



PCB i fogmassor

– stort eller litet problem?

Bo Jansson
Jenny Sandberg
Niklas Johansson
Anneli Åstebro

PCB i fogmassor

– stort eller litet problem?

Slutrapport från en undersökning
finansierad av Naturvårdsverket

BO JANSSON OCH JENNY SANDBERG
Institutet för Tillämpad Miljöforskning (ITM)
Stockholms universitet
106 91 Stockholm

NIKLAS JOHANSSON
Institutet för Miljömedicin (IMM)
Karolinska Institutet
171 77 Stockholm

ANNELI ÅSTEBRO
Miljöförvaltningen i Stockholm
Box 38024
100 64 Stockholm

NATURVÅRDSVERKET FÖRLAG

Forsknings- och utvecklingsavdelningen
Enheten för forskning om luftföroreningar och hälsa
Kontaktperson: NIKLAS JOHANSSON, TELEFON 08-698 14 38

Författarna svarar ensamma för rapportens innehåll varför
detta ej kan åberopas som Naturvårdsverkets ståndpunkt.
Rapporten har refereegranskats av utomstående expertis.

Omslagsbild: BO JANSSON
Produktion: MARGOT WALLIN

Beställningsadress:
Naturvårdsverket
Kundtjänst
106 48 STOCKHOLM
Telefon: 08-698 10 00
Fax: 08-698 15 15
E-post: kundtjanst@environ.se
Internet: <http://www.environ.se>

ISBN 91-620-4697-7
ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket
Upplaga: 1 500 EX
Tryck: Gotab, Stockholm, 1997

FÖRORD

Denna undersökning har initierats av Naturvårdsverket och Miljöförvaltningen i Stockholm med målsättningen att få reda på om PCB från fogmassor i betonghus kan spridas till miljön. Projektet har genomförts vid Institutet för Tillämpad Miljöforskning (ITM) vid Stockholms universitet och följts av en referensgrupp bestående av Lars Asplund (Naturvårdsverket), Bo Jansson (ITM, projektledare), Niklas Johansson (IMM), Jenny Sandberg (ITM, projektanställd) och Anneli Åstebro (Miljöförvaltningen i Stockholm). Vid några möten deltog också Astrid John som arbetade i projektet som stipendiat under tre månader.

NATURVÅRDSVERKET
STOCKHOLM 1997

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	7
SUMMARY	9
INTRODUKTION	11
PROJEKTUPPLÄGGNING	15
UNDERSÖKNINGSOBJEKT	16
MATERIAL OCH METODER	18
Provtagning	18
FOGMASSOR	18
LUFT	18
JORD	19
BETONG	20
Analys	21
KEMIKALIER	21
GASKROMATOGRAFI	21
FOGMASSA	21
JORD	22
BETONG	22
LUFT	22
RESULTAT	23
FOGMASSA	24
JORD	27
BETONG	29
LUFT	30
DISKUSSION	31
SLUTSATSER	35
REKOMMENDATIONER	36
LITTERATURREFERENSER	38
APPENDIX 1 (Analysresultat)	40
APPENDIX 2 (Beräknade PCB-halter i jord)	50
APPENDIX 3 (Tidigare analyserade prover)	53

SAMMANFATTNING

Polyklorerade bifenyler (PCB) kom till användning i flera byggmaterial under perioden 1956–1972. Ett av de material som tillsattes dessa föreningar var fogmassor, dvs elastiska kitt som användes för att tätas i första hand fasadelement som fönster och byggelement av betong. Mycket av detta material finns kvar i husen, men kunskapen om hur mycket PCB som slipper ut är starkt begränsad.

RESULTATEN I DENNA UNDERSÖKNING AV HUS MED PCB-HALTIGA FOGMASSOR VISAR ATT:

- luft utanför huset kan innehålla PCB i koncentrationer som överstiger bakgrundsvärden med flera tiopotenser
- där dessa fogmassor använts inomhus kan förhöjda koncentrationer påvisas i inomhusluften
- jorden utanför huset innehåller höga PCB-halter och de högsta koncentrationerna som påträffats ligger ca tusen gånger högre än bakgrundsvärden
- PCB-halten i jord kan vara ca 20 gånger högre än vad Naturvårdsverket rekommenderar för känslig markanvändning
- markens innehåll av PCB minskar relativt snabbt med avståndet från huset men fortfarande flera hundra meter ifrån kan en tydlig påverkan skönjas
- PCB har vandrat in i kringliggande byggnadsmaterial och kan återfinnas i både botteningslister innanför fogmassan och i den kringliggande betongen
- klorparaffiner verkar vara ett av substituten till PCB när dessa produkter förbjöds
- viss direkt PCB-exponering av boende i områden med PCB-haltiga fogmassor kan inte uteslutas.

De riskbedömningar som gjorts indikerar att vi måste försöka ytterligare minska halterna av PCB i miljön och detta kan endast göras genom att minska emissionerna.

