och överlagras av ca 0,2-0,3 m jord. Plattans läge redovisas översiktligt i figur 6.4.

Inom undersökningsområdet finns markförlagda VA-ledningar, elledningar och teleledningar. VA-ledningarna finns vid GC-porten och pumpstationen samt i gränsen mellan fastigheten Timret 1 och fastigheten Hovmantorp 7:1. Elledningar finns längs befintlig asfalterad GC-väg, pumpstationen samt inom undersökningsområdets östra delar (öster om provtagningspunkt 5 och 6). Teleledningar finns även inom undersökningsområdets östra delar. Längs befintlig järnväg finns Banverkets ledningsstråk.

Rester från äldre husgrunder och fundament har identifierats inom undersökningsområdets östra delar. Betongplatta har identifierats vid provgrop 1 och 2. Betongplattan vid provgrop 1 bedöms härstamma från en mindre byggnadsgrund och plattan vid provgrop 2 bedöms härstamma från en tidigare byggnad.



Karin Kockum 040-698 17 30

8 Yt- och grundvattenförhållanden

8.1 Ytvattenrecipienter

Det aktuella området ligger invid Rottens norra del, i huvudsak mellan de två tillflödena Bråtabäcken och Fibbleån. Sågverket har också nyttjat områden väster/söder om Bråtabäckens utlopp för bl a utfyllnad av bark.

Rotten som ligger i Ronnebyåns avrinningsområde har en total yta av 33 km² och ett medeldjup på 4,5 m. Den totala volymen uppgår alltså till ca 150 milj m³. Sjöns totala tillrinningsområde uppgår vid utloppet till 247 km². Medelvattenföringen från sjön ligger på ca 2 m³/s vilket innebär att den teoretiska omsättningstiden för vattnet är knappa 2,5 år. Rotten är reglerad med en maximal amplitud på ca 1 m, mellan +148,23 och +149,18 m.

Inom den norra delen av sjön, där Hovmantorp ligger, styrs vattenomsättningen till stor del av de två ovan nämnda tillflödena Bråtabäcken och Fibbleån med avrinningsområden på ca 20 respektive ca 70 km². Värdena för medelvattenföring i dessa tillflöden ligger på 0,14 resp 0,53 m³/s. Med hänsyn till att den del av Rotten som utgörs av "Hovmantorpsviken" (delen norr om Ormeshaga/Ryttarenäset) är relativt liten, jämfört med sjöns totala yta/volym, kan man anta att omsättningen där är snabbare än i sjön som helhet.

Rottens vatten som tidigare varit kraftigt försurningspåverkat håller idag (vid intaget till vattenverket) normalt ett pH i intervallet 6,5 – 7 och en alkalinitet på närmare 10 mg/l. Vattnet håller normalt ett färgvärde under 50 och en organisk halt (mätt som COD) i intervallet 5-10 mg/l (alltså relativt lågt för ett ytvatten). Näringsbelastningen är låg.

Kommunala dagvattenutsläpp sker vid Bråtabäckens och Fibbleåns mynningar i Rotten.

8.2 Ytvattentäkt och privata brunnar

Det fd sågverksområdet ligger inom yttre skyddszon för det ytvattenuttag som görs till Hovmantorps vattentäkt. Skyddsområdet och skyddsföreskrifter för ytvattentäkten är fastställt i beslut av Länsstyrelsen i Kronobergs län (07FS 1997:41). Intagsledningen som tar vatten på ca 2 m djup ligger ca 2 km söder om det fd sågverksområdet.

Vattenuttaget från Rotten till vattenverket uppgår till ca 8 l/s i medeltal. Vattnet fälls och filtreras i kontinuerliga filter samt alkaliserar innan det infiltreras i en grusavlagring intill Hacksjön, där vattenverket är beläget. Totalt vattenuttag från brunnarna i vattenverksområdet uppgår till ca 12 l/s vilket innebär att det konstgjorda grundvattnet svarar för ca 70 % av den totala vattenproduktionen.

Infiltrationsbassänger och uttagsbrunnar ligger relativt nära varandra och vattnets uppehållstid i marken har, av vattenverkets personal, tidigare bedömts understiga en vecka. Den omättade zonen under infiltrationsbassängerna är mycket liten eller i det närmaste obefintlig.



Karin Kockum 040-698 17 30

Yt- och grundvattentillrinningen till den del av Rottnen där uttaget till vattenverket görs ("Hovmantorpsviken") bedöms, inklusive de två större tillflödena, uppgå till knappt 700 l/s. Den grundvattenbildning och det utläckage som, enligt nedanstående resonemang och bilaga 3, sker från det fd sågverksområdet uppgår till ungefär 0,5 l/s. Med hänsyn till avståndet och turbulensen från åarna kan man anta att, i stort sett, full omblandning av vattnet skett innan det når vattenverkets intagsledning. Under detta antagande utgör andelen vatten som härrör från sågverksområdet ca 0,7 ‰ av vattnet som tas in till vattenverket för konstgjord infiltration. Efter utspädning med det naturliga grundvattnet sjunker andelen ytterligare och motsvarar ungefär en halv promille i det vatten som produceras vid verket.

Enligt uppgift från Lessebo kommunen är, med eventuellt något enstaka undantag, alla till undersökningsområdets närbelägna fastigheter anslutna till det kommunala dricksvattennätet. Det kan inte uteslutas att det i närområdet kan finnas privata brunnar som används för bevattning och/eller energiutvinning. Några brunnar nedströms, i grundvattenriktningen, från det fd sågverksområdet har dock ej påträffats.

8.3 Grundvattenförhållanden

Grundvattenförhållandena i området har beskrivits med hjälp av en numerisk modell, i vilken resultat från genomförda borrhningar och mätningar lagts in. Resultaten av grundvattenmodelleringen redovisas i sin helhet i bilaga 2. Syftet med att upprätta en grundvattenmodell var bl a att få ett bättre underlag för bedömning av risker för föroreningstransport via grundvattnet från det fd sågverksområdet till den kommunala ytvattentäkten i Rottnen och till eventuella privata brunnar i närområdet.

Osammanhängande isälvsavsättningar förekommer i ett stråk längs Bråtabäcken och vidare ned vid Bråtabäckens utlopp i Rottnen vid Hovmantorp. Huvuddelen av det område som berörs av sågverkets aktiviteter ligger inom nämnda deltaavlagring, endast inom de östligaste delarna saknas sedimentära jordlager.

Av de borrhningar som genomförts framgår att det inom i stort sett hela området finns mer eller mindre tjocka sandskikt med relativt hög hydraulisk konduktivitet. Detta styrks också av de grundvattenobservationer som gjorts vilka visar på högst måttliga gradienter. Huvuddelen av lagermäktigheten ned till berg utgörs dock av material med betydligt lägre vattentransporterande förmåga, såsom torv- och siltlager.

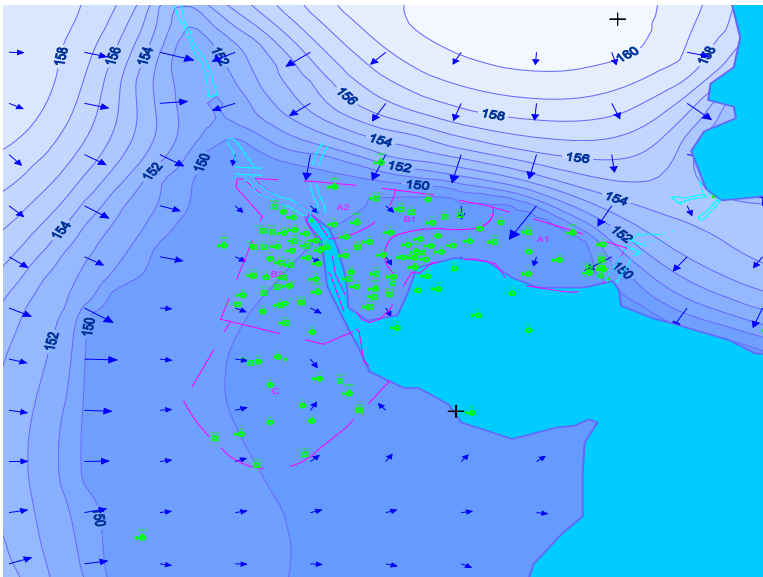
Inom isälvsavlagringen kan man anta att huvuddelen av den tillgängliga nederbörden infiltrerar och bildar grundvatten även om tätare lager av fyllning, silt eller torv överlagrar de mer genomsläppliga lagren. Grundvattenutflöde genom det fd sågverksområdet sker också av vatten som infiltrerat i uppströms liggande moränmarker inom bl a den bebyggda marken i samhället. En numerisk modellering har genomförts för att kvantifiera den grundvattenavrinningen ut mot Rottnen som sker genom de områden som berörs av sågverkets aktiviteter. Enligt dessa beräkningar, se bilaga 2, uppgår avrinningen till ca 0,5 l/s i snitt över året, varav ca 0,2 l/s utgörs av grundvatten bildat inom det fd sågverksområdet.



Karin Kockum 040-698 17 30

Grundvattennivån i området styrs till stor del av Rottens nivåvariationer. Grundvattnet ligger som helhet relativt ytligt i området, mestadels mellan ca 0,4 och 0,7 m under markytan.

Grundvattnets flödesriktningar i området framgår av figur 8.1. Flödesbilden bedöms vara rätt likartad över året eftersom Rottens nivåvariationer, som enligt ovan styr utfödet, är måttliga och normalt, tämligen långsamma. Under den senaste två-årsperioden har Rottnen som lägst legat på +148,5 m och som högst 149,2 m. Under stora delar av sommaren 2006, då föreliggande utredning genomförts, låg nivån normalt kring +148,9 /+149,0 m. Grundvattennivån inom det fd sågverksområdet ligger normalt 5-15 cm över Rottens nivå.



Figur 8.1 Modellberäknad grundvattenströmning i området. Pilarna visar på strömningsriktning och storlek på gradienten.

9 Föroreningssituationen

9.1 Inledning

I detta kapitel redovisas föroreningssituationen för de ämnen som påvisats i anmärkningsvärda halter och en del av övriga analysdata kommenteras. I bilaga 1 framgår placering och benämning av alla provpunkter. Provtagningsplan och sammanställning av samtliga utförda fält- och laboratorieanalyser samt analysprotokoll återfinns i resultatrapporten för huvudstudien (Tyréns 2007-02-09).



Karin Kockum 040-698 17 30

I denna undersökning gjordes provtagning och analyser på jordprover uttagna på halvmetersnivåer. Eftersom jordanalyser från den översiktliga miljötekniska markundersökningen (VBB Viak 2002-11-26) utfördes på samlingsprov på två meter redovisas dessa inte figursammanställningarna nedan, men resultaten kommenteras i texten (se även kap 3).

För att erhålla bakgrundshalter har provtagning och analys av jord- och grundvattenprov utförts i fyra punkter utanför undersökningsområdet; punkt 1, 32, 39 och 67. Punkt 1 ligger ca 120 meter öster om undersökningsområdet, punkt 32 vid biblioteket ca 15 meter norr om järnvägen, punkt 39 sydväst om handelsträdgården och punkt 67 är belägen ca 100 meter söder om barkutfyllnadsområdet, vid campingens tennisbana.

Jämförelser görs med uppmätta bakgrundshalter, Naturvårdverkets generella riktvärden för jord (NV rapport 4638 och 4889) samt andra tillämpliga rikt-, gräns och jämförelsevärden.

9.2 Beskrivning av föroreningar

Följande ämnen har påvisats i förhöjda till höga halter i analyserade medier (jord, sediment eller grundvatten) i ett flertal prov/punkter eller i mycket höga halter i enstaka prov:

- Koppar
- Dioxiner
- PAH
- Bly

Därutöver har förhöjda halter av pentaklorfenol, klorfenoler, alifater >C16-C35 och kadmium, uppmätts i enstaka jord- och grundvattenprov.

Nedan ges en kort beskrivning av de dominerande ämnen som påträffats inom fd Widerströms Trä.

9.2.1 Dioxiner

Dioxiner är en grupp ämnen som är svåra att bryta ner och är spridda i vår omgivning. Vid tillverkning av klorfenolpreparat bildas klorerade dioxiner och dibensofuraner i olika grad. "Dioxiner" används ofta som ett samlingsnamn för 210 olika klorerade ämnen (kongener) som liknar varandra i struktur och förekomst. Bara ett mindre antal av dessa kongener brukar återfinnas i biologiskt material och räknas till de mest toxiska. De 17 som bedöms vara de mest toxiska kongenerna liknar varandra genom att de alla är klorerade i 2,3,7,8-positionerna och dessa analyseras rutinmässigt.

Människor får främst i sig dioxiner via maten. Nästan hela den dos som människor antas tåla utan att negativa effekter uppstår (tolerabelt dagligt intag, TDI) beräknas vi nås av via vår mat. Riktvärdena för förorenade områden justeras för denna belastning. Det innebär att lägre halter accepteras i jord för att den totala dioxinbelastningen inte ska riskera människors hälsa, se kapitel 10. Inverkan av dioxiner är bred då dioxiner kan påverka många olika system i kroppen. Viktminskning, immunologiska effekter och störningar på reproduktionen är några konstaterade effekter (Safe 1990).



Karin Kockum 040-698 17 30

Dioxiner är mycket svåra att lösa i vatten och adsorberar hårt till partiklar. Rörligheten och spridningsbenägenheten av dioxiner i mark är därför låg, även om den skiljer sig mellan olika dioxiner. En större andel organiskt kol minskar generellt rörligheten av dioxiner. När dioxiner väl har nått vatten kan de koncentreras i t ex fet fisk.

9.2.2 Klorfenoler

Klorfenoler har använts och används fortfarande i delar av världen för att skydda trä mot röta på grund av klorfenolers effekter på mikroorganismer. Pentaklorfenol kan vid hög exponering påverka människors andning, blodtryck och hjärtfunktion. Hud, ögon och slemhinnor kan irriteras. Ju fler kloratomer en klorfenol har, ju mindre lösligt är ämnet i vatten. Vid höga pH är lösligheten i vatten större än vid låga pH. Klorfenolernas toxiska egenskaper är därför pH-beroende. Det är också rörligheten i mark, högre pH ökar förutsättningarna för klorfenoler att spridas i mark och vatten. Klorfenoler har en karakteristisk lukt och smak som kan uppfattas innan ämnen blir skadliga för hälsan.

9.2.3 Koppar

Koppar har ingått i träskyddsmedel t ex kopparvitriol (dvs kopparsulfat), men även i kombination med tetraklorfenol i kp-cuprinol. Koppar är en essentiell metall och organismer behöver små mängder för att fungera. Stor exponering för koppar kan dock ge upphov till negativa effekter på framförallt bakterier. Generellt är lägre stående organismer mindre tåliga mot koppar än högre, och människor brukar tolerera koppar bra. Höga kopparhalter i dricksvatten kan ge upphov till diarré, kräkningar, illamående och magont.

9.2.4 PAH

PAH (polycykliska aromatiska kolväten) bildas vid bland annat vid ofullständig förbränning såsom i motorer och skogsbränder. PAH finns därför ibland annat spillojor men har också ingått i medel för att skydda trä mot angrepp, t ex kreosot. En del PAH är påtagligt cancerogena (benso(a)pyren), andra kan ha en bedövande inverkan på organismer såsom maskar (fenantren). De 16 PAH som ofta analyseras delas ibland in i två grupper, summa cancerogena PAH respektive summa övriga PAH.

Vattenlösligheten och därmed rörligheten varierar stort mellan de olika aromaterna. Adsorptionen till organsikt kol är generellt hög och rörligheten liten, det gäller framförallt de cancerogena PAH-föreningarna.

9.2.5 Bly

Bly kan skada nervsystemet och påverka blodbildningen i kroppen. Små barn är betydligt känsligare för bly än vuxna människor. Bly fanns tidigare i bensin. Fortfarande förekommer bly i de flesta livsmedel i låga halter.



Karin Kockum 040-698 17 30

Bly binder starkt till organiskt material, vilket minskar rörligheten av bly i mark till vatten. Vid mycket höga halter av humus kan dock rörligheten öka.

9.3 Påträffade föroreningar i mark

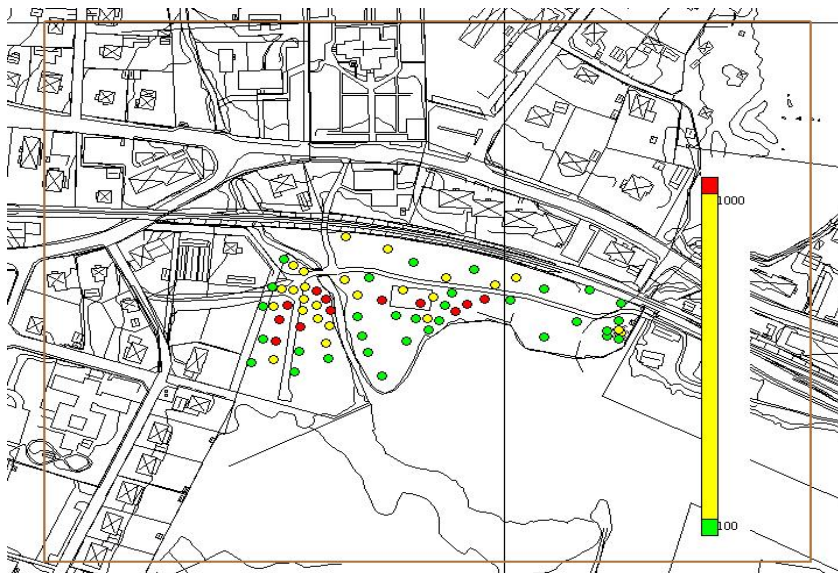
9.3.1 Koppar

Bakgrundshalter och generella riktvärden

Uppmätta bakgrundhalter för koppar i tre jordprov varierar mellan 0,98 och 27 mg/kg TS med den högsta halten i punkt 32 (norr om järnvägen). Naturvårdsverkets generella kopparriktvärde för jord avseende känslig och mindre känslig markanvändning ligger på 100 respektive 200 mg/kg TS.

XRF-mätningar

Fältmätningar av metaller har totalt utförts på 341 jordprov med ett XRF-instrument. I figur 9.1 redovisas högsta uppmätta kopparhalt i jord i respektive provpunkt. Resultaten visar på höga halter av koppar i ett flertal punkter i den västra delen av undersökningsområdet, vid och omkring den troliga platsen där kopparimpregneringen utfördes samt inom ett område i den centrala delen, vid och norr om den fd platsen för doppningskaret. Inom övriga delar av undersökningsområdet indikerar XRF-resultaten på låga kopparhalter i jord.



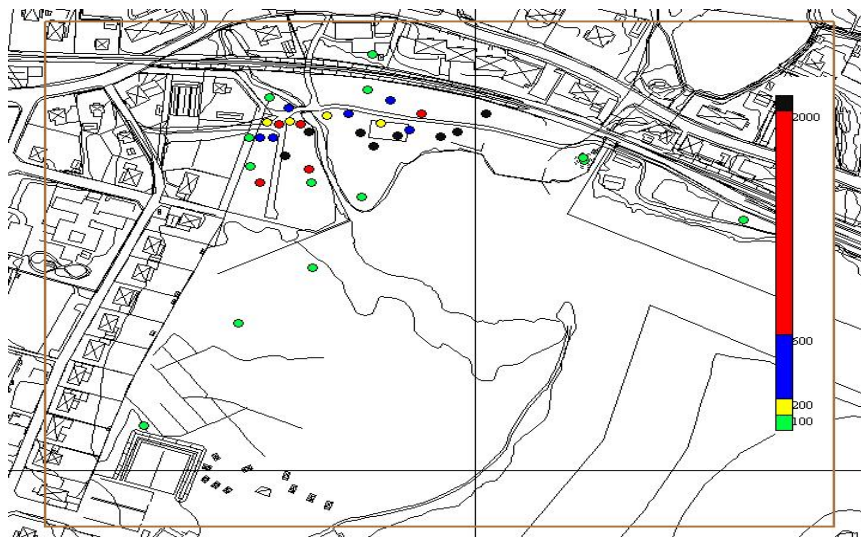
Figur 9.1. Resultat av fältmätningar (XRF) av kopparhalter i jord. I respektive provpunkt redovisas den högst uppmätta halten. Punkter som är grön-, gul och rödmarkerade visar uppmätta halter som underskrider 100 mg/kg, ligger mellan 100 och 1 000 mg/kg och halter som överskrider 1 000 mg/kg.

Karin Kockum 040-698 17 30

Laboratorieanalyser

Totalt har 44 st kopparanalyser utförts på jordprov. Resultaten, som redovisas i figur 9.2, visar att kopparhalten i flera jordprov har mycket höga halter som ligger markant över Naturvårdsverkets generella riktvärden för känslig och mindre känslig markanvändning. De halter som överskrider 2 000 mg/kg TS uppmättes i huvudsak inom ett område mellan platsen för det fd dopningskaret och järnvägen och halterna varierar i dessa punkter mellan ca 2 500 och 7 500 mg/kg TS. I provpunkt Pg 12, som ligger i närheten av den troliga fd platsen stolpimpregnering, uppmättes den högsta halten på 10 900 mg/kg TS och i punkt 42 inom samma område ligger halten på 2 430 mg/kg TS. Samtliga av dessa höga kopparhalter uppmättes i jordlager på nivån mellan ca 0,5 och 1,5 meter under markytan.

Inga kopparanalyser utfördes i den översiktliga miljötekniska markundersökningen.



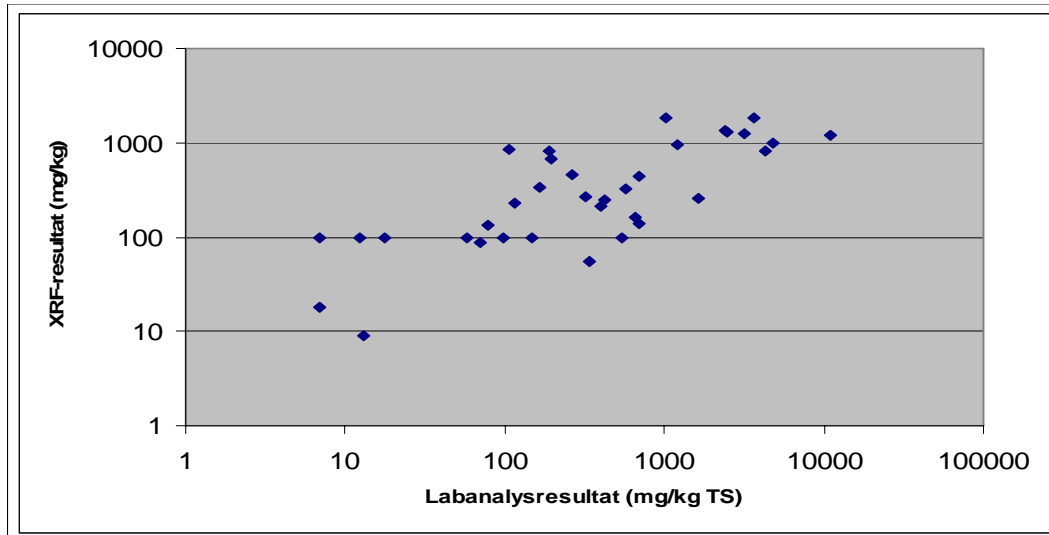
Figur 9.2. Resultat av laboratorieanalyser för koppar i jord. I respektive provpunkt redovisas den högst uppmätta halten. Punkter som är grön-, gul, blå, röd och svartmarkerade visar uppmätta kopparhalter som underskrider 100, ligger mellan 100 och 200, mellan 200 och 600, mellan 600 och 2000 samt överskrider 2000 mg/kg TS.

Jämförelse mellan XRF och laboratorieanalyser

I figur 9.3 görs en jämförelse mellan uppmätta kopparhalter vid XRF-mätning med laboratorieanalyshalter i jordprov. Jämförelsen visar att haltnivåerna inte har en tydlig överensstämmelse mellan de två mät-/analysmetoderna. Detta kan bero på att många jordprover innehåller mycket organiskt material, som i många fall kan störa XRF-instrumentets mät noggrannhet. Däremot visar resultaten med några få undantag att en låg respektive hög ”XRF-halt” har en låg respektive hög laboratorieanalyshalt. Detta gör att XRF-mättningsresultat bedöms vara användbara för avgränsning av kopparförorenad jord, men att det för att säkerställa haltnivåer krävs laboratorieanalyser.



Karin Kockum 040-698 17 30



Figur 9.3 Jämförelse mellan uppmätta kopparhalter i jord med XRF- instrument och laboratorieanalyser. XRF- värden under instrumentets detektionsgräns har ansatts till 100 mg/kg.

9.3.2 Dioxiner

Bakgrundshalter och generella riktvärden

Påvisade dioxinhalter i jordprov från referenspunkterna 1 och 67 ligger på 0,36 respektive 0,046 ng /kg TS i TEQ (toxiska ekvivalenter). Naturvårdsverkets generella riktvärden för jord för dioxiner är 10 ng TEQ/kg TS för känslig markanvändning och 250 ng TEQ/kg TS för mindre känslig markanvändning.

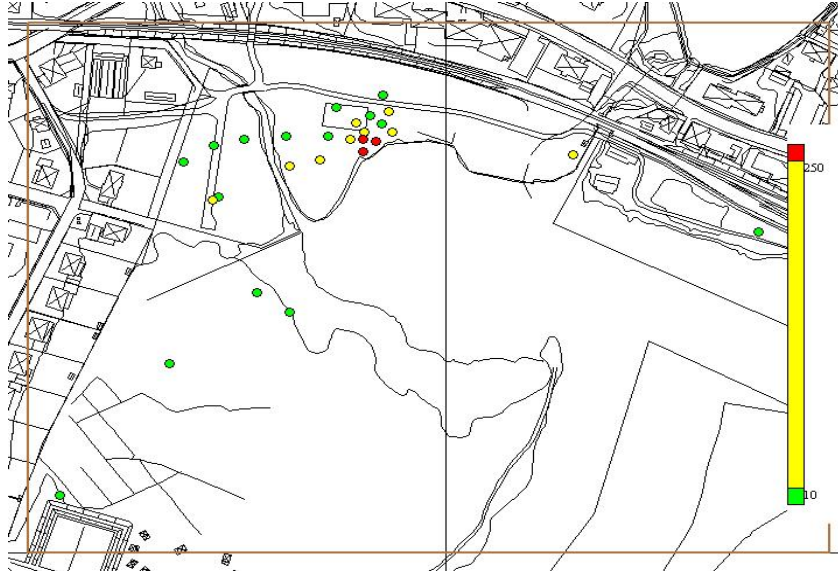
Laboratorieanalyser

Utöver de två jordproven för bakgrundshalter utfördes totalt 30 st dioxinanalyser på jordprov inom undersökningsområdet. I figur 9.4 redovisas den högst uppmätta halten av dioxiner i respektive provpunkt. I punkterna 12, 15, 17, 19 och 68 analyserades dioxiner på flera nivåer och dessa resultat redovisas i tabell 9.1.

Kring dopningskaret påvisades halter som överskrider Naturvårdsverkets generella riktvärde för mindre känslig markanvändning i tre jordprov. Den högsta halten, 2 800 ng TEQ/kg TS , uppmättes i ytligt jordlager (0-0,5 m u my) i punkt 14 medan de övriga två värdena ligger på 260 (ytligt samlingsprov från punkt 68 och 15) och 320 (punkt 68 0,5-1 m u my) ng TEQ/kg TS.



