

Miljömedicinsk bedömning av dioxinkontaminerad mark i Saxnäs

Martin Tondel
Överläkare

Lena Elfman
Toxikolog



AKADEMISKA
SJUKHUSET



UPPSALA
UNIVERSITET

Innehåll	sid
Sammanfattning	3
Bakgrund	4
Syfte	4
Dioxiner och hälsoeffekter	4
Befolkningsdemografi i området	5
Dioxinmätningar	6
Intagsberäkningar	7
Diskussion	9
Riskbedömning i fallet Saxnäs	10
Referenser	11

Sammanfattning

I Saxnäs, Mora kommun låg tidigare två sågverk Ströms Sågverk och Saxvikens sågverk. Området är nu bebyggt med bostäder med sammanlagt 172 boende, varav 4 personer är under 18 år. Marken är kontaminerad med dioxin där det i den ytliga jorden påvisats en halt av som högst 1 500 ng TEQ/kg på den plats där det tidigare funnits ett doppkar för träimpregnering. Största tillskottet av dioxin till de boende sker till små barn som kan äta av den jorden med 9 pg TEQ/kg kroppsvikt för ett barn som väger 10 kg och vid ett intag av 120 mg/dag. På lektytan blir motsvarande intag 0,2 pg per kg kroppsvikt. Motsvarande beräkning för vuxna ger ett bidrag på 0,5 pg TEQ/kg kroppsvikt vid jordintag på 50 mg/dag och en vikt på 70 kg. Hudupptaget till barn beräknas till 4,5 pg TEQ per kg och dag vid en markhalt på 1 500 ng TEQ/kg. Vid bad i Saxviken kan ett litet barn som mest få ett intag via munnen av sedimentkontaminerat badvatten på 0,2 - 2 pg TEQ per kg och en vuxen få ett tillskott på 0,03 - 0,3 pg TEQ per kg räknat på den högsta sedimenthalten på 41 ng TEQ/kg. Något dosbidrag från lokalproducerade livsmedel eller dricksvatten är inte aktuellt.

Vi gör bedömningen att för vuxna som bor i området utgör inte boende intill den kontaminerade marken någon hälsorisk. Men för små barn (<10 kg) som dagligen kan få i sig jord via munnen kan det däremot finnas en hälsorisk på den högst kontaminerade marken där tolerabelt dagligt intag (TDI, 2 pg TEQ per kg kroppsvikt) riskerar att överskridas. Hudupptag via sedimentblandad kallsup skulle kunna innebära att TDI överskrids vid badtillfället, men eftersom det inte är troligt att bad sker dagligen utan bara under högst några månader, gör vi bedömningen att det inte utgör en hälsorisk. Badvattnet i sig utgör inte någon hälsorisk avseende dioxin.

Bakgrund

I Saxnäs (Saxvikens udde), Mora kommun låg tidigare två sågverk Ströms Sågverk (1920-1970) och Saxvikens sågverk (1892-1978). Korsnäs AB hade också kontor på Saxvikens udde (Figur 1 b). Området är nu bebyggt med bostäder. Fyra studier har undersökt marken på Ströms sågverksområde (Eriksson M, 2012a, Eriksson M, 2012b, Lundgren N, 2013a, Lundgren N, 2013b) och en markundersökning har gjorts på Saxvikens sågverksområde (Lidén PO, 2012). Undersökningarna har pekat ut dioxiner i marken som de ämnen som kan bedömas utgöra den största risken för negativa hälsoeffekter på människor boende i området. Pentaklorfenol har använts för att impregnera virket via doppning och eventuell besprutning och har efterlämnat dioxiner i marken, med högst halter där de tidigare doppningskaren var lokaliserade. Dioxiner kan finnas som förorening i pentaklorfenol, men kan även bildas via mikrobiell nedbrytning i marken av pentaklorfenol.