FÖR ATT MINSKA OLÄGENHETERNA MED PCB I FOGMASSOR FÖRESLÅS ATT:

- fogmassor i hus byggda (eller fasadrenoverade) inom perioden 1956–1972 undersöks med avseende på PCB-innehåll
- fogmassor med mer än 1 % PCB demonteras i en första omgång och detta inkluderar det fyllnadsmaterial som finns bakom fogmassan (om även betong fräses bort vid renoveringen skall den följa fogmassan vid omhändertagandet)
- fogmassor med PCB-halter i intervallet 0,005–1 % (50–10000 ppm) åtgärdas i en andra omgång med tidsplan som bestäms då inventeringen av fogmassor är klar
- fogmassor med PCB-halter i intervallet 0,0002–0,005 % (2–50 ppm) omhändertas på ett säkert sätt vid rivning eller renovering
- all demonterad fogmassa behandlas som farligt avfall innan dess PCB-innehåll bestämts
- all hantering av PCB-haltiga fogmassor utförs med stor försiktighet för att undvika exponering av människor och miljö.

SUMMARY

Polychlorinated biphenyls (PCB) were used in several kinds of building materials during the period 1956–1972 in Sweden. One type of material containing PCB was sealants used mainly between concrete blocks in buildings. The major part of the sealants still remains in the buildings, but the knowledge of PCB emissions to the environment has been very limited.

The results from the present investigation of buildings with PCB containing sealants show that:

- air outside the house can contain PCB in concentrations that exceed the background levels by several orders of magnitude
- the use of PCB containing sealants indoors results in elevated PCB levels also in the indoor air
- the soil outside the house contains high levels of PCB and the highest concentrations exceed those in background samples by a factor of about 1000
- the concentration of PCB in the soil close to the house exceeds by twenty times the guide value suggested by the Swedish Environmental Protection Agency for this type of soil
- PCB from the sealant has penetrated into surrounding concrete and polymer materials
- chlorinated paraffins seem to have been one of the substitutes for PCB when this material was banned in the early 1970s
- direct exposure to PCB cannot be excluded for the people living in houses containing this material.

Our present knowledge of risks associated with PCB indicates that the emissions of these compounds have to be decreased. To accomplish this the following measures are recommended:

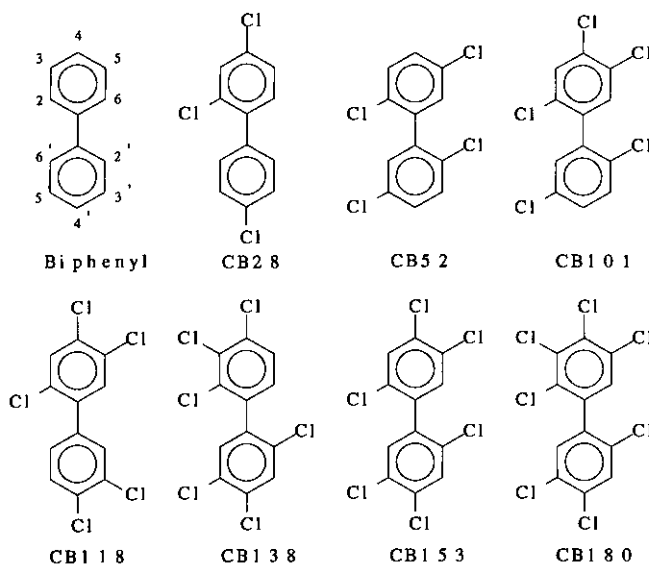
- the PCB content should be determined in sealants in houses built or renovated during the period 1956–1972
- sealants containing more than 1 % PCB are dismantled in a first tier and the filling material inside the sealant (including removed concrete that has been in contact with the sealant) has also to be taken care of as hazardous material.

- sealants with PCB contents of 0.005–1 % (50–10 000 ppm) are dismantled in a second tier with a schedule decided when the above mentioned survey of sealants has been done
- sealants with PCB contents of 0.0002–0.005 % (2–50 ppm) are handled as hazardous material when the building is renovated or pulled down
- sealants should be regarded as hazardous material until their PCB content has been established
- all handling of PCB containing sealants should be done with care to avoid exposure of humans and the environment.

INTRODUKTION

Organiska ämnen som tillverkas av människan och som är svårnedbrytbara kan utgöra ett miljöhot. Långa halveringstider gör att dessa ämnen kan spridas över stora ytor och om de når koncentrationer som ger upphov till negativa effekter kan dessa alltså bli storskaliga både i tid och rum. Det är dessutom väldigt svårt att härleda orsaken till dessa effekter då de ej uppträder vid en utsläppspunkt.

En grupp sådana svårnedbrytbara ämnen är de polyklorerade bifenylema (PCB) som av Sören Jensen (1966) identifierades i miljöprover i mitten av 1960-talet. Teoretiskt kan det finnas 209 polyklorerade bifenyl (om man räknar monoklorbifenyl som en sådan) men knappt 150 har återfunnits i tekniska produkter och ändå färre i miljöprover. Det är sällan som man analyserar alla PCB-föreningarna i ett prov utan vanligen används någon/några indikatorämnen. I figur 1 visas en sådan uppsättning som föreslagits av ICES (International Council for Exploration of the Seas) och som ofta används idag.



Figur 1. Strukturformler för biphenyl och de sju klorerade bifenyl som ofta används för att beskriva PCB-halter i miljöprov.

De produkter som salufördes kan karakteriseras av klorinnehållet och flera fabrikanter använde beteckningar som innehöll denna information. Monsanto, som var en av tillverkarna, betecknade t ex sina produkter med fyra siffror, de två första för antalet kolatomer och de två sista för klorinnehållet i procent. Deras vanligaste produkter, som också kommer att refereras till i denna rapport, var Aroclor 1242, 1248, 1254 och 1260. En del egenskaper hos dessa produkter återges i tabell 1.