Karin Kockum 040-698 17 30



Figur 9.4 Uppmätta dioxinhalter i jord. I respektive provpunkt redovisas den högst uppmätta halten. Grön-, gul- och rödmarkerade punkter visar dioxinhalter under 10, mellan 10 och 250 respektive över 250 ng TEQ/kg TS.

Dioxinhalter som ligger mellan 10 och 250 ng TEQ/kg TS varierar mellan 13 och 140 ng TEQ/kg TS med ett medianvärde på 41 ng TEQ/kg TS (n=11). Dessa halter uppmättes främst i ytliga jordlager vid det fd doppningskaret och inom de fd virkesupplagsområdena.

Tabell 9.1. Dioxinhalter i jord i punkter där mer än en analys utförts.

Provpunkt	Provtagnings-nivå m u my	Dioxinhalt ng TEQ/kg TS
12	0-0,5	140
12	1,1-1,5	5,4
15+68*	0-0,5	260
15	1-1,5	38
68	0,5-1	320
68	1,5-2	13
17	0-0,5	2,1
17	1-1,5	0,74
19	0-0,5	9,1
19	0,5-1	42

*samlingsprov

I den översiktliga miljötekniska markundersökningen utfördes en dioxinanalys på ett jordprov från en provpunkt nära platsen för det fd doppningskaret och halten i detta prov uppgick till 483 ng TEQ/kg TS.



Karin Kockum 040-698 17 30

9.3.3 PAH och bly

Bakgrundshalter och generella riktvärden

Uppmätta bakgrundshalter i jord ligger mellan 5,5 och 17 mg/kg TS för bly och under rapporteringsgränserna för både summa cancerogena PAH (<0,3 mg/kg TS) samt summa övriga PAH (<0,4 mg/kg TS).

Naturvårdsverkets generella riktvärdena för bly i jord ligger på 80 mg/kg TS för känslig markanvändning och på 300 mg/kg TS för mindre känslig markanvändning.

De generella jordriktvärdena för känslig markanvändning uppgår till 0,3 mg/kg TS för cancerogena PAH och till 20 mg/kg TS för övriga PAH och riktvärdena för mindre känslig markanvändning ligger på 7 (cancerogena PAH) och 40 (övriga PAH) mg/kg TS.

Laboratorieanalyser

I tre jordprov på nivån 0,2-1 meter under markytan i tre provpunkter (punkt 3, Pg 26 och Pg 28) i den östra delen av undersökningsområdet påvisades höga halter av PAH och/eller bly. Halterna av cancerogena PAH uppmättes till 50 samt 89 mg/kg TS och övriga PAH till 110 och 140 mg/kg TS. Blyhalterna i två jordprov uppgick till 2 650 respektive 229 mg/kg TS.

Cancerogena PAH påvisades i fyra jordprov vid det fd doppningskaret (punkt 16 och 68) samt i den östra delen (punkt 2 och 5) i halter som överskrider det generella riktvärdet för känslig markanvändning på 0,3 mg/kg TS. Haltnivåerna av cancerogena PAH i dessa jordprov varierar mellan 1,2 och 1,6 mg/kg TS. I den översiktliga undersökningen uppmättes en halt av cancerogena PAH på 3,1 mg/kg TS vid det fd doppningskaret.

9.3.4 Övrigt

Av 39 st analyserade jordprov med avseende på pentaklorfenol och summa klorfenoler påvisades pentaklorfenol i sex prov och klorfenol i ett prov i halter som överskrider Naturvårdsverkets generella riktvärden för känslig markanvändning (0,1 mg/kg TS för pentaklorfenol och 2 mg/kg TS för summa klorfenoler). Uppmätta pentaklorhalter ligger i nivå med riktvärdet i två prov (0,11 mg/kg TS), kring 0,3 mg/kg TS i tre prov och den högsta halten uppgick till 2,9 mg/kg TS i jordprov från punkt 14, som även innehåller en halt av summa klorfenoler på 3,4 mg/kg TS. De generella riktvärdena i jord för mindre känslig markanvändning är för pentaklorfenol 5 mg/kg TS och för summa klorfenol 10 mg/kg TS.

I den översiktliga undersökning och i den nu utförda undersökningen påvisades halter av alifater >C16-C35 i enstaka jordprov med en maxhalt på 160 mg/kg TS, vilket jämföras med det föreslagna riktvärdet för bensinstationer för känslig markanvändning på 100 mg/kg TS och mindre känslig markanvändning på 1 000 mg/kg TS.



Karin Kockum 040-698 17 30

I fyra jordprov varav två inom barkutfyllnadsområdet (punkt 58 och 65), ett i en referenspunkt (punkt 32) och ett i punkt Pg 12 uppmättes kadmiumhalter mellan 0,6 och 1,4 mg/kg TS, vilka överskrider NVs generella riktvärde för känslig markanvändning på 0,4 mg/kg TS men ligger under riktvärdet för mindre känslig markanvändning på 12 mg/kg TS.

9.4 Påträffade föroreningar i sediment

9.4.1 Jämförvärden

För sediment finns inga generella riktvärden. Sedimentprovtagning utfördes i 11 punkter och dess lägen framgår av figur 9.5. Då föroreningar i sediment kan spridas relativt långt och det för vissa ämnen t ex koppar kan finnas flera utsläppskällor (dagvattenutsläpp, båtfärg etc) kan ingen av provpunkterna med säkerhet betraktas som en punkt för bakgrundshalter. Vid tidigare sedimentprovtagning 2002 (ALcontrol Laboratories 2000-2004) uppmättes en kopparhalt på 36 (0-2 cm) och 51 (8-10 cm) mg/kg TS i en punkt ca 1 km söder om Rottens norra strand. Jämförelse med avseende på koppar görs bl a med Naturvårdsverket effektbaserade jämförvärden (NV rapport 4918).

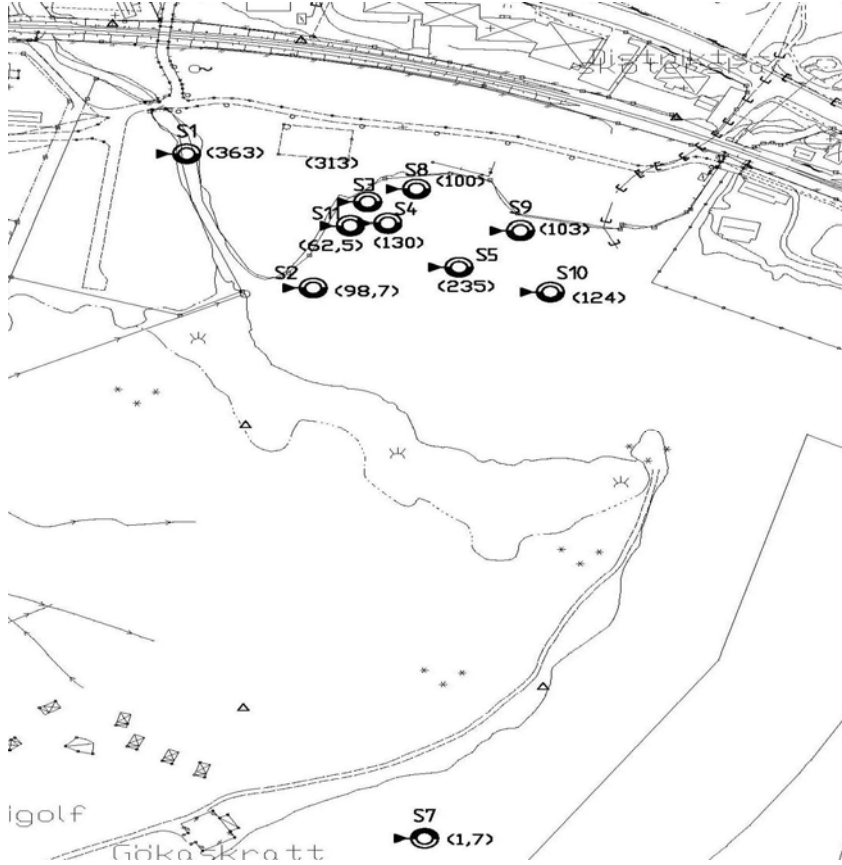
För dioxiner kan jämförelser göras med en sammanställning av sediment i svenska sjöar och vattendrag (66 st prov). I denna sammanställning är medianhalten 21 ng TEQ/kg TS och haltvariationen ligger för 5%- och 95%-percentilen mellan 1,4 och 76 ng TEQ/kg TS (från Kemakta AR 2001-18). Uppmätta dioxinhalter i insjösediment från norra Finland ligger mellan 1,2 och 11 ng TEQ/kg TS (Vartianen et al 1997).

9.4.2 Koppar

I figur 9.5 redovisas den högst uppmätta kopparhalten i respektive sedimentpunkt. De högsta kopparhalterna (363, 313 och 235 mg/kg TS) uppmättes i "djupare" sedimentlager (5-10 respektive 2-5 cm) i Bråtebäcken (punkt S1) och strax söder om det fd dopningskaret (punkt S3 och S5). I ytligare sediment i punkt S1 och S3 var kopparhalten lägre, se tabell 9.2. Övriga kopparhalter i sedimenten ligger under NVs jämförvärde för "ingen eller liten påverkan av punktkälla" på <140 mg/kg TS.



Karin Kockum 040-698 17 30



Figur 9.5. Uppmätta kopparhalter i sediment. Vid respektive provpunkt anges den högst uppmätta halten inom parantes i mg/kg TS.

Tabell 9.2. Kopparhalter i sediment i punkter där fler analyser utförts.

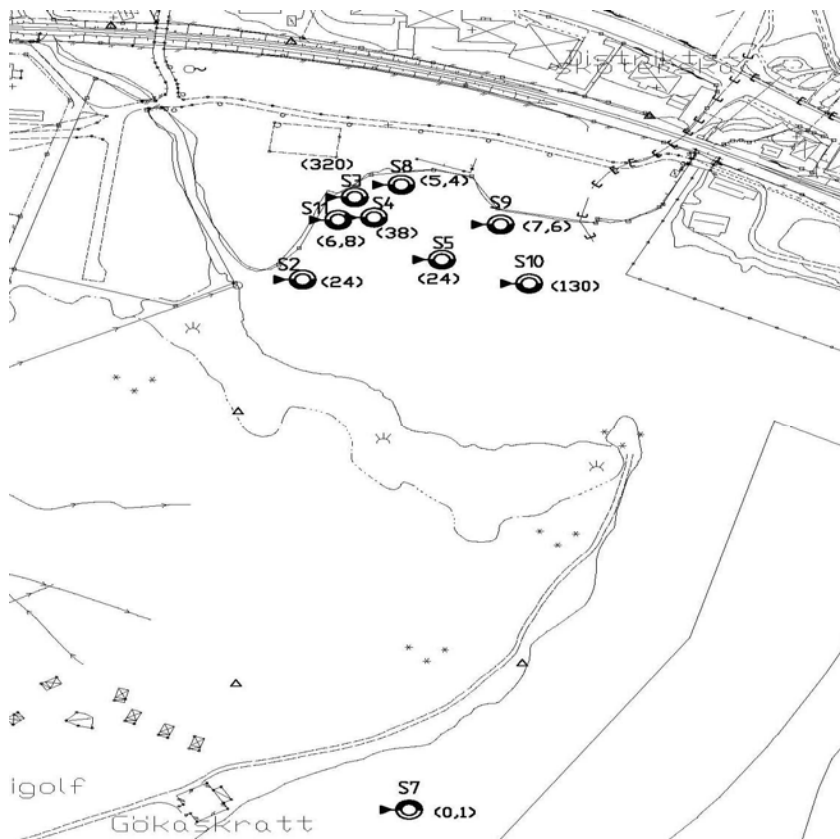
Punkt	Djup (cm under botten)	Kopparhalt (mg/kg TS)
S1	0-5	51
S1	5-10	363
S2	0-2	69
S2	2-9	99
S3	0-2	221
S3	2-5	313
S4	0-2	130
S4	7-12	7,5



Karin Kockum 040-698 17 30

9.4.3 Dioxiner

I figur 9.6 framgår uppmätta halter av dioxin i sediment. Av totalt 9 utförda dioxinanalyser i sedimentprov uppmättes de högsta halterna (320 och 130 ng TEQ/kg TS) i punkt S3 (0-2 cm), som ligger strax söder om platsen där doppningskaret var placerad och i punkt S10 (0-5 cm) i närheten av båtbyggn. I sedimentlagret på nivån 2-5 cm i punkt S3 uppgick dioxinhalten till 3,4 ng TEQ/kg TS. Övriga påvisade dioxinhalter i sediment ligger mellan 6,8 och 38 ng TEQ/kg TS.



Figur 9.6. Uppmätta dioxinhalter i sediment. Vid respektive provpunkt anges den högst uppmätta halten inom parantes i ng TEQ/kg TS.

9.4.4 Övrigt

I provpunkt S7, som ligger vid badbryggan inom Gökaskratts campingområde, detekterades inga dioxinhalter och kopparhalten uppgick till 1,66 mg/kg TS. Det bör påpekas att sedimenten i denna punkt består av sand, medan övriga sedimentprov i huvudsak utgörs av organiska sedimentjordarter med bark- och spånrester.

Övriga laboratorieanalyserade ämnen i sedimentproven är ej anmärkningsvärda.



Karin Kockum 040-698 17 30

9.5 Uppmätta halter i grundvatten

9.5.1 Fysikaliska parametrar och DOC

I tabell 9.3 har resultaten av utförda fältmätningar med avseende på pH, temperatur och konduktivitet samt halt löst organiskt kol (DOC) i samtliga 13 uttagna grundvattenprov (inklusive referenspunkter) sammanställts.

Tabell 9.3. Resultat av fältmätningar av pH, temperatur och konduktivitet samt DOC-halter i grundvattenprov.

Punkt	pH	Temp oC	Konduktivitet mS/m	DOC mg/l
1GW*	6,4	13,0	10,4	8,1
32GW*	5,8	12,0	75,5	16
39GW*	6,4	10,9	26,4	-
67GW*	6,1	11,6	16,9	5,9
3GW	6,2	12,0	20,8	13
15GW	6,0	10,3	42,9	32
16GW	6,0	12,4	46,6	66
23GW	5,9	12,5	58,6	63
33GW	6,1	10,7	39,9	-
36GW	6,3	11,1	26,9	21
43GW	6,2	10,0	18,1	1,7
52GW	6,3	10,3	23,4	7
59GW	5,2	11,6	14,0	125

* referenspunkter

Grundvattnet i punkt 59GW, som ligger i den östra delen av barkutfyllnadsområdet, har jämfört med övriga grundvattenprov ett lägre pH-och konduktivitetvärde samt en mycket högre halt av löst organiskt kol. Det högsta konduktivitetvärdet, 76 mS/m, uppmättes i en referenspunkt som ligger strax norr om järnvägen (punkt 33GW). De högsta konduktivitetvärdena och DOC- halterna inom undersökningsområdet (utom punkt 59GW) påvisades i den centrala delen, medan dessa värden är tydligt lägre väster om Bråtabäcken (punkt 43GW och 52GW). pH- värdena i grundvattnet är likartade mellan undersökningsområdet (utom punkt 59GW) och i referenspunkter, mellan 5,9 och 6,3 inom området och mellan 5,8 och 6,4 i referenspunkter.

9.5.2 Laboratorieanalyser

I tabell 9.4 har resultat av grundvattenanalyser för flertalet av de ämnen som påvisats i jordlagren sammanställts tillsammans med gräns- och riktvärden för dricksvatten.



Karin Kockum 040-698 17 30

Tabell 9.4. Haltintervall i grundvatten för referenspunkter och i grundvattenprov inom undersökningsområdet samt gräns- och riktvärden för dricksvatten.. Halter i µg/l.

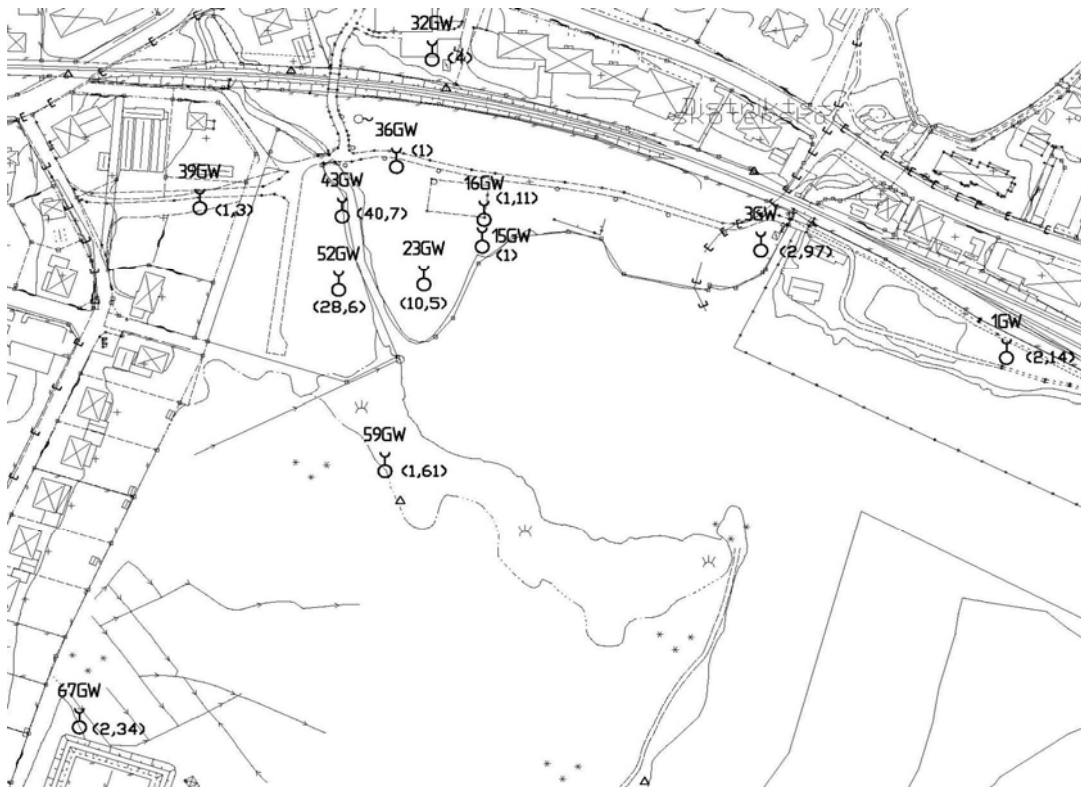
Ämne	Bakgrundshalt-intervall	Haltintervall inom undersökningsområdet	Gräns- och riktvärden för dricksvatten
Koppar	1,3-4,0	<1-41	2000*
Bly	0,22-1,59	<0,2-7,9	10*
Alifater >C16-C35	<10	<10-36	100**
PAH _{canc}	<0,2	<0,2	0,1**
PAH _{övriga}	<0,2	<0,2	4**
Pentaklorfenol	<0,1	<0,1- <0,2	***
Summa klorfenol utom pentaklorfenol	<1,0	<1-3,1	***

*SLV 2001:30

** Kemakta AR 2005-31 avseende dricksvatten

*** för dessa ämnen finns inga svenska gränsvärden för dricksvatten, men för enskilt bekämpningsmedel är gränsvärdet 0,1 µg/l och för totalhalt 0,5 µg/l. WHO:s preliminära gränsvärde för pentaklorfenol är 9 µg/l.

Haltnivåerna för de ämnen som påträffats i jordlagren ligger för flertalet av grundvattenproven i nivå med eller under bakgrundshalterna och/eller rikt- och gränsvärden för dricksvatten. Som framgår av figur 9.7 varierar kopparhalterna i grundvattnet inom området med den högsta halterna, 41 respektive 29 µg/l, i den västra delen av undersökningsområdet (punkt 43GW och 52GW).

**Figur 9.7.** Uppmätta kopparhalter i grundvatten, angivna inom parentes i µg/l i figuren.



Karin Kockum 040-698 17 30

Klorfenoler detekterades (3,1 µg/l) i grundvattnet endast i en punkt, vid det fd doppningskaret (punkt 16GW). Uppmätt halt överskrider Livsmedelsverkets gränsvärde för dricksvatten för enskilt bekämpningsmedel (0,1 µg/l) och gränsvärdet för totalhalt (0,5 µg/l), men ligger under WHO:s preliminära gränsvärde (9 µg/l). I detta grundvattenprov uppmättes även en halt av alifater > C16-C35 på 21 µg/l. Inom det fd timmer- och virkesupplaget på udden (punkt 23GW) påvisades en halt av alifater >C16-C35 på 36 µg/l.

Dioxinanalyser utfördes i två grundvattenprov från rör 15GW och 16GW, vilka är placerade vid och nära området där doppningskaret tidigare var placerat. Halterna i dessa två prov uppgick till 0,0029 respektive 0,00022 ng TEQ/l, vilket kan jämföras med USAs gränsvärde för dricksvatten på 0,3 ng TEQ/l (USEPA 2006).

På fyra grundvattenprov (punkt 33GW, 39GW, 23GW och 52GW) utfördes screeninganalys med avseende på ett 70-tal bekämpningsmedelrester. I samtliga prov detekterades endast DEET i halter kring 0,2 µg/l i tre prov samt 7,2 µg/l i grundvattenprov från rör 33GW, som ligger strax söder om järnvägen. I detta rör 33GW ligger halten över och i övriga punkter i nivå med Livsmedelsverkets gränsvärden för dricksvatten på 0,1 µg/l för enskilt bekämpningsmedel. DEET är ett bekämpningsmedel mot insekter och kan inte direkt kopplas till den tidigare verksamheten inom området.

9.6 Föroreningsutbredning och föroreningskällor

9.6.1 Föroreningsutbredning

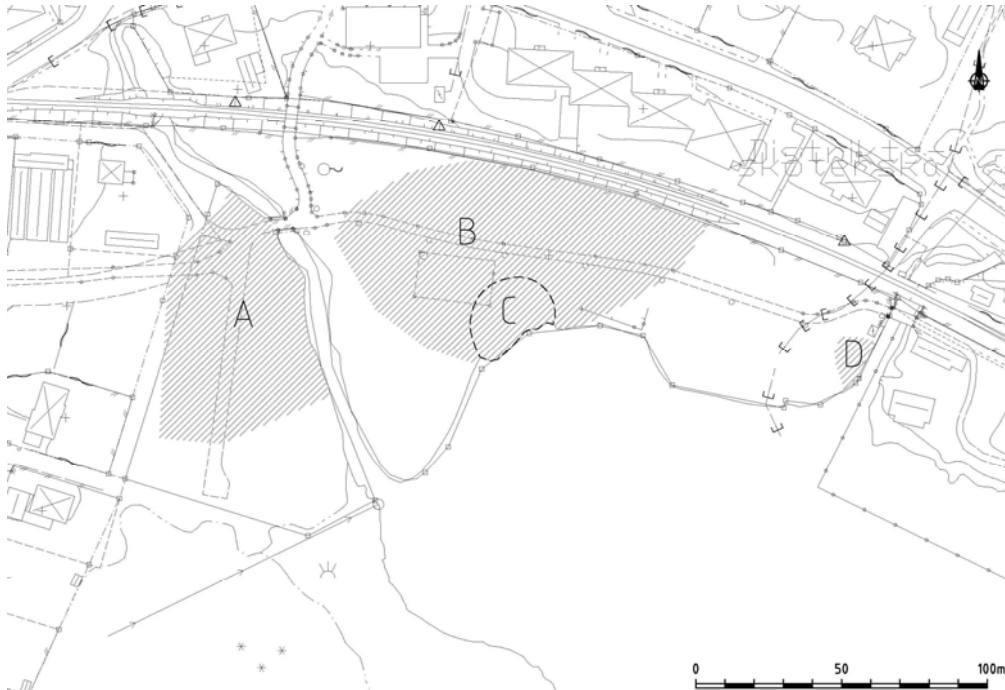
I figur 9.8 framgår markområden som baserat på undersökningsresultaten bedöms vara förorenade inom undersökningsområdet. Beroende på lägen och förorenande ämnen kan de förorenade markområdena indelas i fyra delområden:

- A Kopparförorenat markområde
- B Kopparförorenat markområde
- C Markområde förorenat av främst dioxiner samt till mindre del av koppar och klorfenoler
- D Markområde förorenat av PAH och bly

Inom övriga delområden har främst dioxiner påvisats i förhöjda halter i enstaka jordprov i huvudsak inom de fd virkesupplagsområdena, men bedöms ej vara sammanhängande förorenade områden.



Karin Kockum 040-698 17 30



Figur 9.8. Bedömd föroreningsutbredning i jord inom olika delområden A-D.

I tabell 9.5 redovisas bedömd medelmäktighet för förorenade jordlager och dess nivå i djupled för respektive delområde.

Tabell 9.5. Bedömd medelmäktighet och djup för förorenade jordlager inom respektive delområde

Förorenat delområde	Medelmäktighet på förorenat jordlager (m)	Djup för förorenat jordlager (m u my)
A	ca 1	0,4-2*
B	ca 0,8	0,4-1,5
C	ca 0,7	0-1
D	ca 0,7	0,2- 1

* mindre område i nordvästra delen vid punkt 38 är förorenat från markytan

Det dioxinförorenade området (delområde C) är förorenat från markytan medan överytan på förorenade jordlager inom de övriga delområdena ligger ca 0,4 meter under markytan.

Påverkan av koppar och dioxin har påvisats i sedimenten närmast det fd sågverket och inom den nordvästra delen av undersökningsområdet påträffades förhöjda kopparhalter i grundvattnet. Eftersom endast enstaka förhöjda till höga föroreningshalter uppmätts i grundvatten och sediment finns ingen tydlig sammanhängande areell föroreningsutbredning för grundvatten och sediment.



Karin Kockum 040-698 17 30

9.6.2 Föroreningskällor

Kopparförorenade markområden (delområde A och B)

Eftersom fd Widerströms Trä inte använde kopparmedel i sin verksamhet härrör sannolikt kopparföroreningen inom delområde A och B från Televerkets stolpimpregneringsverksamhet under 1918-20. Inför fältundersökningen bedömdes att Televerkets fd verksamhetsområde till största del var belägen väster om Bråtabäcken där impregneringsanläggningen troligen var placerad. Eftersom informationen om stolpimpregneringsverksamheten är mycket knapphändig går det inte med säkerhet klarlägga hur delområde B har förorenats. Det är tänkbart att detta område användes för avbarkning och lagring av de kopparimpregnerade stolparna. Det kan inte uteslutas att sågverket, som troligen var verksamt på platsen innan eller samtidigt som Glasmålningsindustrin (1895-1915), kan ha utfört kopparimpregnering.

Dioxinförorenat markområde med mindre förekomst av koppar och klorfenoler (delområde C)

I och med att doppningskaret tidigare var placerat inom delområde C har jorden i detta område med stor säkerhet förorenats av dioxin genom spill/utsläpp vid hanteringen av de klorfenolbaserade doppningsmedlen och av det nydoppade virket. Att pentaklorfenol och andra klorfenoler endast har påvisats i enstaka jordprov (maxhalt på 2,9 respektive 3,4 mg/kg TS) inom detta delområde beror sannolikt på att dessa ämnen har brutits ner biologiskt alternativt via grundvattenflödet sköljt ut i sjön Rotten under de ca 30 år som gått sedan användningen av de klorfenolbaserade doppningsmedlen upphörde. Dioxiner är däremot mycket svårnedbrytbara med hög fastläggningsförmåga på jordpartiklar. Det kan inte uteslutas att det kan finnas koppar inom det förorenade området. Baserat på XRF-resultat bedöms dock kopparhalten i jordmassorna genomsnittligt ligga kring ca 300 mg/kg TS.

