



UPPSALA
UNIVERSITET

Kartläggning av utsläppskällor för dioxiner, PCB och HCB

Helene Lager

Degree project in biology, Master of science (1 year), 2013

Examensarbete i biologi 30 hp till magisterexamen, 2013

Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet, och Naturvårdsverket

Handledare: Jan Örberg och Niklas Johansson

Innehållsförteckning

1. FÖRKORTNINGAR	4
2. SAMMANFATTNING	5
3. ABSTRACT	6
4. INLEDNING	7
4.1 STOCKHOLMSKONVENTIONEN	7
4.2 LRTAP	9
4.3 HELCOM	9
5. MÅL OCH SYFTE	10
6. ARBETSMETODER	11
7. OAVSIKTLIG BILDNING AV MILJÖFÖRORENINGAR	12
8. ÄMNENAS EGENSKAPER.....	13
8.1 PCB	13
8.2 HCB.....	13
8.3 DIOXINER	13
8.4 TOXICITETSMODELLER.....	14
9. KÄLLOR TILL PCB INKLUSIVE AVFALL.....	15
10. KÄLLOR TILL HCB INKLUSIVE AVFALL	17
11. KÄLLOR TILL DIOXINER	18
11.1 PRIMÄRA KÄLLOR.....	18
11.1.1 <i>INDUSTRI</i>	18
11.1.2 <i>SAMHÄLLE</i>	23
11.2 SEKUNDÄRA KÄLLOR	29
11.2.1 <i>FÖRORENADE OMRÅDEN</i>	29
11.2.2 <i>AVFALL</i>	32
11.2.3 <i>LÅNGVÄGA TRANSPORT</i>	34
12. DISKUSSION	35
12.1 BRANSCHER.....	35
12.2 PCB	36
12.3 HCB.....	37
12.4 DIOXINER	37
12.4.1 <i>PRIMÄRA KÄLLOR</i>	37

12.4.2 SEKUNDÄRA KÄLLOR.....	38
12.5 AVSLUTANDE KOMMENTARER.....	38
13. TACK!.....	40
14. REFERENSER.....	41
BILAGA 1.....	47
BILAGA 2.....	48
BILAGA 3.....	50
BILAGA 4.....	51

1. Förkortningar

HCB	Hexaklorbensen
HELCOM	Helsinkikommissionen
IPCS	International Programme on Chemical Safety
LRTAP	Long Range Transpondary Air Pollution
NFS	Naturvårdsverkets Författningssamling
PCB	Polyklorerade bifenyler
PCDD	Polyklorerade dibenso-p-dioxiner
PCDF	Polyklorerade dibensofuraner
PCP	Pentaklorfenol
TCDD	2,3,7,8-tetraklor-p-dioxin
TEF	Toxisk ekvivalensfaktor
TEQ	TCDD-ekvivalenter
TS	Torrvikt
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
UNEP	United Nations Environmental Programme
WHO	World Health Organisation

2. Sammanfattning

Polyklorerade dibenso-*p*-dioxiner och polyklorerade dibensofuraner (PCDD/F eller dioxiner), polyklorerade bifenyler (PCB) och hexaklorbensen (HCB) är persistenta organiska miljöföroreningar. Genom deras persistens och flyktighet kan de transporteras med luft och kontaminera platser långt från utsläppskällan. De är även fettlösliga och ackumuleras därför lätt i människors och djurs fettvävnad, vilket leder till att de biomagnifieras i näringskedjan. PCB och HCB har tillverkats industriellt till viss utsträckning men kan även bildas oavsiktligt, medan dioxinerna enbart bildas oavsiktligt. Syftet med denna rapport är att kartlägga utsläppskällorna till luft, vatten och avfall för dioxiner, HCB och PCB. En analys av framtida behov av mätningar och beräkningar för dessa källor är också utförd.

En konvention, den s.k. Stockholmskonventionen, rörande persistenta organiska föroreningar signerades 2001 av 127 länder. Denna konvention innebär att länderna ska eliminera tolv namngivna ämnen genom att förbjuda produktion och begränsa användningen av dem. För de oavsiktligt bildade ämnena innebär konventionen att länderna ska minska, och där så är möjligt eliminera, utsläppen.

För att kunna minimera utsläppen måste först källorna till utsläppen identifieras och under senare år har många länder genomfört inventeringar och beräkningar av nationella utsläpp av dioxiner till miljön. Något motsvarande har inte skett i Sverige sedan början av 1990-talet och kartläggningar av utsläpp av HCB och PCB har aldrig utförts.

Under arbetets gång har den större delen av den information som hittats rör dioxiner. Undersökningar och uppskattningar kring HCB och PCB är sparsamma.

Merparten av undersökningarna av dioxiner i vår miljö ger information om halter i människor och djur och deras föda eller i delar av miljön (luft, vatten, sediment och mark). Ett mindre antal analyser ger information om primära källor till dioxiner och ännu färre ger upplysning om storlek och betydelse av olika sekundära källors bidrag till den belastning som vi ser i miljön idag.

Denna rapport visar att de primära källtyper som syns mest angelägna att undersöka närmare är olika termiska processer. Industrier bör göra kontinuerliga mätningar av dioxiner, HCB och PCB och även beräkna eventuella utsläpp i samband med olyckor, driftstopp, bränder etc. Kontaminerade sediment utanför industrier är inte kvantifierade. Sekundära utsläpp från dessa samt deras effekter borde kartläggas.

3. Abstract

Polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins and polychlorinated dibenzofurans (PCDD/F or dioxins), polychlorinated biphenyls (PCB) and hexachlorobenzene (HCB) are persistent organic pollutants. Through their persistence and volatile nature they can travel through the air leading to contamination in locations far from their source. Furthermore, owing to their fat-solubility they are prone to accumulation in the fat tissue of both animals and humans, ultimately leading to an overall biomagnification in the food chain.

Although a certain amount of PCB and HCB have been created in Sweden by industrial means, the remainder, as in the case of all dioxins, are created as unintentional by-products through a variety of means. The purpose of this report is to identify unintentional sources of PCB, HCB, and dioxins in Sweden, followed by an analysis of emission data.

A convention concerning persistent organic pollutants (POPs) was signed in 2001 by 127 countries, known as the Stockholm Convention. The signatory countries have agreed to eliminate twelve substances through forbidding production and reduction of usage. In regard to unintentionally produced substances, signatory members have agreed to a reduction and to elimination wherever possible.

To be able to minimize the emissions, the sources must first be identified. In recent years many countries have completed inventories and calculations in order to assess their national dioxin release into the environment. No such inventories have been carried out in Sweden since the early 1990s, and in the case of HCB and PCB inventories have never been carried out.

During the work of this report the majority of the collected information was related to dioxins. Very little research and estimates were conducted concerning HCB and PCB.

For the most part, previous research concerning dioxins in the environment, provided information regarding the dioxin levels in humans, animals, and their foodstuffs, or, was limited to specific parts of the environment (air, water, sediment, and soil). Only a few number of analyses provided information regarding primary dioxin sources and even fewer provided information concerning quantity and significance of the different secondary sources and their potentially negative impact on the environment.

This report concludes that the primary sources are most in need for further investigations are different thermal processes. Furthermore, industries should conduct on-going inventories of dioxin, HCB and PCB production as well as calculate potential emissions from accidents, malfunctions and fires.

Contaminated sedimentary deposits outside of industries have never been quantified. Secondary emissions from these sediments and their effect should be surveyed.

4. Inledning

Naturvårdsverket fick i juni 2002 i uppdrag av regeringen att kartlägga utsläppskällor för oavsiktligt bildade ämnen såsom polyklorerade dibenso-*p*-dioxiner och polyklorerade dibensofuraner (PCDD/F), polyklorerade bifenyler (PCB) och hexaklorbensen (HCB). I följande text avser ”dioxiner” polyklorerade dibenso-*p*-dioxiner och polyklorerade dibensofuraner (PCDD/F).

Hantering av avfall innehållande sådana ämnen och förekomst av områden förorenade av desamma ska även ingå i kartläggningen. Behovet av ytterligare åtgärder för att minska eller eliminera utsläppen av dessa ämnen ska även definieras. I uppdraget ingick även att ge förslag till former för framtida miljöövervakning och utsläppskontroll samt att göra en prognos över tillståndet i miljön utifrån beslutade och föreslagna förändringar.

En förstudie har lämnats till miljödepartementet den 20 december 2002 innehållande en översiktlig sammanställning av befintlig kunskap inom området, en analys av eventuella kunskapsluckor och en plan för det fortsatta arbetet med uppdraget. En slutlig redovisning av uppdraget ska lämnas senast den 20 december 2004.

I februari 1993 satte Ministerrådet i EU upp ett politiskt mål att minska dioxinutsläppen med 90 % till 2005, jämfört med utsläppen 1985. Dioxinhalterna vid förbränning av farligt avfall ska inte överstiga 0,1 ng I-TEQ/m³ enligt Direktiv 94/67/EC. I maj 2001 signerades konventionen om persistenta organiska föroreningar, även kallad Stockholmskonventionen. Länderna åtar sig genom denna att reducera, och eliminera där så är möjligt, utsläppen av de oavsiktligt bildade ämnena nämnda ovan.

Inom ramen för det s.k. kartläggningsprojektet, som drevs från dåvarande specialanalytiska laboratoriet vid Naturvårdsverket (som 1992 blev ITM vid Stockholms universitet) under 1988 till 1993, gjordes en systematisk genomgång av nationella källor till dioxiner. Sedan denna omfattande genomgång gjordes har ingen bredare systematisk inventering gjorts i landet. Vissa enskilda källtyper har dock undersökts många gånger sedan 1993 men vid flertalet har dock inga nya mätningar gjorts. För några källor har uppskattningar av källornas storlek gjorts utifrån olika indikatorer. För HCB och oavsiktligt bildad PCB finns inga sådana kartläggningar gjorda.

4.1 STOCKHOLMSKONVENTIONEN

Vid ett möte i Stockholm den 22 – 23 maj 2001 skrev 127 länder under en konvention (Stockholmskonventionen) gällande produktion, handel och hanteringen av tolv särskilt problematiska persistenta organiska föroreningar.

Målet med Stockholmskonventionen är att eliminera persistenta organiska miljögifter genom att förbjuda produktionen och begränsa användningen av dessa ämnen. De tolv föroreningarna är uppdelade i tre grupper och presenterade i var sina bilagor:

Bilaga A - ämnen där både produktionen och användningen ska elimineras (ett antal bekämpningsmedel samt PCB)

Bilaga B - ämnen vars produktion ska förbjudas och dess användning begränsas (DDT)

Bilaga C - oavsiktligt bildade ämnen (dioxiner, HCB samt PCB).

De ämnen som anges i uppdraget till Naturvårdsverket är samma som behandlas i Stockholmskonventionens artikel 5 (Åtgärder för att minska eller eliminera utsläpp av oavsiktlig produktion) och som listas i bilaga C.

Enligt artikel 5 skall varje land åtminstone vidta åtgärder för att minska det totala utsläppet från mänskliga källor av de kemikalier som anges i bilaga C med sikte på deras fortsatta minimering och, där så är möjligt, slutliga eliminering. Mer detaljerat medför detta att länderna inom två år från konventionens ikraftträdande skall upprätta ett handlingsprogram och därefter genomföra detta för att identifiera, karaktärisera och begränsa utsläpp av dessa ämnen. Handlingsprogrammet skall bland annat innehålla en utvärdering av nuvarande och förväntade utsläpp, innefattande utveckling och vidmakthållande av källinventeringar och uppskattningar av utsläpp under beaktande av angivna källkategorier. Vidare skall varje land göra en femårsöversyn av dessa strategier och av hur de har lyckats uppfylla sina åtaganden.

Länderna skall vidare främja utveckling av processer för att förhindra bildande och utsläpp av de aktuella ämnena. De skall även kräva att bästa tillgängliga teknik används för nya källor inom de källkategorier som landet har identifierat och som motiverar en sådan behandling i sitt handlingsprogram. Under alla förhållanden skall kravet på tillämpning av bästa tillgängliga teknik för nya källor i de kategorier som anges i del II i bilaga C infasas så snart som möjligt, dock senast fyra år efter konventionens ikraftträdande. För dessa kategorier skall länderna främja användning av bästa tillgängliga teknik.

Ämnena i Stockholmskonventionens bilaga C tas också upp i artikel 6 som behandlar åtgärder för att minska utsläpp från lager och avfall. Mer specifikt skall länderna utforma strategier för att identifiera produkter och avfall som innehåller de aktuella ämnena. Vidare skall länderna se till att sådant avfall behandlas, insamlas, transporteras och lagras på ett miljömässigt godtagbart sätt. För att uppnå detta skall länderna sträva efter att utveckla lämpliga strategier för att identifiera platser som är förorenade av kemikalier i bilaga C. Om sanering görs av dessa platser, skall det ske på ett på miljömässigt godtagbart sätt.

Konventionen har skrivits på av 151 länder och 26 har ratificerat, däribland Sverige (SC, hemsida).