Tabell 1. Egenskaper hos några tekniska PCB-produkter från en av tillverkarna (WHO, 1993).

PRODUKT	VATTENLÖSLIGHET (mg/l)	ÅNGTRYCK (torr vid 25°C)	Densitet (g/cm ³ vid 25°C)	Henrys lags konstant (atm·m ³ /mol vid 25°C)
Aroclor 1242	0,24	$4,1 \times 10^{-3}$	1,35	$5,2 \times 10^{-4}$
Aroclor 1248	0,054	$4,9 \times 10^{-4}$	1,41	$2,8 \times 10^{-3}$
Aroclor 1254	0,021	$7,7 \times 10^{-5}$	1,50	$2,0 \times 10^{-3}$
Aroclor 1260	0,0027	$4,4 \times 10^{-5}$	1,58	$4,6 \times 10^{-3}$

Efter upptäckten av PCB i miljön insågs relativt snabbt att utsläppen av dessa ämnen måste minskas och restriktioner och förbud mot nyanvändning av PCB infördes i de flesta industrialiserade länder under 1970-talet. Förbuden gällde ofta initialt endast öppen användning (t ex som mjukgörare) medan användning i slutna system (t ex tung elutrustning) godtogs i många länder ända in på 1980-talet. Trots förbuden om nyanvändning visade det sig snart att PCB kunde spridas även från den befintliga användningen. Flera länder har därför genomfört eller är i färd med att genomföra utfasningar av flera användningsområden, främst de som involverar stora volymer, så att även den PCB som finns i olika installationer tas ur bruk och oskadliggörs.

Lämpliga elektriska egenskaper och flamsäkerhet hos PCB gjorde dem lämpade som dielektrikum i elektrisk utrustning och transformatorer och kondensatorer för högre effekter kan innehålla stora mängder PCB. Andra användningsområden där dessa egenskaper också kom väl till pass är som värmeöverföringsmedium, hydraulolja och mjukgörare i plast. Ytterligare en sådan applikation är som tillsats till vissa plaster som används för att täta husfasader, vanligen kallade fogmassor. Dessa kom i Sverige att användas flitigt från mitten av 1950-talet i den stora satsningen på bostadsproduktion ("miljonprogrammet"). PCB-användning i öppna system förbjöds 1972.

Vidare studier av miljö- och hälsoproblem förknippade med PCB har avslöjat att det finns fler problem i anslutning till dessa ämnen. Dels är de tekniska produkterna förorenade med polyklorerade dibensofuraner som brukar räknas in i "dioxinfamiljen", dvs en av de mest toxiska ämnesgrupper vi känner. Ännu värre är sannolikt att en del av PCB-föreningarna (de som saknar eller har endast en kloratom i positionerna intill bryggan och därför kan anta en plan form) ger samma effekter som dioxinerna. Dessa plana PCB-föreningar är dock mindre potenta än de värsta dioxinerna men förekommer i miljön i högre halter vilket innebär att denna PCB-grupp sannolikt är ett större problem än dioxinerna (Ahlborg et al, 1992). Studier av barn till mödrar som konsumerat mycket fisk från de stora sjöarna i Nordamerika har dessutom visat att förhållandevis måttliga exponeringar för PCB kan ge lätt påverkan på inlärningsfunktioner m m. Dessa effekter har inte kunnat knytas till den ovan nämnda dioxinlika verkan och de torde därför vara orsakade av de icke-plana PCB-föreningarna (Jacobson et al, 1990a, 1990b, 1996).

Människans exponering för långlivade organiska föreningar sker till största delen inte direkt genom upptag från luft eller vatten utan indirekt via födan (Björndal et al, 1996). PCB är lipofila (fettlösliga) ämnen som anrikas i näringsvävarna vilket resulterar i höga koncentrationer i toppredatorerna. Detta gör att vi i Sverige sannolikt får i oss det mesta av vår PCB-belastning via fet fisk från Östersjön.

I jakten på kvarvarande källor har denna undersökning fokuserat på frågan om den PCB som finns i fogmassorna i husfasader bidrar till förorening av vår yttre miljö. Problemet med PCB i byggnadsmaterial har studerats tidigare. Hammar (1992) har förutom fogmassor identifierat ytterligare två applikationer som kan vara av betydelse i Sverige, golvfärg och förseglingsmassa i isolerrutor. Öberg (1994) uppskattar kvarvarande mängder PCB i fogmassa till 100–500 ton, i fönster till 50–100 ton och i golvbeläggningar till 20–30 ton.

Internationellt har PCB-emissioner från byggnadsmaterial främst uppmärksamats i Tyskland (Zweiner, 1994). Intresset där har främst gällt halter i inomhusluft och så har t ex studier i en skola visat koncentrationer mellan 35 och 2070 ng PCB/m³ inomhus och mellan 5 och 50 ng PCB/m³ utomhus (Burkhardt et al, 1990). I en annan studie påvisades halter upp till 7000 ng/m³ (Benthe et al, 1992). Det har även gjorts laboratoriestudier av emission från PCB-haltig fogmassa som visade att det som avgår i gasfas

har större andel lågklorerade föreningar än det som finns i massan (Gossler och Höhle, 1993). I denna undersökning konstaterades också att en "åldrad" yta emitterar mindre än en "färsk". Balfanz et al (1993) har också visat att fogmassor som innehåller lågklorerade PCB-produkter ger högre luftkoncentrationer än de med högklorerade.