Figur 1. a) Bild över området Saxnäs idag

Foto: www.hitta.se

b) Karta som anger gränserna för de tidigare verksamhetsområdena (Eriksson M, 2012b)

Miljökontoret i Mora har gett Arbets- och miljömedicin, Akademiska sjukhuset i uppdrag att utreda de potentiella hälsokonsekvenserna för de boende i området. Utredningen omfattar därför exponeringsvägar inklusive intagsberäkning enligt en s.k. ”värsta fall” beräkning, identifiering av känsliga grupper samt sätta resultaten i jämförelse med andra källor för dioxinexponering.

Syfte

Övergripande miljömedicinsk bedömning för de boende i området.

Dioxiner och hälsoeffekter

Dioxiner är ett samlingsnamn för en stor grupp kemiska ämnen med likartade toxikologiska egenskaper. Till gruppen dioxiner räknas polyklorerade dibensoparadioxiner (PCDD) och polyklorerade dibensofuraner (PCDF), som ofta skrivs ihop som PCDD/F. PCDD och PCDF bildas som föroreningar vid tillverkning och användning av andra kemikalier och har i sig själva aldrig tillverkats kommersiellt. Vissa polyklorerade bifenyler (PCB) har liknande egenskaper och kallas därför dioxinlika PCB.

Ungefär 30 av de 419 beskrivna dioxinliknande föreningarna (kongener) betraktas som toxiska med 2,3,7,8-tetraklordibensoparadioxin (TCDD) som den mest toxiska (WHO, 2010). Eftersom de olika dioxinerna ofta förekommer samtidigt och för att kunna göra en samlad hälsoriskbedömning uttrycks den samlade dioxinlika effekten som ett index i enheten toxiska ekvivalenter (TEQ) (Van den Berg M, 2006). De 17 mest toxiska kongenerna liknar varandra genom att de alla innehåller 2 bensenringar och är klorerade i åtminstone 2,3,7,8-positionerna och dessa analyseras rutinmässigt. Varje dioxin kan därmed klassificeras, i fallande ordning, utifrån sina toxiska egenskaper relativt 2,3,7,8-TCDD som får faktorn 1 (Van den Berg M, 2006)

Förutom som förorening i andra kemikalier bildas dioxiner vid förbränningsprocesser ($> 200^{\circ}\text{C}$) som vid sopförbränning, men kan också förekomma i rökgaser från pappersindustri eller stålverk. Sedan mitten av 1970-talet har halterna av dioxiner och dioxinlika PCB avsevärt minskat i naturen. Båda ämnena är emellertid svårnedbrytbara och ansamlas i levande organismer med högst halt i fet fisk, kött, mjölk och ägg. Intag via maten står för mer än 90% av det totala intaget (Miljöhälsorapport, 2013). Halterna av dioxiner och PCB i livsmedel har dock minskat tydligt sedan år 1999 (Livsmedelsverket, 2012). I genomsnitt är intaget av dioxinlika ämnen hos vuxna i den svenska befolkningen cirka 0,6 pg TEQ per kg kroppsvikt och dag, motsvarande 42 pg TEQ per dag för en person på 70 kg. Barn har ett högre intag än vuxna, där ammande spädbarn har den högsta exponeringen. Storkonsumenter av fet fisk från Östersjön, Vänern och Vättern har den högsta exponeringen bland vuxna (Miljöhälsorapport, 2013). Dioxiner lagras i kroppens fett och utsöndras mycket långsamt vilket gör att halterna i kroppen ökar med åldern.

Hälsoeffekter av dioxiner är relativt väl kända vid hög exponering, medan kunskapen om effekterna på människan vid lågdosexponering är mer begränsad. I djurförsök har exponering för låga doser av dioxinlika ämnen visat framförallt fortplantnings- och utvecklingsstörningar samt försämrat immunförsvar. Liknande effekter har även observerats hos barn som exponerats under foster- och nyföddhetsperioden, till exempel låg födelsevikt, svårigheter med inlärning och motorik, ökad infektionskänslighet. Hos vuxna har man i nya befolkningsstudier kunnat visa samband mellan exponering för dioxinlika ämnen och ökad risk för åderförkalkning, högt blodtryck och förhöjda kolesterolnivåer, samt insjuknande i hjärtkärlsjukdom (Miljöhälsorapport, 2013). Världshälsoorganisationens forskningsorgan International Agency for Research on Cancer har klassificerat dioxinlika ämnen som cancerframkallande (IARC, 2012).

