

Förekomst av PCB och PCN i varor och kemiska produkter i Sverige

Öberg, T.

Tomas Öberg Konsult AB

Sammanfattning

Tomas Öberg Konsult AB har på uppdrag av Kemikalieinspektionen utrett förekomsten av polyklorerade bifenyl (PCB) och polyklorerade naftalener (PCN) i varor och produkter. Faktaunderlag har samlats in från tidskriftsartiklar, rapporter och genom personliga kontakter (ca 80 referenser).

I Sverige förekommer inte längre någon registrerad nyanvändning av PCB eller PCN. Användningen av PCB-fyllda transformatorer och kraftkondensatorer kommer att vara helt avvecklad vid utgången av 1994. Båda ämnesgrupperna kan dock förekomma som föroreningar i andra produkter. Särskilt vad avser PCN är läget oklart då det inte helt kan uteslutas att användning fortfarande förekommer någonstans i världen.

Endast ett fåtal analysresultat finns avrapporterade som avser PCB i svenska produkter. Dessa liksom litteraturreferenser visar att något förhöjda halter fortfarande kan förekomma i returpappersprodukter. Vad avser ackumulerade mängder av PCB så återfinns huvuddelen, mellan 150-600 ton, i byggnadsmaterial.

Det största massflödet av PCB, 3-30 ton per år, kan förväntas via byggavfall. För PCN saknas i stort sett helt uppgifter om förekomst i produkter, ackumulerade mängder och massflöden.

Kontrollerad förbränning är sannolikt en källa av mindre betydelse för utsläpp av både PCB och PCN. Andra termiska industriprocesser har ej värderats. Bränder kan ge upphov till utsläpp med åtminstone lokalt mätbar betydelse.

Publicerad av Kemikalieinspektionen som PM-18/94.

Innehåll

	<u>Sid.</u>
1. Uppdragets inriktning och genomförande	3
2. Bakgrund	3
3. Förekomst av PCB i varor och produkter	5
3.1 Pappersprodukter	6
3.2 Plastprodukter	7
3.3 Elektronik	7
3.4 Övrigt	7
4. Ackumulerade mängder av PCB i varor och produkter	7
4.1 Transformatorer och kraftkondensatorer	8
4.2 Elektronik - småkondensatorer	9
4.3 Plastmaterial - kablar	10
4.4 Bilar	10
4.5 Byggnadsmaterial	11
4.5.1 Fogmassor	11
4.5.2 Isolerglasfönster	11
4.5.3 Golvbeläggningar	12
5. Massflöden av PCB med varor, produkter och avfall	12
5.1 Returpapper	14
5.2 PVC	15
5.3 Hushållsavfall	15
5.4 Byggavfall	15
5.5 Bilskrot	15
5.6 Miljöfarligt avfall	15
5.7 Avloppsslam	16
6. Förekomst av PCN i varor, produkter och avloppsslam	16
6.1 Förorening i PCB	16
6.2 Elektronik - småkondensatorer	16
6.3 Avloppsslam	17
7. Andra källor till PCB och PCN i miljön	17
7.1 Förbränning	17
7.2 Långväga transport	18
8. Slutsatser	18
9. Referenser	19

1. Uppdragets inriktning och genomförande

Regeringen har gett Kemikalieinspektionen i uppdrag att i samråd med Statens naturvårdsverk belysa behov av åtgärder rörande användningen av klor och klorerade ämnen.

Kemikalieinspektionen har identifierat polyklorerade bifenyler (PCB) och polyklorerade naftalener (PCN) som ämnesgrupper för vilka ytterligare kartläggning behövs vad gäller förekomst och flöden i Sverige. Kemikalieinspektionen har därför gett Tomas Öberg Konsult AB i uppdrag att genomföra en utredning för att belysa risken för tillförsel av PCB och PCN till miljön via varor. Målsättningen har varit att utredningen även ska kunna utmynna i uppskattningar av flöden och mängder ackumulerade i varor och kemiska produkter i Sverige.

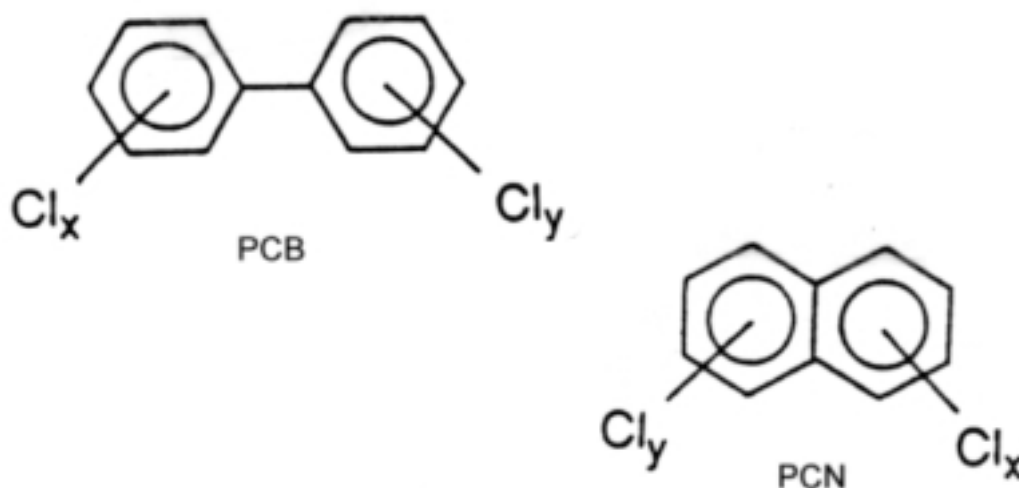
Uppdraget har genomförts under maj månad 1994. Insamling av faktaunderlag har skett genom:

- Litteratursökningar i olika internationella databaser on-line och på CD-ROM.
- Personliga kontakter med ett 40-tal handläggare inom myndigheter, företag och organisationer.
- Vetenskapliga publikationer, rapporter, utredningar och analysresultat från olika svenska och utländska institutioner.

PCB och PCN når vår miljö även via långväga transport samt genom nybildning i bl a termiska processer. Efter samråd med beställaren berörs även den sistnämnda källan översiktligt i slutet av rapporten.

2. Bakgrund

Polyklorerade bifenyler (PCB) och polyklorerade naftalener (PCN) tillhör båda gruppen klorerade aromater, figur 1. De har förekommit som tekniska produkter under ett antal olika handelsnamn, exempelvis Arochlor och Halowax. Förbrukningen av PCB i Sverige uppskattades till ca 600 ton 1969 (Miljöfarliga ämnen, 1989). Importen av PCB till Sverige mellan åren 1957-1980 har uppskattats till 8000-10000 ton (Hammar, 1992). Den svenska förbrukningen av PCN uppskattades till 5-10 ton per år 1975 (Sundström m fl, 1981). De tekniska produkterna utgör blandningar av ett stort antal möjliga isomerer. Några av dessa isomerer har särskilt toxiska egenskaper. För PCB och PCN som grupper betraktade gäller dock att de är svårnedbrytbara, starkt lipofila och bioackumuleras, framför allt i akvatiska system.



Figur 1
Strukturformler för PCB och PCN.