I Stockholm har miljöförvaltningen kartlagt PCB-förekomster (Åstebro, 1993) och dessutom låtit analysera ett antal fogmassor från stadens hus (Kafkas, 1993). Dessa resultat visar att det inte är endast mellan betongelement som de PCB-haltiga massorna använts utan även för ett antal andra typer av fasadelement.

I ett examensarbete har Boije och Markensten (1993) försökt uppskatta de PCB-mängder som kom till användning i fogmassor i Sverige och deras bedömning är att det kan ha rört sig om 70–190 ton. I Lerums kommun har förekomst av PCB-haltiga fasadfogar inventerats och sådana återfanns i fyra av totalt 60 hus. I två av dessa var halterna höga och den sammanlagda PCB-mängden i dessa hus uppskattades till drygt 40 kg (Lundholm, 1994).

I en nyligen publicerad rapport beräknas det finnas totalt 115 000 ton fogmassor inbyggda i svenska hus. Av dessa beräknas 5 000 ton innehålla PCB och att 2 ton (motsvarande ca 400 kg PCB) av denna del årligen frigörs genom rivning och renovering (AB Jacobson & Widmark, 1996).

PROJEKTUPPLÄGGNING

De emissioner som kan uppstå vid en husfasad innehållande PCB-haltiga fogmassor kan tänkas ske på några olika sätt:

1. PCB kan förångas från massan och emissionen blir beroende av ångtrycket hos de enskilda föreningarna, vilket i sin tur är beroende av ämne, halten av ämnet i massan och temperaturen. Emissionen kan dessutom bero av transport till och från ytan mellan luft och massa, dels genom luften där hastigheten beror av vindstyrka och eventuell fönvind och dels genom fogmassan där hastigheten beror av matris, ämne och temperatur.
2. Partiklar (eller större bitar) som eroderat från massans yta kan föras bort av vind eller regn eller helt enkelt ramla ner på marken intill huset.
3. PCB kan tvättas ut med regn vatten, men vattenlösligheten hos dessa föreningar är mycket låg.

Alla dessa processer är alltså kraftigt beroende av meteorologiska förhållanden och mycket svåra att integrera över tid för att bestämma ett representativt medelvärde för emissionen. Det är därför i praktiken omöjligt att genom emissionsmätningar göra sig en bild av hur mycket PCB som emitteras från ett hus under t ex ett år. Undersökningen har därför koncentrerats till att försöka finna tecken på minskande PCB-halt i fogmassan och/eller ökande halter i recipienten.

PCB från fogmassan kan dessutom diffundera in i omgivande byggmaterial, en process vars mekanismer är dåligt kända. Det är dock sannolikt att materialens fysikaliska och kemiska egenskaper har stor betydelse samt att temperaturen påverkar hastigheten för denna diffusion.

För att få en uppfattning om dessa processers betydelse analyserades även material runt själva fogmassan.

UNDERSÖKNINGSOBJEKT

Valet av hus för denna undersökning blev något mer komplicerat än väntat. Kunskapen om var det kan tänkas finnas PCB i hus är begränsad och de analyser som gjorts tidigare gällde framför allt byggnader i Stockholms city. I den miljön är det svårt att få representativa prover och att studera påverkan på omgivning. Några av dessa prover var dock från förorterna och ett prov från en renovering i Tensta (ca 10 km NV om Stockholms city) innehöll mycket PCB. Familjebostäder som förvaltar dessa hus var positivt inställda till ett samarbete och ett område där fasaderna ännu inte renoverats identifierades. Husen var byggda under den tid då PCB-haltiga fogmassor kom till användning för att täta mellan betongelementen i fasaderna. Ingen av dessa fogar visade sig dock innehålla någon PCB.

Ett område identifierades i Sättra ca 10 km SV om Stockholms city där de analyserade fogmassorna innehöll PCB. Framför ett av husen, som visas i figur 2, finns en gräsmatta lämplig för jordprovtagning och via AB Stockholms hem, som förvaltar fastigheten, kunde kontakt etableras med en hyresgäst som bor högst upp i huset. Han ställde välvilligt sin balkong till förfogande för luftprovtagningar.

Huset är byggt år 1965 med betongelement och fogarna mellan elementen är tätade med en massa bestående av polymer med inblandning av PCB. Fogmassan var i relativt dåligt skick och på många ställen sprucken och kletig. Ritningar visade att den ungefärliga foglängden i fasaderna är ca 3 000 m och bredden av de provtagna fogarna var ungefär 10 mm och djupet 8 mm. Sammantaget innehåller alltså huset 250 dm³ vilket motsvarar ca 370 kg om tätheten för massan är 1,5 kg/dm³. Huset ligger i utkanten av ett område med flera likadana huskroppar.

I projektets inledning togs också några prover i den fastighet där ITMs Solnalaboratorier finns. Förutom prover från olika fogar provtogs också inomhusluften och den inkommande luften till laboratoriet.



Figur 2. Huset i Sättra där de flesta av undersökningens prover tagits. Den inringade balkongen användes för luftprovtagningar (Foto Bo JANSSON).

Luftprover har även tagits inomhus i en fastighet i Kungshamra som inrymmer studentbostäder. Fasaden består av betongelement, som verkar vara omfogade, och det finns alltså risk att de tidigare kan ha varit fogade med PCB-haltigt material. I trapphuset upp till studentkorridorerna var hörn och dörrlister fogade med en massa som innehåller PCB. Förutom tätningsmassor togs i denna fastighet luftprover i boningsrum och trapphus.