Europeiska unionens sammanlagda riskbedömning av dioxinlika ämnen har lett fram till ett tolerabelt dagligt intag (TDI) för dioxiner på 2 pg TEQ per kg kroppsvikt (EU, 2001). TDI är ett hälsobaserat riktvärde under vilken nivå inga hälsoeffekter bedöms uppkomma och vid denna eller lägre nivå anses risken för att foster ska kunna ta skada som försumbar. Av kvinnor i fertil ålder exponeras 5-10% för nivåer över TDI (Miljöhälsorapport, 2013). Säkerhetsmarginalen är därmed liten för vissa särskilt utsatta grupper. Eftersom det genomsnittliga dagliga intaget av dioxiner för vuxna i Sverige, enligt Livsmedelsverket, är 0,6 pg TEQ per kg bedöms risken för huvuddelen av befolkningen som liten, men för att undvika varaktig hög exponering för dioxinliknande ämnen har Livsmedelsverket infört kostrekommendationer för riskgrupper som kvinnor i barnafödande ålder och småbarn.

Befolkningsdemografi i området

I området för Ströms sågverk finns idag 46 boende på 28 adresser, där de flesta är kring 60-70 års åldern och två personer är under 18 år.

I området för Korsnäs ABs verksamhet finns 10 boende på 6 adresser, där de flesta är kring 60-80 års åldern och inga personer under 18 år.

I området för Saxvikens sågverk finns 50 boende på 32 adresser, där de flesta är kring 50-70 års åldern och två personer är under 18 år. Dessutom finns ett äldreboende med 66 boende där de flesta är kring 70-90 års åldern. Det innebär att inom området bor sammanlagt idag 172 personer, varav 4 personer är under 18 år.

Dioxinmätningar

Dioxiner i prover från mark, ytvatten, grundvatten och sediment har analyserats i området Saxnäs. Markprover har tagits på olika djup. Vid våra intagsberäkningar har vi dock bara utgått från dioxinhalter som påträffats i ytjorden (0-0,6 m), dvs den jord som är tillgänglig för människor. Dioxinhalten PCDD/F i jord och sediment anges i toxiska ekvivalenter, TEQ/kg torrs substans (TS) och för vatten i TEQ/liter. Halterna i mät rapporterna anges i "lower-bound" och "upper-bound", där "lower-bound" är halter som påvisades i provet. "Upper-bound" är summan av halva rapporteringsgränsen + halterna av påvisade dioxiner. "Upper-bound" halten är därmed en "värsta-fallet"-halt och ett mått på hur bra den kemiska analysen är. Vi har använt de rapporterade "upper-bound" värdena för våra intagsberäkningar (Figur 2).

Högst halter i yttlig jord (Figur 2) påträffades i tre punkter vid tidigare läge för doppningskaren på området för f.d Ströms sågverk. Numera ligger dessa punkter i bostadsområdet och angränsande parkmarken: 1T1 (57 TEQ ng/kg), 1T2 (310 TEQ ng/kg) och 1T39 (1 500 TEQ ng/kg) samt utanför området för doppningskaren i 1T13 (610 TEQ ng/kg) (Lundgren N, 2013b). I området för Saxvikens sågverk uppmättes halter i ytjorden på "lektytan" 37 TEQ ng/kg (Lidén PO, 2012).