4.2 LRTAP

Dioxiner, HCB och PCB kan transporteras långväga i atmosfären och deponeras på land eller vatten. Under varma förhållanden kan de återföras till atmosfären och transporteras vidare. De tenderar därför att transporteras från varmare till kallare klimat (UNECE a, hemsida).

1979 signerades konventionen om långväga transporterade luftföroreningar (LRTAP) av 34 länder samt av European Community (EC). Denna konvention var den första internationella legalt bindande överenskommelsen avseende luftföroreningars betydelse för hälsa och miljö. 1983 trädde konventionen i kraft (UNECE b, hemsida).

1998 i Aarhus i Danmark signerade 36 länder inom LRTAP ett protokoll där de förbinder sig att utarbeta restriktioner för användning av och reducera eller eliminera utsläpp av 16 persistenta organiska miljögifter till miljön (UNECE c, hemsida).

4.3 HELCOM

Helsinkikommissionens (HELCOM) främsta syfte är att skydda Östersjön från utsläpp av föroreningar samt att värna om och återställa dess ekologiska balans.

Helsinkikonventionen (Convention on the Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea Area) signerades första gången 1992 och trädde i kraft år 2000 (HELCOM a, hemsida). Enligt Helsinki Recommendations 19/5 1998 ska utsläpp av farliga substanser till Östersjön kontinuerligt reduceras, se bilaga 4. Till år 2020 ska halterna av dessa ämnen ligga på naturlig bakgrundsnivå och halterna av syntetiska ämnen ska vara nära noll (HELCOM b, hemsida).

5. Mål och syfte

Syftet med arbetet bakom denna rapport är att kartlägga dagens kunskapsläge om de nationella utsläppskällorna för oavsiktlig bildning av ämnena dioxiner, PCB och HCB. Ingen grundlig nationell kartläggning av källor till HCB och PCB har tidigare gjorts.

Resultaten av denna rapport har därför bildat en grund för den förstudie med avseende på dessa källor som Naturvårdsverket lämnade in till miljödepartementet den 20 december 2002. Under de följande två åren kommer fortsatta utredningar att göras för att kontrollera dessa källor och deras utsläpp. Därför är diskussionsdelen i denna rapport inriktad mot en bedömning av behovet att göra ytterligare utredningar kring utsläppskällorna.

Under arbetet med att fastställa dessa utsläppskällor har mest information funnits om dioxinutsläpp, vilket även speglar innehållet i denna rapport. Uppgifter om nationella källor till oavsiktlig bildning av PCB och HCB är ytterligt sparsamma.

För att Sverige ska kunna fullfölja de åtaganden som Stockholmskonventionen medför, dvs. minska eller eliminera utsläppen av dessa ämnen, måste först kunskap om vilka och hur stora de nationella utsläppskällorna är sammanställas. Även de nuvarande utsläppsmängderna bör vara kända.

6. Arbetsmetoder

Arbetet med att samla in befintlig kunskap om källor till oavsiktlig bildning av dioxiner, HCB och PCB har till en del bedrivits som en inventering av uppgifter från olika enheter vid Naturvårdsverket. En större del av arbetet har ägnats åt att få in motsvarande uppgifter från branschorganisationer och enskilda industrier men även från institutioner vid universitet och högskolor samt IVL, Svenska Miljöinstitutet.

I Stockholmskonventionens bilaga C (del II och III) listas källkategorier för bildning av de aktuella ämnesgrupperna. I denna rapport har jag valt att arbeta med en mer detaljerad lista över källtyper. Alla källor som listas i Stockholmskonventionen finns dock med i listan i denna rapport, med undantag av sådana som helt saknas i landet.

Den systematiska genomgången av de nationella utsläppskällorna för dioxiner som gjordes 1988 - 1993 har varit en utgångspunkt för arbetet med att fastställa dioxinernas källor.

För att få ett grepp om utsläppen från kemiindustrin gjordes en enkät (bilaga 3) tillsammans med branschorganisationen Kemikontoret. Enkäten skickades ut till 154 företag och 44 svar (29 %) erhöles. Tio av dessa uppgav utsläpp av dioxiner, HCB eller PCB.

7. Oavsiktlig bildning av miljöföroreningar

Oavsiktlig bildning av dioxiner, HCB och PCB kan ske vid ett stort antal skilda processer. Särskilt betydelsefulla förefaller olika termiska processer, t ex olika typer av förbränning vara. Förbränning används för att frigöra energi men även för att destruera ämnen eller produkter. Temperaturen måste vara över 1000°C för att dioxiner fullständigt ska brytas ner. Då röken från förbränningen kyls kan dock dioxiner återbildas (Wikström, 1999). De flesta förbränningsprocesser kan därför vara källor till dioxinbildning, alltifrån vedeldning i hem till avfallsförbränning.

Inom metallindustrin finns olika termiska processer där klor och organiskt material kan finnas med och därmed bilda klorerade föroreningar. Oönskade ämnen kan även bildas som föroreningar i olika kemiska processer och följa produkten eller avskiljas som avfall. Även biologiska processer har visats kunna ge upphov till bildning av ämnen med POP-egenskaper.

Det är inte bara inom industrier som dessa ämnen bildas. Sjötrafik har visat sig ge utsläpp av HCB och PCB. Cigarettrökning är exempel på en källa där dioxiner bildas nära människor.

Halogenerade organiska ämnen bildas även naturligt vid t ex skogsbränder och vulkanutbrott samt genom att vissa växter kan framställa dessa ämnen (Gribble, 1994).

Genom laborativa studier, pilotstudier eller fullskaliga studier kan utsläpp av dioxiner, HCB och PCB kvantifieras. Många länder har under senare år gjort inventeringar över utsläppskällor och uppskattat mängden dioxiner. Från dessa värden har sedan emissionsfaktorer utvecklats, dvs trolig mängd bildade dioxiner per enhet industriprodukt (gram dioxiner per ton produkt). Emissionsfaktorer kan vara användbara för att uppskatta utsläpp där mätdata inte finns tillgängligt. Deras pålitlighet beror på hur väl de bakomliggande studierna utförts och hur representativa de är för anläggningar i allmänhet.

8. Ämnenas egenskaper

Tabell 1. Fysikaliska egenskaper hos PCB, HCB och dioxiner (Erickson 2001, IPCS 1997).

	PCB	HCB	Dioxiner
Ångtryck (Pa)	$1,4 - 4,9 \times 10^{-6}$	0,0023	$5,33 \times 10^{-6} - 0,11 \times 10^{-9}$
Vattenlöslighet (ng/L)	$7,6 - 9,3 \times 10^{-10}$	0,005	0,074 - 419
Hydrofobicitet (log K_{ow})	4,3 - 8,26		5,6 - 8,2
Rörlighet i mark (log K_{oc})	4,3 - 8,3	5,5	6,4 - 7,6*

*Som exempel används 2,3,7,8-Cl₄DD.

8.1 PCB

PCB kan ha olika antal kloratomer och därmed bilda 209 olika PCB-molekyler (kongener) med olika toxicitet. Generellt har PCB en låg flyktighet och är lösliga i fetter och oljor, se tabell 1. Atmosfärisk transport leder till att PCB sprids globalt. PCB har hittats i flertalet undersökta marina växter och djur (Erickson, 2001).

8.2 HCB

HCB har en moderat flyktighet och är i stort sett olöslig i vatten (se tabell 1). Eftersom HCB även bryts ner långsamt kan det bioackumuleras lätt i fettvävnad hos människa och djur. Uppgifter om HCBs toxikokinetik saknas för människa. Halveringstid för HCB varierar från ungefär en månad i råttor till 2 - 3 år i apor. Akuttoxiciteten är låg; LD₅₀-värden för försöksdjur vid oral exponering varierar mellan 1700 mg/kg kroppsvikt för katt till mellan 3500 och > 10000 mg/kg kroppsvikt för möss. Vid längre och kontinuerlig exponering kan HCB vara cancerogen för människa (IPCS 1997, Zitko 2003).

8.3 DIOXINER

Både PCDD och PCDF kan innehålla mellan en och åtta kloratomer i sina respektive molekyler. Detta resulterar i 75 kongener för PCDD och 135 kongener för PCDF.

De fysikaliska egenskaperna kan sammanfattas för de olika kongenerna (se även tabell 1);

- Lågt ångtryck.
- Extremt låg löslighet i vatten.

- Hög löslighet i organiskt material/fettvävnad.
- Starkt bundna till organiskt material i mark och sediment.

8.4 TOXICITETSMODELLER

Olika kongener av dioxiner och PCB har visat sig vara olika toxiska beroende på antalet kloratomer samt deras positioner i respektive molekyl. Den mest toxiska är 2,3,7,8-tetraklor-p-dioxin (TCDD), och de olika kongenernas toxicitet anses ha en gemensam verkningsmekanism. Utifrån TCDD har en internationell vedertagen modell för att jämföra kongeners toxicitet uppkommit - toxiska ekvivalensfaktorer (TEF). Enligt detta system får TCDD värdet 1 och de andra kongenerna lägre värden relaterade till hur toxiska de är i jämförelse med TCDD. Genom att multiplicera dosen av en viss dioxinkongen med ämnets TEF-värde erhålles TCDD-ekvivalenter (TEQ). En summering av kongenernas TEQ-värden möjliggör en värdering av hur toxisk en blandning av dioxinkonger är (Klaasen 1996, Walker *et al.* 1996).

Olika system finns för hur TEQ ska beräknas. I Sverige har Eadon (E-TEF) varit vanligt att använda medan internationellt används oftast International Toxicity Equivalency Factors (I-TEF). En väsentlig skillnad mellan dessa är att E-TEF utgår från dioxinernas akuta toxicitet medan I-TEF även tar hänsyn till andra effekter (Svenska Renhållningsverksföreningen, 2001). Även Nordic Toxicity Equivalency Factors (N-TEF), som är en uppdaterad version av E-TEF har tidigare använts i Sverige (Ahlborg 1988, de Wit 2000). 1999 kom den senaste modellen (WHO I-TEF) men som ännu inte har hunnit användas i så stor utsträckning. Bilaga 2 visar olika ekvivalensfaktorer för några kongener. WHO/IPCS tog 1997 fram en modell där några PCB-kongener är inkluderade och jämförda med TCDD, WHO-IPCS TEF (UNEP, 1999).

I denna rapport uttrycks halter eller mängder av dioxiner som I-TEQ om inget annat anges.

9. Källor till PCB inklusive avfall

PCB har använts i Sverige i öppna system fram till 1973. Den totala mängden som använts på detta sätt har uppskattats till högst 500 ton, vilket kan jämföras med den mängd som varit i bruk i slutna system som uppskattats till 2 000 ton. Ingen uppskattning av totalt utsläppt mängd oavsiktligt bildad PCB har utförts.

Termiska processer där klorerade organiska ämnen ingår är av särskild betydelse för oavsiktlig bildning av PCB. Endast ett fåtal mätningar har dock gjorts.

SAKAB utför mätningar av PCB och HCB i luft vartannat år vid tre platser inom Norrtorps område där PCB-haltigt avfall hanteras, samt vid en referenspunkt utanför området. Värdena på PCB har varierat från år till år, antagligen beroende på att omhändertagandet av PCB-haltiga varor skiljer sig från olika tidpunkter. Ett av värdena låg över nivågränsvärdet, men inga mer precisa värden är redovisade (Sydkraft SAKAB, 2001). Halter av dessa ämnen är inte mätta i utgående vatten.

Emissionsfaktorer har bestämts för sju PCB kongener och HCB från färjor i Skagerak – Kattegatt - Öresundsregionen. Två olika situationer användes; en kortare rutt (Helsingborg - Helsingör) och en längre rutt där motorn hade en jämnare belastning (Göteborg - Fredrikshamn). Även olika typer av bränsle användes, se tabell 2 (Cooper *et al.*, 1996). I artikeln nämns även att mycket lite är undersökt angående utsläpp av dessa ämnen från båttrafik.

Tabell 2. Utsläpp av HCB och PCB till luft från färjetrafik vid olika långa rutter och olika bränsleanvändning per kWh, (Cooper *et al.*, 1996).

Trafik	Bränsle	HCB (ng/kWh)	PCB (ng/kWh)
Korta rutter, ca 20 min	Lätt olja	2,2	120
Långa rutter, ca 3 timmar	Tung olja	9,0	120

Tre raffinaderier släpper i och med sin bensinproduktionsanläggning (plattformar) ut oavsiktligt bildad PCB till luft och vatten. Under 2001 släpptes 15,7 mg till luft och 48,3 mg till vatten (se tabell 3 och 4).

Vid framställning av vinylklorid bildas PCB. För 2001 beräknades utsläppet till vatten uppgå till 3,1 - 15 g, se tabell 5 (Hydro Polymers, 2002).