Fogmassor från en fastighet i Jungfrudansen har också analyserats i avsikt att försöka finna gradienter i en fog som ej var så förstörd som de i Sättra.

Inom projektet har också ett antal fogmasseprov som tidigare tagits av miljöförvaltningen i Stockholm analyserats om för att kontrollera de resultat som konsultlaboratorier producerat.

MATERIAL OCH METODER

Provtagning

Samtliga prover inom projektet har tagits under perioden april till augusti 1996. Efter provtagning har luftproven extraherats så snart som möjligt och fogmasse- och jordprov har förvarats i kyl eller frys till dess de extraherats.

FOGMASSOR

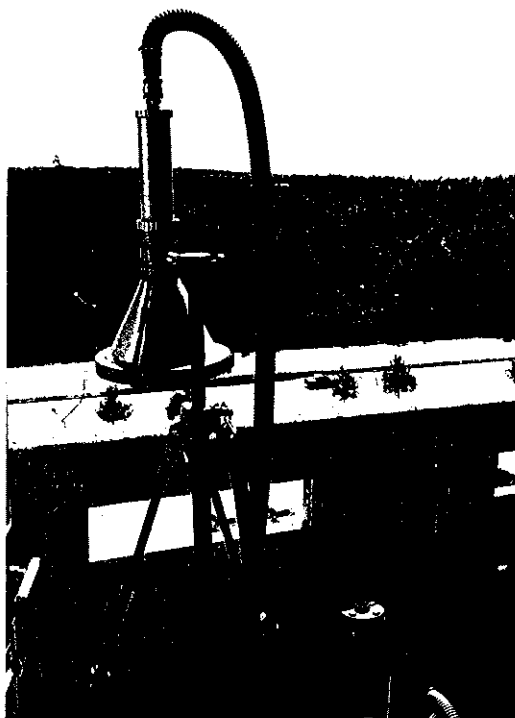
Proverna från Sättrahuset togs främst på fasadens södersida (den som visas i figur 2) och vid en specifik fog ca 1,5 m över mark. Fogmassa mellan betongelementen skars loss med kniv och även den bottningslist (sannolikt polyuretan) som finns innanför fogen följde med. Fogmassan var i mycket dåligt skick och den var sprucken och kladdig. På många ställen hade den också släppts från betongelementen. Några prov togs också på husets norr-fasad.

LUFT

En högvolymsprovtagare användes för insamlingen av luft. I denna passerar luften först ett glasfiberfilter (filtertyp AP, SO9Q 139 H8, Millipore) och därefter en adsorbent bestående av skummad polyuretan (U25, 25 kg/m³, D.P. Sunde & Co, Gan, Norge). För bakgrundshalter (proven i Solna-laboratoriet) samlades prov under ca 48 timmar vilket med den aktuella utrustningen ger ca 2100 m³.

Proverna i Sättra togs på en balkong på tionde våningen (se markering i figur 2) med insugningstratten placerad utanför balkongräcket (se figur 3). Det första luftprovet (3 timmar, ca 150 m³) togs en regnig dag i maj med en temperatur på ca +10° C, och det andra (1 timme, ca 50 m³) en solig, vindstilla dag i juli med en temperatur på ca +25–30° C.

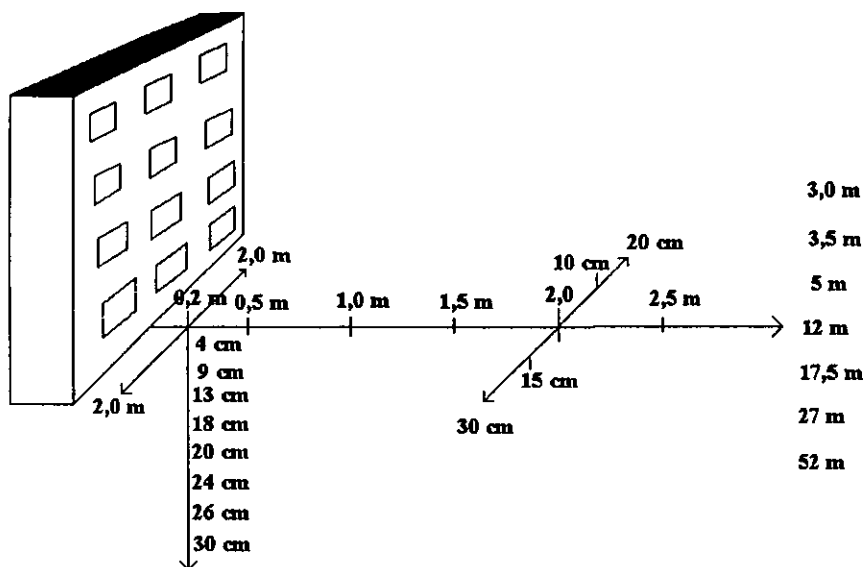
I Kungshamra provtogs trapphusluften (142 m³) och luften i ett bostadsrum (159 m³). Blankprover till dessa luftprover utgjordes av filter och polyuretanadsorbent som genomgått samma behandling som proven utom själva provtagningen.



Figur 3. Uppställning för luftprovtagning vid det undersökta huset i Sättra (Foto Bo JANSSON).