PAH- och blyförorenat markområde (delområde D)

Det PAH- och blyförorenade delområdet kan ha förorenats av att restprodukter från den fd glasmålningsindustrin och/eller av slagg samt aska från den fd närliggande fliseldade ångpannan har använts som utfyllnadsmassor.

9.7 Föroreningssituationen inom barkutfyllnadsområdet

Förutom en förhöjd halt av kadmium (1,4 och 0,9 mg/kg TS) i två jordprov och av pentaklorfenol (0,3 mg/kg TS) i ett jordprov har inga anmärkningsvärda halter uppmätts av analyserade ämnen i jord och grundvatten inom barkutfyllnadsområdet, som ligger söder om det fd sågverksområdet. Kadmium har ej påträffats i anmärkningsvärda halter inom det fd sågverksområdet och härrör sannolikt från någon annan föroreningskälla. Doppningen utfördes endast på sågat virke och huvuddelen av barkutfyllnaden utfördes innan (1940-60-talen) doppningsverksamheten påbörjades 1960. Baserat på dessa uppgifter tillsammans med resultaten av utförda laboratorieanalyser och iakttagelser vid fältarbeten bedöms att föroreningsgraden är låg och att en eventuell föroreningsutbredning är begränsad inom barkutfyllnadsområdet.



Karin Kockum 040-698 17 30

10 Fördjupad riskbedömning

10.1 Skyddsobjekt

Människor som vistas inom det tidigare verksamhetsområdet för fd Widerströms Trä samt människor som bor och vistas inom närliggande markområden utgör skyddsobjekt. Människor som badar i sjön Rottnen och underhåller sina båtar ska också skyddas från exponering av föroreningar, liksom människor som använder dricksvatten från den kommunala ytvattentäkten och från eventuella privata brunnar i närområdet.

Skyddsvärdet av markmiljö är relativt måttligt på grund av att inga känsliga arter i området är kända och naturmiljön är förhållandevis vanlig i regionen. Inte heller sjön Rottnen är känd för att hysa speciellt känsliga arter. Även om varken mark- eller ytvattenmiljön är extra skyddsvärda med avseende på organismer, så har organismerna i de här miljöerna ändå ett skyddsvärde. Till exempel är ett fungerande bakteriesamhälle viktigt för nedbrytning av såväl växtdelar som föroreningar.

Sammanfattningsvis finns inom det tidigare verksamhetsområdet för fd Widerströms Trä och närliggande områden följande skyddsobjekt:

- Människor som vistas inom undersökningsområdet och dess närområden
- Den kommunala ytvattentäkten
- Sjön Rottnen (stort fiskeintresse, naturskyddsvärden)
- Organismer och växter i mark, vatten och ytvatten
- Eventuella privata brunnar i närområdet

10.2 Spridningsvägar och spridning

10.2.1 Spridningskällor/källtermer

Marken inom det fd sågverksområdet innehåller stora mängder koppar, troligen till följd av den stolpimpregnering som bedrevs på området. Koppar i marken har och kan transporteras till Rottnens ytvatten, sediment och organismer. Avgränsning av de kopparförorenade områdena har gjorts i kapitel 11 och dessa upptar sammanlagt en yta av ca 7 000 m². Baserat på medianhalter har kopparmängden i marken uppskattats till ca 5,5 ton. Mängden dioxiner, PAH (totalt) och bly i marken är på grund av få analyser mer osäker men uppskattas till ca 0,3, ca 20 respektive ca 100 kg.

10.2.2 Nuvarande spridningsvägar och fastläggning

Föroreningar kan spridas från marken till ytvattnet och sedimenten via grundvattnet (lösta eller på partiklar), via ytavrinning och via de bäckar som löper genom området. De förhöjda uppmätta halterna av koppar och dioxiner i sedimenten och grundvattnet visar på att en föroreningsspridning har skett från det fd sågverksområdet till sjön Rottnen. Spridningen av koppar har sannolikt skett sedan kopparvitriolimpregneringen startade för ca 85 år sedan och dioxinspridningen sedan början på



Karin Kockum 040-698 17 30

1960-talet då doppningsverksamheten påbörjades. Resultaten av utförda kopparanalyser i sedimenten visar att halterna i djupare sedimentlager är högre än i de ytliga i några punkter. Detta kan indikera att kopparbelastningen successivt har minskat med åren. Uppmätta halter av koppar och dioxiner i grundvattnet tyder på att föroreningstransporten via grundvattnet till sedimenten idag är begränsad.

Fastläggning av föroreningar sker också i det organiska jordmaterialet. Att högst halter koppar har hittats i jord med stora inslag av trä och torv kan delvis förklaras med kopparhanteringen. Halterna i grundvattenproverna, högst i de västra delarna av området, pekar däremot mot att koppar är mer rörligt i jord där andelen organiskt material är lägre, se kapitel 9.5. Särskilt dioxiner men även klorfenoler adsorberar hårt till organiskt kol. Då andelen organiskt kol som är löst i grundvattnet är hög i flera punkter (t ex 16GW och 23 GW), kan det dock innebära en något ökad transport av dioxiner från markområdet till sjön. Detta på grund av ökad löslighet av dioxiner i vattnet via det lösta organiska materialet. Uppmätta dioxinhalter i grundvattnet är dock låga.

Även pH i mark och grundvatten kan påverka transport av metaller och av klorfenoler, men inte direkt av dioxiner och PAH. Den uppmätta surhetsgraden, pH, är i alla grundvatten och jordprover över 5. Det innebär att majoriteten av den pentaklorfenol som finns i marken sannolikt förekommer i jonform. Därmed är vattenlösligheten och spridningsbenägenheten högre än om pH hade varit under 5. Övriga klorfenoler blir mer vattenlösliga vid högre pH än 5.

Naturlig nedbrytning kan ske av organiska ämnen som PAH, dioxiner och klorfenoler, men av naturliga skäl inte av grundämnen såsom koppar. Nedbrytningstider i jord varierar mellan ämnen och platser, i ett försök var halveringstiden för pentaklorfenol 14 dagar. Nedbrytning av 11-48 % av den mest toxiska dioxinkongeneten tog ca 1 år i en annan undersökning. Vårt nordliga, kalla klimat kan förlänga nedbrytning ytterligare.

Damning kan också ge upphov av spridning av föroreningar. Denna spridningsväg har liksom övriga spridningsparametrar ingått i exponeringsmodellen som beskrivs i senare kapitel. Damning har bara tagits med för vistelse på området, inte för spridning till t ex ytvatten.

Eftersom sjöytan i Rotten är reglerad bedöms erosionsrisken som liten för de strandnära förorenade markområdena.

10.2.3 Spridning från jord till grundvatten

Högst kopparhalter i grundvatten har påträffats inom det västra kopparförorenade markområdet (delområde A enligt figur 9.8) trots att halterna i jorden är högre i de centrala delen av undersökningsområdet (delområde B). Detta tyder på en högre kopparspridning via grundvattnet i väster jämfört med andra områden. Di- tri- och tretraklorfenoler påvisades i grundvatten från ett grundvattenrör, GW 16 och i jordprov från denna provpunkt var också klorfenolhalterna högst (jämförelse mellan jord från de fyra provtagningspunkterna där klorfenoler analyserats i både vatten och jord). Att klorfenoler påvisats i vattnet behöver därför inte innebära spridning av betydelse inom området.



Karin Kockum 040-698 17 30

För att uppskatta lakbarheten av föroreningar i jord från området har laktester utförts. Laktester utfördes på fyra prover, se tabell 10.1 i form av skaktester (SS-EN 12457-3). Genom att testa jordens lakbarhet kan spridningsbenägenhet från jord till vatten och biotillgänglighet uppskattas. Fördelningskoefficienten Kd har beräknats för respektive ämne och prov utifrån halter i lakvätskan (L) och halter i jord (S). Två fraktioner av lakvätska analyserades, L/S 2 och L/S 10. L/S 2 innebär att volymen vätska var dubbelt så stor som volymen jord. L/S10 innebär att volymen lakvätska är 10 gånger så stor som volymen jord, och pekar mot hur lakningen kan se ut på lång sikt. Enhet för Kd är l/kg.

I tabell 10.1 visas också de fördelningskoefficienter som Naturvårdsverket använder i de generella modellerna för beräkning av riktvärden för förorenade områden (Naturvårdsverket 1997 och 2005). Skillnaden mellan de generellt antagna Kd-värdena och de som uppskattas för en specifik plats ska vara relativt stora för att frånga de förra och använda de senare, uppåt 10 gånger. Sett till hela området, dvs medeltalen av Kd och lägsta Kd-värde, är inga Kd-värden så mycket högre än de generellt antagna Kd-värdena att de bör justeras i beräkningarna av platsspecifika riktvärden, eventuellt med undantag av bly. Sett till respektive delområde kan sägas att lakbarheten av koppar är något lägre i torven där de högsta kopparhalterna har påträffats, inom delområde B. Lakbarheten av bly är relativt låg i alla fyra jordproverna, ca 4-10 gånger högre Kd.

De uppskattade Kd-värdena kan läsas som att koppar adsorberar (förekommer) 1400 gånger mer till (i) jord än vad det är löst i vatten i provpunkt 18.

Tabell 10.1. Laktester av fyra olika jordar. I tabellen har fördelningskoefficienter Kd beräknats utifrån halter i lakvätska (L) och halter i jord (S) vid L/S-kvoten 2. Enhet l/kg. Prov 18 och 27 innehöll torv, prov 41 grå sand och prov 69 fyllning, sand och trärester.

Ämne		Kd (l/kg) i provpunkt				Kd (l/kg)
		18	27	69	41	SNV 4638
As	Arsenik				3200	30
Cd	Kadmium	120	490			30
Co	Kobolt	100	380	850	370	100
Cr	Krom			2600	2900	2000
Cu	Koppar	1400	1700	310	890	500
Ni	Nickel	220	680	730	650	100
Pb	Bly	4700	9800	7000	3800	1000
Zn	Zink	240	300	730	640	100

Fördelning mellan jord och vatten kan även uppskattas utifrån halter av ämne i jord respektive grundvatten, se tabell 10. 2 för organiska ämnen. Fördelningen av dioxiner till vattenfasen är betydligt högre än de teoretiska värdena baserade på fördelning mellan organiskt kol och vatten (ej redovisade här). Dioxiner lösta i vatten är svåra att provta på grund av dess stora adsorption till partiklar. Mest troligt är det allra mesta av dioxinerna i vattenproverna adsorberade till fast material. Andelen löst organiskt kol (DOC) var högt i grundvatten från både GW 15 och GW16, och kan i viss mån ha ökat fördelningen av dioxiner till vattenfasen. Flera av övriga organiska föreningar som detekterats i vatten och jord har dock högre kvoter.



Karin Kockum 040-698 17 30

Förhållandet är alltså det omvända, dvs föroreningarna är mer adsorberade än i teorin. Det stöder resonemanget om att föroreningarna snarare är adsorberade än lösta i vattnet.

Tabell 10.2. Kvoten förening i jord och vatten (l/kg TS) av organiska ämnen. I provpunkt 16 har två jordprover på olika nivåer analyserats.

Ämne	Provpunkt			
	3	15	16	16
3,4-diklorfenol			102	
2,4,5-triklorfenol			26	
2,3,4,6-tetraklorfenol			2167	917
alifater >C16-C35			2714	
Fluoranten	50943			
Pyren	773585			
1,2,3,6,7,8-hexaCDD		12727		
1,2,3,7,8,9-hexaCDD		5938		
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDD		6792	34615	
oktalogdibensodioxin		7143	25000	
2,3,7,8-tetraCDF		1500		
2,3,4,6,7,8-hexaCDF		5185		
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDF		6000	66667	
oktalogdibensofuran		6081	32813	

10.2.4 Spridning från grundvatten till ytvatten

Kopparhalten i avrinnande grundvatten från området bedöms, utifrån genomförda analyser, som mest uppgå till 40 µg/l. Om kopparhalterna i allt grundvatten som avrinner från området skulle uppgå till denna nivå innebär det en årlig uttransport av koppar till sjön Rottnen på ca 0,7 kg.

10.2.5 Framtida spridning från jord till ytvatten om inga åtgärder utförs

Vid lakningen av jordproverna har två fraktioner av lakvätska tagits ut. Kd-värden har uppskattats från båda fraktionerna, L/S2 och L/S10, med liknande resultat. Resultaten tyder därför på att lakbarheten och spridningen inte kommer att förändras mycket i framtiden.

Det finns två sätt att uppskatta mängderna metaller som förs till sjön från markområdet. I det ena fallet utgår man ifrån uppmätta halter i jord, fördelningskoefficienter mellan jord och vatten samt spridningsdata, se nedan. I det andra fallet utgår man istället från halter i vatten samt spridningsdata, se kapitel 8.2. Genom att använda båda sätten att beräkna tillförda metallmängder ges en bättre bild av osäkerheter och intervall.

Enligt beräkningar med riktvärdesmodellen skulle det innebära att ca 16 kg koppar förs till Rottnen från det fd sågverksområdet varje år. Det skulle i sin tur innebära halter motsvarande mindre allvarligt



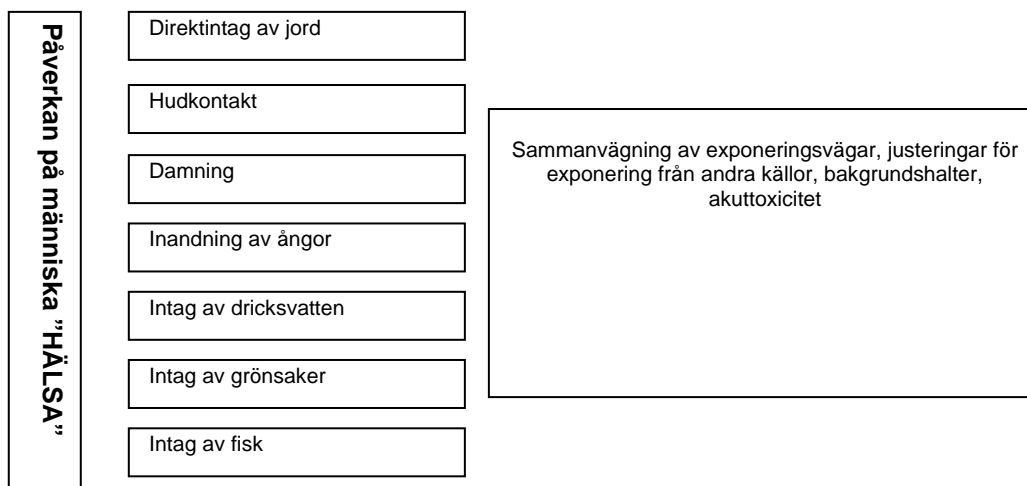
Karin Kockum 040-698 17 30

enligt MIFO, dvs tillståndet med lägsta graden för risk för påverkan. Då har hänsyn tagits till att omblandningen inte är fullständig där grundvattnet når sjön och en tiondel av sjöns volym har använts i beräkningarna, se bilaga 3. Troligtvis är belastningen i sjön betydligt lägre ändå eftersom mängderna beräknad från de faktiska halterna i grundvattnet ger lägre mängder, ca 0,7 kg koppar/år, se ovan. De fördelningskoefficienter som beräknats utifrån lakttesterna visade också på lägre lakbarhet än vad som använts för beräkningar i modellen. I torven kan fastläggning av koppar ske och transporten till sjön minska.

Spridningen av dioxiner antas ha varit större när verksamheten pågick än idag. I framtiden antas spridningen vara densamma som eller något mindre än i dagsläget om inga åtgärder utförs.

10.3 Platsspecifika riktvärden för jord

Riktvärden används för att jämföra föroreningshalter på ett område med halter som inte ska innebära risk för negativa effekter på hälsa och miljö (organismer i mark och vatten). Naturvårdsverket har tagit fram modeller för hur människor kan exponeras för markföroreningar på förorenade områden, se figur 10.1. Utifrån denna modell har Naturvårdsverket beräknat generella riktvärden för jord för känslig markanvändning (KM: bostäder, lekplatser, daghem mm), mindre känslig markanvändning (MKM: kontor, industrier, vägar m m) samt mindre känslig markanvändning där grundvatten används (MKMgv).



Figur 10.1. Den del av Naturvårdsverkets modell som gäller exponeringsvägar från jord som kan påverka människors hälsa (Naturvårdsverket 1997 och 2005).

Många gånger avviker förutsättningarna på ett förorenat område från dem i modellen. En jämförelse mot de generella riktvärdena för jord kan innebära underskattning men oftare överskattning av risk (de generella riktvärdena är försiktigt satta) för negativa effekter vid vistelse på området. I dessa fall kan platsspecifika riktvärden som är anpassade till platsen tas fram. Halterna på området jämförs mot dessa platsspecifika riktvärden som en del i en fördjupad riskbedömning.



Karin Kockum 040-698 17 30

Förslag till platsspecifika riktvärden för jord har beräknats för undersökningsområdet i Hovmantorp med hjälp av Naturvårdsverkets beräkningsmodell (remissversion 2005). Beräkningar, underlagsdata och motiv till avsteg från Naturvårdsverkets beräkningsmodeller redovisas i sin helhet i bilaga 3. Nedan sammanfattas förutsättningar och gjorda bedömningar för framtagandet av de platsspecifika riktvärdena för jord.

10.3.1 Markanvändning och förutsättningar för området

Det fd sågverksområdet används numera bland annat för rekreation, beskrivet i kapitel 6. Detta har legat till grund för den modell för hur människor kan exponeras på ett förorenat område. Området är detaljplanelagt för naturmark, parkering, båtclubbhus, gång- och cykelväg. Vidare är området i strandkanten av sjön Rotten längs hela undersökningsområdet planlagt för småbåtshamn.

Grundvattenytan ligger relativt ytligt, vilket kan påverka aktiviteter på platsen och hur marken används. Den höga grundvattenytan kan också påverka spridningsförutsättningarna för föroreningar.

Riktvärden har därför beräknats för två typer av markanvändning:

- Rekreation, mark ovan grundvattenytan
- Rekreation, mark under grundvattenytan

Dessa typer av markanvändning baseras på de markanvändningar som Naturvårdsverket bygger sina modeller på, se även tabell 10.3. I modellerna antas barn respektive vuxna vistas olika länge på olika områden, vilket påverkar hur människor exponeras för föroreningar.

De nuvarande båtclubbshusen ligger öster om området där föroreningar har påträffats. I detaljplanen finns klubbhus mer väster om de nuvarande, och därför har antagits att människor även kan vistas inomhus på området, se tabell 10.3.

Uppgifter om använda data angående densitet, vattenhalt mm ges i bilaga 3. Det är framförallt för jord under grundvattenytan som parametrar har ändrats gentemot Naturvårdsverkets generella modell. Inga generella riktvärden finns framtagna för t ex metaller i parkmark.

Följande skyddsobjekt beaktas i riskbedömningen men har inte tagits med i riktvärdesmodellen från början:

- Skydd av grundvatten har skett genom att beräkna belastning på ytvattenrecipienten med nuvarande föroreningssituation. Utifrån bedömning av denna har behovet av att ta med vattentäkten i de platsspecifika riktvärdena bedömts, se kapitel 8.2.
- För människor som badar och lever båtliv har en separat bedömning gjorts där hänsyn tas till föroreningshalter i sediment. Också för denna indirekta användning av området görs en bedömning om behovet av att ta med exponeringsvägarna i de platsspecifika riktvärdena, se kapitel 10.4.3.
- Boende intill det fd sågverksområdet.



Karin Kockum 040-698 17 30

Tabell 10.3. Exponeringsvägar, antal dagar som barn respektive vuxna bedöms exponeras för föroreningar från jord samt bär, svamp och fisk från området. Markeringar i fet stil innebär förändringar gentemot Naturvårdsverkets generella modell (Naturvårdsverket 2005).

Parameter	Enhet	Generell modell 2005 Park	Recreation, mark <u>ovan</u> grundvattenytan	Recreation, mark <u>under</u> grundvattenytan
HÄLSA				
Intag av jord	Dagar	80	80	8
Hudkontakt	Dagar	40	40	4
Inandning damm	Dagar	80	80	8
Inandning ånga inomhus	Dagar	0	4	4
Inandning ånga utomhus	Dagar	80	80	80
Intag av grönsaker, bär och svamp	kg/år	1	1	0
Intag av fisk barn (vuxna)	kg/år	2,2 (4,4)	2,2 (4,4)	2,2 (4,4)
Intag av dricksvatten	Dagar	365	0	0
ÖVRIGT				
Längd och bredd på området	m*m	50*50	100*70	100*70
Grundvattenbildning	mm/år	100	200	200
Volym i sjö	m ³	1 000 000	1 530 000	1 530 000
Sjöns omsättningstid	År	1	2	2
Halt organiskt kol	%	2	2	2
Justering för skyddsvärt grundvatten		Utförs	Utförs ej	Utförs ej
MARKMILJÖ				
Effekter i markmiljön		KM-värde	KM-värde	MKM-värde

10.3.2 Platsspecifika riktvärden för hälsa och miljö

I tabell 10.4 presenteras de beräknade platsspecifika riktvärdena för hälsa, markmiljö och ytvattenmiljö för jord över respektive under grundvattenytan. I tabell 10.5 redovisas de sammanvägda föreslagna platsspecifika riktvärdena för jord inom det tidigare verksamhetsområdet för fd Widerströms Trä.



Karin Kockum 040-698 17 30

Tabell 10.4. Beräknade platsspecifika riktvärden för hälsa och organismer i ytvatten vid Widerströms Trä samt riktvärden för markmiljö. Två typer av riktvärden har beräknats, dels för mark över grundvattenytan, dels mark under grundvattenytan. Enhet i mg/kg TS om inget annat anges.

Ämne	Jord över grundvattenytan				Jord under grundvattenytan			
	Hälsa	Markmiljö	Ytvatten- miljö	Avrundat riktvärde	Hälsa	Markmiljö	Ytvatten- miljö	Avrundat riktvärde
Koppar	94000	100	6800	100	ej begr.	200	2200	200
Dioxin (ng TEQ/kg TS)	110	250	7700	100	600	2000	2400	600
Pentaklorfenol	3,8	0,5	170	0,5	63	5	55	5
Summa klorfenoler utom pentaklorfenol	2433	2,5	1478	2,5	76800	25	475	25
PAH cancerogena	18	10	410	10	180	15	130	15
PAH övriga	540	10	550	10	14000	15	170	15
Kadmium	49	6	27	6	910	12	17	9
Bly	880	150	5500	150	8000	300	1700	300

Tabell 10.5. Integrerade föreslagna platsspecifika riktvärden för jord vid fd Widerströms Trä, över respektive under grundvattenytan. Enhet i mg/kg TS om inget annat anges.

Ämne	Jord över grundvattenytan	Jord under grundvattenytan
Koppar	100	200
Dioxin (ng TEQ/kg TS)	100	600
Pentaklorfenol	0,5	5
Summa klorfenoler utom pentaklorfenol	2,5	25
PAH cancerogena	10	15
PAH övriga	10	15
Kadmium	6	9
Bly	150	300

För dioxiner är exponeringsvägen intag av jord styrande för riktvärdet över grundvattenytan och intag av fisk är styrande för riktvärdet under grundvattenytan. Kadmiumriktvärdet under grundvattenytan styrs av effekter i ytvattenmiljö. Effekter i markmiljön är styrande för samtliga övriga platsspecifika riktvärden för jord som anges i tabell 10.5.



Karin Kockum 040-698 17 30

10.4 Riskbedömning

10.4.1 Bedömning av hälsoeffekter inom området

Organiska ämnen

När halterna av organiska ämnen i jord som mätts upp på området jämförs med de platsspecifika riktvärdena för hälsa, är det bara i några få punkter dessa överstigs. Dioxiner och PAH påträffades i halter över de platsspecifika riktvärdena, medan klorfenoler underskred de platsspecifika riktvärdena.

Kring dopningskaret, där den mesta hanteringen av dopningsmedel förväntas ha skett, påvisades dioxinhalter som översteg det platsspecifika hälsobaserade riktvärdet närmare 30 gånger. I tre övriga provpunkter överstegs riktvärdet betydligt mindre, 2-3 gånger. Uppmätta halter av cancerogena PAH i jord översteg det beräknade riktvärdet fem gånger i en punkt, vid provgropp 28.

I den exponeringsmodell som har satts upp så beräknas störst exponering för dioxiner kunna ske genom att människor kan få i sig jord och därmed föroreningar i munnen, t ex via fingrarna och genom hudkontakt med jorden. Därför bedöms kontakt med ytlig jord kunna innebära en större risk än att äta fisk från sjön. PAH däremot antas vi människor kunna exponeras mest för genom att äta bär, frukt och svamp vid ett förorenat område.

Även om riktvärdena för hälsa överstigs i några punkter så bedöms inte risken för negativa effekter på hälsa vara akut eftersom riktvärdena baseras på exponering under en hel livstid, och hänsyn tas även till att vi människor får i oss t ex dioxiner via andra källor såsom mat.

Oorganiska ämnen

I en punkt överstigs ett platsspecifikt riktvärde för oorganiska ämnen. Bly är förhöjt i provgropp 26, 3 gånger över det platsspecifika hälsobaserade riktvärdet. Riktvärdet styrs av intag av jord och gäller alltså främst ytlig jord. Provet är inte taget direkt i ytan men utifrån XRF-mätningarna är halterna i ytan betydligt lägre. Risken bedöms ändå som måttlig på grund av att blyhalter överstigande det platsspecifika riktvärdet återfunnits i en punkt och inte i flera.

I övriga jordprover har halter lägre än de platsspecifika för hälsa påvisats för koppar och bly och lägre än de generella riktvärdena för de flesta övriga grundämnen. Kadmium förekommer i halter över det generella riktvärdet från 1997 för känslig markanvändning, men halterna är betydligt lägre än de platsspecifika riktvärdena för hälsa och risken för negativa effekter på hälsa bedöms som låg.

10.4.2 Bedömning av miljöeffekter inom området

Organiska ämnen

Riktvärdena för markmiljö är generellt lägre än de för hälsa, se tabell 10.4. Så är inte fallet för dioxiner, vilket delvis beror på att människor till skillnad mot markorganismer antas få i sig 90 % av



Karin Kockum 040-698 17 30

tolerabel daglig dos via vår mat (riktvärdena för hälsa men inte markmiljö justeras ner 10 gånger). I en punkt, punkt 14, överskrider dock riktvärdena för dioxiner även för skyddet av markmiljön, vid platsen för de fd dopplingskaret. Toxiciteten beror av hur biotillgängliga föroreningarna är. Om jorden innehåller stor andel organiskt material och kol så minskar lösligheten i vatten och därmed toxiciteten. TOC-halten är i de flesta prover från området är relativt hög.

Också klorfenolhalterna överstiger riktvärdena som ska skydda markmiljön i denna punkt, ca 6 gånger för pentaklorfenol. Samma resonemang angående TOC gäller för klorfenoler, dvs en mindre tillgänglighet och toxicitet förväntas än vad jämförelsen mot riktvärdet anger. I ytterligare en punkt, punkt 3, är halterna av PAH förhöjda. TOC-halten är snarare något lägre än de 2 % som används vid beräkningar av riktvärden och jorden består av sand av olika slag, vilket innebär ökad tillgänglighet av PAH.