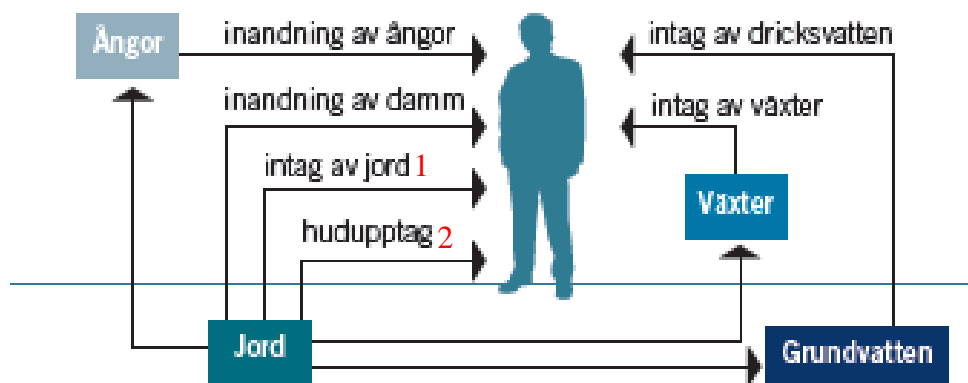
Figur 2. Analyserade provernas placering i området i ng TEQ/kg jord TS. Foto: www.hitta.se

Provtagningar i grundvatten har visat 3,5 -12 pg TEQ/liter (Lundgren N, 2013b). Inga prover på ytvatten i Saxviken har analyserats, då stora mängder vatten behövs för att nå laboratoriers rapporteringsgräns. Dioxiners löslighet i vatten är låg och spridning sker till största delen via partiklar. Därför har tre sedimentprover tagits i sjön Saxviken och halterna låg mellan 13 och 41 ng TEQ/kg TS (Eriksson M, 2012a, Lundgren N, 2013b).

Dioxinhalten har mätts i 20 abborrar från Saxviken och halten underskred detektionsgränsen i ett samlingsprov (Lundgren N, 2013b).

Intagsberäkningar

Naturvårdsverket har tagit fram modeller för hur människor kan exponeras för föroreningar på förorenad mark, och då har vi använt känslig mark (KM) som gäller för boende på området, se Figur 3 (Naturvårdsverket, 2009a,b). Vi har baserat våra platsspecifika intagsberäkningar på denna modell, kompletterat med exponering via badvatten och kvantifierat varje exponeringsväg enligt nedan och med en sammanställning i Tabell 1.



Figur 3. Naturvårdsverkets modell som gäller exponeringsvägar från jord som kan påverka människors hälsa (Naturvårdsverket, 2009a,b).

- Intag av jord via munnen

Enligt Naturvårdsverkets exponeringsmodell 1; intag av jord, så görs ett antal antaganden som använts i beräkningarna, Figur 3. Små barn har ett naturligt beteende att stoppa fingrar eller föremål i munnen, vilket är mest frekvent för barn under 2 år. Ett långtidsgenomsnitt för intag av jord hos små barn kan beräknas till 120 mg/dag. Vissa barn har extra stor benägenhet att stoppa jord i munnen (pica-beteende) när de är små, vilket skulle kunna innebära att äta 5 gram jord vid enstaka tillfällen, ett "värsta fall scenario" (Naturvårdsverket, 2009b). Vi har vidare gjort antagandet att biotillgängligheten är 50% för alla kongener vid intag av jord (Naturvårdsverket, 2009a).

Om ett barn vistas en dag på den yta i området där högsta dioxinhalten på 1 500 ng TEQ/kg uppmättes kan upptaget av dioxin uppgå till 180 pg/120 mg jord per dag. Detta motsvarar 9 pg TEQ/kg kroppsvikt om barnet väger 10 kg. Om vi istället gör motsvarande beräkning med det uppmätta värdet i punkten lekytan på området för f.d Saxvikens sågverk, med halten 37 ng TEQ/kg (Lidén PO, 2012), så blir det beräknade intaget 0,2 pg per kg kroppsvikt för ett barn som väger 10 kg och vid ett intag av 120 mg/dag.

Vid ett enstaka högt intag av 5 g jord hos ett litet barn som väger 10 kg, med stor benägenhet att stoppa jord i munnen, skulle intaget som högst bli 375 pg TEQ per kg (1T39).

I motsvarande beräkningar för vuxna (70 kg) som får i sig 50 mg av denna jord/dag då skulle exponeringen vid högsta jordhalten (1T39) kunna bli 0,6 pg TEQ per kg kroppsvikt.