JORD

I Sättra togs jordprover efter en linje vinkelrätt ut från fasaden nedanför den provtagna husfogen. Den första serien av jordprover togs en regnig dag genom att ett aluminiumrör med 22 mm innerdiameter trycktes ned i marken till ett djup av 10–15 cm. Provtagningen startade 50 meter från huset och slutade 10 cm från väggen. För att komma ner på större djup och för att ge fler mätvärden intill huset togs en andra serie med jordprover. Intill husväggen grävdes ett ca 30 cm djupt hål och prover togs på olika djup i detta. Innan provet togs ur väggen på det stora hålet skrapades ytskiktet bort för att undvika kontaminering från högre liggande lager som spaden kan ha fört ner. Prover togs också på ca 2 cm djup på avstånd upp till 3,5 meter från huset. En skiss som beskriver båda dessa serier av prover återfinns i figur 4.



Figur 4. Beskrivning av provtagningspunkter för jordprover utanför Sättrahuset.

BETONG

Betongproverna togs i en linje vinkelrätt ut från den undersökta fogen med start 50 cm ifrån, till ett sista prov 0,5 cm från fogen. Proverna togs genom borrhning i två djup 1) 0–5 mm och 2) 5–10 mm med en vanlig borrhmaskin och betongdammet samlades upp i en glaspipett, stoppad med glasull i ena ändan som var kopplad till en dammsugare. På avståndet 0,5 cm från fogen togs prover på ytterligare tre djup: 3) 10–15 mm 4) 15–20 mm 5) 20–30 mm.

Analys

KEMIKALIER

Aceton, (p.a., KEBO), n-hexan, (p.a., Merck) och svavelsyra (98%, BDH), natriumklorid (p.a., Riedel-deHaen), och fosforsyra (p.a., Merck). Som internstandard användes främst CB189 (2,3,3',4,4',5,5'-heptaklorbifenyl) och i de fall proverna innehöll klorparaffiner användes HCB (hexaklorbensen) och som referenssubstanser de sju PCB-kongener som visas i figur 1. För analyserna användes en Fisons 8000 (Fisons Instruments, numera CE Instruments) gaskromatograf med split/splitless injektor, autoinjektor och elektroninfångningsdetektor (ECD). Den använda kapillärkolonnen hade DB-5 som stationär fas (J&W, 60 m x 0,25 mm, 0,25 mm filmtjocklek). Temperaturprogrammet var 90°C, 20°C/min, 220°C (1 min), 5°C/min, 290°C (10 min, 30 min för de prov som innehöll klorparaffiner). Injektortemperaturen var 250°C och detektortemperaturen 320°C. Injektionerna utfördes splitless och kvantifieringen gjordes med hjälp av laboratoriedatasystemet Chrom-Card (Fisons Instruments) mot topphöjderna i en standard med de sju PCB-föreningarna som visas i figur 1.

FOGMASSA

1–10 mg fogmassa med internstandard tillsatt extraherades på ultraljudsbad i provrör med 3 ml hexan:aceton (1:1) i ca en timme och detta upprepad ytterligare två gånger. Extraktet behandlades med 1 ml vatten och organfasen skakades en till två gånger efter behov med 1 ml koncentrerad svavelsyra. Efter detta späddes proverna 20–400 gånger före GC-analysen.

JORD

Stenar större än ca 2 mm plockades bort ur jordproven och 1–3 g jord med internstandard tillsatt extraherades i provrör med 10 ml hexan:aceton (1:1) på ultraljudsbad i ca en timme. Därefter centrifugerades proverna (1200 x g) i 10 minuter och lösningsmedlet togs av och nytt tillsattes varefter samma sak upprepades 3 gånger. Efter detta extraherades lösningen med 50 ml natriumklorid (0,2M) i fosforsyra (0,1M), och den extraherade vattenfasen skakades en gång till med n-hexan. Därefter indunstades de sammanslagna organfaserna till ca 3 ml och skakades med 1 ml koncentrerad svavelsyra en till två gånger efter behov. Efter detta späddes jordproverna närmast huset 1–5 gånger och de längre ifrån koncentrerades till mellan 1 ml och 200 µl före analys. Torrvikten (dw) på jordproverna bestämdes genom upphettning av 1 g jord till 105° C i 24 timmar. Jordens organiska kolinnehåll (ig) bestämdes genom upphettning av samma jord till 550°C under två timmar.

BETONG

100–300 mg betong med internstandard tillsatt extraherades i provrör med 3 ml hexan:aceton (1:1) på ultraljudsbad i ca en timme. Efter centrifugering av proverna (1200 x g) i 10 minuter och fassparation upprepades proceduren ytterligare 2 gånger. Efter detta extraherades proverna med 1 ml vatten och organfasen togs av och skakades med 1 ml koncentrerad svavelsyra. Därefter späddes de starkaste proverna 1–10 gånger och de svagaste indunstades till ca 200 µl före analys på GC.

LUFT

Luftproverna med internstandard extraherades i Soxhletextraktor under 24 timmar med 500 ml n-hexan, därefter indunstades proven till ca 3 ml och skakades med ca 1 ml koncentrerad svavelsyra. Inför GC-analys späddes proverna ca 4–10 gånger.

RESULTAT

I detta avsnitt presenteras en del av de erhållna resultaten, ofta i form av diagram för att ge en översikt av de rön som gjorts inom projektet. I appendix 1–3 redovisas resultaten mer utförligt i tabellform för den som behöver noggrannare uppgifter.