Under kartlägningsprojektet uppskattades utsläppen från järn- och stålindustrin till 0,36 g PCB-TEQ till avfall. De största mängderna kom från sinterverket i Oxelösund som 1995 lades ner. Från återvinningsverken av järn och stål beräknades 0,033 PCB-TEQ för

1993 föras ut med avfallet och deponeras. För metallåtervinning och gjuterier uppskattades utsläppen till avfall till 0,12 respektive 0,2 g PCB-TEQ (de Wit, 2000).

Cementindustrin i Slite mäter PCB i bränsleoljorna, men inte i den utgående gasen. Halten uppgick 2001 till < 2 ppm (Nyberg, personligt meddelande).

Tabell 3 visar en uppskattning för utsläpp av PCB i Sverige för 600 000 årston komplext skrot (Stena Gotthard Fragmentering AB, 2001).

Tabell 3. Uppskattning av utsläpp av PCB i Sverige för 600 000 årston komplext skrot, (Stena Gotthard Fragmentering AB, 2001).

	PCB (kg)
I produkter – järn och annan metall	10
Till luft från fragmentering	18
Till deponi eller destruktions av slam	110
Till deponi i avfallet	4100
Till specialavfall kondensatorer	750

Miljöövervakning av sediment har skett vid tre platser i Saltsjön och Mälaren under tre år i Stockholms kommun. Halterna för de mer toxiska kongenerna (molekylen saknar kloratom i orto-position) av PCB är kraftigt förhöjda vid samtliga tre lokaler (Broman et al., 2001).

Greenpeace fann 0,01 och <0,02 µg/L PCB i lakvatten från en asktipp i Umeå respektive Köping (Greenpeace, 2000a och b).

10. Källor till HCB inklusive avfall

Förutom att HCB, liksom PCB, kan bildas oavsiktligt vid olika termiska processer har även HCB framställts avsiktligt. I Sverige har HCB använts som en aktiv beståndsdel i ett betningsmedel (Voronit) mot svampsjukdomar i utsäde under perioden 1964 - 1980. Det har inte varit möjligt att få fram detaljerade uppgifter om använda mängder men de borde inte ha överstigit 170 ton och troligen har de varit väsentligt lägre (Karlsson, personligt meddelande). Till skillnad från den PCB som framställts avsiktligt har all avsiktligt producerad HCB spritts till miljön.

Endast ett fåtal mätningar har gjorts av utsläpp av oavsiktligt bildad HCB eller andra klorbensener. Sådana mätningar har gjorts vid petrokemisk industri, cementindustri, anläggning för förbränning av farligt avfall och från sjöfart. Ibland publiceras totala utsläpp av klorbensener och inte enbart mängden HCB. Dessa värden redovisas ändå nedan.

SAKAB mäter HCB vartannat år. I miljörapporten för 2001 nämns att värdena låg på lika eller lägre nivå som föregående år (Sydkraft SAKAB, 2002). Mer specifika siffror redovisas inte.

Utsläppen av klorbensener från raffinaderier under 2001 har uppmätts vara 14,6 g till luft och 4,04 g till vatten, se tabell 3 och 4.

Vid Hydro Polymers PVC-fabrik släpptes 30,1 - 124,8 g klorbensener ut till vattnet under 2001, se tabell 5 (Hydro Polymers, 2002).

Cementfabriken i Slite har mätt HCB vid olika tidpunkter samt då olika sorters bränsle använts. Utsläpp av HCB beräknas till < 1 kg/år (Kerstin Nyberg, personligt meddelande). PCB har inte mätts.

Prover från sediment i nio sjöar runt Stockholm har tagits och analyserats med avseende på HCB till mellan 0 - 8 ng/g (Alsberg, 1995). Information om antalet prover mm är inte tillgängligt.

Emissionsfaktorer för HCB har beräknats för färjetrafik både beroende på olja och motorernas belastning. För rutter med lätt olja beräknades faktorn till 2,2 ng/kWh och för längre rutter med tyngre olja var faktorn 9,0 ng/kWh, se tabell 7 (Cooper *et al.*, 1996).

Klorbensener bildas vid förbränning av PVC-kablar. Enligt Simonson *et al.* (2001) är emissionsfaktorn 6,5 mg per meter kabel vid tillfredsställande ventilation och 4,4 mg vid bristfällig ventilation, se tabell 11.

11. Källor till dioxiner

Dioxiner kan ge både primära och sekundära utsläpp till miljön. Vanligaste källan till primära utsläpp är olika termiska processer, t ex förbränning av avfall. De sekundära utsläppen kan ske genom att föroreningar som deponerats i mark eller sediment remobiliseras av olika anledningar.

11.1 PRIMÄRA KÄLLOR

11.1.1 INDUSTRI

Enligt miljöbalken 26 kap. 20 § ska utövare av tillståndspliktig miljöverksamhet (9 kap. 6 § miljöbalken) årligen lämna in en miljörapport. För de anläggningar som har ett utsläpp till luft eller vatten högre än vad som angivs i bilaga 2 till 5 § i Naturvårdsverkets författningssamling (NFS 2000:13 och NFS 2002:5) måste även detta meddelas till tillsynsmyndigheten. För utsläpp av dioxiner gäller gränsen 1 mg/år till luft. Denna information ska sedan skickas till Naturvårdsverket för att sammanställas i emissionsdeklarationen (Naturvårdsverket 2002a). För 2001 har 37 anläggningar rapporterat till ett totalt utsläppsvärde på ca 6,8 g I-TEQ/år.

11.1.1.1 Kemisk industri

Raffinaderier

I tre av Sveriges fem raffinaderier finns en bensinproduktionsanläggning, platformer, där en regenerering av katalysatorer sker. Detta innebär att bildad koks på katalysatorn bränns av och förbränningsgaserna, innehållande dioxiner och andra klorerade ämnen, ventileras till atmosfären. Regenereringen kan ske antingen kontinuerligt, som på Scanraff, eller med jämna mellanrum som på Shell och Preem.

Scanraff har i sin tillståndsansökan till Miljödomstolen tagit fram värden för dessa utsläpp samt investerat i en unik reningsanläggning (Alrutz' Advokatbyrå AB 2001, ÅF-IPK 1999). Utsläppsmängder före och efter användandet av reningsanläggningen visas i tabell 4.

Tabell 4. Utsläpp av dioxiner, klorbensener och PCB till luft vid Scanraffs platformer före och efter installationen av reningsanläggningen, (Alrutz' Advokatbyrå AB 2001, ÅF-IPK 1999).

	Före ombyggnad	Efter ombyggnad
Dioxiner (mg I-TEQ/år)	150 - 360	0,22 - 0,35
Klorbensener (g/år)	173 - 3800	10 - 16
PCB (g/år)	4 - 17	0,11 - 0,28

Preem (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2002) och Shell (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2001) har gjort mätningar och beräknat det totala årliga utsläppet från platformern, se tabell 5. Detta ger ett totalt utsläpp av 0,59 mg I-TEQ dioxiner till luft och 3,47 mg till vatten under 2001 från de tre raffinaderierna. För klorbensener och PCB släpptes 14,6 g respektive 15,7 mg till luft och 4,04 g respektive 48,3 mg till vatten.

Tabell 5. Årligt utsläpp av dioxiner, klorbensener och PCB till luft och vatten vid rening av platformern vid Preem (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2002) och Shell (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2001).

	PREEM			SHELL		
	Luft	Vatten	Totalt	Luft	Vatten	Totalt
Dioxiner (mg/år)	0,3	2,7	3,0	0,0026	0,75	0,753
Klorbensener (g/år)	0,4	0,7	1,1	1,248	15	16,2
PCB (mg/år)	3,7	27,3	31	0,15	21	21,15

Kloralkali, klorat

Klor och natriumhydroxid framställs från natriumklorid i en vattenlösning genom en elektrolytisk reaktion. Fram till mitten av 70-talet användes grafitelektroder varvid grafitslam bildades innehållande dioxiner och furaner. Dessa byttes dock sedan ut mot titanelektroder (Naturvårdsverket, 1995). Hydro Polymers kloralkalifabrik släpper ut klororganiska ämnen, men dessa ämnen är inte specificerade i miljörapporten för 2002.

Natriumklorat tillverkas genom elektrolys av natriumklorid i vattenlösning. Liksom kloralkalifabriken byttes grafitelektroden ut i mitten av 70-talet och mängderna dioxinhaltigt slam reducerades radikalt. Grafitslam med dioxiner kan förekomma i deponier, utfyllnader och sediment i anslutning till anläggningarna och därmed bidra till en sekundär emission av dioxiner.

Den totala mängden dioxiner producerade vid kloralkali och kloratindustrier i Sverige under 1993 beräknades till 0,25 g N-TEQ. Detta togs om hand för deponering eller destruktion (de Wit, 2000).

Eka Bohus har inom sitt område ca 16 000 m³ förorenad mark. För att rena marken finns en jordreningsugn som år 2001 hade ett dioxinutsläpp av 0,07 mg, se även kapitel 11.2.1.1 (Akzo Nobel, 2002).

Vinylklorid

Hydro Polymers AB är den enda anläggningen i Sverige som producerar polyvinylklorid (PVC). Kloralkali och vinylklorid tillverkas i två separata steg innan PVC produceras.

Vid framställningen av vinylkloriden sker utsläpp av dioxiner till luft, vatten och avfall. Dessa utsläpp har genom mätningar bestämts för 2001 till 3 mg I-TEQ till luft och 310

mg I-TEQ per år till avfall. Till vatten är mängden 16 mg vilket är mycket mindre än år 2000 då utsläppet var 300 mg. Detta förklaras med att reningsutrustningen för saltsyra varit i drift hela året. Förbränning av flytande klorerade restprodukter sker i Hydros förbränningsugn. Utsläpp från förbränningsugnen och av PCB eller klorbensener till luft och avfall finns inte redovisade i miljörapporten för 2001 (Hydro Polymers AB, 2002).

Läkemedel

Astra har gjort mätningar vid ångcentralen där lösningsmedel förbränns. 1999 var halten dioxiner till luft 0,02 ng TEQ/m³. För 2001 rapporterade Astra Zeneca i Snäckviken till emissionsdeklarationen ett utsläpp av 0,2 g I-TEQ/år till luft.

11.1.1.2 Metallindustri

Järn och stål

Generellt inom järn- och stålindustrin är det sinterverk som släpper ut största delen dioxiner. Idag finns inget sinterverk i Sverige. Prover analyserades med avseende på dioxiner och PCB under 1992/93 från två olika stålverk i Oxelösund och Luleå. Totala utsläppsmängder dioxiner till luft uppskattades till 2,0 - 19 g N-TEQ per år.

De årliga utsläppen till avfall uppskattades vara 28,2 g N-TEQ (främst från filterdamm) och 0,36 g PCB-TEQ. De högsta mängderna kom från sinterverket i Oxelösund som 1995 lades ner (de Wit, 2000). Ytterligare mätningar på ett antal av dessa industrier har gjorts, men resultaten är inte offentligt publicerade.

Inga mätdata från rökgaser kunde presenteras i kartläggningsprojektet för järn- och stålåtervinning. Dioxinutsläppen beräknades utifrån koncentrationer som Jernkontoret uppgett för 1990. Totalt var då utsläppet till luft 0,4 - 19 g N-TEQ per år (de Wit, 2000).

Efter detta har inga kontinuerliga mätningar skett utan utsläppen har beräknats efter de värden som framtog 1992/93. Jernkontoret har bestämt att göra en sammanställning av dessa värden samt från några ytterligare mätningarna som är gjorda. Utifrån den sammanställningen ska det sedan beslutas om fler mätningar är nödvändiga.

Aluminium, koppar och andra metaller

Under kartläggningsprojektet togs prover från de två största smältverken: aluminiumverket GA Metall (nu Akzo Nobel) samt Rönnskärsverken (nu Boliden Mineral AB) som producerar koppar-, bly- och zinkprodukter.

Dioxinhalterna från aluminiumverkets rökgaser var under detektionsvärdet. Boliden Mineral AB rapporterar deras utsläpp av dioxiner varje år sedan 1991. Rökgasreningen har förbättrats kontinuerligt och värdena sänkts. För 2001 rapporterade Boliden Mineral AB ett utsläpp av 1,51 g I-TEQ dioxiner.

Stena Aluminium rapporterade efter mätningar ett dioxinutsläpp på 0,063 g I-TEQ för 2001.

Metallåtervinning

Provtagningar av fyra av de stora sekundära smältverken skedde under kartläggningsprojektet. Den totala mängden utsläpp via rökgas uppskattades till 4,3 g N-TEQ per år (de Wit, 2000).

För närvarande har Sverige ingen industri för att smälta ner aluminiumburkar. Detta är dock en historisk utsläppskälla.

Övrig metallindustri, gjuterier mm

Mätningar av dioxinutsläpp från gjuterier förekom under kartläggningsprojektet. Enbart ett fåtal gjuterier ingick i projektet och relativt stora skillnader i deras utsläpp visades. Ett intervall mellan best och worst case beräknades till 0,006 – 0,48 g N-TEQ per år till luft (de Wit, 2000). Inga mätningar har utförts efter dessa.