Oorganiska ämnen

Över stora delar av området är kopparhalterna förhöjda, både jämfört med riktvärden för skydd av marklevande och vattenlevande organismer. Främst jorden strax under markytan med stora inslag av torv eller trärester innehåller höga kopparhalter. Som nämnts i kapitel 9 är koppar framförallt toxiskt mot lägre stående organismer som vi sällan ser men som har betydelse för nedbrytning av organiskt material och för själva markfunktionen. På områden med naturmark är ambitionen generellt att skyddet av markorganismer ska vara gott, motsvarande känslig markanvändning. Detta innebär uppskattningsvis skydd av $\frac{3}{4}$ av organismerna och ekosystemen, dvs inga negativa effekter ska uppstå på dessa om riktvärdena underskrider.

Laktesterna som redovisats som Kd-värden i tabell 10.1 visar på en något lägre lakbarhet än den generellt antagna. Detta innebär också något lägre tillgänglighet av föroreningar, utifrån teorin att det framförallt är föreningar lösta i vatten som är tillgängliga och därmed toxiska för organismer. Eftersom det framförallt är de lägst stående organismerna som kan påverkas av höga kopparhalter och dessa organismer lättare kommer åt även icke lösta föreningar har resonemanget inte riktigt samma bärighet som när föroreningarna främst påverkar högre stående organismer. Även riktvärdena för bly är kraftigt förhöjda i en punkt, i provgrop 26 strax under markytan. Föroreningen är dock inte utbredd och eventuella negativa effekter bedöms därför vara begränsade.

10.4.3 Bedömning av hälsoeffekter i närliggande områden

Bostäder i intilliggande område

Människor som bor och verkar intill det fd sågverksområdet ska också skyddas från negativa effekter på hälsa. Vistelsen på sågverksområdet har satts relativt hög för att boende intill området antas vistas mer här än vad utformningen på området inbjuder till. Med det menas att området inte har utvecklats till parkmark, såsom de platsspecifika riktvärdena baseras på. De föroreningar som påvisats i halter som inte är riskfria för hälsan är främst dioxiner. Damning är en möjlig spridningsväg, men idag är området mellan det fd dopplingskaret, dvs område C där dioxiner påvisats i höga halter och bostadsområdet i väster, gräsbevuxet vilket minskar eventuell damning betydligt. Dioxinhalterna i jord



Karin Kockum 040-698 17 30

är i samtliga analyserade punkter inom det västra fd virkesupplaget lägre än det platsspecifika riktvärdet, vilket styrs av intag av jord.

Sediment – bad och båtliv

Det finns inga svenska generella hälsoriktvärden för sediment. Försiktiga antaganden har gjorts utifrån riktvärdesmodellen för jord. Människor kan komma i kontakt med förorenade sediment då båtar tas upp ur vattnet, vid enstaka badtillfällen och vid byggande av t ex bryggor. Människor kommer dock mindre sällan i kontakt med sediment än med jord, exponeringen är med andra mindre. Sedimenten dammar inte och ingen växtlighet från sjön antas ätas. Exponeringen för sediment liknar den för jord under grundvatten på så vis. Dioxinhalterna i sedimenten, som mest uppmätt till 320 ng TEQ/kg TS, understiger detta platsspecifika riktvärdet på 600 ng TEQ/kg TS. Jämförelse kan också göras med de riktvärden som Kemakta beräknat för sediment i Bengtsbrohöljen på 2000 ng TEQ/kg TS (EKA-projektet EKA 2002:15). Risken för att människors hälsa ska påverkas negativt på grund av dioxiner i sediment bedöms, utifrån uppmätta halter och riktvärden, därför som låg. De platsspecifika riktvärdena för hälsa för koppar (94 000 mg/kg TS respektive obegränsade) är många gånger högre än de halter som påträffats i sedimenten. De kopparförorenade sedimenten bedöms därför inte utgöra någon risk för människors hälsa.

Intag av dricksvatten

Gränsvärden i dricksvatten finns för ett flertal ämnen, men inte för alla som har detekterats i marken och grundvattnet inom det fd sågverksområdet. Grundvattnet späds ut kraftigt då det når sjön Rottnen. I beräkningsmodellen har utspädningen beräknats till ca 1700 gånger, men då har bara 10 % av sjöns volym använts för att ta hänsyn till att omblandningen kan vara låg. Eftersom uttaget av ytvatten ligger 2 km från markområdet kan fullständig omblandning ändå förväntas. Det innebär att utspädningen av ämnen som sprids från markområdet är stor. De föroreningshalter som påvisades i grundvatten från området understiger gränsvärden för dricksvatten. Vattnet som människor dricker från ytvattentäkten beräknas därför inte innehålla föroreningar från sågverksområdet som överstiger eller tangerar gränsvärdena. Baserat på att grundvattnets flödesriktning inom det fd sågverksområdet är riktad mot Rottnen samt på att uppmätta halter i grundvattnet inom området är låga bedöms risken för föroreningstransport till eventuella privata brunnar i närområdet som liten.

10.4.4 Bedömning av miljöeffekter i ytvatten

Vattenlevande organismer brukar skyddas av skyddet för marklevande organismer. Så är även fallet vid det fd sågverket, se tabell 10.4. Halterna i jord som accepteras är högre för vattenlevande organismer än för marklevande. Detta beror bland annat på att föroreningarna först ska transporteras till ytvattnet för att bli biotillgängliga.



Karin Kockum 040-698 17 30

Organiska ämnen

Inga organiska ämnen som analyserats förekom i halter i marken över det platsspecifika riktvärdet. Risken för att PAH m fl som härrör från sågverksområdet ska ha negativa effekter på vattenlevande organismer bedöms därför vara låg.

Oorganiska ämnen

Riktvärdet för koppar i jord under grundvattenytan för skydd av ytvatten överstigs i minst 8 punkter. Enstaka punkter med höga metallhalter har mindre betydelse för organismerna i vattnet, det är den totala belastningen som påverkar halterna i ytvattnet och därmed toxiciteten. Enligt spridningsberäkningarna tillförs sjön Rottnen en viss mängd koppar och negativa effekter kan förväntas hos framförallt känsliga arter. Förutom koppar har bly påträffats i halter över riktvärdet för skydd av vattenorganismer. Totala mängden bly som beräknas spridas från sågverksområdet till sjön Rottnen bedöms dock vara låg, liksom risken för negativ påverkan på vattenliv av bly.

10.4.5 Bedömning av miljöeffekter i sediment

Organiska ämnen

Bedömningsgrunderna för effekter på sedimentlevande organismer har stora spann. De kanadensiska provisoriska riktvärdena för dioxiner i sediment (0,85 ng TEQ/kg TS, CCME 2003) överskrids i alla punkter där dioxiner påvisats. Också den nivå då effekter troligen börjar uppstå på sedimentlevande organismer enligt de kanadensiska kriterierna (21,5 ng TEQ/kg TS, CCME 2003) överskrids i ett par punkter. Dessa kriterier kan jämföras med medianen av dioxinhalter i svenska sediment (medianhalten 21 ng TEQ/kg) angiven i kapitel 9. De föreslagna holländska riktvärdena för organiska ämnen i jord respektive sediment skiljer endast lite (förutom för de ämnen där riktvärdena är förknippade med stor osäkerhet). Det holländska värdet som indikerar allvarligt dioxinförorening i jord och sediment har föreslagits till 1000 ng TEQ/ kg TS, dvs ett gemensamt värde. Detta är dock inte ett riktvärde. Sammanfattningsvis anses sedimenten vara förorenade med dioxiner, punktvis relativt mycket. Hur påverkade organismerna som lever i anslutning till sedimenten kan anses vara beror på vilka bedömningsgrunder som används. Att en större andel av organismerna i sedimenten i någon mån påverkas negativt är troligt. Inga andra organiska ämnen i sedimenten har påvisats i anmärkningsvärda halter och utgör därför inte risk för organismerna.

Oorganiska ämnen

Kopparhalter i sedimenten överstiger det kanadensiska effektgränsvärdet i sjösediment (197 mg/kg TS). Kopparhalterna överstiger i några punkter även de tidigare holländska riktvärdena för jord och sediment, 190 mg/kg TS, men understiger de riktvärden som föreslogs 2001, 660 mg/kg TS. Underlaget för det senare värdet var dock inte omfattande nog för en medelhög säkerhet av värdet, utan låg. Riktvärdena, som ligger i nivå med de som påvisats i sedimenten i sjön Rottnen, kan sägas ange ett intervall för när negativa effekter av koppar uppstår för hälften av organismerna och ekosystemen.



Karin Kockum 040-698 17 30

10.5 Samlad riskbedömning

10.5.1 Nuvarande risker

Hälsa

Kring doppningskaret, där den mesta hanteringen av doppningsmedel förväntas ha skett, bedöms det vara minst hälsosamt att vistas mycket. Anledningen är de höga halterna av dioxiner som uppmätts i yttlig jord. Riktvärdena är dock baserade på kontakt med föroreningarna under en hel livstid, vilket innebär att riskerna inte är akuta men att jorden i området kring doppningskaret bör efterbehandlas. De förhöjda halterna av PAH och bly bör också omhändertas, men har troligen mindre betydelse för hälsan dels på grund av att riktvärdena inte överstigs så mycket som dioxiner, dels för att ämnen påträffats i höga halter i färre punkter.

Uppmätta halter och beräkningar visar att risken är mycket liten att föroreningar från det tidigare verksamhetsområdet för fd Widerströms Trä kan förorena ytvattentäkten och dricksvattnet vid vattenverket eller närbelägna privata brunnar. Även grundvattnet på det förorenade området uppfyller kraven på dricksvatten, men bör ändå inte användas för bevattning eller för dricksvattenändamål. Innehållet av föroreningar i sedimenten bedöms inte heller ge upphov till risker för negativa effekter på hälsan.

Markmiljö

Störst påverkan på markområdet bedöms koppar ha på markmiljön. Höga halter i flertalet punkter har konstaterats. Även om biotillgängligheten troligen är lägre än normalt på grund av hög andel organiskt material i marken, så är halterna höga. Eftersom det främst är mindre utvecklade organismer som påverkas av koppar kan markfunktioner såsom nedbrytande system vara negativt påverkade. Högre organismer klarar generellt kopparföroreningar bättre och påverkan på växtlighet i t ex odlingsjord har angetts påverkas först vid halter på flera hundra mg koppar per kg jord. Även andra föroreningar förekommer i halter över riktvärden för markmiljön, men dessa förekommer inte på så stora marktytor såsom koppar.

Ytvatten

Också organismer i sjön Rotten påverkas troligen negativt av den tidigare kopparhanteringen. Även om utspädningen i sjön är stor sker inte omblandning direkt där uttransporten sker. Utfällning kan eventuellt också ske på sedimentbotten. Negativa effekter förväntas hos framförallt känsliga arter, i högre grad hos sedimentlevande organismer än organismer som lever i den fria vattenfasen.

Övriga föroreningar bedöms inte påverka organismer som lever i själva vattnet i hög grad. Dioxinhalterna i sedimenten överstiger nivåer som kanadensiska miljöförmyndigheter angett som kritiska. Hur mycket organismer påverkas av dioxinföroreningar i sedimenten är svårt att bedöma. Inga andra organiska ämnen i sedimenten har påvisats i anmärkningsvärda halter.



Karin Kockum 040-698 17 30

10.5.2 Framtida risker om inga åtgärder utförs (nollalternativ)

Om inga åtgärder genomförs kommer troligen ovan beskrivna risker att bestå. Om området utvecklas mer och används mer frekvent än idag ökar risker för exponering på markområdet. De platsspecifika riktvärdena baseras på att klubbhus mm kan komma att byggas på platsen, dvs en utökad markanvändning. Det är dock viktigt att påpeka att de föreslagna riktvärden ej är tillämpliga för anläggning av lekplats och/eller plantering av fruktträd och ätliga bär inom undersökningsområdet.

Hantering av koppar inom området upphörde för ca 85 år sedan och hantering av klorfenol för ca 30 år sedan. Sannolikt har huvuddelen av de spridningsbenägna markföroreningarna under denna tidsperiod transporterats till sjön Rottnen och dess sediment. Spridning av oorganiska ämnen från området förväntas fortsätta i ungefär samma omfattning idag, utifrån de lakteter som har utförts. Det kan på sikt innebära belastning av t ex koppar i främst närliggande sediment, men beror även på hur sedimentationshastigheten i Bråtabäcken och i sjön Rottnen i närheten av det fd sågverket. Ytvattentäkten och dricksvattnet vid vattenverket bedöms inte påverkas negativt dels på grund av den stora utspädning som sker i sjön, dels på att vattnet behandlas innan det infiltreras i en grusavlagring. Risken för en långsiktig förorenings-spridning via grundvattnet till närbelägna privata brunnar bedöms som liten.

10.6 Bedömning av efterbehandlingsbehov

Baserat på resultaten i den fördjupade riskbedömningen föreligger ett efterbehandlingsbehov med avseende på hälsorisker inom det dioxinförorenade markområdet (delområde C). Eftersom viss exponeringsrisk även föreligger inom det bly- och PAH-förorenade området (delområde D) och att det inom detta område är planerat för ett nytt båtclubbhus föreslås att även detta delområde efterbehandlas. Om dessa delområden efterbehandlas minskar även risken för spridningen av dessa föroreningar till sjön Rottnen.

Inom de kopparförorenade områdena (delområde A och B) erfordras efterbehandling främst för att minska miljöeffekter i markmiljön inom de förorenade områdena. Efterbehandlingsåtgärder inom dessa områden medför även att spridningen av koppar till sjön Rottnen minskar.

11 Åtgärdsutredning

11.1 Övergripande åtgärds mål, åtgärdsbehov och egenskaper för förorenade massor

Lessebo kommun har satt upp följande övergripande åtgärds mål för det tidigare verksamhetsområdet för fd Widerströms Trä:

1. Området ska användas som grön- och rekreationsområde.
2. Ytvattentäkten i sjön Rottnen ska långsiktigt (>100 år) kunna användas med acceptabla hälsorisknivåer med avseende på föroreningspåverkan från fd Widerströms Trä.



Karin Kockum 040-698 17 30

3. Föroreningsbelastningen i sjön Rottnen från fd Widerströms Trä ska ha acceptabla hälso- och miljörisknivåer för friluftslivet (bad, båtliv, fiske etc) i och kring sjön.

Åtgärdsutredningen utgår dels från de övergripande åtgärdsmålen och dels från resultaten i utförda undersökningar/utredningar med tyngdpunkt på den fördjupade riskbedömningen.

Den fördjupade riskbedömningen visar att det, för att minimera hälsoeffekter på grund av exponering av förorenad jord och för att minska spridningen av främst dioxiner till sjön Rottnen, föreligger ett efterbehandlingsbehov inom två delområden:

- Område C - dioxinförorenat markområde med mindre mängder koppar och klorfenoler
- Område D - PAH- och blyförorenat markområde

För att minska risker för miljöeffekter i markmiljön inom området och för att minska spridningen av koppar till sjön Rottnen föreligger ett efterbehandlingsbehov inom två delområden:

- Område A - kopparförorenat markområde
- Område B - kopparförorenat markområde

I tabell 11.1 har data avseende den förorenade jordens geotekniska egenskaper, nivå på grundvattenyta, haltnivåer, mängd förorenad jord, mäktighet och djup på förorenat jordlager, mängd förorening mm inom respektive delområde sammanställts.

I bilaga 4 framgår lägen, utbredning, bedömd mäktighet på förorenat jordlager samt schematiska jordartsprofiler för de fyra delområdena. Inom de förorenade delområdena överskrids de föreslagna platsspecifika riktvärdena för jord. Avgränsningar av föroreningsutbredningar i sid- och djupled baseras förutom på uppmätta laboratorieanalyshalter även på resultat från XRF-mätningar, jordlagerförhållanden samt på iakttagelser i fält framför allt vid de utförda provgrovsgrävningarna.

De areella gränsdragningarna bedöms inom delområdena A, C och D samt för den södra och norra gränsen för delområde B ligga inom en felmarginal på +/- ca 5 m. För delområde B har gränsdragningen mot öster och mot nordväst en större osäkerhet. Bedömda avgränsningar i djupled för område C och D bedöms vara relativt säkra. För de två kopparförorenade områdena (A och B) varierar föroreningsdjupet stort inom områdena, framför allt inom delområde A (se bilaga 4). De i tabell 11.1 angivna medelmäktigheterna för förorenade jordlager bedöms som rimliga sett till hela ytan för respektive delområde.

Karin Kockum 040-698 17 30

Tabell 11.1. Förorening utbredning, föroreningsmängder, grund- och marknivåer, geotekniska egenskaper för förorenade massor mm inom respektive delområde.

	enhet	Delområde A	Delområde B	Delområde C	Delområde D
Area	m ²	2740	4200	560	95
Djup på förorenade jordlager	m u my	ca 0,4-2	ca 0,4-1,5	ca 0-0,5	ca 0,2-1
Medelmåktighet	m	ca 1	ca 0,8	ca 0,5	ca 0,7
Nivå grundvattenyta (medel)	m u my	0,7	0,7	0,4	1,3
	m ö h	+148,8 till +149,0	+148,8 till +148,9	+148,8 till +148,9	+148,8 till +148,9
Marknivå	m ö h	+149,6 till +149,9	+149,4 till +149,8	+149,1 till +149,6	+150,0 till +150,3
Mängd förorenad jord totalt	ton	4085	3360	440	115
- över gvy	ton	820	1345	380	115
- under gvy	ton	3265	2015	60	0
Föroreningshalt	mg/kg TS (om inget annat anges)	Cu: 615 medianvärde (n=14)	Cu: 2045 medianvärde (n=12)	Dioxiner: 880 ng TEQ/kg TS medelvärde (n=4)	PAH _c : 70 PAH ₆ : 150 Pb: : 1440 medelvärden (n=2)
Mängd förorening totalt	kg	2000	3385	0,32	PAH _c : 7 PAH ₆ : 15 Pb:150
- över gvy	kg	390	2060	0,3	PAH _c : 7 PAH ₆ : 15 Pb:150
- under gvy	kg	1610	1325	0,02	0
Organisk halt	%	0,4-0,7 m u my: >80 0,7-2 m u my: ca 15	> 80	<5	<5
Finfraktion (<0,06 mm)	%	0,4-0,7 m u my: - 0,7-2 m u my: 30	-	10	15-20

Redovisad medelgrundvattenyta är beräknad från utförda nivåmätningar vid en tidpunkt när grundvattennivån generellt är låg. Vid beräkning av mängd förorenad jord inom respektive område har en densitet på 1,0 ton/m³ använts för organisk material och 1,7 ton/m³ för friktionsmaterial (sand). Vid beräkning av mängd föroreningar inom respektive område har mängden förorenad jord (ton) korrigerats mot uppmätta TS-halter enligt följande:

- bark och bräddor, ovan grundvattenytan ~75 % TS
- bark och bräddor, under grundvattenytan ~30 % TS
- torv, under grundvattenytan ~35 % TS
- sand, över grundvattenytan ~90 % TS
- sand, under grundvattenytan ~80 % TS



Karin Kockum 040-698 17 30

Den totala mängden förorenade massor beräknas uppgå till ca 8 000 ton varav den kopparförorenade jorden utgör den dominerande delen, ca 7 450 ton. Ungefär 4 500 ton av de kopparförorenade massorna bedöms ha ett organisk innehåll på över 80 %. Den organiska delen utgörs främst av bark, brädrester och torv. Ca 550 ton av den totala mängden förorenad jord utgörs av dioxin- bly- och PAH-förorenad jord bestående av friktionsmaterial med en organisk medelhalt som bedöms ligga under 5%.

Den totala mängden koppar inom delområde A och B beräknas uppgå till totalt ca 5 400 kg varav ca 45% (ca 2 450 kg) återfinns i jordlager ovanför grundvattenytan. Mängden dioxiner, bly, cancerogena PAH och övriga PAH inom delområde C och D har beräknats uppgå till ca 0,3, 150, 7 respektive 15 kg och dessa föroreningar bedöms ligga, med undantag för en mindre mängd dioxiner (ca 5% av totalmängden), ovanför grundvattenytan.

11.2 Övervägda åtgärdsalternativ som inte bedöms vara tillämpliga

Idag finns för de aktuella föroreningarna ingen beprövad åtgärdsteknik för behandling in-situ (i marken utan urschaktning) och denna åtgärdsteknik är därför inte tillämpligt inom det fd sågverksområdet. Utomlands, exempelvis i Holland, har insitu-behandling av klororganiska föroreningar utförts. Denna teknik har dock ännu inte tillämpats i Sverige och om det skulle utföras i detta fall så skulle inledande pilotförsök vara nödvändiga.

Ungefär hälften av de totala andelen förorenade massorna och ca 80 % av de massor som ligger ovanför grundvattenytan har en hög organisk halt (> 80%). Detta medför att dessa massor inte kan deponeras eftersom deponering av avfall inte får ske om det innehåller en organisk halt på mer än 5% . På grund av att stora mängder ej kan deponeras och områdets centrala läge i Hovmantorp med nuvarande och planerade markanvändning, bedöms det av miljömässiga och ekonomiska skäl inte vara realistiskt att anlägga en deponi på plats för omhändertagande av de deponerbara förorenade massorna.

Jordtvätt är generellt en tänkbar efterbehandlingsmetod för metallförorenade massor. Det stora innehållet av organiskt material i de kopparförorenade massorna samt att andelen finmaterial under 0,06 mm är relativt hög (ca 30 %) i den kopparförorenade friktionsjorden gör att jordtvätt inte bedöms vara en tillämplig efterbehandlingsmetod för de kopparförorenade massorna. Försök med jordtvättning av klororganiska föroreningar har utförts i laboratorieskala, bl a vid Umeå Universitet. Metoden för jordtvätt behöver dock utvecklas mer innan den kan betraktas som tillämpbar för ett objekt som detta.

Människor vistas i stor utsträckning inom delar av undersökningsområdet, som ingår i gång- och cykelstråk längs Rottens norra strand och mellan Hovmatorps samhälle och Gökaskratts campingområde. Detta tillsammans med närheten till bostäder gör att det bedöms som olämpligt att inom området placera en anläggning för behandling av förorenade massor med dess miljöstörande verksamhet (utsläpp, buller etc).

11.3 Föreslagna åtgärdsalternativ

Urschaktning av förorenade massor med behandling och/eller deponering på en extern behandlingsanläggning bedöms vara den efterbehandlingsmetod som lämpar sig bäst för de aktuella



Karin Kockum 040-698 17 30

förorenade massorna. För de dioxin samt PAH- och blyförorenade markområdena (delområde C och D) är, för att minska exponeringsriskerna, övertäckning med 0,5-1 m rena massor vara ett möjligt åtgärdsalternativ.

I tabell 11.2 anges tre olika urschaktningsalternativ med extern behandling/deponering (alternativ 1a, 1b och 2) samt övertäckningsalternativet (alternativ 3). Då delområde C och D har ett efterbehandlingsbehov till följd av hälsorisker har dessa områden separerats i ett av alternativen, alternativ 1a. Uppdelning i olika urschaktningsalternativ baseras även på urschaktning ovanför och under grundvattenytan. Detta görs dels för att föreslagna platsspecifika riktvärden har upprättats för jord ovan respektive under grundvattenytan och dels för att grävningssarbeten under grundvattenytan kräver installationer (spontning, reningsanläggning för länsvatten etc), vilket jämfört med urgrävning ovanför grundvattenytan ökar kostnaderna. Inom delområde C och D finns föroreningar under grundvattenytan endast till liten del (ca 0,1 m under gvy inom delområde C).

Tabell 11.2. Föreslagna åtgärdsalternativ för förorenade delområden inom fd Widerströms Trä.

Alternativ	Urschaktning av förorenad jord ner till grundvattenytan samt extern behandling/deponering
1a	- Enbart dioxin- samt bly och PAH-förorenade områden (delområde C och D)
1b	- Samtliga förorenade delområden (A, B, C och D)
Alternativ 2	Total urschaktning av förorenad jord inom samtliga delområden (A, B, C och D) samt extern behandling/deponering
Alternativ 3	Övertäckning delområde C och D

Bedömda medelhaltnivåer för koppar, bly och PAH ligger under RVFs föreslagna haltgränser för farligt avfall (RVF 02:09). För dioxiner finns ingen sådan haltgräns. Tillfrågade avfallsanläggningar gör bedömningen att friktionsjordsmassor (massor från område C och D samt de undre jordlagren inom delområde A) kan deponeras på en deponi för icke farligt avfall. Termisk avdrivning är generellt en tillämplig behandlingsmetod för PAH- och dioxinförorenad jord. Då delar av de förorenade massorna innehåller höga blyhalter, vilket kräver deponering efter förbränningen, bedöms denna behandlingsmetod ej vara tillämplig. En utsortering och behandling med termisk avdrivning av enbart den dioxinförorenade jorden bedöms ej vara kostnadseffektivt.

Närmaste avfallsanläggningar med gällande tillstånd för deponering/ behandling av aktuella förorenade massor finns i Åseda och Västervik, vilka ligger ca 6 respektive 25 mil från Hovmantorp. En anläggning i Älmhult (ca 9 mil från Hovmantorp) är under tillståndsprovning.

När det gäller behandling av de kopparförorenade massorna med stor andel av organiskt material (bark, brädrester, torv mm) finns några tänkbara alternativ:

- Förbränning i värmeverk eller avfallsanläggning + deponering av askrester
- Kompostering
- Elektrosanering

Saneringsföretag som tillfrågats har översiktligt undersökt förbränningsalternativet, men ingen anläggning har ännu gett sitt godkännande för förbränning av de förorenade kopparmassorna från fd



Karin Kockum 040-698 17 30

Widerströms Trä. Eftersom detta alternativ möjliggör en resurs genom energiutvinningen och kostnader för efterbehandlingen av dessa massor sannolikt kan minskas bör detta behandlingsalternativ utredas närmare.

Förutsatt att kopparhalten underskrider haltnivåer för farligt avfall bedöms av aktuell avfallsanläggning att de förorenade bark-, trä- och torvmassorna kan komposteras på Linneberga avfallsanläggning i Åseda.

Elektrosanering har utförts i pilotskaleförsök på kopparförorenat barkmaterial (SGI 2004), men har ännu inte utförts i fullskaleförsök.

11.4 Kostnader

I tabell 11.3 redovisas uppskattade kostnader för de fyra föreslagna åtgärdsalternativen uppdelat i kostnader för schakt och återfyllnad alternativt övertäckning, transporter, behandling/deponering och övriga kostnader. Kostnaderna baseras på de à-priser och kostnader som redovisas i bilaga 5. A-priser för deponering/behandling av förorenade massor, vilka ska betraktas som ungefärliga, har erhållits av två saneringsföretag.

Tabell 11.3. Beräknade kostnader för de olika åtgärdsalternativen uppdelat i kostnader för schakt och återfyllnad/övertäckning, transporter, deponering/behandling och övriga kostnader.

Alternativ	Schakt och återfyllnad/övertäckning (kkr)	Transport (kkr)	Deponering/behandling (kkr)	Övriga kostnader (kkr)	Total kostnad (kkr)
1a	150-200	200-250	300-350	150-200 ¹	800-1 000
1b	600-900	800-1200	4400-5500	200-400 ¹	6000-8000
2	1700-2100	2400-2700	3900-9500	1000-1700 ²	9000-16000
3	120-150	60-80	--	120-170 ¹	300-400

¹ avser kostnad för etablering, kontrollarbeten, dokumentation etc

² avser kostnad för etablering, kontrollarbeten, spontning, vattenpumpning, vattenrening mm

Det stora intervallet för kostnader för deponering/behandling för alternativ 2 beror på att erhållna cirkapriser för behandling av de kopparförorenade organiska massorna varierar stort.