Det finns inte tillgång till några referensprov (prover med känt PCB-innehåll) för fogmassor vilket gör det svårt att kontrollera att analysmetoden ger helt korrekta resultat. Detta är inte ett allvarligt handikapp i denna undersökning eftersom den genomgående jämför olika koncentrationer och slutsatserna alltså inte blir beroende av absoluthalter.

Ett antal tidigare insamlade fogmasseprov vars PCB-koncentrationer har bestämts av konsultlaboratorier har återanalyserats inom det nu rapporterade projektet. Resultaten av denna jämförelse finns i appendix 3 och visar på stora skillnader. Eftersom ingen av de använda metoderna är ordentligt kvalitetssäkrad går det inte att säga om någon av dem ger riktigt resultat. Det finns alltså anledning att se över denna situation om ytterligare analyser av PCB i fogmassor skall genomföras, speciellt om resultaten skall jämföras med något gränsvärde.

De flesta resultat som kalkylerats från gaskromatogrammen beskriver summahalten av de sju PCB-föreningar (betecknad 7PCB) som används som indikatorer (se figur 1). I de fall där PCB-mönstret har stämt mellan prov och någon teknisk produkt har dessa resultat räknats om till total PCB-halt (betecknad Σ PCB) för att möjliggöra jämförelser med andra undersökningar. De faktorer som använts (se tabell 2) för dess omräkningar har tagits från tidigare analys av de tekniska produkterna (Schultz et al, 1989).

Tabell 2. Faktorer för att beräkna total PCB-halt (Σ PCB) från halten av sju indikatorföreningar (7PCB) då PCB-mönstret överensstämmer med de från olika produkter (Schultz et al, 1989).

Produkt	Aroclor 1242	Aroclor 1248	Aroclor 1254	Aroclor 1260
Σ PCB/7PCB	8,2	5,3	3,5	3,0

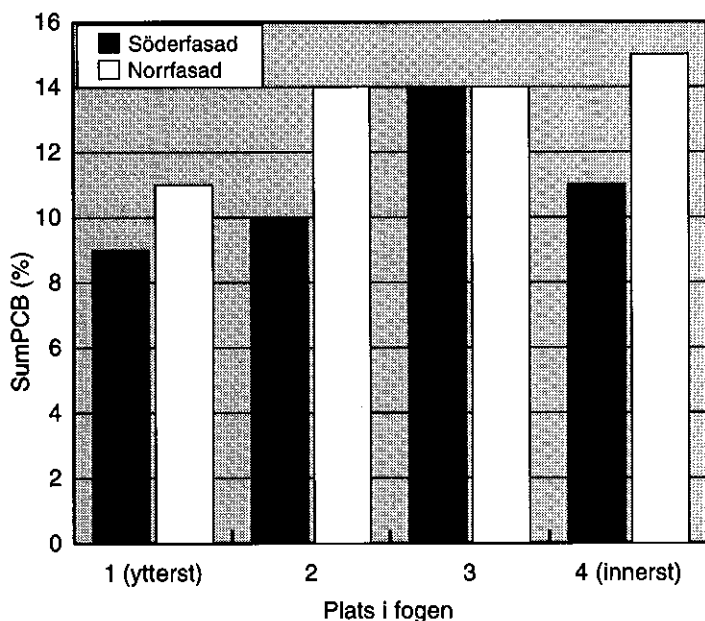
FOGMASSA

De fogmassor som undersökts har innehållit PCB av olika kloreringsgrad och haft mönster som stämt bra med de tekniska produkter vi använt som jämförelsematerial (se tabell 1). Dessa likheter får inte tolkas som att ursprunget är just detta fabrikat eftersom de olika tillverkarna gjorde ungefär samma blandningar. En del fogmassor som innehåller klorparaffiner istället för (eller tillsammans med) PCB har också påträffats. PCB-halterna varierade från 1 till 20% total PCB i de undersökta fogmassorna (se tabell 3). Ny fogmassa kunde innehålla ca 20 (Burström, 1976) till 23% PCB (Hammar, 1992).

Tabell 3. Nivåer av Σ PCB som återfunnits i de undersökta fogmassorna.

Plats	Sätra	Kungshamra	Jungfrudansen*
PCB produkt motsvarande	Aroclor 1260	Aroclor 1248	Aroclor 1248
Σ PCB-halt (%)	9–19	5	0,5

* Fogmassan i Jungfrudansen innehöll förutom PCB även klorparaffiner och Σ PCB har kalkylerats baserat på halten av CB52 som inte störs av klorparaffinerna.

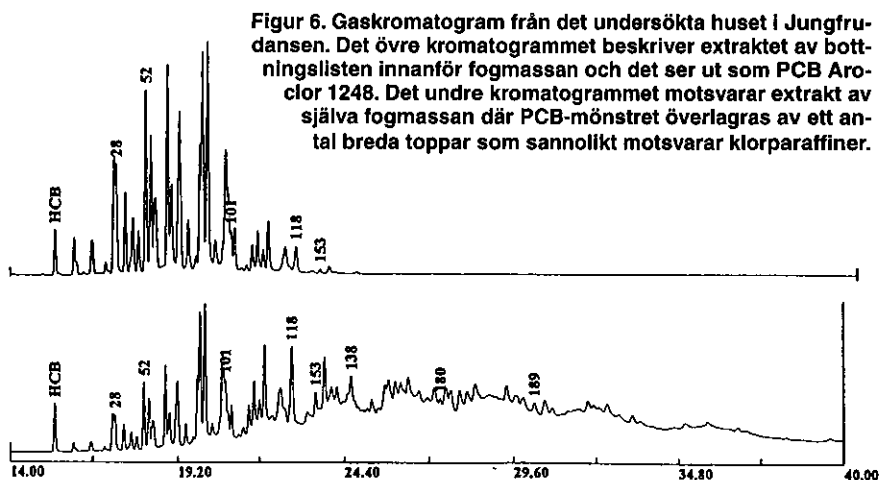


Figur 5. Koncentration av Σ PCB på olika djup i fogmassan i Sätarahuset.