11.1.1.3 Skogsindustri

Utsläpp till luft och vatten

Innan 1994 släpptes dioxiner ut i samband med klorgasblekning av pappersmassa. Sedan blekning med klorgas upphört har utsläppen av dioxiner minskats radikalt. Idag kommer utsläppen främst från de olika pannorna (olja-, bark- och lutpannor m fl).

Emissionsfaktorer har framtagits av IVL för de olika pannorna. 20 anläggningar från skogsindustrin rapporterar till emissionsdeklarationen där man kan utläsa ett totalt utsläpp på < 1 g N-TEQ per år. Det har inte gått att få fram hur dessa schabloner framtagits eller hur de kalibrerats.

Mellan åren 1997 och 2002 har 36 analyser genomförts på utgående vatten och massa från skogsindustrier. Endast två av dessa hade halter av dioxiner över detektionsgränsen (Wiklund, personlig kommunikation).

Rester i produkter

Pentaklorfenol (PCP) användes för att impregnera trä innan 1978. Dioxiner fanns som förorening i pentaklorfenolen men bildades även vid metabolisering av ämnet. Dioxiner och pentaklorfenol finns dock antagligen kvar i marken runt de anläggningar som använde sig av PCP men få undersökningar har gjorts (Naturvårdsverket, 1995).

11.1.1.4 Textilindustri

Textilindustri

Textilindustrin använde hypokloritblekning i sina processer fram till 1991, vilket ledde till dioxinutsläpp. Det är endast en anläggning som fortfarande använder en del hypoklorit. Direkta mätningar av dioxiner saknas. EROD-aktivitetsmätningar görs för att mäta den toxiska aktiviteten orsakad av dioxinlika föreningar i utgående vatten (Länsstyrelsen Västra Götaland).

Kemtvättar

Studier genomfördes 1990 där man fann dioxinutsläpp relaterade till kemtvätt. Pentaklorfenol (PCP) användes innan 1995 och var den största orsaken till dioxinutsläppen. En annan möjlighet var att dioxinerna fanns i textilierna och att större delen tvättades bort i kemtvätten (de Wit, 2000). En modern kemtvättmaskin (auktoriserad av Tvätteriförbundet) är ett slutet kretsloppssystem med eget reningsverk. Det finns en destillator och ett filter som tar hand om all smuts. I ett sådant system kommer smutsen tillsammans med tvättmedelsrester tas om hand och skickas till SAKAB för destruktion (Sveriges Tvätteriförbundet). Hur många kemtvättar som inte använder sig av denna metod har inte kunnat dokumenteras. Klor finns i det lösningsmedel som används idag (perkloretylen) men enligt de Wit (2000) finns inga samband mellan det och bildandet av dioxiner.

11.1.1.5 Cement, kalk och annan oorganisk industri

Cementproduktion

Sveriges tre cementfabriker ligger i Slite, Skövde och Degerhamn. De olika fabrikererna har mätt dioxinutsläpp vid olika tidpunkter och vid användning av olika bränslen. I miljörapporterna för 2001 har uppskattningar från de olika mätningarna gjorts och totalt släpps ca 0,3 g E-TEQ ut per år. Under kartläggningsprojektet undersöktes utsläpp från klinkertillverkningen och inga dioxiner kunde påvisas (de Wit, 2000).

Produktion av bränd kalk

I Sverige finns sex fabriker som tillverkar bränd kalk. Analyser av dioxiner har gjorts 1990 och 1993 och resultaten varierade mellan de olika åren. 1990 uppskattades utsläppen till luft till 9,8 – 18 g N-TEQ per år och för undersökningarna 1993 blev värdena 2,0 – 2,5 g N-TEQ (de Wit, 2000).

Keramiktillverkning

1991 togs prover av aska 25 meter upp i skorstenen från Höganäs saltglacéringsugn. Utifrån koncentrationerna i askan beräknades ett utsläpp av 0,01 g N-TEQ per år. Koncentrationerna i askan indikerade att rökgasen antagligen innehöll relativt höga koncentrationer (de Wit, 2000). 1991 användes ugnen sex gånger per år medan den idag används två gånger per år. Dioxinutsläppen har därför antagligen minskat till en tredjedel.

Tegelbruk

El eller gasol används för uppvärmning av ugnarna vid produktion av tegel. Det enda som bränns är lera med en liten del sågspån, så utsläpp av dioxiner torde vara små. Inga mätningar är gjorda. Emissionsfaktorer för tegeltillverkning som tagits fram av Tyskland (86,6 ng I-TEQ/ton) tyder på att ett utsläpp ändå sker, men där nämns inte vilken typ av energi som används (UNEP, 1999).

Koksverk

Det finns två koksverk i Sverige, Luleå och Oxelösund. Eftersom stenkol används som kan innehålla klor, finns en möjlighet att dioxiner bildas. Det som talar emot detta är att ingen förbränning sker eftersom ingen luft finns vid destilleringen. Stenkolstjära, som bildas vid processen finns på den kommersiella marknaden. Inga mätningar av klorerade föroreningar är gjorda på produkten (de Wit, 2000).

Gummitillverkning

Vulkanisering inom gummitillverkning sker vid 420°C. Vid kemisk analys har klorbensener påvisats men information om huruvida dioxiner eller PCB bildas vid denna process har inte hittats. Trelleborg AB tillverkar klorgummi innehållande 1 % klor (Sundell, personlig kommunikation).

Glasåtervinning

Vid Limmareds glasbruk produceras mellan 28 000 – 30 000 ton ofärgat glas per år. 43 % av det material som används är krossglas som innehåller 691 gram annat material per ton krossat glas. Totalt innebär detta att ca 8 300 – 8 900 kg annat material kommer in i processen varje år. Beroende på vilken halt klor detta material innehåller kan dioxiner bildas. Temperaturen vid processen är visserligen väldigt hög (cirka 1 600°C) men dioxiner kan bildas vid nedkyllningen av den utgående luften. Inga mätningar är dock gjorda.

11.1.2 SAMHÄLLE

11.1.2.1 Trafik

Vägtrafik och övrig trafik till lands

Trafiken har ökat kraftigt under senare år. Utsläppen till miljön har dock inte ökat lika mycket i och med att katalytisk avgasrening införts och att blyad bensin inte längre används i så stor utsträckning. Den blyade bensinen innehöll klortillsatser, vilket innebar att blyklorider och dioxiner bildades vid förbränningen. Den källan är nu i stort sett eliminerad. Utsläpp av dioxiner 1993 från fordon beräknades till 0,15 – 1,2 g I-TEQ. I tabell 6 redovisas beräknade utsläpp från vägtrafik som använder sig av blyfri bensin med eller utan katalysator för 1993. Totalt ger denna del av trafiken ett utsläpp av 0,14 – 0,27 g I-TEQ/år. En uppskattning av utsläppen då all bensin skulle vara blyfri och alla vägfordon använda katalysatorer beräknades till 0,02 – 0,11 g I-TEQ (de Wit, 2000).

Tabell 6. Dioxinutsläpp 1993 från vägtrafik med blyfri bensin, med eller utan katalysator (de Wit, 2000).

Bränsletyp	Dioxin (g I-TEQ/år)
Blyfri utan katalysator	0,13 – 0,23
Blyfri med katalysator	0,008 - 0,044
Totalt	0,14 – 0,27

Sjöfart

Färjetrafiken beräknades släppa ut 0,63 g I-TEQ dioxin under 1993 (de Wit, 2000). Ingen uppskattning för samtlig sjöfart är gjord.

Flyg

1993 uppskattades dioxinutsläppen från flygplan vara 0,02 – 0,86 gram N-TEQ (de Wit, 2000).

11.1.2.2 Uppvärmning och annan förbränning

Storskaliga värmeverk (olja, kol, gas och biomassa)

En litteraturstudie har utförts av Thunell (1998) och en sammanställning av dioxinutsläpp från anläggningar med olika bränslen framtogs, se tabell 7. Inga beräkningar på totala utsläpp har hittats under arbetets gång.

Tabell 7. Utsläpp av dioxiner från anläggningar med olika bränslen (Thunell, 1998).

Bränsle	Anläggning	Dioxinutsläpp (pg TEQ/MJ)
Naturgas	Villapanna	1,4 – 2,0
	Generellt	0,3
Olja	Industri	0,5
	Kondenserande panna	0,05
Kol	Pulver, > 50 MW	< 40
	Pulver, kraftverk	5
	Industri	20 – 1170
Biobränsle	Trädbränsle, nytt	2 – 500
	Rivningsvirke, liten anläggning	9000
	Rivningsvirke, stor anläggning med SNCR*	200
	Halm 400 kW utan rening	500
	Halm 400 kW med textfilter	5

* Rening med selektiv icke katalytisk reaktion

Westerholm *et al.* (1994) påvisar furaner i oljan som används i oljepannor samt att furaner bildas vid förbränningen av oljan. Inga närmare värden redovisas.

Förbränning av hushållsavfall

Svenska Renhållningsverksföreningen (RVF) har gjort analyser och sammanställningar av utsläpp av dioxiner från förbränningsanläggningar för hushållsavfall i Sverige. Vid förbränningen är temperaturerna så höga att 90 – 95 % av dioxinerna spjälkas till koldioxid, vatten och kolväte. En del av dioxinerna binder till partiklar och återfinns i slagg och aska. Vid nerkyllning av rökgaserna återbildas 120 – 125 g dioxiner och av dessa går 110 - 120 g till slam och flygaska som långtidsdeponeras. Det totala utsläppet av dioxiner till luft uppgick 1999 till 2,8 gram I-TEQ (RVF, 2001). Mätningar med

avseende på HCB eller PCB har inte gjorts och kunskap om mängden dioxiner som kommer in till anläggningarna via avfallet finns inte.

Deponering av organiskt material kommer att vara förbjudet efter 2005.

Förbränningsanläggningar i Sverige håller på att utöka sin kapacitet för att kunna bränna även detta material. Målet är att dioxinutsläppen ändå inte ska öka eftersom nya processer med ny teknik införs.

Förbränning av farligt avfall

Det finns nio anläggningar som förbränner farligt avfall och omfattas av direktivet om förbränning av farligt avfall.

I Norrtorp (SAKAB) installerades i juli 2001 en provtagare som kontinuerligt tar prover i utgående rökgaser. Det totala utsläppet av dioxiner via rökgas beräknades till 0,093 g I-TEQ för 2001 (Sydkraft SAKAB, 2001). Halter av dioxiner är inte mätta i utgående vatten. Information från resterande anläggningar för förbränning av farligt avfall har inte sammanställts.

Småskalig eldning (för uppvärmning)

Förbrukning av bioenergi vid småskalig vedeldning brukar årligen beräknas till 11 – 12 TWh i småhus. Detta motsvarar 25 % av den totala energianvändningen för uppvärmning av villor och småhus (Naturvårdsverket, 1998).

Flertalet rapporter har producerats sedan 1980-talet, men utsläpp av dioxiner, HCB och PCB finns inte redovisade under det senaste decenniet. En anläggnings emissionsprofil beror på olika faktorer; den tekniska utformningen, eldningstekniken och bränslets form och kvalitet. Utsläpp av dioxiner från olika vedeldade pannor undersöktes 1988 och uppmättes till 5 – 50 pg/m³ torr gas (Åkesson, 1988).

Dioxiner och klorerade bensener bedöms inte utgöra någon påtaglig riskfaktor för hälsoeffekter vid vedeldning (NUTEK, 1993) men ingen hänvisning till data finns.

The European Dioxin Inventory (Quass et al., 2000) anger emissionsfaktorer för småskalig vedeldning. Till grund för dessa har de använt rapporter publicerade fram till mitten av nittioåret.

Rent trä:	1mg I-TEQ/ton
Lite förorenat (ej PCP):	50 mg I-TEQ/ton
Förorenat trä (med PCP):	500 mg I-TEQ/ton

Beräknat från den årliga användningen av ved i småhus i Sverige (8,2 Mm³) och densiteten 330 kg/m³ kan då den årliga utsläppsmängden av dioxiner i Sverige beräknas till 2,7 g I-TEQ under förutsättning att all ved som används inte är dioxidkontaminerad.

”Husbehovseldning” (back yard burning)

I USA och Kanada är förbränning av egna sopor hemma på gården vanligt. Dessa länder har gjort uppskattningar av hur mycket som bränns och av dioxinutsläpp i samband med denna förbränning. Baserat på resultat från en pilottest i USA beräknades emissionsfaktor 0,14 µg I-TEQ/kg sopor. Från detta beräknades USAs totala utsläppsmängd till 1 125 g I-TEQ per år (U.S. Environmental Protection Agency, 2000). Detta finns inte beräknat för svenska förhållanden.

Krematorier

I Sverige finns ca 70 anläggningar för kremering. År 2001 uppgick det totala antalet kremeringar till 65 223 st. Inga mätningar av dioxinutsläpp har förekommit sedan 1986. Utsläppen uppskattades för 1993 till 0,37 – 0,73 g N-TEQ per år (de Wit, 2000). De större anläggningarna har kolfilter för luftrening medan de mindre och äldre anläggningarna saknar detta. Resterna från kolfiltren deponeras (Åkesson, personlig kommunikation).