11.5 Konsekvenser av föreslagna åtgärdsalternativ och nollalternativ

11.5.1 Nollalternativ

Om inga efterbehandlingsåtgärder utförs kvarstår befintliga hälsorisker via exponering av den ytligt belägna dioxinförorenade jorden inom delområde C och av de hälsorisker som föreligger inom det bly- och PAH-förorenade markområdet (delområde D). Inom de kopparförorenade markområdena (delområde A och B) kvarstår risken för effekter på markmiljön främst med avseende mikroorganismer.



Karin Kockum 040-698 17 30

Föroreningsbelastningen via grundvattnet av koppar och dioxiner till sjön Rottnen bedöms på kort och lång sikt bli i samma storleksordning som idag. Den föroreningsbelastningen som har skett och kommer att ske i Rottnen bedöms ge en miljöpåverkan i närliggande sjöområden, främst med avseende på sedimentlevande organismer och växter. Riskerna för att den kommunala ytvattentäkten eller eventuella närbelägna privata brunnar ska förorenas till oacceptabla hälsorisknivåer från det fd sågverksområdet bedöms på kort och lång sikt som minimala.

På grund av hälsoriskerna bör restriktioner av markanvändningen genomföras. För att minska exponeringsriskerna bör tillgängligheten till delområde C begränsas t ex genom stängsel och skyltning med tillträdesförbud. På grund av exponeringsriskerna via direktkontakt och intag av förorenad jord är det olämpligt att som det anges i detaljplanen anlägga en småbåtshamn längs det dioxinförorenade strandområdet liksom att bygga ett båtklubbhus inom delområde D.

11.5.2 Åtgärdsalternativ 1a

Om åtgärdsalternativ 1a (urschaktning av förorenade massor inom delområde C och D ner till grundvattenytan) genomförs minimeras samtliga hälsorisker som föreligger inom undersökningsområdet och området kan utan restriktioner användas i enlighet med gällande detaljplan. Inom de kopparförorenade markområden (delområde A och B) kvarstår risken för effekter på markmiljön främst med avseende mikroorganismer.

Spridning och spridningsrisk av dioxiner via grundvattnet till sjön Rottnen kommer minska markant medan kopparspridningen bedöms på kort och lång sikt bli i samma storleksordning som idag. Den föroreningsbelastningen som har skett och kommer att ske i sjön Rottnen bedöms ge en miljöpåverkan i närliggande sjöområde, främst med avseende på sedimentlevande organismer och växter. Inom ackumulationsområden överlagras på lång sikt de dioxinförorenade sedimenten vilket kan förbättra livsbetingelserna i de ytliga sedimenten. Kopparhalterna i de ytliga sedimenten bedöms på kort och lång sikt ligga på samma nivå som idag.

Riskerna för att den kommunala ytvattentäkten eller eventuella närbelägna privata brunnar ska förorenas till oacceptabla hälsorisknivåer från det fd sågverksområdet bedöms på kort och lång sikt som minimala.

11.5.3 Åtgärdsalternativ 1b

Om åtgärdsalternativ 1b (urschaktning av förorenade massor inom samtliga delområden ner till grundvattenytan) genomförs minimeras samtliga hälsorisker som föreligger inom undersökningsområdet och området kan utan restriktioner användas i enlighet med gällande detaljplan. Inom de kopparförorenade markområden (delområde A och B) minimeras risken för effekter på markmiljön ovanför grundvattenytan. Eftersom höga kopparhalter kommer att finnas kvar i marken som ligger under grundvattenytan finns risk för effekter i markmiljön i dessa jordlager, främst med avseende på mikroorganismer.



Karin Kockum 040-698 17 30

Spridning och spridningsrisk av dioxiner via grundvattnet till sjön Rottnen kommer att minska markant. Eftersom källtermen för koppar nästan halveras bedöms kopparspridningen till sjön Rottnen på lång sikt att minska jämfört med dagens kopparbelastning. Den föroreningsbelastningen som har skett och kommer att ske i sjön Rottnen bedöms ge en miljöpåverkan i närliggande sjöområde, främst med avseende på sedimentlevande organismer och växter. Inom ackumulationsområden överlagras på lång sikt de dioxinförorenade sedimenten vilket kan förbättra livsbetingelserna i sedimenten. Eftersom kopparbelastningen via grundvattnet till sjön Rottnen på lång sikt beräknas minska så bedöms kopparhalterna i sedimenten inom ackumulationsbottnar sannolikt på lång sikt minska jämfört med dagens kopparhalter.

Riskerna för att den kommunala ytvattentäkten eller eventuella närbelägna privata brunnar ska förorenas till oacceptabla hälsorisknivåer från det fd sågverksområdet bedöms på kort och lång sikt som minimala.

11.5.4 Åtgärdsalternativ 2

Om åtgärdsalternativ 2 (total urgrävning av förorenade massor) genomförs minimeras samtliga hälso- och miljörisker som föreligger inom undersökningsområdet och området kan utan restriktioner användas i enlighet med gällande detaljplan.

Spridning och spridningsrisk av koppar och dioxiner via grundvattnet till sjön Rottnen kommer minska markant och på lång sikt upphöra. Den föroreningsbelastning som har skett bedöms på kort sikt ge en miljöpåverkan i närliggande sjöområde, främst med avseende på sedimentlevande organismer och växter. Inom ackumulationsområden överlagras de förorenade sedimenten, vilket på lång sikt kan förbättra livsbetingelserna i sedimenten.

Riskerna för att den kommunala ytvattentäkten eller eventuella närbelägna privata brunnar ska förorenas till oacceptabla hälsorisknivåer från det fd sågverksområdet bedöms på kort och lång sikt som minimala.

11.5.5 Åtgärdsalternativ 3

Om åtgärdsalternativ 3 (övertäckning av delområde C och D) genomförs så begränsas hälsorisker via exponering av den ytligt belägna dioxinförorenade jorden inom delområde C och inom det bly- och PAH-förorenade markområdet (delområde D). Hälsoriskerna genom direktkontakt och intag kvarstår dock till exempel vid grävningsarbeten. Inom de kopparförorenade markområden (delområde A och B) kvarstår risken för effekter på markmiljön främst med avseende mikroorganismer.

Föroreningsbelastningen via grundvattnet av främst koppar och dioxiner till sjön Rottnen bedöms på kort och lång sikt bli i samma storleksordning som idag. Den föroreningsbelastning som har skett och kommer ske i sjön Rottnen bedöms ge en miljöpåverkan i närliggande sjöområden, främst med avseende på sedimentlevande organismer och växter.



Karin Kockum 040-698 17 30

Riskerna för att den kommunala ytvattentäkten eller eventuella närbelägna privata brunnar ska förorenas till oacceptabla hälsorisknivåer från det fd sågverksområdet bedöms på kort och lång sikt som minimala.

På grund av hälsoriskerna bör restriktioner av markanvändningen genomföras. Då det kan vara svårt att göra en på långsiktigt hållbar övertäckning i den strandnära delen av delområde C är det till följd av hälsoriskerna olämpligt att som det anges i detaljplanen anlägga en småbåtshamn längs det dioxinförorenade strandområdet. Inför en eventuell nybyggnationen av ett båtklubbhus i enlighet med detaljplanen bör föroreningsituationen inom delområde D beaktas och efterbehandlingsåtgärder kommer då sannolikt att erfordras.

11.6 Resthalter inom övriga markområden

I markområden som ligger utanför de förorenade delområdena A-D har av analyserade ämnen främst dioxiner påvisats i marken i ett antal provpunkter. Halten av dioxiner i marken utanför delområde C ligger i samtliga analyserade jordprov under det föreslagna platsspecifika riktvärdet över grundvattenytan (100 ng TEQ/kg). Det kan inte uteslutas att högre dioxinhalter kan förekomma, men bedöms i så fall vara enstaka med begränsad utbredning.

12 Riskvärdering

12.1 Genomförande och underlag till riskvärderingen

I en riskvärdering görs en sammanvägning av resultat från den fördjupade riskbedömningen och åtgärdsutredningen, teknik samt andra aspekter för de olika åtgärdsalternativen samt för nollalternativet (inga åtgärder utförs). Riskvärderingen utförs av beställare, tillsynsmyndighet och vissa fall av berörda intressenter (markägare, intresseorganisationer etc) och syftar till att välja ett åtgärdsalternativ.

Inledningsvis upprättade Tyréns ett förslag på aspekter som, baserat på de övergripande åtgärdsmålen, föroreningsituationen och riktlinjerna i Naturvårdsverkets kvalitetsmanual, bedömdes lämpliga att utvärdera för de föreslagna åtgärdsalternativen. Representanter från Lessebo kommun och Länsstyrelsens i Kronobergs län lämnade synpunkter på förslaget och följande aspekter fastställdes i projektgruppen:

- Hälsa och miljö
- Teknik
- Kostnad
- Juridik
- Uppfyllelse av övergripande åtgärds mål
- Reduktion av föroreningar
- Fiskeintresse
- Oro hos människor
- Miljöpåverkan vid genomförande av åtgärd



Karin Kockum 040-698 17 30

Baserat på dessa aspekter upprättade Tyréns ett underlagsmaterial för de i åtgärdsutredningen redovisade åtgärdsalternativen inklusive nollalternativet, se tabell 12.1 Med utgångspunkt av detta underlagsmaterial diskuterade representanterna från Lessebo kommun och Länsstyrelsen i Kronobergs län konsekvenser med de olika alternativen vid ett projektmöte i oktober 2006. Vidare hölls ett informationsmöte med intressenter och allmänhet i Hovmantorp i november 2006.

Karin Kockum 040-698 17 30

Tabell 12.1. Konsekvenser avseende olika aspekter för de fyra åtgärdsalternativen samt nollalternativet.

Aspekt	Nollalternativ (inga åtgärder)	Alternativ 1a (urschaktning ner till grundvattenytan inom delomr C och D samt extern behandling/deponering)	Alternativ 1b (urschaktning ner till grundvattenytan inom delomr A, B, C och D samt extern behandling/deponering)	Alternativ 2 (total urschaktning inom delomr A, B, C och D samt extern behandling/deponering)	Alternativ 3 (övertäckning delomr C och D)
Hälsa och miljö	Hälsorisker via exponering av dioxin- samt Pb- och PAH förorenad jord i my. Risk för miljöeffekter i markmiljön inom delomr A o B. Miljöeffekter i Rottnen pga förorenings-spridning av främst dioxin och koppar via grundvattnet. Minimala risker för ytvattentäkt och ev privata brunnar på kort och lång sikt.	Befintliga hälsorisker minimeras. Nuvarande (som idag bedöms vara små) och framtida spridningsrisker av dioxin, PAH och bly till Rottnen och dess ev miljöpåverkan minimeras. Risk för miljöeffekter i markmiljön och i Rottnen pga förorenings-spridning av koppar via grundvattnet kvarstår. Minimala risker för ytvattentäkten och ev privata brunnar på kort och lång sikt.	Befintliga hälsorisker minimeras. Nuvarande (som idag bedöms vara små) och framtida spridningsrisker av dioxin, PAH och bly till Rottnen och dess ev miljöpåverkan minimeras. Risker för miljöeffekter i markmiljö ovan grundvattenytan minimeras. Reduktion av spridningsrisker av koppar till Rottnen, Minimala risker för ytvattentäkten och ev privata brunnar på kort och lång sikt.	Befintliga och framtida hälso- och miljörisker minimeras. Inga framtida restriktioner inom området. Minimala risker för ytvattentäkten och privata brunnar på kort och lång sikt.	Exponeringsrisker för dioxin- samt Pb- och PAH förorenad jord i my begränsas, men kvarstår t ex vid grävningsarbeten. Risker för miljöeffekter i markmiljön och i Rottnen pga förorenings-spridning av främst koppar och dioxin via grundvattnet. kvarstår Minimala risker för ytvattentäkten på kort och lång sikt.
Teknik	-	Beprövad teknik	Beprövad teknik	Beprövad teknik	Beprövad teknik
Kostnad	-	0,8-1 MKr	6-8 MKr	9-16 MKr	0,3-0,4 MKr
Juridik	-	Anmälan om ebh-åtgärd enl MB	Anmälan om ebh-åtgärd enl MB	Tillståndsansökan enl MB. (strandnära arbeten,spontning avledning av grundvatten)	Anmälan om ebh-åtgärd enl MB
Uppfylls av övergripande åtgärds mål	Delmål 2 uppfylls. Pga hälso- och miljörisker uppfylls inte delmål 1 och 3 inom hela området. Restriktioner kan komma att krävas inom delområden.	Delmål 1 och 2 uppfylls. I delmål 3 uppfylls hälsoriskaspekten men inom delomr A o B finns risk för miljöeffekter i markmiljön pga höga kopparhalter. De höga kopparhalterna kan påverka mikroorganismer och begränsa vegetationsetablering	Delmål 1 och 2 uppfylls. I delmål 3 uppfylls hälsoriskaspekten och miljörisker i marken ovan gv. Koppar kommer finnas kvar i marken under gv. Risk för kopparspridning via gv till Rotten, men bör minska pga totalt lägre kopparmängder i mark.	Samtliga 3 delmål uppfylls.	Delmål 1 och 2 uppfylls. Pga hälso- och miljörisker uppfylls inte 3. Restriktioner vid grävningsarbeten inom delomr C och D.

Beställare: Lessebo kommun
Uppdragsnummer: 212244

Karin Kockum 040-698 17 30

Tabell 12.1 forts.

Aspekt	Nollalternativ	Alternativ 1a	Alternativ 1b	Alternativ 2	Alternativ 3
Reduktion av föroreningar inom förorenade delområden	Ingen. Ingen el mkt liten naturlig nedbrytning av aktuella föroreningar	Dioxin: ca 0,4 kg (ca 95 %) Bly: 115 kg (ca 100%) PAH _{can} : ca 7 kg (ca 100 %) PAH _{övr} : 15 kg (ca 100%) Koppar: 0 %	Koppar: ca 2 400 kg (ca 45%) Dioxin: ca 0,4 kg g (ca 95 %) Bly: 115 kg (ca 100%) PAH _{can} : ca 7 kg (ca 100 %) PAH _{övr} : 15 kg (ca 100%)	Koppar: ca 5 300 kg (ca 100 %) Dioxin: ca 0,4 kg (ca 100%) Bly: 115 kg (ca 100%) PAH _{can} : ca 7 kg (ca 100 %) PAH _{övr} : 15 kg (ca 100%)	Ingen. Ingen el mkt liten naturlig nedbrytning av aktuella föroreningar
Rekreation-, natur- och kulturvärden	Samma som idag. Rekreativsmöjligheter kan komma att begränsas inom delomr C o D. Inga kända kulturvärden	Ökade rekreativs- och möjlighet till ökade naturvärden inom efterbehandlade områden. Inga kända kulturvärden.	Ökade rekreativsvärden utan restriktioner och naturvärden ökar i marken ovanför grundvattenytan inom hela undersökningsområdet. Inga kända kulturvärden.	Ökade rekreativs- och naturvärden inom hela undersökningsområdet. Inga restriktioner. Inga kända kulturvärden.	Samma som idag. Inga kända kulturvärden
Fiskeintresse	Ingen förändring jämfört med idag	Risk för ytterligare belastning i Rottnen av främst dioxin minimeras, vilket om än i liten grad förbättrar förutsättningar för fortsatt artrikt fiskbestånd i Rottnen. Ev effekter av nuvarande och framtida kopparbelastning kvarstår.	Risken för ytterligare belastning i Rottnen av främst dioxin och till stor del av koppar i Rottnen minimeras, vilket om än i liten grad förbättrar förutsättningar för fortsatt artrikt fiskbestånd i Rottnen.	Risk för ytterligare belastning i Rottnen av främst dioxin och koppar i minimeras, vilket om än i liten grad förbättrar förutsättningar för fortsatt artrikt fiskbestånd i Rottnen.	Ingen förändring jämfört med idag
Människors oro	Vetskapen om föroreningsituationen kan göra människor oroliga	Eftersom hälsorisker minimeras minskar risken för människor oro.	Eftersom hälsorisker och stor del av miljöriskerna minimeras minskar risken för människor oro.	Risken för att människor oroas minimeras	Eftersom samtliga föroreningar lämnas kvar finns risk för att människor oroas.
Miljöpåverkan vid genomförande av åtgärd	-	Miljöpåverkan av utsläpp från arbetsmaskiner och transporter.	Miljöpåverkan av utsläpp från arbetsmaskiner och transporter, ca 5 ggr större utsläpp än i alt 1a.	Miljöpåverkan av utsläpp från arbetsmaskiner och transporter, ca 13 ggr större utsläpp än i alt 1a. Även om åtgärder vidtas finns viss risk för påverkan i Bråtabäcken och Rottnen av partikeltransport vid grävning och av ofrivilliga föroreningsutsläpp av länsvatten.	Miljöpåverkan av utsläpp från arbetsmaskiner och transporter, ca 1,5 ggr större utsläpp än i alt 1a.

Beställare: Lessebo kommun
Uppdragsnummer: 212244



Karin Kockum 040-698 17 30

12.2 Föreslaget åtgärdsalternativ

Representanter från Lesebo kommun och Länsstyrelsen i Kronobergs län har, med sammanställningen i tabell 12.1, utvärderingsrapporten i konceptform mm som underlag samt beaktande av synpunkter som kom fram på informationsmötet med allmänheten, haft interna och gemensamma diskussioner angående val av åtgärdsalternativ.

Projektgruppen förordar åtgärdsalternativ 1a (urschaktning av förorenad jord ner till grundvattenytan inom delområde C och D samt extern behandling/deponering), vilket bedöms uppfylla de övergripande åtgärdsmålen på ett kostnadseffektivt sätt. Genom att ta bort föroreningarna i område C och D minimeras hälsoriskerna liksom eventuell spridning av dioxin, bly och PAH till sjön Rotten, som har höga naturvärden, permanent. Detta är att föredra framför en övertäckning. Alternativ 1a reducerar dock inte risken för markmiljön i område A och B. Kostnaden för att åtgärda det kopparförorenade området anses vara orimligt hög i förhållande till de miljövinsten som uppnås. Eftersom läckaget av koppar till sjön är litet bedömer projektgruppen att riskerna för miljön ändå är acceptabla utifrån den pågående och förväntade användningen av området.

12.3 Förslag på mätbara åtgärds mål

Målet med efterbehandlingsåtgärden är att marken ner till grundvattenytan inte ska innehålla halter, av dioxiner och klorfenoler inom delområde C eller av bly och PAH inom delområde D, i halter som överskrider de föreslagna platsspecifika riktvärdena som anges i tabell 12.1. Koppar bedöms kunna förkomma inom östra delen av delområde C. Eftersom huvudmålet med åtgärden är att minimera befintliga hälsorisker kan högre kopparhalter än de föreslagna riktvärdena accepteras då dessa styrs av effekter i markmiljön.

Tabell 12.1. Integrerade föreslagna platsspecifika riktvärden för jord vid fd Widerströms Trä, över respektive under grundvattenytan. Enhet i mg/kg TS om inget annat anges.

Ämne	Jord över grundvattenytan	Jord under grundvattenytan
Koppar	100	200
Dioxin (ng TEQ/kg TS)	100	600
Pentaklorfenol	0,5	5
Summa klorfenoler utom pentaklorfenol	2,5	25
PAH cancerogena	10	15
PAH övriga	10	15
Kadmium	6	9
Bly	150	300

Vid miljökontrollen av efterbehandlingsåtgärden bör det säkerställas att urgrävda schakt-/markytor har acceptabla resthalter av aktuella föroreningar:

- högst 10 % (med en maxhalt på 2-3 ggr riktvärdena) av analyserna på jordprov får överskrida de föreslagna platsspecifika riktvärdena för jord med avseende på dioxiner, bly och PAH. Jordprovtagning och analyser på sanerad schaktbotten/schaktväggar ska utföras minst för var 100 m².



Karin Kockum 040-698 17 30

13 Osäkerheter

Den östra och nordvästra föroreningsavgränsningen för delområde B som redovisas i bilaga 4 är osäker på grund av för få provtagningspunkter och analysdata, se även kap 11.1.

Vid provpunkt 2, som ligger nära järnvägen i den nordöstra delen av undersökningsområdet, fanns tidigare en tank och pump för diesel till arbetsfordon. Inga petroleumföroreningar påträffades vid denna provpunkt. På grund av otillräckligt underlagsmaterial (endast muntliga uppgifter har erhållits) finns risk för att denna punkt ej är placerad i exakt läge för den fd dieseltanken. Detta medför att det finns risk för att marken i närheten av denna punkt kan vara dieselförorenad. Eventuell föroreningsutbredning bedöms dock med hänsyn till resultat från omgivande provpunkter (punkt 6 och Pg 25) vara begränsad.

Det har gjorts omfattande laboratorieanalyser på de dominerande förorenande ämnena (dioxiner, klorfenoler och koppar) från tidigare verksamheter. Det kan inte uteslutas att andra ämnen, som inte har analyserats, kan förekomma i mark, sediment och grundvatten. Tänkbara ämnen kan vara nedbrytningsprodukter av påträffade föroreningar samt bekämpningsmedelsrester eftersom bekämpningsmedel ofta har hanterats på gamla sågverk. Bekämpningsmedelsrester har analyserats i grundvattenprov och i dessa påvisades inga anmärkningsvärda halter av bekämpningsmedel som är typiska för sågverk, vilket indikerar att eventuell förekomst av dessa föreningar även i marken troligen är begränsad.

14 Inför förberedelsefasen

14.1 Projekteringsdirektiv

För att kunna gräva ur en så stor mängd som möjligt av den dioxinförorenade jorden inom delområde C ovanför grundvattenytan, är det av stor vikt att genomföra schaktningsarbetena när grundvattennivån är på en låg nivå, normalt i augusti- september. Grundvattennivåerna styrs till stor del av vattennivån i sjön Rottnen. Inför projekteringen bör därför kontakt tas med Eon som ansvarar för vattenregleringen i sjön för att samordna att schaktarbetena utförs när sjöytan är på en låg nivå och för att utreda möjligheter att inför schaktarbetena utföra en avsänkning av sjöytan inom gällande tillstånd.

Schaktningsarbetena bör utföras på ett sådant sätt så att rasrisken och risken för inträngning av sjövattnen vid de strandnära områdena minimeras. Vidare bör, om möjligt, schakt- och kontrollarbeten inom delområde C planeras och utföras så att, om de platsspecifika riktvärden överskrids, även viss urgrävning kan göras under grundvattenytan (ca 0,1-0,2 m under grundvattenytan) utan att länsvatten pumpas bort. Detta kan eventuellt göras genom att urschaktning görs etappvis i mindre delområden med successiv återfyllnad.

Betongplattan inom delområde C som det fd dopningskaret tidigare var placerat på föreslås rivas i samband med grävningsarbetet. Betongplattans yta är ca 4*6 m och tjockleken ca 0,3 m. Inga



Karin Kockum 040-698 17 30

laboratorieanalyser har utförts på betongplattan, men risken bedöms som stor att den kan vara förorenad av dioxiner och eventuellt av klorfenoler. Om inga laboratorieanalyser utförs på betongen för avfallsklassificering i samband med efterbehandlingsarbetena bör betongplattan hanteras som avfall och omhändertas på ett av tillsynsmyndigheten godkänt sätt.

Eftersom deponeringskostnaden ändras kontinuerligt bör denna kostnad uppdateras vid projekteringen av åtgärderna.

Lämpligen utförs efterbehandlingsåtgärderna inom en entreprenad där efterfrågade arbeten beskrivs i ett förfrågningsunderlag, som bl a bör innehålla följande:

- Kravspecifikation för ovan nämnda utförande av schaktarbeten avseende grundvattennivå vid genomförande, rasrik och vatteninträngning samt ev grävning under grundvattenytan
- Beskrivningar av omfattning av bedömda schaktarbeten i plan och profil och med möjlighet till reglerbara mängder inklusive betongplattan
- Hur och av vem miljökontrollarbeten ska utföras; provtagning, analysförfarande m m
- Krav på hur massorna ska hanteras vid schaktarbeten, t ex för att minimera förorenings-spridning (t ex via damning) till icke förorenade markområden
- Krav på att transportör och avfallsanläggning har tillstånd att köra respektive deponera aktuella massor
- Krav på att återfyllnad ska utföras med rena massor

14.2 Föreberedelse och strategi för tillståndsansökningar, anmälningar eller liknande

Efterbehandlingsåtgärderna ska innan de påbörjas godkännas av tillsynsmyndigheten, Miljö- och hälsoskyddskontoret i Lessebo kommun. För ett godkännande krävs att en anmälan enligt 28 § Förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (SFS 198:899) lämnas in till tillsynsmyndigheten. Anmälan bör vara tillsynsmyndigheten tillhanda senast sex veckor innan åtgärden ska utföras.

Transportör ska ha tillstånd att transportera de förorenade massorna.

Inför genomförande av efterbehandlingsåtgärderna bör intressenter och närboende informeras om planerade arbeten, avstängning av delområden vid schaktarbeten etc.

14.3 Direktiv för miljökontroll

Det bedöms ej erfordras några miljökontroller innan efterbehandlingsåtgärden utförs.

Inför urgrävningen och upphandlingen av entreprenaden upprättar beställaren ett miljökontrollprogram där det bl a ska framgå:



Karin Kockum 040-698 17 30

- Hur och i vilken omfattning provtagning och analyser ska göras för att avgränsa föroreningsutbredning och klassificering av massor
- Hur de förorenade massorna ska hanteras; t ex ev mellanlager, transporter etc
- Hur mängder av förorenade massor till deponeringsplats kommer kontrolleras och verifieras.
- Hur arbetena ska utföras för att minimera förorenings-spridning till omgivningen
- Hur provtagning och analyser ska utföras på kvarlämnade schakt – och markytor så att de mätbara åtgärds målen uppfylls.
- Hur återfyllnad med rena massor ska utföras och kontrolleras.

Miljökontrollen planeras att utföras av beställaren. Utförande och resultat av efterbehandlingsarbetena bör sammanställas och redovisas i en efterbehandlingsrapport, som ska godkännas av tillsynsmyndigheten. När efterbehandlingsarbetena har slutförts med godkänt resultat från tillsynsmyndigheten behövs inga uppföljande miljökontrollarbeten.

14.4 Planering och bedömd kostnad av fortsatta arbeten

I tabell 14.1 redovisas bedömd tidsåtgång och uppskattad budget för olika aktiviteter för fortsatta arbeten i förberedelse- och genomförandeskedena av åtgärdsalternativ 1a. Den totala kostnaden uppskattas till ca 1,2 miljoner SEK.

Tabell 14.1. Bedömd tidsåtgång/aktivitet i föreberedelse- och genomförandeskedet samt uppskattade kostnader.

Aktivitet	År												Uppskattad kostnad SEK	
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Upprättande av förfrågningsunderlag			—	—										80 000
Upprättande av miljökontrollprogram	—													40 000
Upprättande av anmälan om efterbehandling			—											30 000
Genomförande av åtgärd inkl kontroll								—	—	—				1 000 000
Efterbehandlingsrapport											—			40 000
Oförutsedda kostnader														50 000
Totalkostnad														1 240 000 SEK



Karin Kockum 040-698 17 30

Referenser

ALcontrol Laboratories, Ronnebyåns vattenvårdsförbund –Ronnebyån, 2000-2002 samt 2004.