PCBs negativa miljöeffekter har resulterat i lagstiftning och förbud i många länder. I Sverige kom den s k PCB-lagen 1971 och all nyanvändning upphörde, blev i praktiken förbjuden, 1978. Enligt den nu gällande "Förordning om PCB m. m." (SFS 1985:837, senaste ändring 1988:1083) skall användningen av transformatorer och kraftkondensatorer vara helt avvecklad vid utgången av 1994.

PCN har haft likartad användning och har även likartade miljöeffekter som PCB. Uppmätta halter i miljön ger även här upphov till oro (Jansson m fl, 1984, 1993; Järnberg m fl, 1993).

Produktion och användning av PCN förefaller att ha upphört i den industrialiserade västvärlden (Crookes och Howe, 1992; Miljøstyrelsen, 1989). Någon reglering via lagstiftning, liknande den för PCB, har inte skett.

För PCB redovisas analysresultat delvis olikartat i utredningsunderlaget. Halterna kan antingen redovisas som totalhalt jämfört med en Arochlor-standard eller som isomerspecifika analysresultat. De isomerspecifika analyserna kan avse dominerande isomerer (enligt DIN 51 527) eller de mest toxiska s k co-plana isomererna. För att kunna jämföra olika haltuppskattningar har jag därför i förekommande fall räknat om isomerspecifika analyser till totalhalt PCB. Omräkningen baseras på isomerfördelningen i Arochlor 1242 och 1254 (Eriksson, 1994).

3. Förekomst av PCB i varor och produkter

I produktregistret finns ingen registrerad nyanvändning av PCB (Cederberg, 1994). I den industrialiserade västvärlden har också nyanvändningen upphört. Däremot har det inte varit möjligt att klarlägga, under den korta tid som utredningen har genomförts, hur användningen av PCB regleras inom exempelvis länderna i det tidigare östblocket.

PCB kan givetvis även förekomma som förorening i olika produkter, f f a tillverkade av återvunna material. Det kan noteras att även under 90-talet har PCB-förorenad olja upptäckts i elektrisk utrustning (transformatorer) importerad från en tidigare öststat (Bergström, 1994).

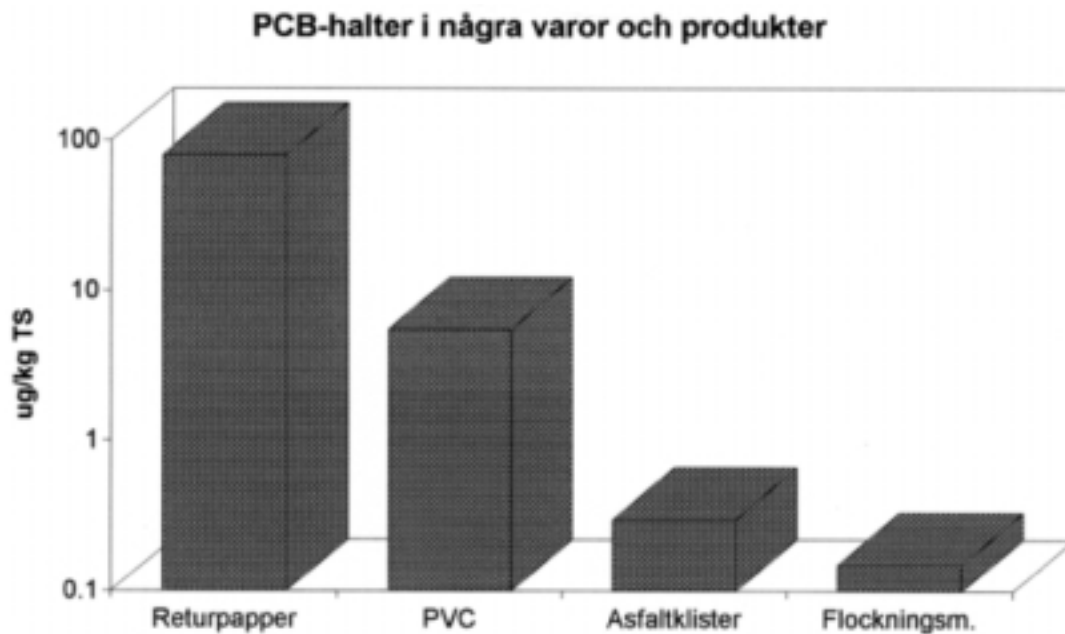
De informationssökningar som har genomförts och direktkontakter som har tagits med olika forskare visar tydligt att nästan allt undersökningsarbete har riktats in på att mäta och kartera halter i miljön. Endast ett fåtal aktuella undersökningar har påträffats som berör produkter och andra utsläppskällor. Nedan redovisas dessa undersökningar och en bedömning rörande elektronik.

I tabell 1 och figur 2 sammanfattas nedan redovisade haltuppgifter.

Tabell 1

Halter av PCB i varor och produkter (i förekommande fall omräknat från isomerspecifika analysresultat till totalhalt jämfört med en Arochlor-standard).

Material	PCB-halt $\mu\text{g}/\text{kg TS}$
Returpappersmassa	80 (6-4000)
PVC	2-9
Flockningsmedel	0.15
Asfaltklister	0.3



Figur 2
 PCB-halter, µg/kg TS (logaritmisk skala).

3.1 Pappersprodukter

PCB har uppmärksammats som en förorening i returpapper. De förhöjda halter som uppmättes för ett antal år sedan har hänförts till användning av självkopierande papper innehållande PCB. Då denna användning har upphört så anses även problemet som löst.

Fortfarande kan dock något förhöjda PCB-halter konstateras i returpappersmassa. De halter som uppmättes i några prov inom dioxin-kartläggningsprojektet varierade mellan 1.3-1.4 µg/kg TS för plana PCB (de Wit, 1994), motsvarande ungefär 6-25 µg/kg TS total-PCB (Arochlor 1242 el. 1254). Miljörapporterna från ett returpappersbruk visar på en genomsnittlig halt omkring 80 µg/kg TS för prov tagna under tiden 1990-93 (Lood, 1994).

En nyligen publicerad undersökning från Finland visar på liknande halter i de inhemska returpappersprodukterna, men däremot uppmättes kraftigt förhöjda halter i några importerade material (Welling m fl, 1992). Undersökningen initierades av tydlig PCB-lukt från kuvert tillverkade av återvunnet "miljövänligt" papper, där halter upp till 4 mg/kg uppmättes.

3.2 Plastprodukter

Två prov av PVC har analyserats inom dioxin-kartlägningsprojektet avseende plana PCB (de Wit, 1994). Den halt som uppmättes var 0.52 µg/kg TS, motsvarande ungefär 2-9 µg/kg TS total-PCB (Arochlor 1242 el. 1254). I ett annat polymermaterial (polyamid epiklorhydrin copolymer) var halten något lägre, 0.15 µg/kg TS.

3.3 Elektronik

I samband med en undersökning för att spåra källan till kontaminering av ett laboratorium påvisades ett visst utläckage av PCB även från en ny kondensator (Weistrand m fl, 1992). Det kan alltså inte uteslutas att PCB eller PCB-förorenade material fortfarande används någonstans i världen och kan nå oss via importerade varor.