Bränder

Räddningsverket har gjort en uppskattning av årligt utsläpp av dioxiner till luft på grund av bränder i Sverige (Räddningsverket, 2002). Rapporten grundar sig på statistik av bränder i byggnader, fordon, sopor och skog i Sverige under 1999. Den totala mängden beräknades till mellan 0,5 och 1,4 g TEQ för 1999, se tabell 8. Vilken typ av TCDD-ekvivalenter som använts vid beräkningarna är inte angivet i rapporten.

Tabell 8. Min/max-värden för den beräknade totala mängden utsläpp av dioxin till luft vid brand av olika objekt 1999 (Räddningsverket, 2002).

Objekt	PCDD/F (g TEQ)
Bostäder	0,009/0,21
Allmän byggnad	0,002/0,06
Industri	0,003/0,03
Andra byggnader	0,004/0,008
Skogsbrand	0,005
Papperskorg/soptunna, Container	0,21/0,87
Motorfordon, Tåg	0,22
Totalt	0,5 / 1,4

Utifrån denna studie sker de största utsläppen av dioxiner till luft i samband med bränder i avfallsupplag och från deponier av plast och däck (tabell 9). Ett största och minsta utsläpp beräknades till 0,14 respektive 3,53 g TEQ. Antalet bränder och dess storlek varierar från år till år och dessa värden är endast uppskattningar för hur stora utsläpp kan vara.

Tabell 9. Min/max-värden för den beräknade totala mängden utsläpp dioxiner till luft per år från potentiella bränder i deponier (Räddningsverket, 2002).

Objekt	Mängd (ton)	PCDD/F (g TEQ)
Avfallsupplag	2 500	0,1/2,3
Flis	10 000	0,02
Papper	4 000	0,008
PVC	500	0,006/1,1
Textilier	100	0,0002
Däck	1 000	0,002/0,1
Totalt	18 100	0,14 / 3,53

1989 uppskattades 25 000 ton avfall brinna på avfallsupplag och att 30 g TEQ dioxiner frigjordes i och med detta (Naturvårdsverket, 1994). Räddningsverkets sammanställning ger ett totalvärde på 4,93 g TEQ per år.

Dioxinhalter i sot efter en brand i en kabeltunnel i Akalla uppmättes till 120 ng N-TEF/g sot. Några generella riktvärden för dioxiner i sot finns inte, men jämfört med riktvärdet för förorenad mark så är halten 500 gånger större. Analyser har inte gjorts vid andra liknande fall (Räddningsverket, 2001).

Olovlig förbränning av tex kabel

Illegal kabelbränning förekommer i Sverige och har visat sig ge upphov till bildning av dioxiner, särskilt då PVC och koppar ingår i kabelhöljet. Koppar är en god katalysator för att dioxiner ska bildas. Det är dock oklart i hur stor utsträckning sådan illegal förbränningen sker. I Fisksjöäng pågick förbränning av kablar under 1999-2000 och brandförsvaret fick göra 57 uttryckningar under den här tiden. I askan har spår av dioxiner hittats, men det är inte möjligt att kvantifiera det totala utsläppet till luft.

Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut har genomfört en s.k. livscykelanalys gällande kablar. Utsläpp av dioxiner till luft vid experimentell brand av två olika kablar, CASICO och PVC, både vid tillfredsställande och bristfällig ventilation redovisas i tabell 10. CASICO-kabeln täcks och isoleras av polyolefin och PVC-kabeln täcks och isoleras av PVC. Utsläppen vid brand från PVC-kabeln var tio gånger högre än från CASICO-kabeln. (Simonson *et al.*, 2001).

Tabell 10. Min- och maxutsläpp av dioxiner och klorbensen vid experimentell brand av olika kablar; CASICO och PVC samt nollprov. Ej detekterad (N.D.) (Simonson *et al.*, 2001).

	Nollprov (propan)	CASICO Tillfreds- ställande ventilation	CASICO Bristfällig ventilation	PVC Tillfreds- ställande ventilation	PVC Bristfällig ventilation
ng I-TEQ/m kabel (min)	1,4	8,7	15	190	167
ng I-TEQ/m kabel (max)	2,3	9,8	17	190	171
Klorbensen mg/m kabel		N.D.	N.D.	6,5	4,4

Glasfiberavfall

En anläggning i Billesholm förbränner glasfiberavfall. Ett prov från dess rökgas togs 1991 och omräknades sedan till ett årligt utsläpp av 0,004 mg N-TEQ (de Wit, 2000).

Tobak

I Japan beräknades dioxinmängden från cigarettök uppgå till 16 g TEQ/år (UNEP 1999). I Sverige såldes ca 7 067 miljoner cigaretter år 2000 (Statistiska Centralbyrån). Thomas *et al.* (1996) använder emissionsfaktorn 4 ng TEQ/kg för cigaretter.

Undersökningar på utandningsröken och sidoröken från cigaretter från ett svenskt vanligt cigarettmärke har gjorts. Utandningsröken från en cigarett innehöll 74,5 pg I-TEQ och sidoröken innehöll 152 pg I-TEQ (U.S. Environmental Protection Agency, 2000). Det totala utsläppet för Sverige år 2000 skulle med dessa emissionsfaktorer vara 1,6 g I-TEQ.

Ljus

Emissionen av dioxiner och klorbensener från tända ljus gjorda av paraffin, stearin och bivax har kartlagts. För resultat och emissionsfaktorer se tabell 11 (U.S. Environmental Protection Agency, 2000).

Tabell 11. Utsläpp av klorbensener och dioxiner från olika ljus och deras emissionsfaktorer (U.S. Environmental Protection Agency, 2000).

Material	Klorbensener (mg/kg)	Dioxiner (ng I-TEQ/kg)	Emissionsfaktor (ng I-TEQ/kg)
Paraffin	130	0,59	0,015
Stearin	330	1,62	0,027
Bivax	120	10,99	0,004

11.1.2.3 Övrigt

Fragmenteringsanläggningar

Höga temperaturer förekommer i fragmenteringsanläggningar, där skrot bearbetas och sorteras, och bränder kan uppkomma. Bensin, elavfall mm ska plockas ut innan fragmenteringen så att risken för brand och utsläpp av giftiga ämnen minskas.

Volvo och Stena tillsammans med Umeå universitet utförde ett pilottest på förbränning av fragmenteringsavfall (fluffet) från fragmenteringsanläggningar. Utsläppen av dioxiner och PCB låg under gränsvärdena, 0,15 ng I-TEQ/m³ respektive 0,01 ng/m³ för två olika prover men halterna i rågasen var högre än väntat (27,11 respektive 27,47 ng I-TEQ/m³). Prover togs även på flyg- och bottenaska där dioxinhalterna var 1,28 respektive 0,15 ng I-TEQ/g aska. PCB-halterna i askan var 79,33 respektive 25,62 ng/g.

Slutsatserna som drogs av Volvo och Stena var att fluffet kan förbrännas utan att överstiga gränsvärdena (Stena Gotthard Fragmentering AB, 2001). Det årliga totala utsläppet för dioxiner beräknades inte.

Kabelgranuleringsanläggningar

Idag finns fem anläggningar där sammanlagt 15 000 ton kabel återvinns varje år. Plasten och metallerna skiljs åt, men en viss mängd koppar återfinns ändå i plasten. Då koppar är en god katalysator för dioxinbildning skulle antagligen stora utsläpp av dioxiner, HCB och PCB ske vid brand.

11.2 SEKUNDÄRA KÄLLOR

11.2.1 FÖRORENADE OMRÅDEN

11.2.1.1 Förorenad mark

En kartläggning av förorenade områden pågår genom Naturvårdsverkets projekt ”Metodik för inventering av förorenade områden” (MIFO), där länsstyrelser kan rapportera den information de har till en databas (Naturvårdsverket, 2002). Det totala antalet områden som innehåller dioxiner är okänt, liksom de totala mängderna som kan finnas inom sådana områden.

En kartläggning av efterbehandlingsbehovet vid olika branscher publicerades 1995 (Naturvårdsverket). Efter det har både fler inventeringar gjorts och saneringar genomförts. Dioxiner, HCB och PCB är ämnen som binder hårt till partiklar och läcker antagligen inte ut i stora mängder. Läckaget kan dock eventuellt öka vid t ex ändrad markanvändning, jordras och då asfalterade ytor tas bort. Riskbedömningar utförs av länsstyrelserna.

Grafitslam från kloralkalifabriker

Det dioxinhaltiga slam som bildades från kloralkalifabrikerna släpptes ut till vattnet fram till början av 1970-talet. Därefter deponerades slammet. Under kartläggningsprojektet beräknades mängderna dioxiner som bildats under perioden då grafitelektroder användes (fram till 1979). För att visa på minskningen av dioxinutsläpp efter att titanelektroder börjat användas, gjordes undersökningar 1993 för de tre aktiva kloralkalifabrikerna. De totala värdena finns redovisade i tabell 12 (de Wit, 2000). Kloralkaliavfall kan vid användning av titanelektroder ändå ha halter upp till 28 000 pg N-TEQ/g TS (Naturvårdsverket, 1995). Det årliga utsläppet av de tre fabriker var 0,25 g N-TEQ för 1993. Detta togs om hand för deponering eller destruktion.

Tabell 12. Producerad mängd dioxiner vid kloralkalifabriker vid användandet av grafitelektroder fram till 1979 och efter bytet till titanelektroder fram till 1993. Även den totala mängden till vatten och deponering redovisas. Värdena redovisas i gram N-TEQ (de Wit, 2000).

	Totalt producerat	Mängd till vatten	Mängd till deponering
Totalt vid användning av grafitelektroder	315 - 1843	229 - 1338	78 - 460
Totalt efter bytet till titanelektroder	3,53	0	3,53

Akzo Nobel i Bohus (förr Eka Nobel) beräknades ha dioxinförorenad mark innehållande 660 g N-TEQ runt industrin. Baserat på vatten- och sedimentanalyser beräknades 0,29 - 0,60 g N-TEQ per år läcka från detta område till vattnet (Akzo Nobel, 2002).

Kloratproduktion

Natriumklorat tillverkas genom elektrolys av natriumklorid i vattenlösning. Liksom kloralkalifabrikerna byttes grafitelektroder ut mot titanelektroder i mitten av 70-talet och mängden dioxin i slammet reducerades radikalt. Grafitslam innehållande dioxiner kan förekomma i deponier, utfyllnader och sediment i anslutning till anläggningarna och därmed bidra till en sekundär emission av dioxiner.

Från hur mycket grafitelektroder som använts vid kloratproduktion samt från dioxinkoncentrationen i ett prov beräknades det totala utsläppet av dioxiner till 1,4 g N-TEQ. 0,1 gram av detta tros ha deponerats på land (de Wit, 2000).

Impregneringsanläggningar

El- och lyktstolpar av impregnerat trä har i Kanada visat sig ge upphov till utsläpp av 9 gram TEQ/år (Environment Canada, 2001). Marken runt platser där trä har impregnerats är antagligen kontaminerad.

Övrig verksamhet

Mark och vatten runt äldre kemtvättar kan vara kontaminerade av dioxiner.

11.2.1.2 Förorenade sediment

Dioxiner, HCB och PCB är svårlösliga i vatten och binder till partiklar som sedan sedimenterar till botten. Mjukbottenorganismer rör om i sediment och kan leda till remobilisation av ämnena till vattenmassan (Naturvårdsverket, 1996). Spridningen i vatten är dock inte alls lika stor som i luft, utan utgör ett mer lokalt eller regionalt problem (Bernes, 1998).

I djupa delar av sjöar och havsområden virvlar inte sedimenten upp så lätt och kan förbli där under väldigt lång tid.

Fiberbankar utanför skogsindustrier

Undersökningar med avseende på dioxiners utbredning i sediment runt ett pappersbruk på Sveriges östkust redovisades 1993 (Jonsson *et al.*). Ett klart negativt samband mellan dioxinkoncentration och avstånd från bruket kunde påvisas.

Grafitslam

Några av de mest förorenade sedimenten ligger utanför kloralkalifabrikerna. Fram till mitten av 70-talet användes grafitelektroder varvid grafitslam bildades som innehöll dioxiner och furaner. Innan vattenrening infördes i början av 70-talet gick grafitslammet ut med processvattnet och kontaminerade sedimenten. Från mitten av 70-talet deponerades i stället slammet.

Från hur mycket grafitelektroder som använts vid kloratproduktion samt från dioxinkoncentrationen från ett prov beräknades det totala utsläppet av dioxiner till 1,4 g N-TEQ. 1,3 gram tros ha släppts ut till vattenrecipienten och resten deponerats på land (de Wit, 2000).

Övriga sediment

Sediment i Viskan har något av de högsta dioxinhalterna uppmätta i Sverige och det har visats att dioxinerna flyttar sig nedströms. Länsstyrelsen i Västra Götaland har kartlagt detta (Länsstyrelsen Västra Götaland).