CCME 2003. Canadian soil quality guidelines for the protection of environmental and human health

EKA 2002:15. WSP Environmental. Projektrapport 1, Miljö- och hälsoriskbedömning samt åtgärdsutredning

Isosaari P. 2004. Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofuran contamination of sediments and photochemical decontamination of soil. ISBN 951-740-450-6. Doktorsavhandling. University of Kuopio, Department of environmental sciences, Finland.

Kemakta AR 2001-18. Förutsättningar för spridning av föroreningar från sediment i Viskan samt preliminary bedömning av miljö- och hälsorisker. Delrapport 2, 2002-02-13.

Kemakta AR 2005-31- Riktvärden för ämnen i grundvatten vid bensinstationer, 2006-04-28.

Länsstyrelsen i Kronobergs län 1989, Kronobergs Natur- Naturvårdsprogram för Kronobergs län. Inventeringsdel

Naturvårdsverket. 2006. Efterbehandling av förorenade områden. Kvalitetsmanual för användning och hantering av bidrag till efterbehandling och sanering. Utgåva 2, 2006. Naturvårdsverket, Stockholm.

Naturvårdsverket. 2005. [Remiss angående vägledningmaterial för riskbedömning av förorenade områden. Diarienummer 642-4709-04.](#) Naturvårdsverket, Stockholm.

Naturvårdsverket 1999. Metodik för inventering av förorenade områden. Rapport 4918. Naturvårdsverket, Stockholm.

Naturvårdsverket 1999. Vägledning för efterbehandling vid träskyddsanläggningar. Rapport 4963. Naturvårdsverket, Stockholm.

Naturvårdsverket. 1998. Förslag till riktvärden för förorenade bensinstationer. NV rapport 4889. Naturvårdsverket och Svenska Petroleum Institutet.

Naturvårdsverket. 1997. Development of generic guideline values – model and data used for generic guideline values for contaminated soils in Sweden. NV rapport 4639, Stockholm.

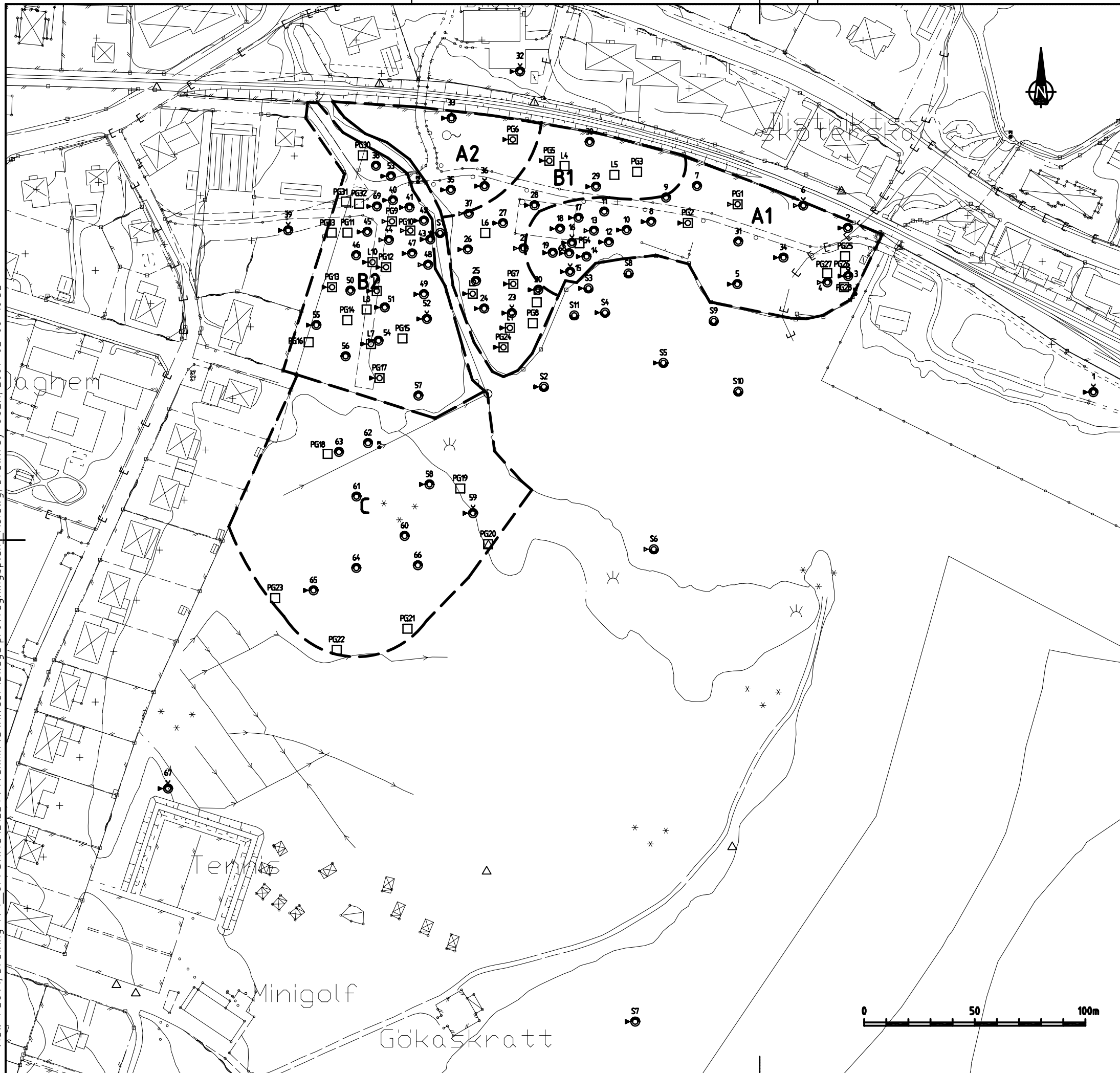
RVF Utveckling 02:09. Bedömningsgrunder för förorenade massor.

Safe S. 1990. Polychlorinated biphenyls (PCBs), dibenzo-p-dioxins (PCDDs), dibenzofurans (PCDFs), and related compounds: environmental and mechanistic considerations which support the development of toxic equivalency factors. CRC Critical Reviews in Toxicology 21, 51-88.








SGI 2004. Elektrosanering av Långön, Mellerud. Delrapport 2. Pilotförsök av barksanering.

SLV 2001:30. Livsmedelsverket 2001. Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten. SLV FS 2001:30

USEPA 2006. <http://www.epa.gov/safewater/dwh/c-soc/dioxin.html>



BETECKNINGAR

-  Provgrop
-  Störd provtagning
-  Ostörd provtagning (sediment)
-  Mätpunkt för ytvatten
-  Grundvattenrör, grundvattennivå bestämd vid korttidsobservation i öppet system
-  Fältanalyser
-  Laboratorieanalyser
- s,g,l S=Fast fas, G=gas, L=vätska

Övriga beteckningar se SGF/BGS beteckningssystem, www.sgf.net

ANMÄRKNINGAR

A1, A2, B1, B2 och C är delområden med olika användningsområde



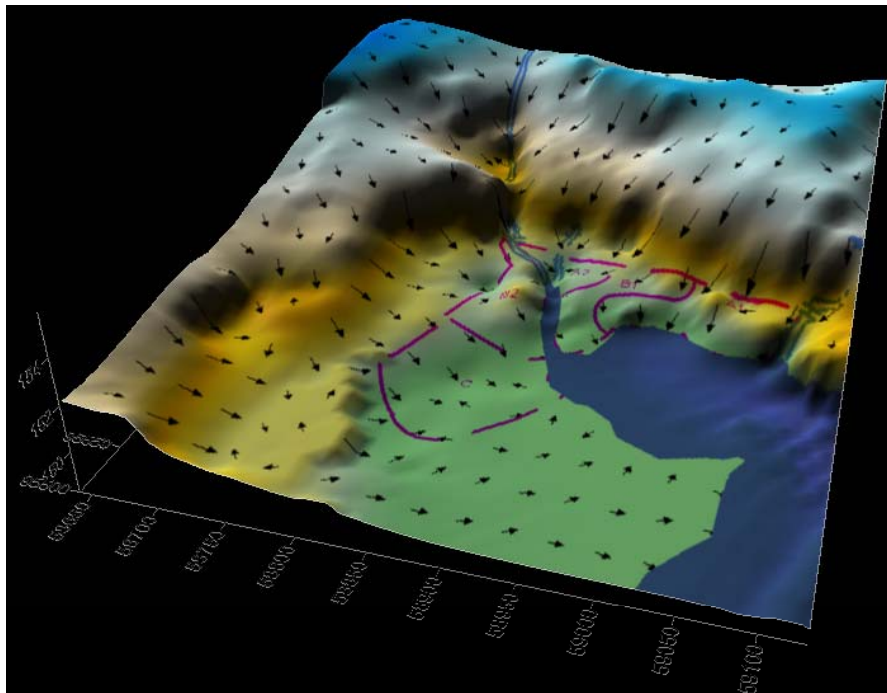
HUVUDSTUDIE
F.D WIDERSTRÖMS TRÄ I HOVMANTORP,
LESSEBO KOMMUN
PROVTAGNINGSPÅN
BILAGA 1, 2007-02-09



Bilaga 2

PM- Grundvattenmodell

PM
3D-numerisk grundvattenmodell
Hovmantorp



Göteborg 2006-10-12

Beställare: Lessebo kommun
Uppdragsnummer: 212244

David Klemetz

David Klemetz 031-606315

2006-10-12

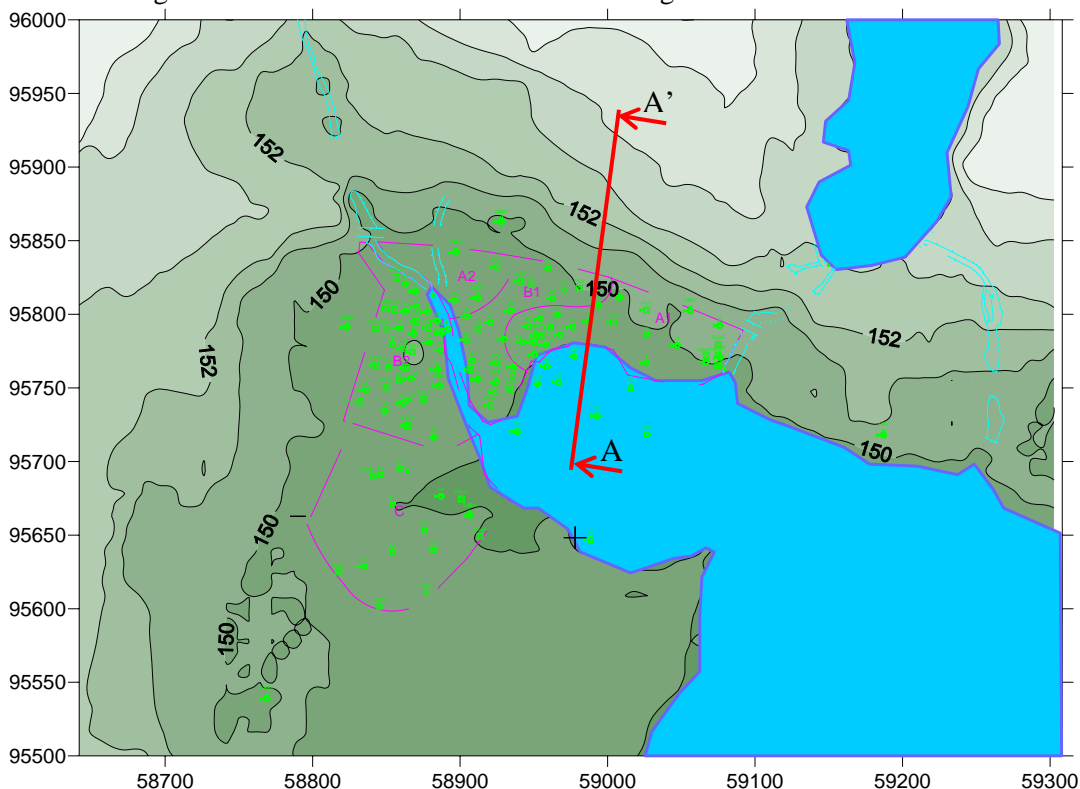
1	BAKGRUND OCH SYFTE	3
2	GEOLOGISKA OCH HYDROGEOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR – KONCEPTUELL MODELL	3
3	MODELLBESKRIVNING	5
3.1	Modellområde, lagerföljd och grid	5
3.2	Randvillkor	6
4	MODELLKÖRNINGAR	6
4.1	Kalibrering	6
4.2	Validering/Verifiering.....	7
5	MODELLKÖRNING – RESULTAT	7

1 Bakgrund och syfte

På uppdrag av Lessebo kommun utför Tyréns en huvudstudie avseende förorenad mark av f d Widerströms trä i Hovmantorp. I uppdraget ingår att ta fram platsspecifika riktvärden inom undersökningsområdet vilket bl a kräver beräkningar av vattenbalans och grundvattenströmning. En 3D-numerisk grundvattenmodell har upprättats för detta ändamål. Nedan ges en beskrivning av upprättat modell samt modellresultat.

2 Geologiska och hydrogeologiska förutsättningar – konceptuell modell

Undersökningsområdet, som är indelat i fem olika delområden A1, A2, B1, B och C, ligger intill sjön Rottnen och utgörs av flacka utfyllnadsområden, se figur 1. Väster och norr om undersökningsområdet återfinns brantare moränsluttningar.

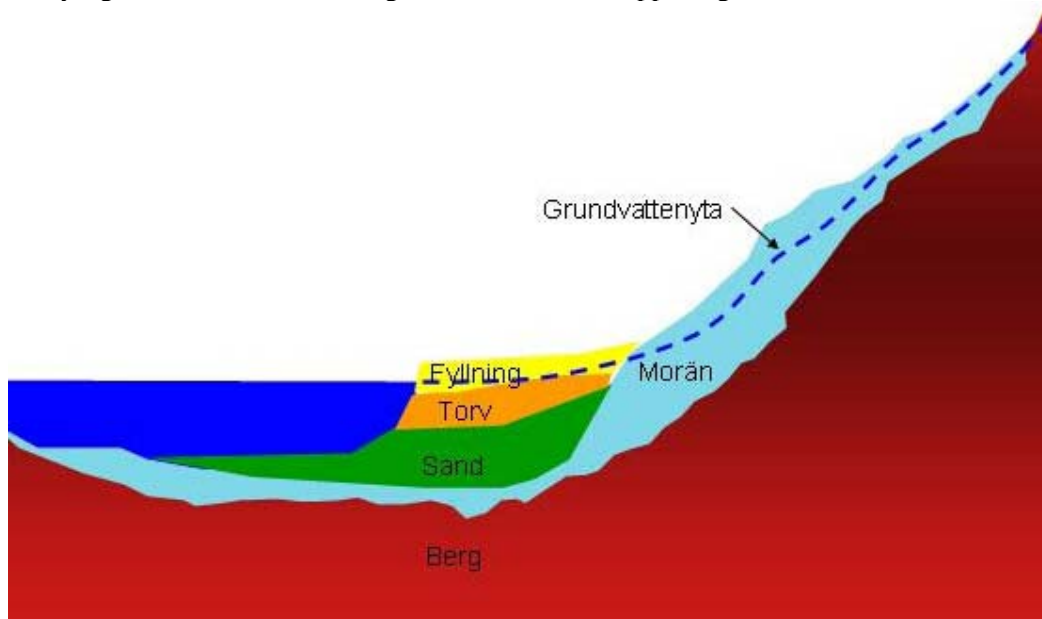


Figur 1 Översikt över undersökningsområdet (rosa linje), topografi och undersökningsborrningar/provgröpar (gröna punkter)

David Klemetz 031-606315

2006-10-12

Geologin i undersökningsområdet består överst av ca 1 m fyllnadsmaterial underlagrat av ett 1-3 m mäktigt torvlager. Under torven återfinns en relativt mäktigt (2-3 m) vattenförande sand som troligen vilar på en tätare morän. I område B och C (söder och sydväst om ån) återfinns sanden mer ytligt. Österut i område A1 går moränen nästan upp i dagen.



Figur 2 Principskiss över geologin i området (snitt AA' i figur 1). Obs - ej skalenlig figur.

Avrinningen i regionen uppgår enligt SMHI till ca 7 l/km²*år (220 mm).

Information om de geologisk och hydrogeologiska förutsättningarna har inhämtats från:

- SGUs hydrogeologiska karta
- ca 120 geotekniska borrhningar och provgropar i området.
- 14 observationsrör och 4 pglar i området
- SGUs brunnsarkiv

Grundvattennivåer och sjönivåer har mätts vid två tillfällen i installerade grundvattenrör och pglar. Nivå mätningarna visar på en mycket flack grundvattengradient ner mot sjön i undersökningsområdet.

Siktcurvor på uttagna jordprov har utförts på ett antal prover från sandlagret. Siktcurvan visar på en relativt genomsläppig sand med ett k-värde på ca 1-3*10⁻⁴ m/s.

David Klemetz 031-606315

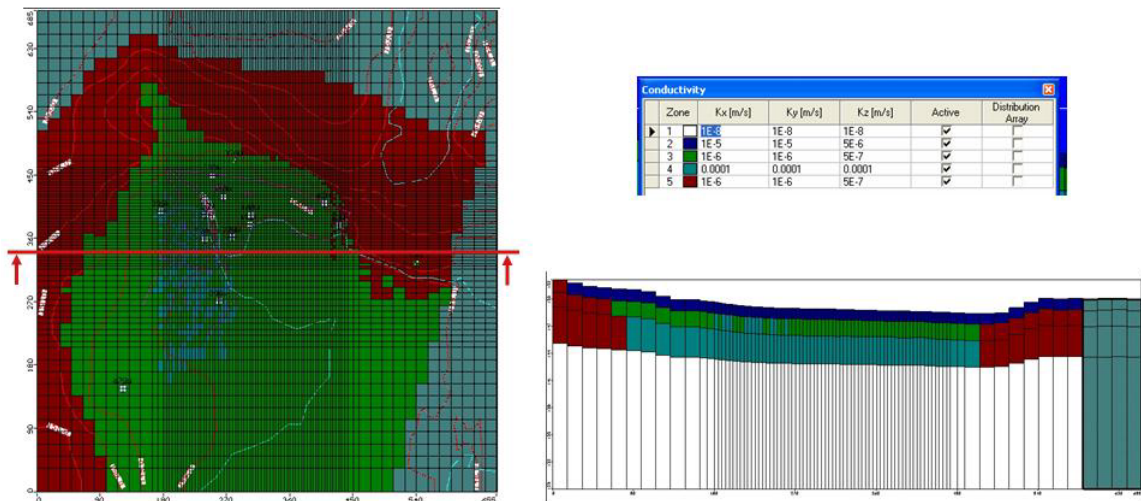
2006-10-12

3 Modellbeskrivning

Modellen har upprättats i Visual Modflow Pro. Programvaran är idag en standardprogramvara inom modelleringsbranschen och baseras på finit differenskod.

3.1 Modellområde, lagerföljd och grid

Modellområdet har en utsträckning i öst-västlig riktning på ca 600 m och i norr-sydlig riktning på ca 500 m. Modellområdet är i plan avgränsat i sydost av sjön. Väster och norrut har modellen avgränsats med flödesränder (generell head) då inga tydliga hydrauliska gränser återfunnits inom rimligt avstånd. Modellområdet är indelat i celler som varierar i storlek – ca 20*20 m i perifera delar av modellområdet till 5*5 m i mer intressanta områden.



Figur 3 Exempel - modelluppbyggnad i plan (vänstra bilden) och på djupet (högra bilden, snitt AA'). De olika färgerna visar vilka värden på hydraulisk konduktivitet som ansatts i modellen.

I djupled är modellen uppdelad i fyra lager vilket återspeglar den geologiska stratifieringen i området. Lager 1 (blått) representerar fyllnadsmaterialet, Lager 2 (grön) representerar torv, Lager 3 (grågrönt) underlagrad sand och Lager 4 (vitt) morän/berg. De bruna cellerna representerar morän. Data från geotekniska borrhningar i området samt nivådata från gröna kartan har använts för att interpolera fram markyta och de olika formationernas överyta (Kriging).

I varje cell har specifika hydrauliska parametrar, som t ex hydraulisk konduktivitet, porositet etc ansatts.

David Klemetz 031-606315

2006-10-12

3.2 Randvillkor

Nettonederbörden i modellområdet har ansatts till 220 mm/år i perifera delar och till 200 mm/år i områden med hårdgjorda ytor och dräneringar.

Sjön har ansatts som "constant head" med ett medelvattenstånd på +148.7 möh (enligt pegelmätningar) och dammen på +153 möh. Bäckan har ansatts som "River" som följer topografin i bäckfåran med en vattennivå på ca 0.5-1 m.

I väster och norrut där naturliga hydrauliska saknas har "General head" ansatts med $K=1 \cdot 10^{-6}$ m/s och en motriktad gradient på 4-6 %.

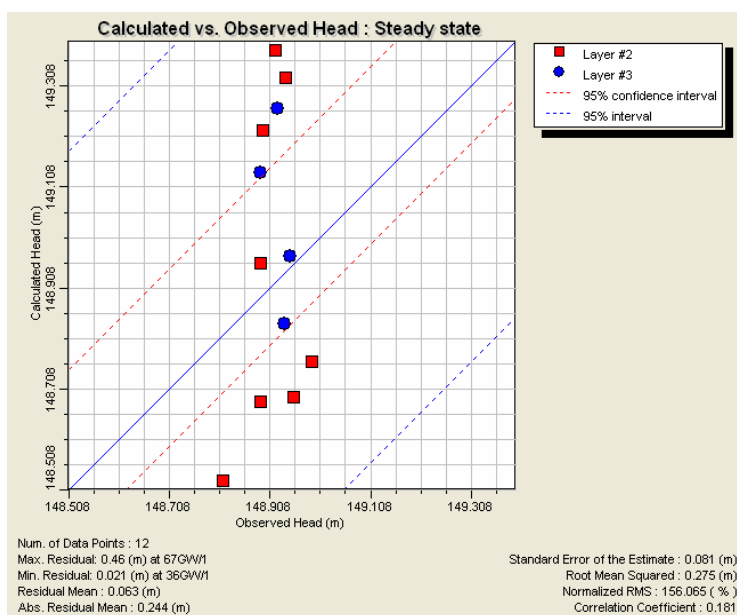
4 Modellkörningar

4.1 Kalibrering

Modellen har initialt kalibrerats i sk "steady state"-läge genom att den hydrauliska konduktiviteten i de olika lagren har justerats tills tillräckligt god överensstämmelse erhållits mellan uppmätta och modellerade grundvattennivåer.

I figur 4 ges exempel från kalibreringsresultat när modellresultat ansetts vara tillräckligt kalibrerad mot uppmätta nivåer. Medelavvikelsen är ca 7 cm och maximala avvikelsen 46 cm m. Detta kan jämföras med årstidsfluktuationerna som ligger i storleksordningen ca 0.5-1 m i regionen.

Kalibreringen ger att konduktiviteten i de olika delområdena fördelas enligt tabell 1.



Figur 4 Exempel från kalibreringsresultat där uppmätta och modellerade grundvattennivåer jämförs.

Tabell 1 Konduktivitetsvärden i de olika formationerna vid färdigkalibrerad modell

Mtrl	K-värde (m/s)
Fyllning	1e-5
Torv	1e-6
Sand	1e-4
Morän	5e-7
Berg	1e-8

David Klemetz 031-606315

2006-10-12

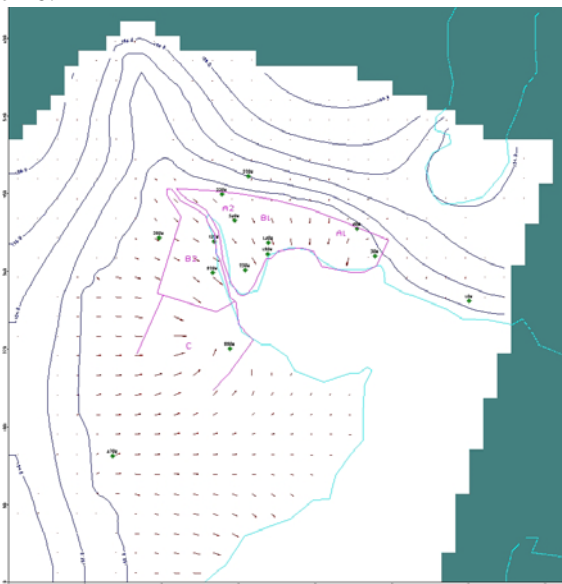
4.2 Validering/Verifiering

Det traditionella förfarande för att verifiera att en modell är verklighetstrogen är att efter genomförd kalibrering validera/verifiera modellen. För detta krävs dock att ny data samlas in efter det att någon ”störning” eller förändring har gjorts i det studerade systemet.

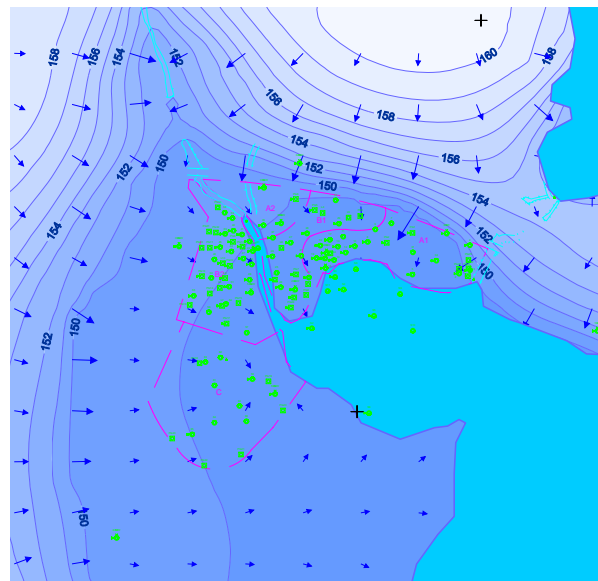
Upprättad modell har därför inte kunnat valideras/verifieras eftersom det i dagsläget saknas ”ny” data. Dock ges det i framtiden utmärkta möjligheter till detta förutsatt att datainsamling av trycknivåer och flödesdata sker.

5 Modellkörning – resultat

Den färdigkalibrerade modellen ger en grundvattenströmning i lager 3 (sandén) enligt figur 5 och 6.