I debatten kring miljöproblemen rörande elektronikskrot har det även antytts att PCB fortfarande kan förekomma i exempelvis personatorer. Jag har inte kunnat finna några uppgifter som styrker dessa misstankar. Tvärtom bör det understrykas att de typer av kondensatorer som normalt har förekommit monterade direkt på kretskorten aldrig har innehållit PCB (Hedemalm, 1994).

3.4 Övrigt

Inom ramen för dioxin-kartlägningsprojektet analyserades även ett s k asfaltklistor med avseende på plana PCB (de Wit, 1994), och halten plana PCB uppgick till ca 0.3 µg/kg TS.

4. Ackumulerade mängder av PCB i varor och produkter

PCB användes t o m början av 70-talet i betydande mängd i ett stort antal varor och produkter. PCB finns upplagrat i dessa varor och produkter i den mån de fortfarande är i bruk. Särskilt produkter med lång livslängd kan vara kvardröjande "reservoarer".

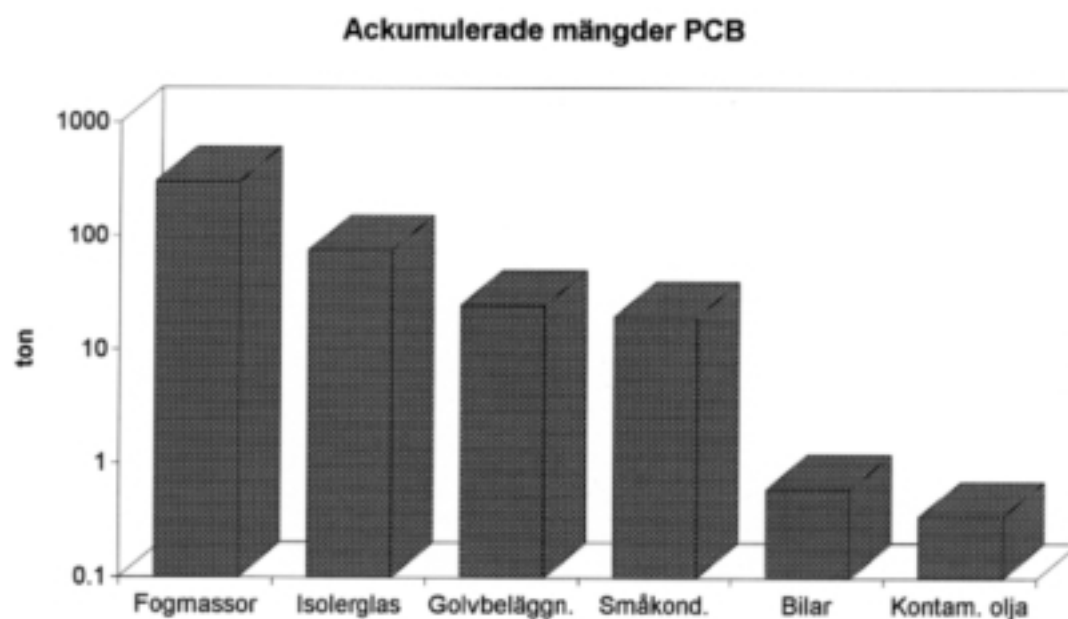
I tabell 2 och figur 3 sammanfattas nedan redovisade mängduppskattningar.

Tabell 2

Akkumulerade mängder av PCB i varor och produkter.

Material	PCB-mängd ton
Kontam. transf. olja*	0.35
Småkondensatorer	20
Bilar	0.6
Fogmassor	100-500
Isolerglasfönster	50-100
Golvbeläggningar	5-20

*PCB-fyllda transformatorer ingår ej i skattningen.



Figur 3

Akkumulerade PCB-mängder, ton (logaritmisk skala).

4.1 Transformatorer och kraftkondensatorer

Fortsatt användning av PCB-fyllda transformatorer och kraftkondensatorer är förbjuden efter den 31 december 1994. Det finns för närvarande inget som talar emot att avvecklingen ska vara genomförd i tid. Svenska Elverksföreningen har gått ut med en enkät för att följa upp avvecklingsarbetet, men utfallet av frånan denna blir inte tillgängligt förrän tidigast under

sommaren (Händeberg, 1994).

PCB-förorenade isoleroljor omfattas inte av kravet på avveckling. Vattenfall har genomfört omfattande undersökningar av PCB-förekomst i transformatorolja (Bergqvist och Ohlsson, 1988; Vattenfall, 1989). Dessa undersökningar visade att ca 8% av beståndet var förorenade över nivån 2 ppm (ca 1% över nivån 50 ppm). Utifrån Vattenfalls undersökningar uppskattade Svenska Elverksföreningen 1989 att totalt 7 kg PCB var bundet i transformatorernas isolermaterial (Östman, 1989). Totalt i transformatorerna blir det ungefär 350 kg (praktiska prov har visat att ca 2% av totalmängden är bundet i isolermaterialet). Vi kan räkna med att haltnivån har sjunkit ytterligare sedan dess, p g a utbyte av utrustning, men några dagsaktuella resultat finns inte tillgängliga.

4.2 Elektronik - småkondensatorer

PCB har använts i småkondensatorer i utrustningar med ett kortvarigt effektbehov, exempelvis i oljebrännare, lysrörsarmaturer och elektriska motorer. De minsta kondensatorerna innehöll enligt uppgift ca 1 dl PCB el. 150 g (Sigfrid, 1993; Hedemalm, 1994). Sifferuppgifter i några amerikanska tidskrifter kan tolkas som att de kondensatorer som förekom i lysrörsarmaturer endast innehöll omkring 25-30 g PCB (Milakofsky, 1993; Dong och Cooper, 1993).

Sannolikt är i stort sett alla oljebrännare och elektriska motorer (t ex disk- och tvättmaskiner) utbytta sedan PCB-förbudet trädde i kraft. För lysrörsarmaturer har den praktiska livslängden inte lika entydigt kunnat definieras, och det kan därför inte uteslutas att ett betydande antal PCB-fyllda kondensatorer fortfarande är i bruk.

Den typiska livslängden för en lysrörsarmatur har angetts till 10-30 år (Milakofsky, 1993). Sannolikt är dock huvuddelen utbytta efter 20 år. Någon uppgift på antalet installerade lysrörsarmaturer i Sverige har inte gått att få fram, däremot vet vi att försäljningen uppgår till ca 1.5 miljoner per år (Franzell, 1994). För 20 år sedan var försäljningen något lägre. Försäljningen av lysrör uppgår till ca 12 miljoner per år. Antalet armaturer har mot denna bakgrund uppskattats till ca 15 miljoner. Uppskattningen stämmer relativt väl vid en jämförelse med en liknande skattning i USA (ca 400 miljoner), och med hänsyn till skillnaden i befolkningsstorlek (se Milakofsky, 1993). Flera stora armaturtillverkare i USA har dock uppskattat antalet betydligt högre.

PCB i, och hanteringen av, uttjänta lysrörsarmaturer har debatterats livligt i USA (Audin m fl, 1993; Dong och Cooper, 1993; Eisele, 1993; Milakofsky, 1993; Bryant, 1992; Baechler m

fl, 1990). I ett 15-tal delstater är deponering på vanliga avfallstippar förbjuden. I USA var i stort sett alla kondensatorer i lysrörsarmaturer fyllda med PCB före 1979, och lagerhållna armaturer såldes ut så sent som 1986 (Milakofsky,1993).