Miljöövervakning av sediment har skett vid tre platser i Saltsjön och Mälaren under tre år i Stockholms kommun. Höga halter av HCB vid Riddarfjärden indikerar en lokal utsläppskälla som inte är känd. Dioxinhalterna var högre nedströms (Kastellholmen) än Riddarfjärden, vilket visar på storstadens påverkan. Koncentrationerna var 10 - 100 gånger högre än bakgrundvärdena från öppna Östersjön (Broman *et al.*, 2001).

11.2.2 AVFALL

11.2.2.1 Askor

Förbränning av avfall

Aska och andra rester från rökgasreningen uppgick 1999 till 75 000 ton (58 000 ton TS). Dioxinmängden beräknades till 161 g I-TEQ (RVF, 2001). Inga beräkningar av den totala mängden dioxiner som på detta sätt har deponerats under åren har gjorts.

En litteraturstudie gällande lakning och nedbrytning i askor inkluderades även i RVFs rapport (2001). Där konstateras att ytterst få undersökningar på urlakning av dioxiner har gjorts och inga undersökningar alls för nedbrytning i askor är genomförda. Några av de slutsatser som redovisas i rapporten är att dioxiner och andra miljögifter binds hårt till partiklar och att det framförallt är små partiklar som för med sig föroreningarna. De högklorerade (mindre giftiga) dioxinerna lakas ur till större del. Halterna av dioxiner i lakvatten ligger på samma nivå som bakgrundsvärdena i regnvatten och nedfall. Askorna bör hanteras separat för att inte komma i kontakt med lösningsmedel el dyl som kan leda till större urlakning.

Slagg och bottenaska som bildas i förbränningsverken innehåller dioxiner. Detta används som fyllnadsmaterial vid vägarbete eller deponeras. Från sju anläggningar togs prover från slagg och bottenaska och medianvärdet uppgick till 0,03 ng/g. 1999 uppgick den totala mängden till 370 000 ton (290 000 ton TS) innehållande cirka 10 gram dioxiner.

Greenpeace gjorde mätningar på lakvatten från två askdeponier - en i Umeå och en i Köping. De fann dioxiner, PCB och klorbensen (Greenpeace, 2000a). Dioxinhalterna uppgick till 0,5 respektive 19,1 pg I-TEQ per liter lakvatten (Greenpeace, 2000b).

Inte många undersökningar har gjorts av lakvatten från deponier med avseende på dioxiner, HCB eller PCB. Enligt Kylefors (1997) uppgår halterna av halogenerade ämnen, AOX, i lakvatten från avfallsupplag mellan 0,13 – 3,5 mg/l lakvatten.

Eftersom innehållet i deponier ofta är väldigt olika beroende på var avfallet kommer ifrån, är det svårt att göra en generell sammanställning över hur mycket klorerade miljögifter som läcker ut från deponier. Studier har dock visat att läckage från deponier kan kontaminera grund- och ytvatten i en lång tid framöver (Hjelmar, 2000).

11.2.2.2 Andra restprodukter

Järn- och stålåtervinning

Mätningar utfördes på slam och slagg från anläggningen i Hofors 1993. Utifrån dessa värden beräknades totala utsläppen för de då 10 järn- och stålåtervinningsindustrierna till 19 – 19,6 g N-TEQ och 0,033 g PCB-TEQ per år till avfall. Det mesta av detta avfall lades på deponi (de Wit, 2000).

Aluminium, koppar och andra metaller

Slam analyserades från aluminiumverket GA Metall (nu Akzo Nobel) under kartläggningsprojektet. Utsläppet via slam var 0,034 g N-TEQ per år (de Wit, 2000).

Metallåtervinning

Under kartläggningsprojektet togs prover från fyra av de stora sekundära metallproducenterna. Det årliga utsläppet till avfall uppskattades till 2,1 g N-TEQ och 0,12 g PCB-TEQ (de Wit, 2000).

Gjuterier

Ett fåtal gjuterier ingick i kartläggningsprojektet. Till avfall (slam, sand och filterdamm) beräknades utsläppen till 0,82 – 14,8 g N-TEQ och 0,2 g PCB-TEQ per år. Detta kan vara i underkant eftersom inga mätningar på slagg utfördes. Gjuterierna producerar varje år ca 31 000 ton slagg (de Wit, 2000).

Rötslam och kompost

Reningsverkens (404 st) produktion av potentiellt användbart slam år 2000 uppskattas till cirka 220 000 ton torrsvikt. Slammets genomsnittliga halter av tungmetaller och organiska miljögifter underskred de gränsvärden och riktvärden, som stipuleras i lagstiftningen och i den överenskommelse om slam användningen i jordbruket, som träffades av Naturvårdsverket, Lantbrukarnas riksförbund och Svenskt vatten (dåvarande VAV) 1994. Slam som var högkontaminerat (5000 ton torrsvikt) deponerades (Statistiska Centralbyrån).

Få data finns av koncentrationer av dioxiner i slagg. Prover som tagits på mark där dioxinnehållande slagg har lagts, visar att mängden dioxin ökat med samma magnitud som depositionen från luften (Nilsson, 1996).

Länsstyrelsen i Västra Götaland har genomfört en studie av slam från 19 olika kommunala avloppsreningsverk. Dioxiner och klorbensener fanns med bland de analyserade ämnena. Resultaten baserar sig endast på ett slamprov från varje reningsverk varför inga säkra slutsatser kan dras. Slam från Karlborgs reningsverk och Ryaverket hade betydligt högre dioxinhalter (65 respektive 48 ng I-TEQ/kg TS) än resterande verk. Medianvärdet låg på 5,0 ng I-TEQ/kg TS. För att kunna dra slutsatser om varifrån dioxinerna kommer behövs fler analyser och vidare utredning. Även slammet från Stenungsund och Skene har värden som är högre, 15 respektive 18 ng I-TEQ/kg TS.

De höga halterna i slam från Skene kan kanske förklaras med att hypokloritanvändning inom textilindustrin fortfarande pågår. I Tyskland har ett gränsvärde för dioxiner satts till 100 ng/kg TS och i USA finns ett förslag till ett gränsvärde på 300 ng/kg TS (Svensson, 2002).

Under kartläggningsprojektet analyserade man slagg som bildats från avloppsvatten från tre respektive åtta hushåll samt koavföring för att kunna avgöra varifrån dioxinerna i slagget kom. Koncentrationerna från de två olika hushållen var 5,7 respektive 12 pg N-

TEQ/g torrsvikt. En mycket lägre koncentration uppmättes från koavföringen, 0,02 pg N-TEQ/g torrsvikt. Detta indikerade att dioxinhalterna i slaggen kommer från hushållen, men det återstår att visa vilken del av hushållsavfallet som utgör källan till dioxinerna.

Öberg *et al.* (1995) har undersökt bildningen och nedbrytningen av dioxiner och plana PCB i olika slags komposter. Produktionen och nedbrytningen visade sig variera mellan komposttyperna och många parametrar har betydelse, t ex temperatur, luftning och mikrobiell aktivitet. Dioxinbildningen i komposter kan enligt artikeln möjligen ge konsekvenser vid storskalig kompostering.

11.2.3. LÅNGVÄGA TRANSPORT

Dioxiner, HCB och PCB är persistenta och kan förflyttas långväga genom luft, se även kapitel 8. Därmed sprids de till Sverige från andra länder men även från Sverige via långväga atmosfärisk transport. Eftersom remobilisation från vatten och jord inte sker lika frekvent vid kallare klimatförhållanden så tenderar dioxiner, HCB och PCB att flytta sig från områden med kallt till områden med varmt klimat. Det finns därför halter av dessa ämnen i miljöer där inga utsläpp sker, exempelvis Antarktis. Sverige har åtagit sig att begränsa utsläppen av olika flyktiga organiska föreningar inom FN:s Luftvårdskonvention (CLRTAP). IIASA (Atmospheric Pollution Program) har utvecklat en beräkningsmetod som visar på effekter av långväga transporterade föroreningar på både lokal, regional och global nivå (www.iiasa.ac.at/rains/, 070612).

12. Diskussion

Persistenta organiska miljöföreningar är ett globalt problem särskilt eftersom de transporteras över landsgränser. Eftersom de inte är lättnedbrytbara, kommer de även att vara ett problem över generationsgränser.

Det är viktigt att fortsätta det internationella arbetet inom EU och FN:s konventioner för att komma kunna begränsa utsläppen. Genom konventionerna sprids kunskap om ämnenas farlighet till många länder samt information om nya reningstekniker för industrier mm. Konventionerna kan även inspirera, utveckla och hjälpa länderna i deras miljöarbete.

Gemensamt för PCB och HCB är att de har bildats både avsiktligt och oavsiktligt och nämns i såväl bilaga A som C i Stockholmskonventionen. Det är svårt att avgöra hur stor del av det som kvantifieras vid olika situationer som är oavsiktligt bildat eller inte. Syftet med konventionen är ytterst att undanröja dessa ämnen ur systemet, vare sig de är avsiktligt bildade eller ej. Det är viktigt att kunna identifiera källan till dessa ämnen för att sedan kunna eliminera den.

Den högsta dioxinkoncentrationen i luft vid förbränning av avfall har i direktiv 94/67/EC bestämts till 0,1 ng I-TEQ/m³. Detta ger ingen anvisning till hur mycket totalt som får släppas ut. Industrier hänvisar ofta till detta värde och uppger därför ingen total utsläppsmängd.

12.1 BRANSCHER

Syntesen av de oavsiktligt bildade ämnena kan variera beroende på olika förhållanden, särskilt vid olika temperaturer vid förbränning. Då mätningar av dioxiner genomförs vid industrier, kanske detta sker vid optimala förutsättningar för att dioxiner inte bildas. Utsläpp vid olyckor, driftstopp eller dylikt tas kanske heller inte med i beräkningarna. De utsläppsmängder som anges kan därför antas ligga i underkant.

Alldeles för få mätningar har gjorts av HCB och PCB. Deras likheter med dioxiner tyder på att de bildas i samma processer som dioxinerna. De industrier som gör kontinuerliga mätningar av dioxiner borde samtidigt göra mätningar av HCB och PCB.

Järn- och stålindustrin är komplex med många processer som kan tänkas vara punktkällor för dioxiner, HCB och PCB till luft. En utredning av vilka och hur många punktkällor som finns i landet borde göras. Driftstörningar inom industrin kan möjligen ge upphov till ytterligare utsläpp av oavsiktligt bildade föreningar. Detta är inte undersökt och konsekvenserna av ett "worst case scenario" borde utredas.

Skrot som kommer in till fabrikerna för återvinning är renare nu än när prover togs i slutet av 80-talet, vilket möjligen kan ha lett till lägre utsläpp av dioxiner. Produktionen av råstål har ökat med 774 ton mellan 1990 och 2000 (Svensk Stålstatistik, 2000) och produktionen av råjärn har ökat med ca 350 ton (Jernkontoret). Detta kan emellertid ha lett till en ökad produktion av oavsiktligt bildade ämnen.

En utredning som ska ge underlag för bedömning av dioxinutsläppen har beställts av Jernkontoret och kommer att genomföras under våren 2003. Inga nya mätningar av vare sig HCB eller PCB är dock planerade inför denna utredning. Även en genomgång av smältverkens och gjuteriernas utsläpp borde göras.

Enkäten som skickades ut till kemiindustrierna skulle ha innehållit mer precisa frågor så att mer utförliga svar skulle ha erhållits. Förbränning av lösningsmedel och avfall förekommer antagligen inom många industriområden och borde undersökas huruvida de för med sig utsläpp av oavsiktligt bildade föroreningar.

RVF har genomfört mätningar och beräkningar för förbränningsanläggningar i Sverige. Denna bransch är den bäst undersökta och RVF vidhåller i ett brev till Naturvårdsverket att kontinuerliga mätningar av dioxiner kommer att genomföras och att dioxinutsläppen bedöms minska till 1 g/år trots ökad kapacitet för förbränningsanläggningarna.

Om Sverige inte hade tillgång till förbränningsanläggningar med reningsteknik och allt hushållsavfall (1,3 miljoner ton 1999, RVF) skulle brännas hemma skulle dioxinutsläppen, enligt beräkningar med emissionsfaktor 0,14 µg/kg, vara 182 gram per år. Beräknat med faktor 0,50 µg/kg (U.S. Environmental Protection Agency, 2000) blir utsläppen 650 gram I-TEQ per år. Beräkningar för hur mycket avfall som i Sverige förbränns i hemmen borde göras.

De små utsläppskällorna är oftast många och därmed svåra att kvantifiera. Att minska dessa källors utsläpp är svårt. Ett exempel är sjötrafiken; det som har undersökts är färjor och inga beräkningar är utförda för all typ av sjötrafik. Dessutom är enbart luftutsläppen mätta. Inga undersökningar avseende utsläpp till vatten har genomförts

Från tegelbruk och gummiindustrin saknas helt uppgifter om deras utsläpp av oavsiktligt bildade ämnen. Ett behov av att gå igenom deras eventuella punktkällor finns. De källor som inte har kontrollerats inom denna rapport, men som borde undersökas, är saltsyraproduktion och asfaltshantering.