Figur 5 Modellberäknad grundvattenströmning i området. Pilarna visar på grundvattnets strömningshastighet

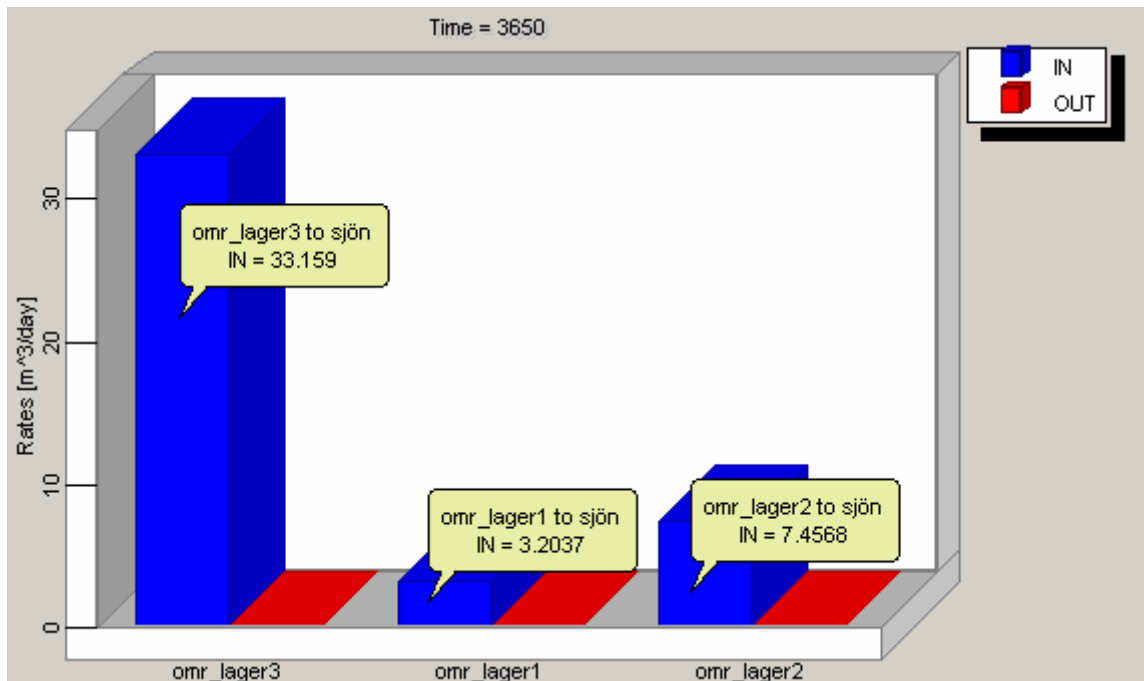


Figur 6 Modellberäknad grundvattenströmning i området. Pilarna visar på strömningsriktning och storlek på gradienten.

David Klemetz 031-606315

2006-10-12

Modellen ger också möjlighet att kvantifiera flöden. Vattenbalansen visar att nybildningen till undersökningsområdet via nettonederbörden uppgår till ca 17 m³/dygn. Inflödet från de uppströms angränsande möränavlagringarna uppgår till ca 28 m³/d.



Figur 7 Modellberäknade inflöden till sjön från undersökningsområdet

Grundvattenutflödet från undersökningsområdet till sjön uppgår totalt till 45 m³/d och domineras av flödet ur lager 3 (sand) som uppgår till ca 33 m³/d.

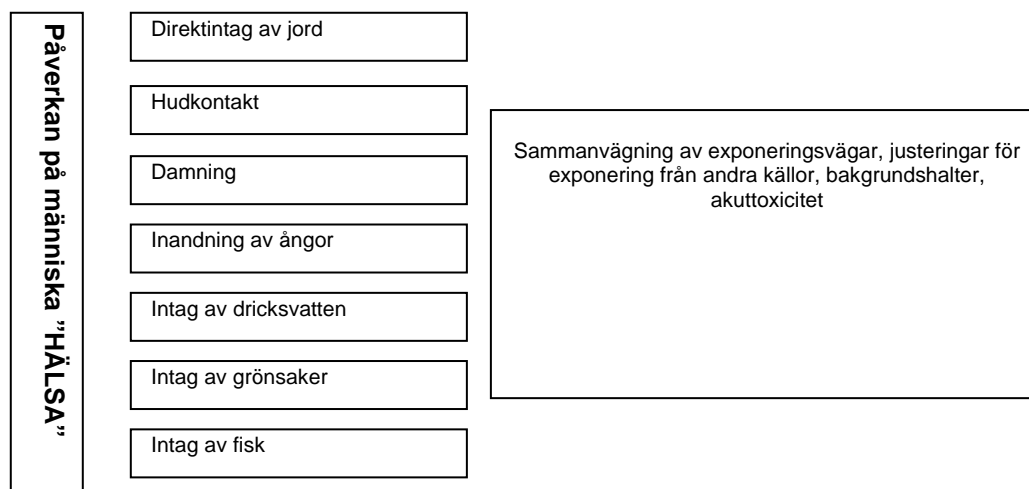
Bilaga 3

Underlag för beräkning av platsspecifika riktvärden för jord



1 Riktvärden

Riktvärden används för att jämföra föroreningshalter på ett område med halter som inte ska innebära risk för negativa effekter på hälsa och miljö (organismer i mark och vatten). Naturvårdsverket har tagit fram modeller för hur människor kan exponeras för föroreningar på förorenade områden, Figur 1. Utifrån denna modell har Naturvårdsverket beräknat generella riktvärden för känslig markanvändning (KM: bostäder, lekplatser, daghem m), mindre känslig markanvändning (MKM: kontor, industrier, vägar m m) samt mindre känslig markanvändning där grundvatten används (MKMgv).



Figur 1. Den del av Naturvårdsverkets modell som gäller exponeringsvägar från jord som kan påverka människors hälsa (Naturvårdsverket 1997 och 2005).

Många gånger avviker förutsättningarna på ett förorenat område från dem i modellen. En jämförelse mot de generella riktvärdena kan innebära underskattning men oftare överskattning av risk (de generella riktvärdena är försiktigt satta) för negativa effekter vid vistelse på området. Platsspecifika riktvärden som är anpassade till platsen tas därför fram. Halterna på området jämförs mot dessa platsspecifika riktvärden som en del i en fördjupad riskbedömning.

2 Markanvändning och antaganden

Idag används det tidigare sågverksområdet främst för rekreation. Även i framtiden planeras området användas av båtklubb mm. Detta har legat till grund för modellen om hur människor antas kunna exponeras för föroreningar på området. En exponeringsmodell har tagits fram och utifrån den har platsspecifika riktvärden beräknats.

Generella riktvärden finns för oljeföroreningar för mark som nyttjas som park, men inte för andra metaller än bly (Naturvårdsverket 1998). Vid beräkning av de platsspecifika riktvärdena har Naturvårdsverkets

uppdaterade modell använts (Naturvårdsverket 2005). Modellen är under bearbetning och skiljer sig i några avseenden från den modell Naturvårdsverket presenterade 1997 och tillsammans med SPI 1998 (Naturvårdsverket 1997 och 1998). Skillnaderna kommenteras under respektive exponeringsväg. I beräkningarna av platsspecifika riktvärden har förändringar gentemot Naturvårdsverkets uppdaterade modell (2005) angetts i Tabell 1. Uppdateringar av dricksvattennormer, tolerabelt dagligt intag mm kommenteras inte. Motiveringar till valda antaganden om exponeringsförutsättningar följer efter Tabell 1.

Grundvattenytan ligger relativt ytligt, vilket bedöms kunna påverka aktiviteter på platsen och hur marken används. Den höga grundvattenytan kan också påverka spridningsförutsättningarna för föroreningar.

Riktvärden har därför beräknats för två typer av markanvändning:

- Rekreation, mark ovan grundvattenytan
- Rekreation, mark under grundvattenytan

Tabell 1. Exponeringsvägar, antal dagar som barn respektive vuxna bedöms exponeras för föroreningar från jord samt bär, svamp och fisk från området. Markeringar i fet stil innebär förändringar gentemot Naturvårdsverkets generella modell (Naturvårdsverket 2005).

Parameter	Enhet	Generell modell 2005 Park	Rekreation, mark <u>ovan</u> grundvattenytan	Rekreation, mark <u>under</u> grundvattenytan
HÄLSA				
Intag av jord	Dagar	80	80	8
Hudkontakt	Dagar	40	40	4
Inandning damm	Dagar	80	80	8
Inandning ånga inomhus	Dagar	0	4	4
Inandning ånga utomhus	Dagar	80	80	80
Intag av grönsaker, bär och svamp	kg/år	1	1	0
Intag av fisk barn (vuxna)	kg/år	2,2 (4,4)	2,2 (4,4)	2,2 (4,4)
Intag av dricksvatten	Dagar	365	0	0
ÖVRIGT				
Längd och bredd på området	m*m	50*50	100*70	100*70
Grundvattenbildning	mm/år	100	200	200
Volym i sjö	m ³	1 000 000	1 530 000	1 530 000
Sjöns omsättningstid	år	1	2	2
Halt organiskt kol	%	2	2	2
Justering för skyddsvärt grundvatten		Utförs	Utförs ej	Utförs ej
MARKMILJÖ				
Effekter i markmiljön		KM-värde	KM-värde	MKM-värde

2.1 Rekreation, mark ovan grundvattenytan

2.1.1 Hälsa

Intag av jord

Människor kan oavsiktligt få jord i munnen via t.ex. fingrarna. Område ligger lättillgängligt för allmänheten och som mest antas en människa röra sig 80 dagar på ett år på området. Detta gäller såväl barn som vuxna. I modellen från 1998 antas exponering från jord ske 20 dagar per år, dvs. 1/4 av tiden antagen här och i den modell som är under bearbetning (Naturvårdsverket 1998 och 2005).

Hudkontakt

Föroreningar kan adsorberas in i kroppen från huden. Ju mer kläder vi bär, desto mindre ytor att adsorbera genom. Dubbel så lång kontakttid (exponering) har antagits gentemot modellen från 1998, men samma antaganden som i modellen som sändes på remiss år 2005.

Inandning av damm

Föroreningar kan tas upp i kroppen via dammpartiklar. Samma antaganden om förutsättningar för att marken ska damma har gjorts för beräkning av platsspecifika riktvärden som i modellen på remiss (Naturvårdsverket 2005). Det innebär att 80 dagar per år antas människor kunna exponeras för föroreningar via dammpartiklar. I den äldre modellen (1998) antogs exponeringstiden vara lägre, 20 dagar.

Inandning av ånga inomhus

Eftersom klubbhus eventuellt kommer att byggas på området i framtiden antas människor kunna andas in föroreningar i gasfas inomhus. Sammantaget antas människor vistas 4 hela dagar i klubblokalen per år. Påträffade föroreningar förekommer mycket lite i luft. I Naturvårdsverkets modeller (1998 och 2005) antas människor inte vistas inomhus på parkmark.

Inandning av ånga utomhus

Mestadelen av tiden kommer människor att tillbringa utomhus. Utspädningen av luft större utomhus än inomhus. Samma antaganden som i modellen från 2005 har gjorts. I modellen från 1998 har kortare vistelse antagits.

Intag av grönsaker, bär och svamp

Då området även är detaljplanelagt som naturområde och vissa möjligheter till bär- och svamplockning finns, har antagits att 1 kg bär och svamp från området äts varje år av enskilda människor.

Intag av fisk

Sjön är populär för fiske. Barn antas äta drygt 2 kg fisk från sjön varje år och vuxna drygt 4 kg. Intag av fisk ingår inte i modellen från 1998.

Intag av dricksvatten

Grundvattnet på själva området används inte som dricksvatten av människor, tillskillnad mot antaget i Naturvårdsverkets modeller, se Tabell 1.



2.1.2 Skydd av markmiljön

Marken ska fungera som naturpark och för rekreation och därför väljs det högre skyddet av markmiljö, dvs. att ca 75 % av arterna och markfunktionerna ska skyddas mot negativa effekter.

2.2 Rekreation, mark under grundvattenytan

2.2.1 Hälsa

Intag av jord, hudkontakt, inandning av damm

Jord som ligger under mark- och grundvattenytan är mindre tillgänglig för människor och djur än ytligt liggande jord. Jord under grundvattenytan har därför antagits kunna nå människor en tiondel så mycket som ytlig jord. Damning kan egentligen sägas vara ännu mindre. Exponering antas kunna ske mellan 4 till 8 dagar per år, beroende på exponeringsväg.

Inandning av ånga inomhus och utomhus

Vistelse i klubblokal har antagits vara 4 hela dagar per år. Utomhus antas människor vistas 80 dagar per år.

Intag av grönsaker, bär och svamp

Bär och svamp antas inte plockas från jord under grundvattenytan.

Intag av fisk och dricksvatten

Samma antaganden som för jord ovan grundvattenytan. Intag av fisk ingår inte i modellen från 1998.

2.2.2 Skydd av markmiljön

Behovet av skydd av markfunktioner bedöms vara något lägre djupare ner i marken. Organismer i djupare jordlager har troligtvis mindre betydelse för organismer i andra nischer, t.ex. fåglar, vilket är ett av motiven till lägre skydd. Därför har markskydd motsvarande skydd av ca 50 % av markorganismerna och funktionerna använts i modellen.

2.2.3 Övrigt

Längd och bredd på området

Storleken av det förorenade området har hämtats från kapitel 9. Samma yta har använts för beräkning av riktvärden för alla ämnen. Olika hantering av ämnen och därmed olika förväntad utbredning av förorening skulle kunna motivera att olika ytor används i beräkningarna. En helhetssyn på området eftersträvas och därför har samma ytstorlek använts.

Grundvattenbildning, sjövolym och omsättningstid

Data angående grundvattenbildning har hämtats från grundvattenmodelleringen i kapitel 8.

Halt organiskt kol

Andelen organiskt kol är på flera delar av området högre än 2 % som har använts i beräkningsmodellen. Jorden är heterogen och består i vissa lager av lägre andel organiskt kol och därför har 2 % ändå använts för beräkningen av riktvärden.

Lakbarhet

Fördelningskoefficienter mellan jord och vatten (Kd) för olika ämnen har beräknats utifrån lakteter, se kap 10. Skillnaderna gentemot Kd-värden i Naturvårdsverkets generella modeller motiverade inte ändring av Kd-värden.

Justering för skyddsvärt grundvatten

Grundvattnet på området kommer inte att användas direkt för dricksvattenintag. Eventuell påverkan av grundvattnet på området på ytvatten som används för dricksvatten beräknas utifrån grundvattenmodellen och spridningsberäkningar.

3 Platsspecifika riktvärden

I Tabell 2 och Tabell 3 presenteras de beräknade platsspecifika riktvärdena för hälsa, markmiljö och ytvattenmiljö för jord över respektive under grundvattenytan.

Tabell 2. Beräknade platsspecifika riktvärden för hälsa och organismer i ytvatten vid Widerströms Trä samt riktvärden för markmiljö. Två typer av riktvärden har beräknats, dels för mark över grundvattenytan, dels för mark under grundvattenytan. Enhet i mg/kg TS om inget annat anges. TEQ=Toxiska ekvivalenter

Ämne	Jord över grundvattenytan				Jord under grundvattenytan			
	Hälsa	Mark- miljö	Ytvatten- miljö	Avrundat riktvärde	Hälsa	Mark- miljö	Ytvatten- miljö	Avrundat riktvärde
Koppar	94000	100	6800	100	ej begr.	200	2200	200
Dioxiner (ng TEQ/kg TS)	110	250	7700	100	600	2000	2400	600
Pentaklorfenol	3,8	0,5	170	0,5	63	5	55	5
Summa klorfenoler utom pentaklorfenol	2433	2,5	1478	2,5	76800	25	475	25
PAH cancerogena	18	10	410	10	180	15	130	15
PAH övriga	540	10	550	10	14000	15	170	15
Kadmium	49	6	27	6	910	12	17	9
Bly	880	150	5500	150	8000	300	1700	300



Tabell 3. Integrerade föreslagna platsspecifika riktvärden för jord vid Widerströms Trä, över respektive under grundvattenytan. Enhet i mg/kg TS om inget annat anges. TEQ=Toxiska ekvivalenter

Ämne	Jord över grundvattenytan	Jord under grundvattenytan
Koppar	100	200
Dioxiner (ng TEQ/kg TS)	100	600
Pentaklorfenol	0,5	5
Summa klorfenoler utom pentaklorfenol	2,5	25
PAH cancerogena	10	15
PAH övriga	10	15
Kadmium	6	9
Bly	150	300

Indata för beräkning av riktvärden

Remissversion 2005-07-04 rev. E_{KM} och E_{MKM} för PAH (2006-04-07)

Beskrivning av scenariot

Scenariots namn:

Beskrivning:
 Natur- och rekreationsområde: över grundvattenytan
 Mindre småbåtshamn, samlingsplatser, fiske, parkmark
 Järnvägsnära, lättillgängliga gräsytor

Val av givet scenario (gulbruna celler)

Hämta givet scenario:

Val av eget scenario (data till vita inmatningsceller)

Hämta eget scenario:

Val av ämnen

Ämne 1: <input type="text" value="Koppar"/>	Ämne 9: <input type="text" value="PAH cancerogena"/>	Ämne 17: <input type="text"/>
Ämne 2: <input type="text" value="Dioxin (TCDD-ekv)"/>	Ämne 10: <input type="text" value="PAH övriga"/>	Ämne 18: <input type="text"/>
Ämne 3: <input type="text" value="Pentaklorfenol"/>	Ämne 11: <input type="text" value="Bly"/>	Ämne 19: <input type="text"/>
Ämne 4: <input type="text" value="Monoklorfenol (2-)"/>	Ämne 12: <input type="text"/>	Ämne 20: <input type="text"/>
Ämne 5: <input type="text" value="Diklorfenol (2,4-)"/>	Ämne 13: <input type="text" value="Kadmium"/>	Ämne 21: <input type="text"/>
Ämne 6: <input type="text" value="Triklorfenol (2,4,5-)"/>	Ämne 14: <input type="text"/>	Ämne 22: <input type="text"/>
Ämne 7: <input type="text" value="Triklorfenol (2,4,6-)"/>	Ämne 15: <input type="text"/>	Ämne 23: <input type="text"/>
Ämne 8: <input type="text" value="Tetraklorfenol (2,3,4,6-)"/>	Ämne 16: <input type="text"/>	Ämne 24: <input type="text"/>

Val av exponeringsvägar

<input checked="" type="checkbox"/> Intag av jord	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Hudkontakt med jord/damm	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Inandning av damm	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Inandning av ånga	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Intag av dricksvatten	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Intag av grönsaker	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Intag av fisk	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Reserv 1	
<input type="checkbox"/> Reserv 2	

PARK

Exponeringsparametrar

PARK	
Intag av förorenad jord	
Exponeringstid barn	80 dag/år
Exponeringstid vuxna	80 dag/år
Hudkontakt med jord/damm	
Exponeringstid barn	40 dag/år
Exponeringstid vuxna	40 dag/år

PARK	
Inandning av damm	
Exponeringstid barn	80 dag/år
Exponeringstid vuxna	80 dag/år
Andel inomhusvistelse	0,05
Inandning av ånga	
Exponeringstid barn	80 dag/år
Exponeringstid vuxna	80 dag/år
Andel inomhusvistelse	0,05
Intag av dricksvatten	
Exponeringstid barn	365 dag/år
Exponeringstid vuxna	365 dag/år
Intag av grönsaker	
Konsumtion, barn	0,0027 kg/dag
Konsumtion, vuxna	0,0027 kg/dag
Andel från odling på plats	1
Intag av fisk	
Konsumtion, barn	0,02 kg/dag
Konsumtion, vuxna	0,04 kg/dag
Andel fångad i recipient	0,3

Jordparametrar

PARK	
Torr densitet	1,5 kg/dm ³
Halt organiskt kol	0,02 kg/kg
Vattenhalt	0,3 dm ³ /dm ³
Andel porluft	0,1 dm ³ /dm ³
Total porositet	0,4 dm ³ /dm ³

Förorenat område

PARK	
Områdets längd	100 m
Områdets bredd	70 m
<input type="checkbox"/> Riktvärdet avser endast jord under grundvattenytan	<input type="checkbox"/>
Djup under grundvattenytan	m

Transportmodell - Ånga till inom- och utomhusluft

PARK	
Luftvolym inne i byggnad	240 m ³
Luftomsättning i byggnad	12 1/dag
Yta under byggnad	250 m ²
Djup till förorening	0,35 m
Utspädning till inomhusluft	3222 Diklorfenol (2,4-) ▼
Utspädning till utomhusluft	595658

Transportmodell - Grundvatten

PARK	
Grundvattenbildning	200 mm/år
Hydraulisk konduktivitet	1,00E-04 m/s
Hydraulisk gradient	0,02 m/m
Akviferens mäktighet	5 m
Avstånd till brunn	0 m
Utspädning till grundv. (brunn)	22 ggr

Transportmodell - Ytvatten

Sjö
 Rinnande vattendrag

	PARK		
Sjöns volym	15300000	1000000	m ³
Sjöns omsättningstid	2	1	år
Flöde i rinnande vattendrag	0,0317	0,0317	m ³ /s
Modellens utspädning	5464		ggr

Transportmodeller - Egna utspädningsfaktorer

	PARK		
<input type="checkbox"/> Porluft till inomhusluft	6000	~6000	ggr
<input type="checkbox"/> Porluft till utomhusluft	600000	600000	ggr
<input type="checkbox"/> Porvatten till grundv. (brunn)	55	55	ggr
<input type="checkbox"/> Porvatten till ytvatten	4000	4000	ggr

Transportmodeller - Beräknade vattenflöden

Flöde genom förören. massor	1400,0	m ³ /år
Flöde genom akviferen	22075,2	m ³ /år

Effekter i markmiljön

Använd KM-värden i ämnesdatabas
 Använd MKM-värden i ämnesdatabas

Justera värdet om halten organiskt kol >2 %

Justering av riktvärde

Justering för skydd av grundvatten
 Justering för akuttoxicitet
 Justering för hög bakgrundshalt

	PARK		
Justering för skydd av grundvatten	<input checked="" type="checkbox"/>		
Justering för akuttoxicitet	<input checked="" type="checkbox"/>		
Justering för hög bakgrundshalt	<input checked="" type="checkbox"/>		

Justering för skydd av grundvatten:

Egen utspädningsfaktor

	PARK		
Avstånd till skyddsområde	0	500	m
Egen utspädningsfaktor	55	55	ggr
Utspädning till skyddsområde	22		ggr

Uttagsrapport

Eget scenario: Rekreationsområde, mark över gy
 Givet scenario: PARK

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde
Koppar	100	mg/kg	Effekter i markmiljön
Dioxin (TCDD-ekv)	0,00010	mg/kg	Intag av jord + exp. andra källor
Pentaklorfenol	0,50	mg/kg	Effekter i markmiljön
Monoklorfenol (2-)	0,50	mg/kg	Effekter i markmiljön
Diklorfenol (2,4-)	0,50	mg/kg	Effekter i markmiljön
Triklorfenol (2,4,5-)	0,50	mg/kg	Effekter i markmiljön
Triklorfenol (2,4,6-)	0,50	mg/kg	Effekter i markmiljön
Tetraklorfenol (2,3,4,6-)	0,50	mg/kg	Effekter i markmiljön
PAH cancerogena	10	mg/kg	Effekter i markmiljön
PAH övriga	10	mg/kg	Effekter i markmiljön
Bly	150	mg/kg	Effekter i markmiljön
Kadmium	6,0	mg/kg	Effekter i markmiljön

Avvikelser i inmatningsblad

	Eget scenario Rekreationsområde, mark	Givet scenario PARK	
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas	
Andel inomhusvistelse - inandn. damm	0,05	0	-
Andel inomhusvistelse - inandn. ånga	0,05	0	-
Längd på förorenat område	100	50	m
Bredd på förorenat område	70	50	m
Luftvolym inne i byggnad	240	0	m ³
Luftomsättning i byggnad	12	0	1/dag
Yta under byggnad	250	0	m ²
Grundvattenbildning	200	100	mm/år
Hydraulisk konduktivitet	0,0001	0,00001	m/s
Hydraulisk gradient	0,02	0,03	m/m
Avstånd till brunn	0	500	m
Sjöns volym	15300000	1000000	m ³
Sjöns omsättningstid	2	1	år
Justering för halt organiskt kol >2%	utförs	utförs ej	
Justering för skyddsvärt grundvatten	utförs ej	utförs	
Avstånd till skyddsvärt grundvatten	0	500	m

Avvikelser i modellparametrar

Inga avvikelser i modellparametrar.

	Eget värde	Standardvärde
	-	-

Egendefinierade ämnen

Inga egendefinierade ämnen används.

Avvikelse ämnesdata

Remissversion 2005-07-04

Eget scenario:

Rekreatjonsområde, mark över gy

Eget ämne:



Fördefinierat ämne:

Pentaklorfenol

Avvikelse	Eget ämne	Fördefinierat ämne Pentaklorfenol	Egna kommentarer
Ämnesgrupp (sant/falskt)	0	FALSKT	
Metall (sant/falskt)	0	FALSKT	
Organisk icke-metall (sant/falskt)	0	FALSKT	
Organiskt ämne (sant/falskt)	0	SANT	
CAS-nummer	0	87-86-5	
Kd-värde	0	31,7	l/kg
Koc-värde	0	1584,893192	l/kg
Kow-värde	0	131825,6739	l/kg
Henrys konstant	0	0,000226	
BCF för bladgrönsaker (våtvikt)	0	5,3	(mg/kg)/(mg/l)
BCF för rotgrönsaker (våtvikt)	0	265	(mg/kg)/(mg/l)
Biotillgänglighetsfaktor, oralt intag	0	1	
Toxikologiskt referensvärde, TDI	0	0,003	mg/(kg,dag)
Relativ absorptionsfaktor, hudupptag	0	0,11	
Biotillgänglighetsfaktor, hudupptag	0	1	
Biotillgänglighetsfaktor, inhalation	0	1	
Dricksvattenkriterium	0	0,009	mg/l
Biotillgänglighetsfaktor, intag av grönsaker	0	1	
Biotillgänglighetsfaktor, intag av fisk	0	1	
Effekter i markmiljön, KM-värde	0	0,5	mg/kg
Effekter i markmiljön, MKM-värde	0	5	mg/kg
Effekter i yvattenmiljön, vattenkvalitetskriterium	0	1	mg/l

Remissversion 2005-07-04

Riktvärden

Ämne	Envägskoncentrationer (mg/kg)										Ojusterat hälsorisk-värde	Miljöeffekter (mg/kg)		Exponering andra källor	Justeringar (mg/kg)		Justerat integrerat riktvärde	Bakgrunds-halt (mg/kg)	Avrundat riktvärde (mg/kg)
	Inlag av jord	Hudkontakt jord/damm	Inandning damm	Inandning ånga	Inlag av dricksvatten	Inlag av grönsaker	Inlag av fisk	Reserv 1	Reserv 2	Mark-miljön		Ytvatten-miljön	Exponering Skydd av grundvatten		Akut-toxicitet				
Koppar	230000	ej begr.	ej begr.	ej aktuell	ej aktuell	170000	ej begr.	ej aktuell	ej aktuell	ej aktuell	94000	100	6600	data saknas	ej aktuell	data saknas	100	30	100
Dioxin (TCDD-ekv)	0,0023	0,0024	1,7	240	ej aktuell	0,018	0,038	ej aktuell	ej aktuell	ej aktuell	0,0011	0,00025	0,0077	0,00011	ej aktuell	data saknas	0,00011	0,00001	0,00010
Pentaklorfenol	1400	2600	ej begr.	220000	ej aktuell	3,9	200	ej aktuell	ej aktuell	ej aktuell	3,8	0,5	170	data saknas	ej aktuell	data saknas	0,5	data saknas	0,50
Monoklorfenol (2-)	2300	1800	ej begr.	4000	ej aktuell	33	20000	ej aktuell	ej aktuell	ej aktuell	31	0,5	68	data saknas	ej aktuell	data saknas	0,5	data saknas	0,50
Diklorfenol (2,4-)	1400	720	ej begr.	76000	ej aktuell	22	5100	ej aktuell	ej aktuell	ej aktuell	21	0,5	120	data saknas	ej aktuell	data saknas	0,5	data saknas	0,50
Triklorfenol (2,4,5-)	46000	37000	ej begr.	ej begr.	ej aktuell	1800	240000	ej aktuell	ej aktuell	ej aktuell	1700	0,5	500	data saknas	ej aktuell	data saknas	0,5	data saknas	0,50
Triklorfenol (2,4,6-)	19000	12000	ej begr.	ej begr.	ej aktuell	570	46000	ej aktuell	ej aktuell	ej aktuell	520	0,5	650	data saknas	ej aktuell	data saknas	0,5	data saknas	0,50
Tetraklorfenol (2,3,4,6-)	14000	11000	ej begr.	990000	ej aktuell	160	16000	ej aktuell	ej aktuell	ej aktuell	160	0,5	140	data saknas	ej aktuell	data saknas	0,5	data saknas	0,50
PAH cancerogena	200	160	65	120000	ej aktuell	36	700	ej aktuell	ej aktuell	ej aktuell	18	10	410	data saknas	ej aktuell	data saknas	10	data saknas	10
PAH övriga	14000	14000	ej begr.	270000	ej aktuell	590	55000	ej aktuell	ej aktuell	ej aktuell	540	10	550	data saknas	ej aktuell	data saknas	10	data saknas	10
Bly	1600	56000	65000	ej aktuell	ej aktuell	10000	160000	ej aktuell	ej aktuell	ej aktuell	1300	150	5500	680	ej aktuell	data saknas	150	25	150
Kadmium	460	680	650	ej aktuell	ej aktuell	99	6800	ej aktuell	ej aktuell	ej aktuell	65	6	27	49	ej aktuell	data saknas	6	data saknas	6,0

Grämarkerade celler indikerar att detta värde är kraftigt styrande för riktvärdet

Eget scenario: Rekreationsområde, mark över gy
Givet scenario: PARK

Avvikelser mellan eget scenario och givet scenario redovisas på kalkylblad "Uttagsrapport".