Den skattade totalsiffran på 15 miljoner armaturer i Sverige säger inget om åldersfördelningen i beståndet, men om vi antar att endast en mindre del är äldre än 20 år så blir antalet ändå betydande. Som ett räkneexempel kan vi anta att 5% av befintliga lysrörsarmaturer innehåller en kondensator fylld med 25 g PCB. Totalmängden kan då uppskattas till ca 20 ton.

4.3 Plastmaterial - kablar

PCB har använts i plastmaterial, exempelvis kablar, som tillsats (mjukgörare). Därmed finns PCB inbyggt i de plastmaterial som innehöll PCB och fortfarande används. Underlag för att beräkna mängder saknas.

Mätresultat från en utländsk undersökning kan tjäna som en illustration av situationen. I Tyskland undersöktes återvunnet plastmaterial från kabelskrotning. I återvunnen PVC-plast respektive blandat polymermaterial uppmättes mellan 7-9 respektive 9-11 ppm PCB (Kaiser m fl, 1992). I material där PCB medvetet tillsatts är koncentrationen givetvis högre.

PCB i kabelmaterial har även detekterats i den tidigare omnämnda undersökningen för att spåra källor till kontamination av ett laboratorium (Weistrand, 1992).

4.4 Bilar

I en amerikansk undersökning av s k "auto fluff", icke-metalliskt restmaterial från bils-krotning, uppmättes PCB-halten till ca 10 ppm (Pylypiw, 1991). Bilarna var från 1960- och början av 1970-talet.

Medelvikten för en bil är ungefär 850 kg och det icke-metalliska restmaterialet uppgår till ca 25% av ursprungsvikten (Ödman, 1994). I Sverige finns ca 280000 bilar med årsmodell t o m 1975 (Wretling, 1994). PCB mängden i dessa bilar kan utifrån den refererade amerikanska undersökningen uppskattas till ca 600 kg.

4.5 Byggnadsmaterial

PCB har använts i ett antal byggnadsmaterial. Byggnader och byggnadsmaterial har generellt sett lång livslängd. De material för vilka det har gått att få fram underlag redovisas nedan.

4.5.1 Fogmassor

Stora mängder PCB finns i fogmassor av tiokoltyp från framför allt 1960-talet. I hus med PCB-haltig fogmassa uppmäts förhöjda halter inomhus (Hammar, 1992; Bente m fl, 1992; Balfanz m fl, 1993).

Kvarvarande mängd har uppskattats till mellan 100-500 ton (Hammar, 1992). Den årliga emissionen har uppskattats till 0.1-0.2%, motsvarande ca 2.5-25% av bakgrundsnedfallet i Sverige (Hammar, 1992).

En annan uppskattning anger användningen 1957-72 till 70-190 ton när man byggde flerfamiljs elementhus, med den största delen fortfarande kvar i husen (Boije och Markensten, 1993). En undersökning i Stockholm visar dock att fogmasseinventering av enbart elementbyggda fasigheter är vilseledande, eftersom avsevärda mängder fogmassor även har använts mellan fasadplattorna (Kafkas, 1993).

Ytterligare en uppskattning anger mängden kvarvarande PCB-haltiga fogmassor till endast 10-20% av ursprungsmängden (Sigfrid, 1993). Underlaget för att bedöma att hela 80-90% av fogmassorna är utbytta/borttagna framgår inte ur den refererade rapporten. Det framstår för mig som osannolikt att ett byggnadsmaterial skulle ha så hög omsättningshastighet.

4.5.2 Isolerglasfönster

PCB-haltiga förseglingsmassor användes i isolerglas fram till 1973. I Sverige förbrukade Emmaboda Glasverk totalt ca 300 ton PCB-haltigt lim exklusive spill (Åhlund, 1990). PCB-halten var 23% motsvarande ca 69 ton. Med en marknadsandel för Emmaboda Glas på ca 40%, så kan den totalt spridda mängden PCB via isolerglasrutor uppskattas till ca 170 ton. Livslängden på isolerglas är kortare än för fogmassa men sannolikt är en betydande andel fortfarande i bruk. Sigfrid (1993) bedömer andelen till omkring 50%. 50-100 ton kan därför vara en rimlig skattning på kvarvarande mängd PCB i isolerglasfönster.

4.5.3 Golvbeläggningar

PCB har även förekommit fram till 1972 i golvbeläggningar av akryltyp med kvartssand som fyllnadsmedel. Denna golvtyp har f f a använts inom livsmedelsindustrin, och det finns ett antal exempel när denna typ av golv har fått saneras (Länsstyrelsen i Malmöhus län, 1990a; Svenska Nestlé, 1990). Golvbeläggningen i fråga innehöll 12% PCB (Gustafsson, 1990; Länsstyrelsen i Malmöhus län, 1990b). I ett golv på drygt 870 m² uppskattades mängden PCB till 100-200 kg (VBB VA-teknik, 1990).

Utifrån leverantörens referenslistor och informationsmaterial så kan den yta som belagts med Acrydur mellan 1969-1972 uppskattas till ca 40000 m² (Ulfcars AB, 1975). Enligt en annan uppgift lades i hela Skandinavien ca 70000 m² per år i slutet av den aktuella tidsperioden. En del av de inlagda golven har som nämndes ovan bytts ut p g a PCB-innehållet, och annat utbyte kan givetvis också ha skett. Det förefaller dock inte helt orimligt att anta att upp emot 20000 m² fortfarande finns i bruk. Den totala upplagrade PCB-mängden kan i så fall uppskattas till ca 5-10 ton.

En annan väg göra uppskattningen av den ackumulerade mängden är att utgå från mängden importerad PCB-haltig golvbeläggning. Enligt Jensen (1972) uppgick den totala svenska förbrukningen av PCB-haltig färg under 1969 till 55 ton (citerad i Gustafsson, 1990). Enligt leverantören av Acrydur så var importvolymerna fram till 1972 högst 100 ton per år (Forsberg, 1994). Utifrån dessa förbrukningssiffror kan mängden ingående PCB uppskattas till ca 40 ton för tidsperioden 1969-72. Antar vi liksom tidigare att hälften ligger kvar så är den i byggnader upplagrade mängden ca 20 ton.