12.2 PCB

Det går inte att utesluta att en större eller mindre del av det PCB som man funnit vid analyser härstammar från avsiktligt bildad. Generellt torde andelen oavsiktligt bildad PCB vara mycket liten från sekundära källor medan det omvända borde gälla för termiska primära källor.

Av särskild betydelse för oavsiktlig bildning av PCB är termiska processer där klorerade organiska ämnen ingår. Bland dessa bör klorerade paraffiner (CP) och PVC särskilt uppmärksammas.

12.3 HCB

HCB som funnits vid analyser kan härstamma från avsiktligt bildad HCB. Generellt torde andelen oavsiktligt bildad HCB utgöra den allt dominerande fraktionen från såväl sekundära som termiska primära källor.

12.4 DIOXINER

12.4.1 PRIMÄRA KÄLLOR

Endast en uppgift om utsläpp från läkemedelsindustrin är känd. Vidare undersökningar borde göras av läkemedelsföretagen.

Nya källor till dioxiner uppdagas kontinuerligt. Till exempel är dioxinutsläppen vid petroleumindustrierna relativt nyupptäckta. Inga beräkningar har gjorts för att kvantifiera hur mycket som har släppts ut innan detta upptäcktes. Utsläpp vid asfaltshantering borde också mätas eller beräknas.

Cementtillverkningen genererar inget avfall då askan som bildas återanvänds. Detta kan leda till att produkterna i stället innehåller dioxiner och andra ämnen. Eftersom stora mängder cement tillverkas och är vida använt skulle detta kunna ge effekter på människor och miljö. Analyser av produkterna borde göras. Om det visar sig att produkterna innehåller dessa ämnen så borde ett eventuellt läckage från produkterna undersökas. Utsläpp från förbränning av avfall vid cementindustrin kan förekomma och borde därför undersökas närmare.

Olaglig kabelförbränning är svår att förhindra. Avfallet efter kabelbränning borde dock tas omhand och deponeras så att de toxiska ämnena inte sprids okontrollerat i naturen.

Då fluffet från fragmenteringsanläggningar inte längre får deponeras efter 2005 kommer förbränning vara ett alternativ och bildar då en ny utsläppskälla för dioxiner. Stena och Volvos utvärdering om huruvida förbränning är ett bra alternativ för fluffet visade endast halter av dioxinutsläpp och ingen total mängd av vad som kommer att släppas ut om detta börjar förbrännas.

Beräkningar av utsläppet av dioxiner från tobaksanvändning är varierande beroende på olika emissionsfaktorer. Japan har beräknat dioxinutsläppet från cigaretter till 16 g/år. Befolkningsmängden (126 miljoner) är 14 gånger större än Sverige. Thomas et al. anger

emissionsfaktorn 4 ng TEQ/kg och om en cigarett antas väga 0,5 gram så ger detta ett utsläpp på ca 14 gram TEQ för år 2000. Utifrån mätningar av röken beräknades emissionsfaktorn 226,5 ng I-TEQ per cigarett (U.S. Environmental Protection Agency, 2000). För antalet cigaretter i Sverige år 2000 skulle detta innebära en utsläppsmängd av 1,6 g I-TEQ per år. Pip- och rulltobak är då inte medräknat. Att Sverige skulle ha nästan lika stort utsläpp som Japan är inte troligt, men vilka utsläppsberäkningar som är korrekta är inte känt.

14 g TEQ/år är flertalet gånger större än det totala utsläppet från förbränningsanläggningarna i Sverige. Även om utsläppen skulle visa sig vara en tiondel av detta så är det alarmerande. Dessa utsläpp sker i den närmaste omgivningen av människor som andas in föroreningarna - även icke-rökare.

12.4.2 SEKUNDÄRA KÄLLOR

Utsläpp från deponier och avfallsupplag är svåra att kvantifiera. Hur deponin är uppbyggd och var den är belägen betyder mycket för hur stora utsläppen kan bli. Ämnens egenskaper att binda sig lätt till partiklar tyder på att stor del av det som finns lagt på deponier inte läcker ut med vattnet. Enbart halter är angivna för de undersökningar på lakvatten som har gjorts och inga uppskattningar om hur stora mängder som släpps ut finns. Hur väl täckt en deponi är samt vilka andra ämnen som blandas in spelar också stor roll för utlakningen. RVF kommer att fortsätta undersöka utlakning från deponier och utlakningens eventuella effekter.

Kontaminerad mark, särskilt efter nedlagda industrier, går till stor del att identifiera men kvantifieringen av föroreningarna är svår. Riskbedömningar behövs sedan göras för att få information om vilka effekter dessa föroreningar kan orsaka. Ligger marken innehållande dessa föroreningar långt från vattendrag och på fast mark kan det vara möjligt att föroreningarna sprids och gör större skada om de grävs upp än om de får ligga kvar.

Grafitslammet från kloralkali- och kloratframställning är idag en sekundär källa för utsläpp av främst dioxiner. De kommer att fortsätta läcka ut från sedimenten och kontaminera vattnet. En kvantifiering av föroreningarna samt en riskbedömning bör genomföras.

12.5 AVSLUTANDE KOMMENTARER

Toxicitetsekvivalenterna är ett instrument för att sammanväga toxiciteten för de olika dioxin- och/eller PCB-kongenerna. Det är en väl fungerande metod som används internationellt men flera förenklingar är gjorda när värdena framtog. TEQ-värden är alltså inte exakta.

Emissionsdeklarationen är ett mycket bra verktyg för att sammanställa utsläpp från olika typer av industrier. För närvarande verkar den dock inte vara komplett. De värden som

kommer in i databasen är inte helt tillförlitliga eftersom de inte visar bakgrunden till hur provet har tagits samt att felrapportering kan ha skett mellan industrin, tillsynsmyndigheten och Naturvårdsverket.

Det ligger nära till hands att i en genomgång av källor till klorerade dioxiner och dibensofuraner även söka efter ämnen som är nära besläktade med dessa och också bör räknas till gruppen oavsiktligt bildade. Ämnen som skulle kunna ingå i en sådan utvidgning är de bromerade dioxin- och furanalogerna inklusive de som är substituerade med både klor och brom. Andra grupper som är av intresse är klorerade tiofener och naftalener.

I Danmark har en materialströmsanalys genomförts för dioxiner (Hansen, 2000). För att lätt få en översikt över Sveriges produktion och destruktion av dioxiner, HCB och PCB borde en liknande analys göras för Sverige.

Fram till december 2004 kommer arbetet med att fastställa utsläppskällor och utsläppsmängderna för dioxiner, HCB och PCB att pågå på Naturvårdsverket. Arbetet med att reducera och eliminera utsläppen kommer dock att ta längre tid.

En neråtgående trend för har visat sig för dioxin- och PCB-halter i miljön sedan 1970 då förbud började införas (Bernes, 1998). Förhoppningsvis kommer nergången att fortsätta och att vi med ny teknik och vilja kan eliminera utsläppen av dessa persistenta organiska föreningar.

13. TACK!

Ett stort tack till min handledare vid Naturvårdsverket, Niklas Johansson, som alltid haft tid för mina frågor och hjälpt mig med upplägget av denna rapport.

Jag skulle även vilja tacka alla på Naturvårdsverket som tagit sig tid för att hjälpa mig hitta all information jag letade efter och delat med sig av sina erfarenheter och kunskaper. Även till de personer på företag och branschorganisationer som varit hjälpsamma och tagit fram material som jag behövt riktar jag ett stort tack.

Tack Jan Örberg, Uppsala Universitet, för att du introducerade ekotoxikologi för mig på ett intressant och roligt vis och för att du stöttat mig under studier och examensarbetet.

14. Referenser

- Ahlborg, U G. Nordisk dioxinriskbedömning. Miljörapport 1988:7. Nord 1988:49. nordisk ministerråd, 1988.
- AKZO NOBEL, EKA CHEMICALS Bohus. Miljörapport 2001. 2002.
- Alruz' Advokatbyrå AB. Till Vänersborgs tingsrätt, Miljödomstolen. Mål M 270-99. Verksamheten vid Skandinaviska Raffinaderi AB. Scanraffs anläggningar vid Brofjorden i Lysekil; prøvotidsfrågor. 2001-11-22.
- Alsberg T, Borg H, Järnberg U, Lithner G, Nylund K, Söderström M. Eutrofiering och miljögifter. Naturvårdsverket, SNV 35861. 1995.
- Asplund G, On the Origin of Organohalogen Found in the Environment. Linköping Studies in Art and Science No. 77. Linköping 1992. ISSN 0282-9800.
- Bernes C. Organiska miljögifter – Ett svenskt perspektiv på ett internationellt problem. Monitor 16. Naturvårdsverket Förlag, 1998.
- Broman D, Balk L, Zebür Y, Warman K. Miljöövervakning i Stockholms kommun Saltsjön och Mälaren – KEMI. Slutrapport: provtagningsåren 96/97, 97/98 och 98/99. Stockholms kommun 2001.
- Cooper D. A., Peterson K., Simpson D. Hydrocarbon, PAH and PCB emissions from ferries: A case study in the Skagerak-Kattegatt-Öresund Region. Atmospheric Environment, Vol. 30, No. 14, pp. 2463-2473, 1996.
- de Wit C A, Strandell M. Levels, Sources and Trends of Dioxins and Dioxin-like Substances in the Swedish Environment – The Swedish Dioxin Survey, Volume 1. Swedish Environmental Protection Agency. Report 5047, 2000.
- Environment Canada. Inventory of Releases, Up-dated edition. February 2001. <http://www.ec.gc.ca/dioxin/download/inventory.pdf>
- Erickson M D. PCBs, Recent Advances in Environmental Toxicology and Health Effects. Introduction: PCB Properties, Uses, Occurrence, and Regulatory History. Editors Robertson L W, Hansen L G. The University Press of Kentucky, 2001.
- Greenpeace a. Gift in = gift ut. April 2000. http://www.greenpeace.se/files/100-199/file_104.pdf (2007-04-04)
- Greenpeace b. Dioxin i drivor, del 2, Redovisning av vissa utsläpp från sopförbränning. September 2000. Rapporten skickad från Annika Jacobson, Greenpeace Sverige.

- Gribble G W. The Natural Production of Chlorinated Compounds. Environmental Science and Technology, Vol 28, No. 7, 1994.
- Hansen E. Substance Flow Analysis for dioxins in Denmark. Environmental Project No. 570 2000, Miljöprojekt. Miljöstyrelsen.
- HELCOM.
 a. <http://www.helcom.fi/helcom.html>
 b. http://www.helcom.fi/recommendations/rec19_5.html
- Hjelmar O, Andersen L, Hansen J B. Leachate emissions from landfills, Final report. AFR-report 265, Swedish Environmental Protection Agency. January 2000.
- Hydro Polymers AB. Miljörapport 2001, 2002.
- IPCS, International Programme on Chemical Safety. Environmental Health Criteria 88, Polychlorinated Dibenzo-para-dioxins and Dibenzofurans. World Health Organization, 1989. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc88.htm> (2007-04-04)
- IPCS, International Programme on Chemical Safety. Environmental Health Criteria 195, Hexachlorobenzene. World Health Organization, 1997. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc195.htm> (2007-04-04)
- Jernkontoret. www.jernkontoret.se 021201.
- Jonsson P, Rappe C, Kjeller L-O, Kierkegaard A, Håkansson L, Jonsson B. Pulp-mill Related Polychlorinated Organic Compounds in Baltic Sea Sediments. Ambio, Vol. 22 No. 1, pp 37-43, Feb. 1993.
- Karlsson, Sylvia. Avdelningen för bekämpningsmedel och biotekniska produkter, Kemikalieinspektionen.
- Klaassen C D. Casarett & Doull's Toxicology – The Basic Science of Poisons, International Edition, Fifth Edition. 1996.
- Kylefors K. Landfill Leachate Management, Short and Long Term Perspectives. Liceentiate Thesis, Luleå University of Technology. 1997:16. ISSN: 1402-1757.1997.
- Länsstyrelsen Västra Götaland, Golder Grundteknik AB. Rapport, Översiktliga Undersökningar av Sediment i Viskans Avrinningsområde. Maj 2000. <http://www.o.lst.se/VISInformWebsite/asp/fraExIndex.asp> 021101.

Länsstyrelsen Västra Götaland, 2001, Angående emissionsmätningar av klororganiska ämnen i samband med regererering av katalysator vid platformer 2 på ShellRaffinaderi AB. Dnr 555-49453-2001.

Länsstyrelsen Västra Götaland, 2002, ÅF-IPK AB rapport G103602 (2002-02-18). Dnr 555-41936-2002.

Miljöförvaltningen, polisen, Stockholms brandförsvaret, åklagarmyndigheten, AB Jacobson och Widmark, socialtjänsten. Kabelbränning. 2001.

http://www.stockholm.se/upload/Fackforvaltningar/Milj%C3%B6f%C3%B6rvaltningen/Dokument/rapporter/0110_kabelbranning.pdf (2007-04-04)

Naturvårdsverket. Bränder på avfallsupplag. Naturvårdsverket rapport 4320, 1994.