Exponeringsvägarnas påverkan på hälsoriskbaserat riktvärde

Ämne	Exponeringsvägarnas påverkan på ojusterat hälsoriskbaserat värde									
	Inlag av jord	Hudkontakt fordämn	Inandning damm	Inandning ånga	Inlag av dricksvatten	Inlag av grönsaker	Inlag av fisk	Reserv 1	Reserv 2	
Koppar	41,3%	3,9%	0,1%	0,0%	0,0%	54,1%	0,6%	0,0%	0,0%	
Dioxin (TCDD-ekv)	46,8%	44,5%	0,1%	0,0%	0,0%	5,8%	2,8%	0,0%	0,0%	
Pentaklorfenol	0,3%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	97,6%	1,9%	0,0%	0,0%	
Monoklorfenol (2-)	1,4%	1,7%	0,0%	0,8%	0,0%	96,0%	0,2%	0,0%	0,0%	
Diklorfenol (2,4-)	1,5%	2,9%	0,0%	0,0%	0,0%	95,2%	0,4%	0,0%	0,0%	
Triklorfenol (2,4,5-)	3,6%	4,5%	0,0%	0,0%	0,0%	91,2%	0,7%	0,0%	0,0%	
Triklorfenol (2,4,6-)	2,7%	4,5%	0,0%	0,1%	0,0%	91,6%	1,1%	0,0%	0,0%	
Tetraklorfenol (2,3,4,6-)	1,1%	1,4%	0,0%	0,0%	0,0%	96,4%	1,0%	0,0%	0,0%	
PAH cancerogena	8,9%	11,3%	27,8%	0,0%	0,0%	49,4%	2,6%	0,0%	0,0%	
PAH övriga	3,9%	3,7%	0,0%	0,2%	0,0%	91,1%	1,0%	0,0%	0,0%	
Bly	82,3%	2,3%	2,0%	0,0%	0,0%	12,5%	0,8%	0,0%	0,0%	
Kadmium	14,2%	9,5%	10,0%	0,0%	0,0%	65,4%	0,9%	0,0%	0,0%	

Eget scenario: Rekreatjonsområde, mark över gy
 Givet scenario: PARK

Avvikelse mellan eget scenario och jämförelsesenario redovisas på kalkylblad "Uttagsrapport".

Indata för beräkning av riktvärden

Remissversion 2005-07-04 rev. E_{KM} och E_{MKM} för PAH (2006-04-07)

Beskrivning av scenariot

Scenariots namn:

Beskrivning:
 Natur- och rekreationsområde: under grundvattenytan
 Mindre småbåtshamn, samlingsplatser, fiske, parkområde
 Järnvägsnära, lättillgängliga gräsytor

Val av givet scenario (gulbruna celler)

Hämta givet scenario:

Val av eget scenario (data till vita inmatningsceller)

Hämta eget scenario:

Val av ämnen

Ämne 1: <input type="text" value="Koppar"/>	Ämne 9: <input type="text" value="PAH cancerogena"/>	Ämne 17: <input type="text"/>
Ämne 2: <input type="text" value="Dioxin (TCDD-ekv)"/>	Ämne 10: <input type="text" value="PAH övriga"/>	Ämne 18: <input type="text"/>
Ämne 3: <input type="text" value="Pentaklorfenol"/>	Ämne 11: <input type="text" value="Bly"/>	Ämne 19: <input type="text"/>
Ämne 4: <input type="text" value="Monoklorfenol (2-)"/>	Ämne 12: <input type="text"/>	Ämne 20: <input type="text"/>
Ämne 5: <input type="text" value="Diklorfenol (2,4-)"/>	Ämne 13: <input type="text" value="Kadmium"/>	Ämne 21: <input type="text"/>
Ämne 6: <input type="text" value="Triklorfenol (2,4,5-)"/>	Ämne 14: <input type="text"/>	Ämne 22: <input type="text"/>
Ämne 7: <input type="text" value="Triklorfenol (2,4,6-)"/>	Ämne 15: <input type="text"/>	Ämne 23: <input type="text"/>
Ämne 8: <input type="text" value="Tetraklorfenol (2,3,4,6-)"/>	Ämne 16: <input type="text"/>	Ämne 24: <input type="text"/>

Val av exponeringsvägar

<input checked="" type="checkbox"/> Intag av jord	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Hudkontakt med jord/damm	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Inandning av damm	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Inandning av ånga	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Intag av dricksvatten	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Intag av grönsaker	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Intag av fisk	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Reserv 1	
<input type="checkbox"/> Reserv 2	

PARK

Val av exponeringsvägar (PARK)

Inandning av damm		PARK	
Exponeringstid barn	<input type="text" value="80"/>	<input type="text" value="80"/>	dag/år
Exponeringstid vuxna	<input type="text" value="80"/>	<input type="text" value="80"/>	dag/år
Andel inomhusvistelse	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	-
Inandning av ånga			
Exponeringstid barn	<input type="text" value="80"/>	<input type="text" value="80"/>	dag/år
Exponeringstid vuxna	<input type="text" value="80"/>	<input type="text" value="80"/>	dag/år
Andel inomhusvistelse	<input type="text" value="0,05"/>	<input type="text" value="0"/>	-
Intag av dricksvatten			
Exponeringstid barn	<input type="text" value="365"/>	<input type="text" value="365"/>	dag/år
Exponeringstid vuxna	<input type="text" value="365"/>	<input type="text" value="365"/>	dag/år
Intag av grönsaker			
Konsumtion, barn	<input type="text" value="0,0027"/>	<input type="text" value="0,0027"/>	kg/dag
Konsumtion, vuxna	<input type="text" value="0,0027"/>	<input type="text" value="0,0027"/>	kg/dag
Andel från odling på plats	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>	-
Intag av fisk			
Konsumtion, barn	<input type="text" value="0,02"/>	<input type="text" value="0,02"/>	kg/dag
Konsumtion, vuxna	<input type="text" value="0,04"/>	<input type="text" value="0,04"/>	kg/dag
Andel fångad i recipient	<input type="text" value="0,3"/>	<input type="text" value="0,3"/>	-

Exponeringsparametrar

Intag av förorenad jord		PARK	
Exponeringstid barn	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="80"/>	dag/år
Exponeringstid vuxna	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="80"/>	dag/år
Hudkontakt med jord/damm			
Exponeringstid barn	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="40"/>	dag/år
Exponeringstid vuxna	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="40"/>	dag/år

Jordparametrar

		PARK	
Torr densitet	<input type="text" value="1,5"/>	<input type="text" value="1,5"/>	kg/dm ³
Halt organiskt kol	<input type="text" value="0,02"/>	<input type="text" value="0,02"/>	kg/kg
Vattenhalt	<input type="text" value="0,45"/>	<input type="text" value="0,3"/>	dm ³ /dm ³
Andel porluft	<input type="text" value="0,01"/>	<input type="text" value="0,1"/>	dm ³ /dm ³
Total porositet	<input type="text" value="0,46"/>		dm ³ /dm ³

Förorenat område

		PARK	
Områdets längd	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="50"/>	m
Områdets bredd	<input type="text" value="70"/>	<input type="text" value="50"/>	m
<input checked="" type="checkbox"/> Riktvärdet avser endast jord under grundvattenytan	<input type="checkbox"/>		
Djup under grundvattenytan	<input type="text" value="1"/>		m

Transportmodell - Ånga till inom- och utomhusluft

		PARK	
Luftvolym inne i byggnad	<input type="text" value="240"/>	<input type="text" value="0"/>	m ³
Luftomsättning i byggnad	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="0"/>	1/dag
Yta under byggnad	<input type="text" value="250"/>	<input type="text" value="0"/>	m ²
Djup till förorening	<input type="text" value="0,35"/>	<input type="text" value="0,35"/>	m
Utspädning till inomhusluft	<input type="text" value="5660351"/>	<input type="text" value="5660351"/>	Diklorfenol (2,4-)
Utspädning till utomhusluft	<input type="text" value="#####"/>		

Transportmodell - Grundvatten

		PARK	
Grundvattenbitning	<input type="text" value="200"/>	<input type="text" value="100"/>	mm/år
Hydraulisk konduktivitet	<input type="text" value="1,00E-04"/>	<input type="text" value="1,00E-05"/>	m/s
Hydraulisk gradient	<input type="text" value="0,02"/>	<input type="text" value="0,03"/>	m/m
Akiferens mäktighet	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="5"/>	m
Avstånd till brunn	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="500"/>	m
Utspädning till grundv. (brunn)	<input type="text" value="7"/>		ggr

Transportmodell - Ytvatten

Sjö
 Rinnande vattendrag

Sjöns volym
 Sjöns omsättningstid
 Flöde rinnande vattendrag
 Modellens utspädning

	PARK		
	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	15300000	1000000	m ³
	2	1	år
	0,0317	0,0317	m ³ /s
	1733		ggr

Transportmodeller - Egna utspädningsfaktorer

Porluft till inomhusluft
 Porluft till utomhusluft
 Porvatten till grundv. (brunn)
 Porvatten till ytvatten

	PARK		
	6000	~6000	ggr
	600000	600000	ggr
	55	55	ggr
	4000	4000	ggr

Transportmodeller - Beräknade vattenflöden

Flöde genom föroren. massor
 Flöde genom akviferen

4415,0	m ³ /år
22075,2	m ³ /år

Effekter i markmiljön

Använd KM-värden i ämnesdatabas
 Använd MKM-värden i ämnesdatabas

Justera värdet om halten organiskt kol >2 %

Justering av riktvärde

Justering för skydd av grundvatten
 Justering för akuttoxicitet
 Justering för hög bakgrundshalt

Justering för skydd av grundvatten:

Egen utspädningsfaktor

	PARK		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vatten till skyddat gv	0	500	m
Egen utspädningsfaktor	55	55	ggr
Utspädning till skyddat gv	7		ggr

Uttagsrapport

Eget scenario: Rekreatjonsområde, under gy (och my)
 Givet scenario: PARK

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde
Koppar	200	mg/kg	Effekter i markmiljön
Dioxin (TCDD-ekv)	0,00060	mg/kg	Intag fisk + exp. andra källor
Pentaklorfenol	5,0	mg/kg	Effekter i markmiljön
Monoklorfenol (2-)	5,0	mg/kg	Effekter i markmiljön
Diklorfenol (2,4-)	5,0	mg/kg	Effekter i markmiljön
Triklorfenol (2,4,5-)	5,0	mg/kg	Effekter i markmiljön
Triklorfenol (2,4,6-)	5,0	mg/kg	Effekter i markmiljön
Tetraklorfenol (2,3,4,6-)	5,0	mg/kg	Effekter i markmiljön
PAH cancerogena	15	mg/kg	Effekter i markmiljön
PAH övriga	15	mg/kg	Effekter i markmiljön
Bly	300	mg/kg	Effekter i markmiljön
Kadmium	8,0	mg/kg	Effekter i ytvattenmiljön

Avvikelser i inmatningsblad

	Eget scenario nsområde, under gy)	Givet scenario PARK	
Inandning av damm	beaktas ej	beaktas	
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas	
Intag av grönsaker	beaktas ej	beaktas	
Exp.tid barn - intag av jord	8	80	dag/år
Exp.tid vuxna - intag av jord	8	80	dag/år
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	4	40	dag/år
Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	4	40	dag/år
Andel inomhusvistelse - inandn. ånga	0,05	0	-
Vattenhalt	0,45	0,3	dm ³ /dm ³
Andel porluft	0,01	0,1	dm ³ /dm ³
Längd på förorenat område	100	50	m
Bredd på förorenat område	70	50	m
Riktvärdet avser jord under gv-ytan	SANT	FALSKT	
Förorenings djup under gv-ytan	1	0	m
Luftvolym inne i byggnad	240	0	m ³
Luftomsättning i byggnad	12	0	1/dag
Yta under byggnad	250	0	m ²
Grundvattenbildning	200	100	mm/år
Hydraulisk konduktivitet	0,0001	0,00001	m/s
Hydraulisk gradient	0,02	0,03	m/m
Avstånd till brunn	0	500	m
Sjöns volym	15300000	1000000	m ³
Sjöns omsättningstid	2	1	år
Effekter i markmiljön	MKM-värde	KM-värde	
Justering för halt organiskt kol >2%	utförs	utförs ej	
Justering för skyddsvårt grundvatten	utförs ej	utförs	
Avstånd till skyddsvårt grundvatten	0	500	m

Avvikelser i modellparametrar

Inga avvikelser i modellparametrar. Eget värde Standardvärde

Egendefinierade ämnen

Inga egendefinierade ämnen används.

Avvikelser ämnesdata

Remissversion 2005-07-04

Eget scenario:

Rekreatjonsområde, under gy (och my)

Eget ämne: Fördefinierat ämne: **Avvikelser**

	Eget ämne	Fördefinierat ämne Pentaklorfenol	Egna kommentarer
Ämnesgrupp (sant/falskt)	0	FALSKT	
Metall (sant/falskt)	0	FALSKT	
Organisk icke-metall (sant/falskt)	0	FALSKT	
Organiskt ämne (sant/falskt)	0	SANT	
CAS-nummer	0	87-86-5	
Kd-värde	0	31,7	l/kg
Koc-värde	0	1584,893192	l/kg
Kow-värde	0	131825,6739	l/kg
Henrys konstant	0	0,000226	
BCF för bladgrönsaker (våtvikt)	0	5,3	(mg/kg)/(mg/l)
BCF för rotgrönsaker (våtvikt)	0	265	(mg/kg)/(mg/l)
Biotillgänglighetsfaktor, oralt intag	0	1	
Toxikologiskt refsensvärde, TDI	0	0,003	mg/(kg.dag)
Relativ absorptionsfaktor, hudupptag	0	0,11	
Biotillgänglighetsfaktor, hudupptag	0	1	
Biotillgänglighetsfaktor, inhalation	0	1	
Dricksvattenkriterium	0	0,009	mg/l
Biotillgänglighetsfaktor, intag av grönsaker	0	1	
Biotillgänglighetsfaktor, intag av fisk	0	1	
Effekter i markmiljön, KM-värde	0	0,5	mg/kg
Effekter i markmiljön, MKM-värde	0	5	mg/kg
Effekter i ytvattenmiljön, vattenkvalitetskriterium	0	1	mg/l

Exponeringsvägarnas påverkan på hälsoriskbaserat riktvärde

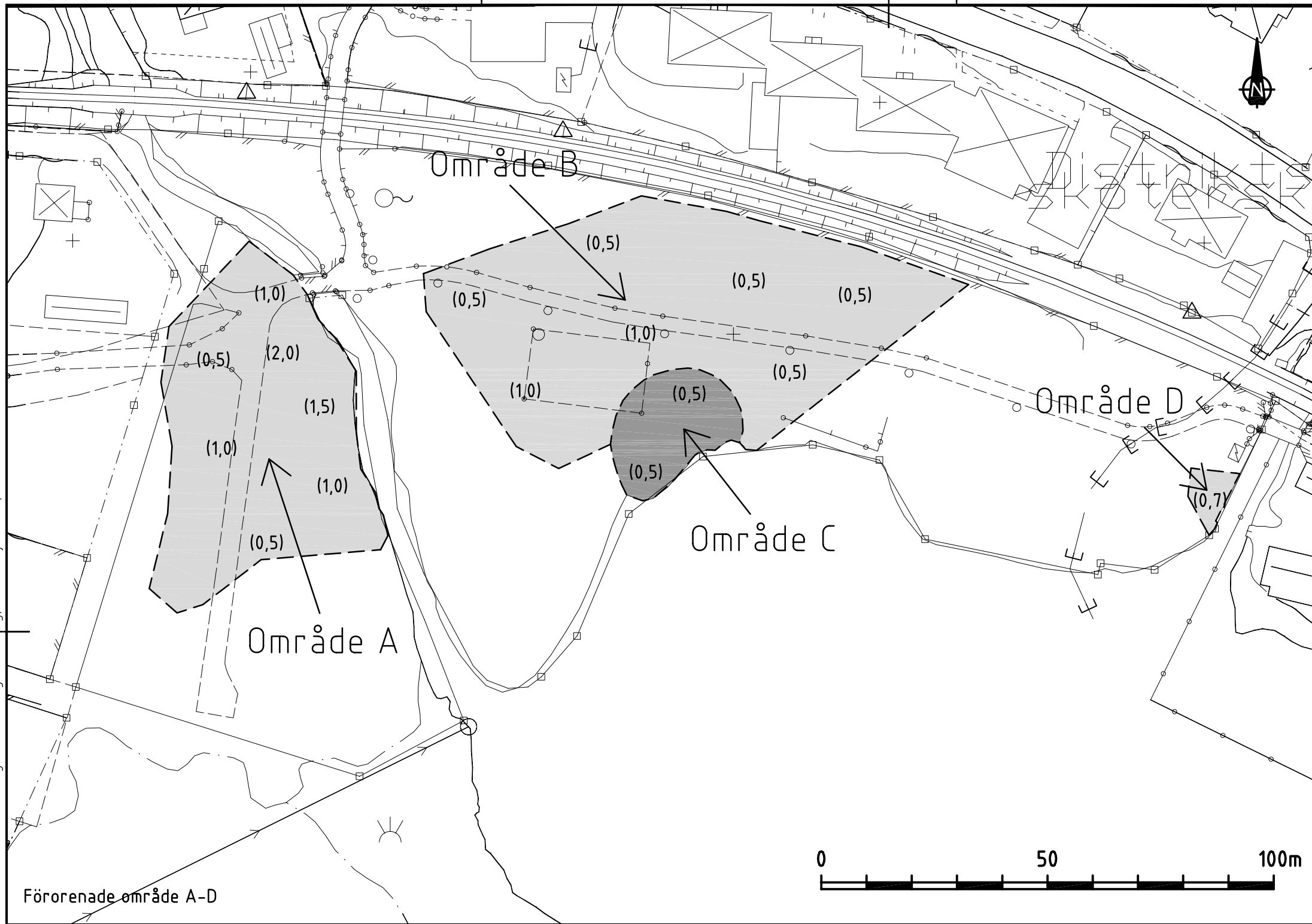
Ämne	Exponeringsvägarnas påverkan på ojusterat hälsoriskbaserat värde									
	Inlag av jord	Hudkontakt jord/damm	Inandning damm	Inandning ånga	Inlag av dricksvatten	Inlag av grönsaker	Inlag av fisk	Reserv 1	Reserv 2	
Koppar	66,0%	6,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	27,8%	0,0%	0,0%	0,0%
Dioxin (TCDD-ekv)	26,1%	24,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	49,1%	0,0%	0,0%	0,0%
Pentaklorfenol	0,5%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	99,3%	0,0%	0,0%	0,0%
Monoklorfenol (2-)	17,6%	21,8%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	60,5%	0,0%	0,0%	0,0%
Diklorfenol (2,4-)	8,9%	16,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	74,2%	0,0%	0,0%	0,0%
Triklorfenol (2,4,5-)	12,1%	15,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	72,8%	0,0%	0,0%	0,0%
Triklorfenol (2,4,6-)	6,3%	10,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	83,3%	0,0%	0,0%	0,0%
Tetraklorfenol (2,3,4,6-)	3,4%	4,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	92,4%	0,0%	0,0%	0,0%
PAH cancerogena	8,8%	11,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	80,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PAH övriga	10,2%	9,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	80,1%	0,0%	0,0%	0,0%
Bly	74,4%	2,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	23,5%	0,0%	0,0%	0,0%
Kadmium	26,5%	17,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	55,8%	0,0%	0,0%	0,0%

Eget scenario:
Givet scenario:








Rekreatiomsområde, under gy (och ny)
PARK

Avvikelser mellan eget scenario och jämförelsesscenario redovisas på kalkylblad "Uttagsrapport".

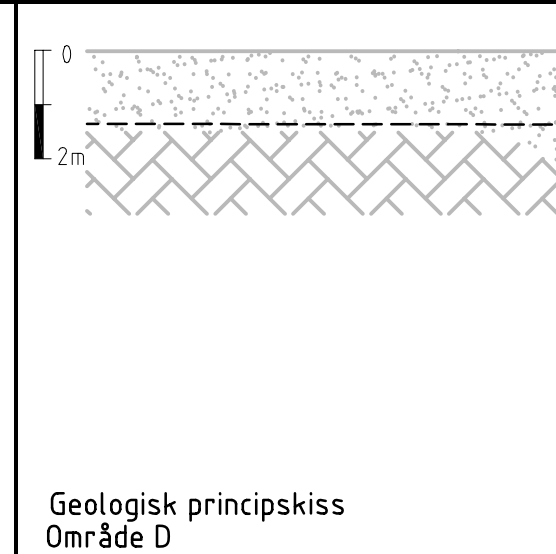
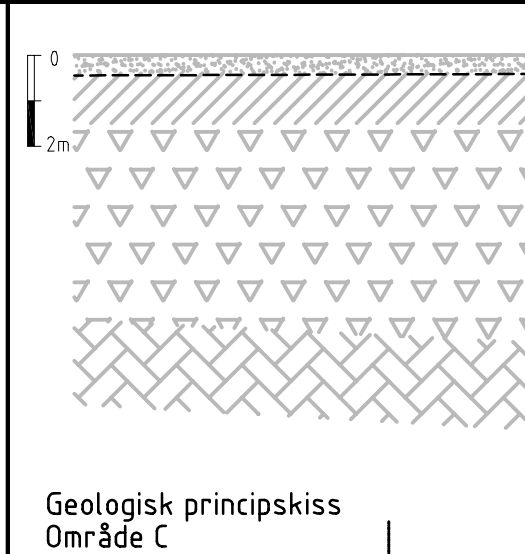
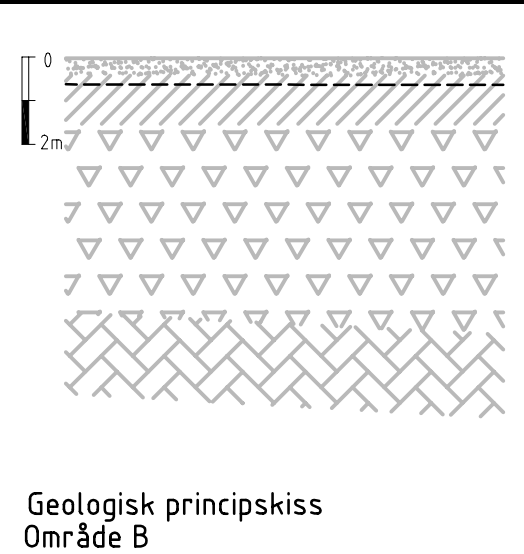
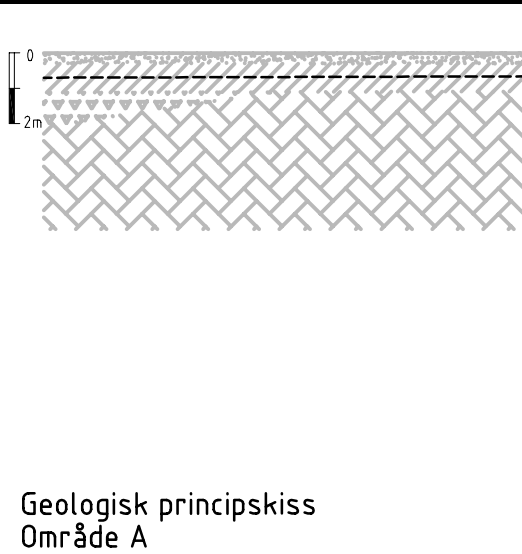
View: PLOT1, Drawing: M:_UPPDRAG\212244_Teknik\G\Ritdef\Bilaga föroreningsutbr.dwg, Drawn by: USER, 2007-02-06 16:51



BETECKNINGAR

-  Bedömd utbredning av förorenade områden
-  Fyllning/sand,grus och sten
-  Fyllning/bark och trä
-  Torv eller gyttja
-  Sand eller sandmorän
-  Genomsnittlig rundvattenyta inom området
-  (1,0) Bedömd mäktighet på förorenad jord (m)

Förorenade område A-D



HUVUDSTUDIE
 F.D WIDERSTRÖMS TRÄ I HOVMANTORP,
 LESSEBO KOMMUN
 BEDÖMD UTBREDDNING AV FÖRORENADE OMRÅDEN
 SAMT GEOLOGISKA PRINCIPSKISSER
 BILAGA 4, 2007-02-09



Bilaga 5

Underlagsdata för beräkning av kostnader för åtgärdsalternativ



1 Å-prislista med redovisade kostnader

Nedan redovisas de å-priser som använts vid kostnadsberäkning av eventuella efterbehandlingsåtgärder.

Åtgärd	Enhet	Kostnad
Schablonkostnad för etablering, avetablering och hyra av arbetsmaterial, bod, staket etc	kr	100 000-200 000*
Arbetskostnad för urgrävning	kr/ton	75
Arbetskostnad för återfyllning och packning	kr/ton	50
Kostnad för återfyllnadsmaterial	kr/ton	100
Kostnad för transport av förorenade massor (25 ton som transporteras 25 mil T/R)	kr/ 25 mil	6 250
Kostnad för transport av återfyllnadsmassor (25 ton som transporteras 6 mil T/R)	kr/ 6mil	1 500
Efterbehandlingsavgift, organiskt material som är kopparförorenat	kr/ton	600-2000
Efterbehandlingsavgift, minerogent material som är kopparförorenat	kr/ton	300-600
Efterbehandlingsavgift, minerogent material som är dioxinförorenat	kr/ton	300-600
Efterbehandlingsavgift, minerogent material som är PAH och blyförorenat	kr/ton	300-600
Tätspont med ca 4 m djup, permanent installation, totalt ca 100 m	kr/löpmeter	6 000
Pumputrustning, dränkbar pump med slang	kr/vecka	500
Kostnad för två mobila reningsutrustningar med kolfilter där den totala kapaciteteten är ca 30 l/min	kr/vecka	7 000
Kostnad för anläggning, drift och demontering av sedimenteringsbassäng	kr/st	100 000
Kostnaden för mätarbete	kr/tim	500
Kostnad för dokumentation och miljökontroll	kr	100 000-200 000*
Schablonkostnad för oförutsedda kostnader	kr	50 000-300 000*

* Kostnaden varierar beroende på valt åtgärdsalternativ