5. Massflöden av PCB med varor, produkter och avfall

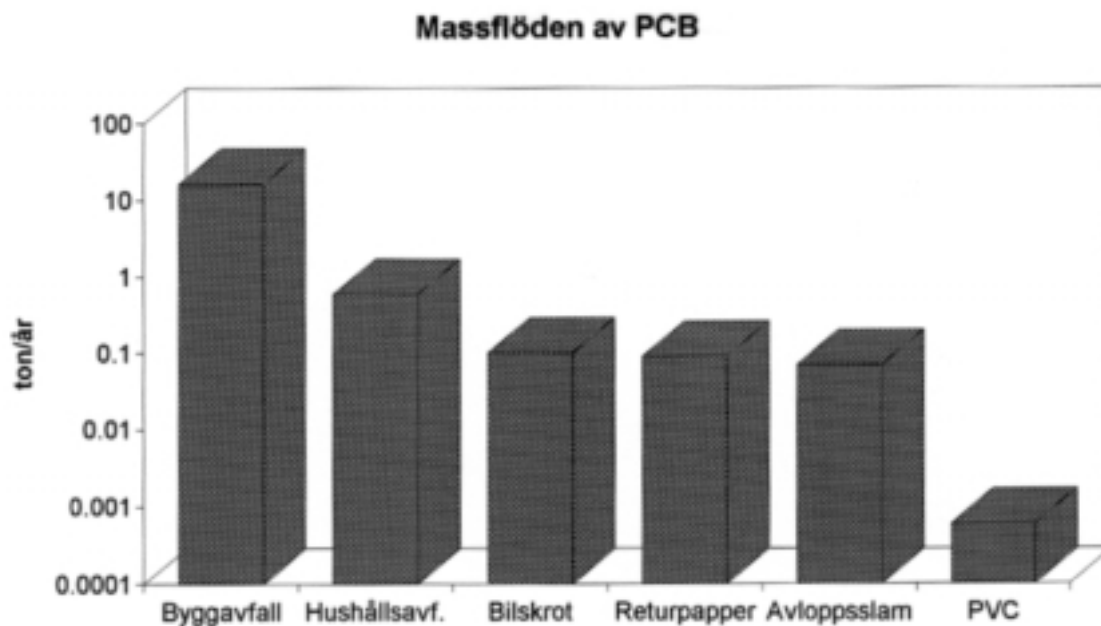
Utredningsuppdraget omfattar endast varor och produkter, men då det är svårt att få fram uppgifter om alla tänkbara varuströmmar så har det varit naturligt att inkludera även avfall under denna rubrik. Halter och massflöden via avfallet kan ju ses som ett indirekt mått på varuomsättningen.

I tabell 3 och figur 4 sammanfattas nedan redovisade massflöden.

Tabell 3

Massflöden av PCB med varor, produkter och avfall.

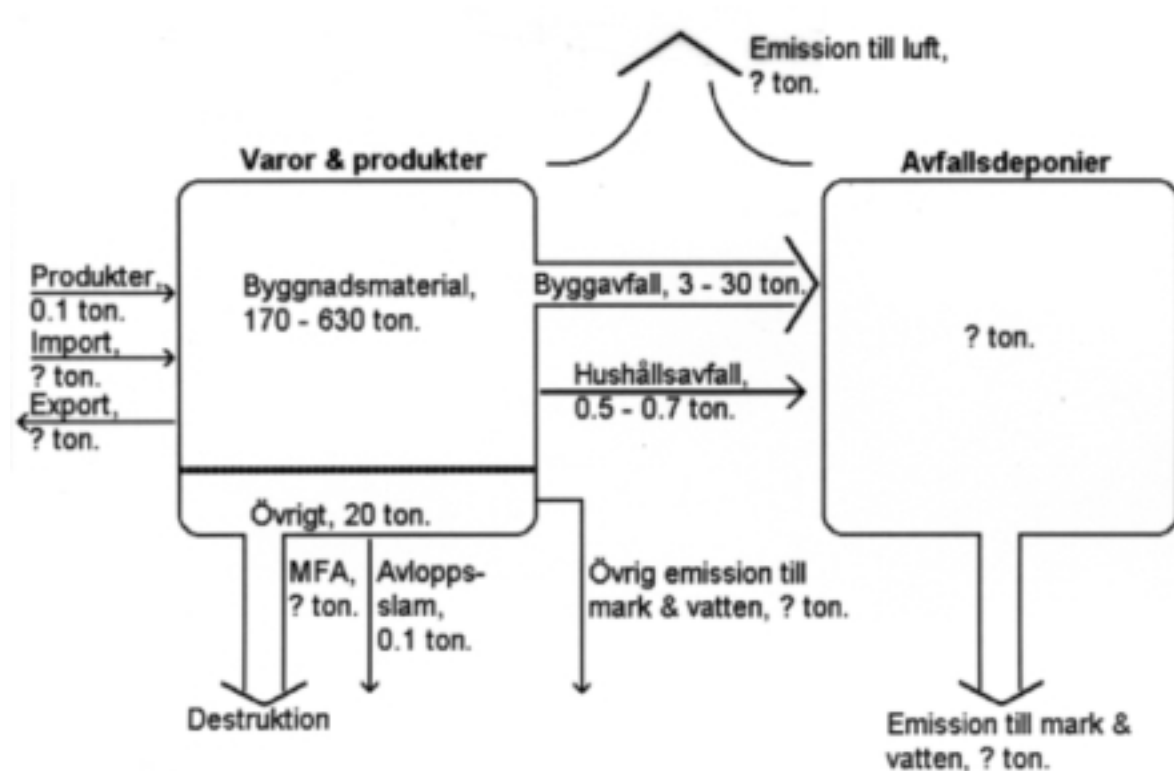
Material	Massflöde ton/år
Returpapper	0.09
PVC	0.0002-0.001
Hushållsavfall	0.5-0.7
Byggavfall	3-30
Bilskrot	0.1
Miljöfarligt avfall	?
Avloppsslam	0.06-0.08



Figur 4

Massflöden av PCB, ton/år (logaritmisk skala).

I figur 5 illustreras både massflöden och ackumulerade mängder av PCB.



Figur 5
Massflöden och ackumulerade mängder av PCB.

5.1 Returpapper

Produktionen i Sverige av returpappersmassa är ca 1000000 ton per år (Winell, 1994). Importen av returpapper, som ingår i produktionen, var 542000 ton 1993 (Karlsson, 1994). Med en PCB-halt på 0.1 mg/kg TS och en TS-halt på 90% blir totalflödet med färdig produkt ca 90 kg per år. Hur stor del av detta som stannar inom landet har inte uppskattats

5.2 PVC

Produktionen uppgår till ca 130000 ton per år, och den svenska förbrukningen är ca 100000 ton per år (Rönmark, 1994). Med en PCB-halt mellan 2-10 µg/kg TS uppgår flödet i form av förbrukning till mellan 0.2-1 kg per år.

5.3 Hushållsavfall

Inom ramen för Naturvårdsverkets och Svenska Renhållningsverks-Föreningens (RVF) källsorteringsprojekt gjordes några PCB-analyser av den skomposterbara fraktionen (RVF, 1993). Halten PCB enligt DIN uppgick till 75-90 µg/kg TS, med en TS-halt runt 40%.

Räknas den isomerspecifika analysen om till total-PCB (jfr Arochlor-standard) blir halten i vått tillstånd mellan 120-180 µg/kg. Den totala mängden hushållsavfall uppgår till 2.7 Mton per år (RVF, 1990), varav ca 50% är komposterbart. Antar vi att halten är densamma rakt över så uppgår massflödet till mellan 320 och 490 kg per år, och om halten är den dubbla i det ej komposterbara så uppgår massflödet till mellan 480 och 740 kg per år.

Den halt PCB som uppmättes stämmer relativt bra överens med andra resultat som har rapporterats i litteraturen (NITEP, 1988; Wilken m fl, 1992).