- Intag av badvatten via munnen

Intag av dioxin kan ske via sediment genom en kallsup vid bad. Antag att en kallsup är 10 ml och innehåller 1-10% sediment i vattnet, vilket skulle motsvara ett intag av 0,1 - 1 g sediment som innehåller 41 ng TEQ/kg, som är provtaget i Saxviken 40 meter från land (Lundgren N, 2013b). För barn kan tillskottet därigenom bli, om man räknar med 50% biotillgänglighet via mag-tarmkanalen, 0,2 – 2 pg TEQ per kg och för en vuxen blir motsvarande värde 0,03 – 0,3 pg TEQ per kg kroppsvikt.

- Inandning av damm/ångor

Bidraget till exponering för dioxiner från jord via inandning av partiklar genom torrt damm som virvlar upp från marken skulle bli försumbart då mängden damm som man skulle få i sig via näsan ligger långt under de 120 mg/dag som ett barn får i sig via munnen och absorptionen i näsan troligen är låg (Naturvårdsverket, 2009b).

- Hudupptag från jord

Beräkningarna har gjorts enligt Naturvårdsverkets exponeringsmodell 2: hudkontakt, Figur 3. Tillgängligheten för absorption via hudkontakt har visat sig vara låg för dioxiner, ungefär 3% av jord som deponerats på huden (Naturvårdsverket, 2009a,b). Barnaktiviteter kan ge en exponering av 2 000 mg/m². Vi har räknat med en exponerad hudyta hos barn på 0,5 m². Då blir hudupptaget vid maxvärdet i ytjorden (1 500 ng TEQ/kg) för ett 10 kg barn 4,5 pg TEQ per kg respektive 0,1 pg TEQ per kg vid lekytan.

- Hudupptag från badvatten

När man använder Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark i utredningen av ett förorenat område, bör man beakta att de inte är direkt användbara för andra typer av förorenade medier såsom sediment. Av denna anledning har vi bedömt att inte göra någon beräkning för hudupptag från sedimentblandat badvatten. Badvattnet i sig är inte analyserat varför beräkningar inte gjorts för det eventuella (och i så fall) minimala hudupptaget.

Tabell 1: Beräknade intag av dioxiner från förorenad mark och sediment hos barn och vuxna

Exponerings väg		Barn			Vuxna	
		Lekyta ^a	1T39 ^b	Sediment ^c	1T39 ^b	Sediment ^c
Mun	<i>Jord</i>					
	Dagligt	0,2	9		0,5	
	Enstaka	9	375		53	
	<i>Vatten</i>					
	Badvatten			ej beräknat		ej beräknat
	Kallsup			0,2 - 2		0,03 – 0,3
Inandning	Partiklar	försumbar	försumbar		försumbar	
Hudupptag	Jord	0,1	4,5		0,6	

^a Lekyta 37 ng TEQ/kg TS

^b 1T39 1 500 ng TEQ/kg TS

^c Sediment i Saxviken 40 meter från land 41 ng TEQ/kg TS

Halterna är uttryckta i pg TEQ per kg kroppsvikt.

Fetmarkerade dioxinvärden överstiger tolerabelt dagligt intag, TDI.

- Intag av dricksvatten

Spridning från grundvatten till dricksvatten tas inte upp i beräkningen, då dricksvattnet i området är kommunalt vatten, som kommer från en dricksvattentäkt norr om Mora.

- Intag av växter och fisk

Intag av växter i form av grönsaker och bär är försumbar, då inga trädgårdsodlingar förekommer i området. Föroreningar som sprids från området till sjön kan tas upp av fiskar i viken och kan nå människor via intag av fisk. Vid analys av fisk (samlingsprov av 20 abborrar) från Saxviken har man inte kunnat påvisa några dioxinhalter och därför har inte dioxinexponering från fisk i området tagits med i beräkningen av dioxinintaget (Lundgren N, 2013a).