Naturvårdsverket. Branschkartläggningen – En översiktlig kartläggning av efterbehandlingsbehovet i Sverige, Efterbehandling och sanering, Ett nätverksarbete mellan Naturvårdsverket och Länsstyrelserna. Naturvårdsverket Rapport 4393, 1995.

Naturvårdsverket. POP – Stabila Organiska Miljögifter – Stort eller litet problem. Naturvårdsverket Rapport 4563, 1996.

Naturvårdsverket. Småskalig vedeldning – underlag samt förslag till ”Förordning om åtgärder för att minska utsläppen från små anläggningar som eldas med fasta biobränslen” - redovisning av regeringsuppdrag. Naturvårdsverket Rapport 4912, 1998.

Naturvårdsverket a. Miljörapport för tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter, Handbok med föreskrifter och allmänna råd. Handbok 2001:2 – utgåva 2 – mars 2002.

Naturvårdsverket b. Metodik för inventering av förorenade områden. Naturvårdsverket Rapport 4918, 2002.

Nilsson C. Organic Pollutants in Sewage Sludge – Contribution to Human Exposure to Certain Estrogen-Perturbing Compounds. Institute of Environmental Medicine, Swedish Environmental Agency, Report 4674, 1996.

NUTEK, Naturvårdsverket. Utsläpp från småskalig vedeldning. NUTEK R 1993:63, Naturvårdsverket rapport 4270, 1993.

Nyberg, Kerstin. Miljöingenjör, Cementa.

Quass U, Fermann M, Bröker G. The European Dioxin Emission Inventory, Stage II, Volume 1, Executive Summary. December 2000.

RVF Rapport. Förbränning av avfall, En kunskapssammansättning om dioxiner. RVF Rapport 01:13, ISSN 1103-4092. 2001.

- Räddningsverket, FoU rapport. Utsläpp i samband med olyckor. Metodutveckling av provtagning vid räddningstjänst. 2001.
- Räddningsverket, FoU rapport. Utsläpp från bränder till miljön. Utsläpp av dioxin, PAH och VOC till luften. 2002.
- SC hemsida. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs).
<http://www.pops.int/> 021113
- Simonson M, Andersson P, Rosell L, Emanuelsson V, Strippe H. Fire-LCA Model: Cable Case Study, Brandfors Project 703-991. SP Swedish National Testing and Research Institute, SP Fire Technology, SP Report 2001:22, 2001.
- Statistiska Centralbyrån. http://www.scb.se/sm/Mi22SM0101_kommentarer.asp#BM2021106.
- Stena Gotthard Fragmentering AB. Shredder waste recycling, Final Report No. 1. Life Project Number: LIFE98 ENV/S/476, 30/10/2001.
http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.createP-age&s_ref=LIFE98%2520ENV/S/000476&area=2&yr=1998&n_proj_id=1027&cfid=247831&cftoken=7ce9becd74e68f13-DA4AAFD2-E200-2166-C8DB285A62807DCE&mode=print&menu=false#Read (2007-04-04)
- Sundell, Kjell. Environmental Affairs, Trelleborg AB.
- Svenska Tvätteriförbundet. <http://www.tvatteriforbundet.se/> 021105.
- Svensk Stålstatistik, Sammanställd av Jernkontorets statistikavdelning, Utgiven av Järnverksföreningen, Årshäfte 2000.
<http://www.jernkontoret.se/pcm/stalindustrin/informationsmaterial/publikationer/yearstat.pdf> 021114.
- Svensson A. Miljögifter i avloppsslam – en studie omfattande 19 reningsverk i Västra Götaland. Länsstyrelsen Västra Götaland, Rapport 2002:39. 2002.
- Sydskraft SAKAB. Sydkraft SAKAB AB – Norrtorp, Behandling av farligt avfall, Miljörapport 2001. <http://www.sakab.se/pdf/NORRTORP.PDF> 021104.
- Thomas V M, Spiro T G. The U.S. Dioxin Inventory: Are There Missing Sources? Environmental Science and Technology, Vol. 30, No. 2, pp 82-85, 1996.
- Thunell J. Utsläpp av oreglerade ämnen vid förbränning av olika bränslen – Litteraturstudie. Svenskt Gastekniskt Center AB. Rapport SGC 090. Juni 1998.

- UNECE. United Nations Economic Commission for Europe, 030110.
a.http://www.unece.org/env/lrtap/pdfbrochure/Pollu1En_2.pdf
b.http://www.unece.org/env/lrtap/lrtap_h1.htm
c.http://www.unece.org/env/lrtap/pops_h1.htm
- UNEP. United Nations Environment Programme. Dioxin and Furan Inventories – National and Regional Emissions of PCDD/PCDF. Prepared by UNEP Chemicals Geneva, Switzerland, May 1999.
- UNEP. United Nations Environment Programme. Standardized Toolkit for Identification and Quantification of Dioxin and Furan Releases. Prepared by UNEP Chemicals Geneva, Switzerland. Draft, January 2001.
- U.S. Environmental Protection Agency. Exposure and Human Health Reassessment of 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-Dioxin (TCDD) and Related Compounds. Part 1: Estimating Exposure to Dioxin-Like Compounds, Volume 2: Sources of Dioxin-Like Compounds in the United States. Draft Final, March 2000.
<http://www.epa.gov/ncea/pdfs/dioxin/nas-review/> (2007-04-04).
- Walker C H, Hopkin S P, Sibly R M, Peakall D B. Principles of Ecotoxicology. Taylor and Francis Ltd, 1996.
- Westerholm R, Peterson A. Chemical and Biological Characterization of Residential Oil Burner Emission. Naturvårdsverket Rapport 4282, 1994.
- Wiklund, Christina. Miljödirektör, Skogsindustrierna.
- Wikström E. The role of Chlorine during Waste Combustion. Umeå University, Department of chemistry. 1999.
- Zitko V. Persistent Organic Pollutants. The Handbook of Environmental Chemistry, Volume 3 Part 0. Volume Editor H. Fiedler. Springer 2003.
- ÅF-IPK. Skandinaviska Raffinaderier AB Lysekil. Emissionsmätningar av klororganiska ämnen vid CCR-anläggningen på platformern, 10-11 februari 1998 med kompletterande mätningar 20 augusti 1998. Rapport G194398, 1998-10-18, Rev 1999-11-22.
- Åkesson, Anders. Länsstyrelsen i Skåne län.
- Åkesson E. Dioxinmätningar vid småskalig vedeldning. Naturvårdsverket Rapport 3438, 1988.

Öberg LG, Wågman N, Andersson R, Rappe C. Formation and degradation of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans and biphenyls in compost. *Organohalogen Compd.* 18:15-38. 1994.

BILAGA 1.

Toxiska ekvivalensfaktorer (TEF) för specifika PCDD/PCDF-kongener enligt modellerna Eadon, Nordic (N-TEF), International (I-TEF) och WHO (WHO I-TEF) (de Wit, 2000).

KONGENER	EADON (1983)	N-TEF (1988)	I-TEF (1988)	WHO I-TEF (1999)
2,3,7,8-TeCDD	1,0	1,0	1,0	1,0
1,2,3,7,8-Pe	1,0	0,5	0,5	1,0
1,2,3,4,7,8-Hx	0,03	0,1	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-Hx	0,03	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-Hx	0,03	0,1	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-Hp	-	0,01	0,01	0,01
OCDD	-	0,001	0,001	0,0001
2,3,7,8-Te	0,33	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8-Pe	0,33	0,01	0,05	0,05
2,3,4,7,8-Pe	0,33	0,5	0,5	0,5
1,2,3,4,7,8-Hx	0,01	0,1	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-Hx	0,01	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-Hx	0,01	0,1	0,1	0,1
2,3,4,6,7,8-Hx	0,01	0,1	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-Hp	-	0,01	0,01	0,01
1,2,3,4,7,8,9-Hp	-	0,01	0,01	0,01
OCDF	-	0,001	0,001	0,0001

BILAGA 2.

Uppskattade utsläpp av PCDD/PCDF från olika källor till luft, vatten, avfall och produkter under 1993. Mängderna uppges i gram Nordic TCDD-ekvivalenter (N-TEQ).

INDUSTRI	TILL LUFT	TILL VATTEN	AVFALL	PRODUKTER
Blekt pappersmassa	1	1,5 - 5		0,3 – 6,6
Återvinning pappersmassa				2,8
Kloralkaliindustri		0,28 – 0,6	0,25	
Kvicksilverdestillation	0,000005	0,003	0,004	
Avloppsvattenslam		0,11	2,9	1,5
Stålverk	1,6 - 4		8,2	
Stålverk – från skrot	0,4 - 15		20	
1 ^o smältverk (Al, Cu, mm)	0,13 – 0,27		0,38	
2 ^o smältverk (Al, Cu, mm)	4,3		2,1	
Gjuterier	0,007 – 0,49		0,82 - 15	
Cementugnar - gaser	0,07 – 1,3			
Cementugnar - damm	0,28			
Kalkproduktion - 1 ^o prod.	2 – 2,5			
Kalkproduktion – industriell användning	0,5 – 1,9			
Keramisk saltglacéring	0,02			
FÖRBRÄNNING				
Glassfiberavfall	0,00006			
Hushållsavfall	3,0		0,6 – 2,4	
Farligt avfall	0,007			
Sjukhusavfall	0,001			

Kremering	0,37 – 0,73			
Okontrollerade deponibränder	2,8 - 30			
VÄRME/ENERGI				
Olja	0,1 – 2,5			
Kol	0,61			
Naturgas	0,04			
Vedeldade spisar	2,1 – 9,8			
Andra biobränslen	1,4 – 7,7			
TRAFIK				
Färjor (gas oil, heavy oil)	0,63			
Flyg (flygbränsle)	0,02 – 0,86			
Vägtrafik - diesel	0,073 – 0,15			
bensin - blyad	0,009 – 0,97			
bensin - utan bly	0,14 – 0,27			
TOTALT	21,6 - 88	1,6 – 5,1	35 - 52	4,6 - 11

BILAGA 3.

Enkät till Kemikontorets medlemsföretag om utsläppskällor till de oavsiktligt bildade ämnena dioxiner (klorerade dibenso-p-doxiner och dibensofuraner) samt hexaklor-bensen och PCB

Företag:

Kontaktperson:

Frågor:

1. Har Er verksamhet processer där något av de nämnda ämnena skulle kunna bildas?

2. a) Har mätningar av något av dessa ämnen gjorts i utsläpp (till luft eller vatten), produkt eller avfall?

b) Om ja, när gjordes mätningen/arna och vilket blev resultatet?

c) Kan resultaten uttryckas som en emissionsfaktor, dvs. relateras till t ex mängd förbrukad råvara i en process?

d) Kan bildningen av de aktuella ämnena knytas till en specifik process?

3. I många fall hamnar en del av dessa ämnen i avfall och slam som deponeras. Organiskt material får inte deponeras efter 2005. Har Ni planer för vad som kommer att hända med Ert avfall?

4. Finns intresse för att delta på ett seminarium i Stockholm den 2 december om Naturvårdsverkets uppdrag?

BILAGA 4.

Lista över prioriterade substanser för åtgärder enligt HELCOM Rekommendation 19/5 1998.

CAS	NAMN
	<i>Alkanes</i>
85535848	Chlorinated paraffins, short chained
67663	Chloroform
	<i>Phenols</i>
9016459	Nonylphenoethoxylate and the degradation/transformation products
104405	Nonylphenol, 4-
	<i>Xylenes</i>
81152	Musk xylene
	<i>Organic oxygen compounds</i>
117817	Diethylhexylphthalate
84742	Dibutylphthalate
	<i>Metallic compounds</i>
7440439	Cadmium
7439921	Lead
7439976	Mercury
7782492	Selenium
	<i>Pesticides/Biocides</i>
106934	1,2-Dibromoethane
93765	2,4,5-T
107131	Acrylonitrile
309002	Aldrin
140578	Aramite
319857	beta-HCH
57749	Chlordane
143500	Chlordecone (Kepone)
6164983	Chlordimeform
50293	DDT
60571	Dieldrin
n.a.	Drins
72208	Endrin
7664393	Fluoroacetic acid and derivatives
608731	HCH
76448	Heptachlor
118741	Hexachlorobenzene

297789	Isobenzane
465736	Isodrin
4234791	Kelevan
143500	Kepone (Chlordecone)
58899	Lindane
2385855	Mirex
4636833	Morfamquat
1836755	Nitrophen
87865	Pentachlorophenol
82688	Quintozene
8001352	Toxaphene
n.a.	Organotin Compounds
	<i>Polycyclic halogenated aromatic compounds</i>
36355018	Hexabromobiphenyl
1336363	PCB
617883388	PCT (mixtures)
1746016	TCDD, PCDD, PCDF
	<i>Polycyclic aromatic hydrocarbons</i>
50328	PAH