5.4 Byggavfall

Analysresultat saknas. Ett räkneexempel kan dock konstrueras utifrån uppskattad mängd i byggnadsmaterial, se ovan. Totalmängden PCB i byggnadsmaterial uppgår enligt ovanstående redovisning till ca 150-620 ton. Antar vi att 2-5% hamnar i byggavfall per år, innebär att allt är borta inom 20-50 år, så uppgår massflödet till ca 3-30 ton per år.

5.5 Bilskrot

Ca 150000 bilar skrotas per år. 1993 avfördes 47000 bilar av 1975 års modell eller äldre ur bilregistret (Mattsson, 1994). Avspeglar detta även skrotningsandelen så kan PCB-flödet uppskattas till 100 kg per år.

5.6 Miljöfarligt avfall

1993 togs 1743 ton PCB-haltigt avfall om hand av SAKAB (Lovang, 1994). Statistiken är ofullständig så till vida att andelen/koncentrationen av PCB ej särredovisas. Det är därför omöjligt att ange det totala PCB-flödet denna väg.

Hittills har den mesta PCBn kommit från kraftproducenterna, men i år upplevs något av ett trendbrott eftersom byggnadsavfall (från rivning av en fabrik) för första gången har kommit in i hanteringen.

5.7 Avloppsslam

Statens naturvårdsverk har sammanställt ett stort antal analysresultat från 1992, och medelhalten för PCB enligt DIN ligger omkring 0.09 mg/kg TS (Palm, 1994). Omräknat till total-PCB och med en produktion på 180000 ton TS så uppgår flödet till 60-80 kg per år.

6. Förekomst av PCN i varor, produkter och avloppsslam.

PCN har som tidigare nämnts haft samma användningsområden som PCB. PCN har även använts för impregnering av trä. Information om halter, användning, etc har dock visat sig svår att hitta. Redovisningen nedan blir därför av nödvändighet fragmentarisk.

Någon registrerad nyanvändning av PCN förekommer ej i Sverige (Cederberg, 1994). Däremot kan förekomst i importerade varor, t ex impregnerade trävaror, inte uteslutas.

6.1 Förorening i PCB

PCN förekommer som förorening i tekniska PCB-produkter i halter mellan 2 och 900 mg/kg (Haglund m fl, 1993). Mängden PCN som förekommer som förorening i PCB är sannolikt mindre än 1% av den totala produktionen av PCB.

De halter som rapporterades i en analys av självkopierande papper (Järnberg m fl, 1993), ppm-nivå, härrör sannolikt från förorenad PCB.

6.2 Elektronik - småkondensatorer

I samband med det tidigare omnämnda fallet med kontamination av ett laboratorium undersöktes även källor för PCN (Weistrand m fl, 1992). PCN detekterades f f a i prov tagna från äldre kondensatorer och kablar, men spår av utläckage fanns även från en ny kondensator.

6.3 Avloppsslam

Några analyser av avloppsslam avseende PCN har rapporterats (Nylund m fl, 1992). Totalhalten låg i intervallet 6-9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TS. Totalhalten PCB enligt DIN varierade i samma prov mellan 80-150 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TS, alltså omkring den haltnivå som rapporteras som ett representativt medelvärde (se ovan). Massflödet via avloppsslam för hela landet kan utifrån dessa analyser uppskattas till mellan 1-1.6 kg per år.

7. Andra källor till PCB och PCN i miljön

7.1 Förbränning

Klorerade aromater bildas i alla typer av förbränningsprocesser i närvaro av klor. Produktionen styrs dels av förbränningskvaliteten dels av klorlasten. I en förbränningsanläggning sker bildningen både i ugnen och nedkylningszoner (Öberg m fl, 1985, 1989; Öberg och Bergström, 1986).

Både PCB och PCN nybildas vid förbränning (RVF, 1994; Crookes och Howe, 1992). Det tillgängliga mätunderlaget är relativt begränsat, men de mängder som bildas vid kontrollerad förbränning är med stor sannolikhet av underordnad betydelse. I andra termiska processer än ren förbränning kan det inte uteslutas att produktionen bli mer betydande.

Vid bränder är förbränningsbetingelserna extremt dåliga, med åtföljande produktion av olika bildningsprodukter. Bränder på avfallsdeponier har visat sig vara en sådan källa till betydande utsläpp av kloraromater. En undersökning av ett antal miljöprover har visat på förhöjda PCB-halter runt avfallsdeponier, särskilt av de mest toxiska co-plana isomererna, som kan kopplas till bränder (Öberg m fl, 1990). Praktiska brandförsök och en enkätundersökning har gett ett ännu bättre underlag för att bedöma betydelsen av dessa bränder (Bergström och Björner, 1992).

I de praktiska brandförsöken uppmättes koncentrationen av tre co-plana PCB till mellan 0.4 och 2 $\mu\text{g}/\text{nm}^3$ tg 10% CO_2 (Öhrström, 1989). Mängden avfall som brinner varje år har utifrån enkätundersökningen uppskattats till 25700 ton (Bergström och Björner, 1992). Med en rökgasvolym på 5000 nm^3 tg 10% CO_2 per ton avfall så kan det utsläppet av de tre co-plana PCB-isomererna uppskattas till mellan 50 och 200 g per år. Omräkning till totalhalt jämfört med en Arochlor-standard bör ej ske eftersom isomerfördelningen av PCB från förbränning skiljer sig avsevärt jämfört med de tekniska produkterna. I de tekniska produkterna utgör de uppräknade isomererna mellan 0.2-0.9% (Arochlor 1242 och 1254).

I IVL's regi pågår ett projekt innefattande mätningar både vid faktiska bränder och vid brandförsök (Pettersson, 1994). Preliminära resultat föreligger från en brand och ett brandförsök med ett uppmätt utsläpp från några mg upp till 20 mg PCB enligt DIN per ton avfall. Årsutsläppet, med samma mängd avfall som brinner enligt tidigare redovisning, blir mellan 60-510 g per år. Omräkning till totalmängd PCB jämfört med en Arochlorstandard bör ej ske av samma skäl som angavs ovan. I de tekniska jämförelseprodukterna utgör PCB enligt DIN mellan 20-26% (Arochlor 1242 och 1254). Slutrapport från IVL's projekt beräknas föreligga 1995.

7.2 Långväga transport

Långväga atmosfärisk transport förekommer av alla kloraromater. Nedfallet över Sverige av PCB har uppskattats till 4 ton per år (Larsson och Okla, 1989). Motsvarande uppskattningar för PCN har ej påträffats.

I debatten förekommer uttalanden att den långväga transporten har störst betydelse. Underlaget för detta ställningstagande är bl a uppmätta halter av PCB i omgivningsluft och i nedfall, samt kopplingen till "väder och vind". Om de inhemska källorna har en negligerbar storlek i jämförelse med det uppmätta nedfallet så kan denna slutsats vara befogad, men detta är knappast belagt.

Betydelsen av är lokala källor redan känd (se exempelvis Larsson och Okla, 1989). Att uppskatta utläckaget från kända depåer i form av byggnadsmaterial m m är svårt och ännu större blir osäkerheten om vi i uppskattningen även ska hänsyn till emissioner och utläckage från deponier. Trots dessa osäkerheter så förefaller det osannolikt att de redovisade depåerna i "teknosfären" inte skulle kunna ge upphov till ett utsläpp på minst samma nivå som det uppmätta nedfallet.