Diskussion

De högsta dioxinhalterna i marken i Saxnäs är relativt höga 1 500 ng TEQ/kg och över riktvärdet för känslig markanvändning på 20 ng/kg TS (Naturvårdsverket, 2009b), men lägre än man sett i förorenad mark på andra sågverksområden i Sverige, med maximala markhalter på 5 400 ng/kg i Fagersanna, Västra Götaland (Almerud P och Sandén H, 2013) och 110 000 ng TEQ/kg i Kramfors, Västernorrland (Åberg A, 2010). Uppmätta dioxinnivåer i grundvattnet i Saxnäs (3,5 – 12 pg TEQ/liter) ligger betydligt under högsta dioxinhalten uppmätt i Kramfors på 800 pg TEQ/liter (Åberg A, 2010). Sedimentprover från botten av Saxviken ligger i samma nivå som fyra referensstationer i Bottenhavet 10-40 ng TEQ/kg (Malmaeus M, 2012).

Våra intagsberäkningar visar att exponeringen är högst för små barn till följd av att de kan få i sig jord via munnen. Vuxna får regelbundet i sig mindre mängder jord per dag, än små barn. Varken barn eller vuxna exponeras för dioxin från lokalproducerade livsmedel eller via dricksvattnet i Saxnäsområdet. Enstaka höga exponeringar kan uppstå vid större jordintag för barn och för barn och vuxna vid kontakt med sedimentblandat badvatten (via kallsup). Som jämförelse beräknades exponeringen för dioxin till vuxna boende kring ett sågverk i Kramfors till 1,7 pg TEQ per kg kroppsvikt och dag, med ungefär hälften av dosen från livsmedel producerade i området. Dioxindosen till barn i området beräknades däremot inte (Åberg A, 2010). I en rapport från Västra Götalands miljömedicinska centrum kunde man inte utesluta att små barn, genom jordintag, kunde utsättas för en hälsorisk på områden med ytliga koncentrationer i jordproverna på 5 400 ng TEQ/kg (Almerud P och Sandén H, 2013). På ytor där ytligt jordprov låg runt 100 ng TEQ/kg bedömdes att små barn som vistades på dessa ytor kunde få en oönskad extra dos av dioxin genom jord i munnen, men att det inte utgjorde någon hälsorisk. Vid intagsberäkningarna som gjordes av Almerud antog man en absorption på 100% i mag-tarmkanalen. Överslagsberäkningar vid bad i området gjordes även och visade att man kunde få i sig en oönskad extra dos av dioxin om vattnet är grumlat med sediment från sjöbotten. Eftersom man troligen inte badar i dessa vatten varje dag, bedömdes det genomsnittliga extra bidraget från bad som mycket lågt och därmed inte utgörande någon hälsorisk (Almerud P och Sandén H, 2013).

Samtliga våra beräkningar på dioxinbidraget från den förorenade marken för de boende i Saxnäs är sannolikt en överskattning. Ytorna nära bostäderna är gräsbevuxna och jordkontakten därmed begränsad. Dessutom är absorptionen vi antagit sannolikt något överskattad, både i mag-tarmkanalen och genom huden. I våra beräkningar har vi antagit att absorptionen i mag-tarmkanalen är 50%, medan rapporten från Västra-Götaland (Almerud P

och Sandén H, 2013) har använt 100%, vilket innebär att vid jämförelse så ligger deras värden något högre än jämförande värden i denna rapport. Intaget av sediment som kallsup är sannolikt också överskattade åtminstone vad gäller barnen. Badvattnet, utan sedimentinblandning, är visserligen inte analyserat, men det är osannolikt att det skulle vara kontaminerat med dioxin eftersom lösligheten i vatten är mycket låg. Ett enstaka intag av jord upp till 5 gram av den högst kontaminerade marken ger ett mycket högt tillskott, men sett ur livstidsexponeringen för dioxin via våra livsmedel kan det betraktas som litet. Som en jämförelse kan nämnas att en vuxen portion med strömming (120 gram) innehåller 312 pg TEQ, utifrån medianvärdet i strömming från Östersjön på 2,6 pg PCDD/F TEQ/g (Ankarberg E, 2007). Denna vuxen portion strömming motsvarar ett extra intag av 4,5 pg TEQ per kg kroppsvikt.

Riskbedömning i fallet Saxnäs

För vuxna som bor i området utgör inte boende intill den kontaminerade marken någon hälsorisk, men för mindre barn som dagligen kan få i sig jord via munnen kan det finnas en hälsorisk på den högst kontaminerade marken där TDI riskerar att överskridas. På lektytan överskrids visserligen inte TDI för små barn som sväljer kontaminerad jord, men utgör ett oönskat extra bidrag, till det dagliga intaget av dioxin som vi får i oss via maten. Kontakt med sediment i sjön genom sedimentblandad kallsup skulle kunna innebära att TDI överskrids vid badtillfället för små barn, men eftersom det inte är troligt att bad sker dagligen utan endast under några månader under året, gör vi bedömningen att det inte utgör en hälsorisk. Badvattnet i sig anser vi inte utgör någon hälsorisk avseende dioxin.

Referenser

Almerud P, Sandén H. Miljömedicinsk bedömning av kontaminerad mark i Fagersanna, Sjötorp och Sundet. Västra Götalandsregionens Miljömedicinska Centrum 2013.

Ankarberg E, Aune M, Concha G, Darnerud PO, Glynn A, Lignell S, Törnkvist A. Risk assessment of persistent chlorinated and brominated environmental pollutants in food. Rapport 9/2007. Livsmedelsverket; Uppsala: 2007.

Eriksson M, Björkman P. Förstudie Ströms f.d. sågverksområde. Ramböll; Sundsvall: 2012a.

Eriksson M, Gardfors L. Fördjupad riskbedömning avseende yttlig jord vid f.d. Ströms sågverk, Saxnäs. Ramböll; Sundsvall: 2012b.

EU, Scientific Committee on Food. Opinion of the scientific committee on food on the risk assessment of dioxins and dioxin-like PCBs in food. 2001.

International Agency for Research on Cancer. Chemical agents and related occupations. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. A review of human carcinogens. Volume 100 F. Lyon: IARC: 2012.

Lidén PO, Engström A. Miljöteknisk markundersökning Saxviken. Sweco; Falun: 2012.

Livsmedelsverket. Market Basket 2010 – chemical analysis, exposure estimation and health-related assessment of nutrients and toxic compounds in Swedish food baskets. Rapport nr 7/2012.

Lundgren N, Berglund M, Sjöberg I, Petersson E, Hedlund M. Utvärderingsrapport - huvudstudie f.d. Ströms sågverk. Tyréns; Borlänge: 2013a.

Lundgren N, Berglund M, Sjöberg I. Resultatrapport - huvudstudie f.d. Ströms sågverk. Tyréns; Borlänge: 2013b.

Malmaeus M, Karlsson M, Rahmberg M. Bottensedimentens roll för dioxinsituationen i industrireceptier. IVL rapport B2053. Institutet för vatten- och luftvårdsforskning; Stockholm: 2012.

Miljöhälsorapport 2013. Institutet för miljömedicin, Karolinska institutet; Stockholm: 2013.

Naturvårdsverket 2009a. Hälsoriskbedömning av exponering relaterad till dioxinförorenad mark. Rapport 5926. Stockholm: Naturvårdsverket, 2009.

Naturvårdsverket 2009b. Riktvärden för förorenad mark: modellbeskrivning och vägledning. Rapport 5976. Stockholm: Naturvårdsverket, 2009.

Van den Berg M, Birnbaum LS, Denison M, De Vito M, Farland W, Feeley M, et al. Review: The 2005 World Health Organization Reevaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-Like Compounds. Tox Sci 2006;93:223-41.

Åberg A, Tysklind M, Nilsson T, MacLeod M, Hanberg A, Andersson R, Bergek S, Lindberg R, Wiberg K. Exposure assessment at a PCDD/F contaminated site in Sweden – field measurements of exposure media and blood serum analysis. Environ Sci Pollut Res Int 2010; 17:26-39.

World Health Organization. Dioxins and their effects on human health. Fact Sheet N°225 (2010).

Rapport från Arbets- och miljömedicin 2/2014

Miljömedicinsk bedömning av dioxinkontaminerad mark i Saxnäs

Akademiska sjukhuset, Uppsala Universitet, 751 85 Uppsala
www.amm uppsala.se