8. Slutsatser

Det har visat sig svårt att få fram tillförlitligt underlag för att uppskatta förekomst, flöden samt ackumulerade mängder av PCB och PCN i varor och produkter. Endast för transformatorolja och avloppsslam finns ett statistiskt sett säkert underlag (vad avser PCB). Uppskattningar utifrån förbrukade mängder och olika hypoteser om livslängd etc. kan komplettera bilden eftersom detta åtminstone ger en uppfattning om storleksordningar. Utan denna form av rimlighetsuppskattningar är det också omöjligt att prioritera fortsatta insatser. I samråd med beställaren har jag följaktligen återgett eller själv försökt fylla igen luckor i

underlaget vad avser PCB med diverse antaganden och räkneexempel. För PCN finns inte underlag ens för denna typ av skattningar.

Redovisningen ovan pekar på att den ackumulerade mängden PCB är 1000-10000 ggr större än de mängder som förekommer i nu producerade och saluförda varor och produkter. Lysrörsarmaturer, byggnadsmaterial och byggavfall, liksom övriga avfallsdeponier, är sannolikt de största kvarvarande depåerna. Redovisade mängduppskattningar skiljer sig avsevärt, och osäkerheten är besvärande. De mest väldokumenterade flödena, kontaminerad transformatorolja och avloppsslam, står däremot endast för en bråkdel av det totala PCB-flödet i samhället.

Kontrollerad förbränning är sannolikt av underordnad betydelse som källa till PCB. Övriga termiska industriprocesser har ej tagits med/värderats i föreliggande utredning. Bränder kan ge upphov till utsläpp som ger åtminstone lokalt förhöjda halter i miljön.

Det finns inte underlag för att säkert värdera den kvantitativa betydelsen av inhemska källor för PCB jämfört med långväga atmosfärisk transport. Storleken av redovisade depåer kan mycket väl ge upphov till en lika stor emission som det nu uppmätta nedfallet, åtminstone i ett längre tidsperspektiv.

Vad avser PCN är situationen den att uppmätta halter i miljön för närvarande inte kan knytas till några identifierbara källor av betydelse i Sverige. Avsaknaden av produktkontrollåtgärder och förbud liknande som för PCB gör att problemet inte lika säkert kan hänföras till ackumulerade mängder i varor, produkter och avfall. Det går alltså inte att utesluta att PCN fortfarande förekommer i importerade produkter, exempelvis trävaror.

Den redovisade utredningen har genomförts med en pressad tidsram. Ett stort antal personer har varit behjälpliga med råd och olika faktauppgifter, varav de flesta återfinns i referensförteckningen som rapport-/artikelförfattare eller muntliga källor. Till dessa vill jag framföra ett stort tack!

9. Referenser

I referensförteckningen anges även ett antal skriftliga källor som ej direkt citeras i rapporten, men ändå kan vara av värde för att belysa den nuvarande situationen.

Ahlborg, U. G., Hanberg, A., Kenne, K. *Risk assessment of polychlorinated biphenyls (PCBs)*. Rapport Nord 1992:6, Nordiska Ministerrådet, 1992.

Asplund, L. m fl. *Characterisation of a strongly bioaccumulating hexachloronaphtalene*. Chemosphere 15:619-628, 1986.

Audin, L. m fl. *Lighting waste issues seen as emerging environment concerns*. Energy User News, januari 1993.

Baechler, M. C., Foley, L. O., Jarnagin, R. E. *Polychlorinated biphenyls in commercial buildings*. Rapport PNL-7506, Pacific Northwest Laboratory, Richland, Washington, USA, 1990.

Balfanz, E., Fuchs, J., Kieper, H. *Sampling and analysis of polychlorinated biphenyls (PCB) in indoor air due to permanently elastic sealants*. Chemosphere 26:871-880, 1993.

Benthe, C. m fl. *Polychlorinated biphenyls. Indoor air contamination due to thikol-rubber sealants in an office building*. Chemosphere 25:1481-1486, 1992.

Bergqvist, G., Ohlsson, S-E. *PCB-föreorenade oljeisolerade krafttransformatorer inom Vattenfall. Beräkning av olje- och PCB-mängder*. Rapport MD:4, Vattenfall, 1988.

Bergström, J., Björner, B. *Dioxiner och bränder vid avfallsupplag*. Rapport nr 68, stiftelsen REFORSK, 1992.

Bergström, J. Miljökonsulterna. Telefonsamtal, maj 1994.

Boije, L., Markensten, H. *Miljonprogrammets giftiga baksida. PCB i fogmassor i flerfamiljshus av element 1957-1972*. 5-poängs arbete, tema Vatten i Natur och Samhälle, Universitetet i Linköping, 1993.

Brinkman, U. A. Th., Reymer, H. G. M. *Polychlorinated naphtalenes*. J. Chromatogr. 127:203-243, 1976.

Bryant, F. *EPA: Spent fluorescent, HID lamps may be hazardous waste*. Energy User News, oktober 1992.

Cato, I. *Sedimentundersökningar längs Bohuskusten 1990 - Göteborgs och Bohus läns kustvattenkontroll*. Rapport nr 74, Sveriges Geologiska Undersökning, 1992.

Cederberg, I. Kemikalieinspektionen. Telefonsamtal, maj 1994.

Crookes, M. J., Howe, P. D. *Environmental hazard assessment: halogenated naphtalenes*. Rapport, Buildning Research Establishment, Watford, Storbritannien, 1992.

DIN 51 527. *Bestimmung des Gehaltes an polychlorierten Biphelylen (PCB)*. Deutsches Institut für Normung, 1986.

Dong, M., Cooper, B. *Utilities consider including PCB ballast disposal in DSM programs*. Energy User News, november 1993.

Eisele, J. *After retrofit: responsible disposal*. Buildings 87:62, 1993

- Eriksson, T. *Analyser av PCB-isomerer i Arochlor-standard*. Miljökon.sulterna, 1994.
- Forsberg, H. Acrydur AB. Telefonsamtal i maj 1994.
- Franzell, M. Ljuskultur. Telefonsamtal, maj 1994.
- Förordning om PCB m. m.* SFS 1985:837, 1988:1083
- Gustafsson, H. *Kemisk emission från byggnadsmaterial*. Rapport 1990:25, Statens Provningsanstalt, 1991.
- Haglund, P. m fl. *Determination of polychlorinated naphthalenes in polychlorinated biphenyl products via capillary gas chromatography-mass spectrometry after separation by gel permeation chromatography*. J. Chromatogr. 634:79-86, 1993.
- Hammar, T. *PCB i fogmassor*. Meddelande 1992:10, Länsstyrelsen i Kalmar län, Kalmar, 1992.
- Hedemalm, P. Fax med utdrag ur rapportmanuskript. Institutet för Verkstadsteknisk Forskning, 1994-05-02.
- Händeberg, M. Svenska Elverksföreningen. Telefonsamtal, maj 1994.
- Jansson, B., Asplund, L., Olsson, M. *Analysis of polychlorinated naphthalenes in environmental samples*. Chemosphere 13:33-41, 1984.
- Jansson, B. m fl. *Chlorinated and brominated persistent organic compounds in biological samples from the environment*. Environ. Toxicol. Chem. 12:1163-1174, 1993.
- Järnberg, U. m fl. *Polychlorinated biphenyls and polychlorinated naphthalenes in Swedish sediment and biota: Levels, patterns, and time trends*. Environ. Sci. Technol. 27:1364-1374, 1993.
- Kaiser, C., Lorenz, W., Bahadir, M. *Residues in recycled goods from shredded plastics*. Ferzenius Envir. Bull. 1:439-444, 1992.
- Kafkas, Y. *PCB-innehållande fogmassor i Stockholm. En probleminventering*. Uppsats, Naturgeografiska institutionen, Stockholms universitet, 1993.
- Karlsson, L. Skogsindustrierna. Telefonsamtal, maj 1994.
- Landner, L. *Långlivade organiska ämnen som kan bli nya miljöproblem*. Rapport 4053, Naturvårdsverket, 1992.
- Larsson, P., Okla, L. *Atmospheric transport of chlorinated hydrocarbons to Sweden in 1985 compared to 1973*. Atmospheric Environment 23:1699-1711, 1989.
- Lood, B. Fax med utdrag ur miljörapporter 1990-1993. Stora Feldmühle Hylte AB, maj 1994.

Lovang, N. SAKAB. Telefonsamtal, maj 1994.

Länsstyrelsen i Malmöhus län. *Angående golvmaterial i Foodias fabrik, Staffanstorp*. Beslut 2411-433/90, 1990-03-30.

Länsstyrelsen i Malmöhus län. *Till samtliga miljö- och hälsoskyddsförvaltningar i Malmöhus län*. Skrivelse 2411-9645/90, 1990-05-31.

Matsson, M. Bilindustiföreningen. Telefonsamtal, maj 1994.

Milakofsky, B. D. *Utility study examines environmental effects of lighting efficiency programs*. Strategic Planning for Energy and the Environment 3:45-57, 1993.

Miljöfarliga ämnen - exempellista och vetenskaplig dokumentation. Rapport nr10/89, Kemikalieinspektionen, 1989.

Miljøstyrelsen. *Forbrug af chlor og chlorholdige forbindelser i Danmark*. Rapport nr 17, Miljøstyrelsen, Köpenhamn, Danmark, 1989.

NITEP. *National Incinerator Testing and Evaluation Program. Environmental characterization of mass burning incinerator technology at Quebec City*. Rapport EPS 3/UP/5, Environment Canada, 1988.

Nylund, K. m fl. *Analysis of some polyhalogenated organic pollutants in sediment and sewage sludge*. Chemosphere 24:1721-1730, 1992.

Palm, O. Statens naturvårdsverk. Telefonsamtal, maj 1994.

Pettersson, K. IVL. Telefonsamtal, maj 1994.

Pylypiw, H. M. *Polychlorinated biphenyls in auto parts and auto fluff*. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 46:681-685, 1991.

RVF. *Solid waste management in Sweden*. Svenska Renhållningsverks-Föreningen, augusti 1990.

RVF. *Källsorterat hushållsavfall - kompostering och förbränning - huvudrapport*. Rapport 93:2, Svenska Renhållningsverks-Föreningen, 1993.

RVF. *Polyklorerade bifenyler (PCB). Bildning, förekomst och miljöpåverkan*. Rapport, publiceras inom kort, Svenska Renhållningsverksföreningen, 1994.

Rönmark, M. Hydro Plast AB. Telefonsamtal, maj 1994.

Sigfrid, L. *Miljöstörande material i rivningsavfall*. Rapport nr 81, Stiftelsen REFORSK, 1993.

Stockholms läns landsting. *CFC. PCB. En rapport om inventering, användning och avveckling*. 1989/90.

Storr-Hansen, E., Rastogi, S. C. *Polychlorinated biphenyls and heavy metal levels in recycled paper for household use*. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 40:451-456, 1988.

Sundstöm, G. m fl. *PCB-ersättare - en litteratursammanställning*. Rapport, Nordiska Ministerrådets projekt 180.21-6.4, 1981.

Svenska Nestlé AB. *Betr. PM angående PCB-undersökningar och sanering*. Ärende nr. 567-5337-88Sa. Brev till Statens Naturvårdsverk 1990-06-14.

Ulfcar AB. *Referenser. Acrydur golvbeläggningar*. April 1975.

Vattenfall. *Sammanställning av PCB-analyser på krafttransformatorer vid Vattenfall, 1989-03-28*.

VBB VA-teknik. *PM beträffande PCB-undersökningar och sanering vid Winerbagarn Djupfryst AB, Loftahammar*. 1990-05-28.

de Voogt, P., Klamer, J. C., Brinkman, U. A. Th. *Identification and quantification of polychlorinated biphenyls in paper and paper board using fused silica capillary gas chromatography*. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 32:45-52, 1984.

Weistrand, C., Lundén, Å., Norén, K. *Leakage of polychlorinated biphenyls and naphthalenes from electronic equipment in a laboratory*. Chemosphere 24:1197-1206, 1992.

Welling, L., Pauku, R., Mäntykoski, K. *PCB in recycled paper products*. Chemosphere 25:293-295, 1992.

Williams, D. T., Benoit, F. M. *The determination of polychlorinated biphenyls in selected household products*. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 21:179-184, 1979.

Wilken, M. m fl. *Distribution of PCDD/PCDF and other organochlorine compounds in different municipal solid waste fractions*. Chemosphere 25:1517-1523, 1992.

Winell, B. Statens naturvårdsverk. Telefonsamtal, maj 1994.

de Wit, C. *Sample reports*. Institutet för tillämpad miljöforskning. Bilagor till brev 1994-04-26

Wretling, B. SCB. Telefonsamtal, maj 1994.

Åhlund, A. *Sprids PCB från Rasselbygds soptipp i Emmaboda kommun? Examensarbete M12*, Institution för naturvetenskap med teknik, Högskolan i Kalmar, 1990.

Åstebro, A. *PCB - Förekomst, problem och förslag till åtgärder*. PM, Stockholms kommun, Miljöförvaltningen, 1993-05-10.

Öberg, T., Aittola, J-P., Bergström, J. *Chlorinated aromatics from the combustion of hazardous waste*. Chemosphere 14:215-221, 1985.

Öberg, T., Bergström, J. *Dioxins from Scandinavian waste combustion plants*. Chemosphere 15:2041-2044, 1986.

Öberg, T., Warman, K., Bergström, J. *Production of chlorinated aromatics in the post-combustion zone and boiler*. Chemosphere 19:317-322, 1989.

Öberg, T., Warman, K., Bergström, J. *Distribution of toxic coplanar PCBs and PCDD/-PCDF in pine needles from the Swedish environment - evaluation of data and source identification*. In Organohalogen Compounds, Vol.1, Red. Hutzinger, O. och Fiedler, H., Ecoinforma Press, Bayreuth, 1990.

Ödman, B. Stena Metall AB. Telefonsamtal, maj 1994.

Öhrström, T. *Tester för simulering av bränder på avfallsupplag*. Rapport MKS-89/96, Miljökonsulterna, 1989.

Östman, U. *PCB-förorenade transformatorer*. Brev till Statens Naturvårdsverk. Svenska Elverksföreningen, 1989-05-23.