Fogarna i Sätarhuset var i mycket dåligt skick och ytan var belagd med ett gråvitt pulver. Det har på vissa delar av fogen läckt fram en brun, kladdig massa. Målsättningen att finna opåverkad (eller ännu bättre oanvänd) fog-massa har inte kunnat uppnås. Jämförelser får därför göras mellan olika mycket påverkade delar av fogmassan. En sådan jämförelse visar att i den norra fasaden återfinns ca 11% Σ PCB och på södersidan ca 9% i ytskiktet (figur 5). Denna skillnad kan ses även i de underliggande skikten och koncentrationen av PCB ökar ju längre in i fogen provet tas. Ett undantag från detta är längst in i fogen i den södra fasaden där koncentrationen är något lägre än i skiktet utanför. Om detta kan förklaras av att den botteningslist som finns innanför fogmassan innehöll ca 8% Σ PCB är svårt att säga.

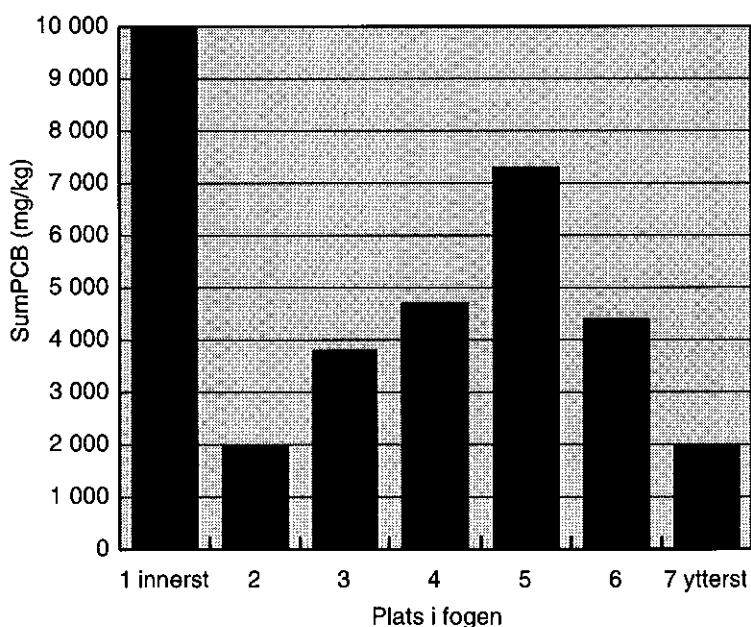
En inomhusfog i studentbostäderna i Kungshamra, som var i bättre skick än de i Sättra, innehöll en lågklorerad PCB-produkt (typ Aroclor 1248) med en halt av 5,5% Σ PCB.

Fogarna i Jungfrudansen, som var en aning kladdiga och mjöliga, innehöll lågklorerad PCB, men i denna massa finns också något som kraftigt stör analysen. I figur 6 visas ett gaskromatogram av dels extrakt från botteningslistan innanför fogmassan vilket motsvarar PCB av typ Aroclor 1248, och dels ett extrakt av ett prov från fogmassan. Trots att det senare är kraftigt påverkat av de breda toppar, som sannolikt kommer från klorparaffiner i denna fog, går det att se ett PCB-mönster.

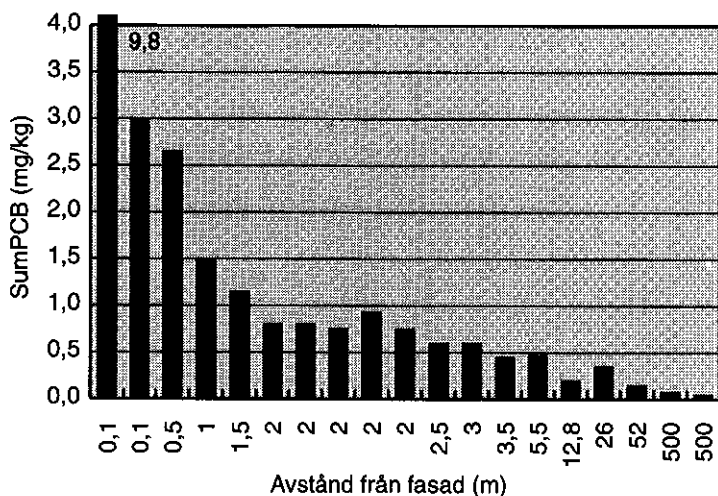


Inga försök har gjorts att identifiera typ av klorparaffinprodukt eller dess halt i fogmassan. För kvantifiering av PCB i fogmassan fungerar dock inte den metod som använts för de andra proven då flera av de sju topparna som använts är kraftigt störda av klorparaffinerna. Ytterligare en komplikation är att den internstandard som använts (CB189) är kraftigt störd och inte kan användas. Ett sätt att lösa detta problem hade varit att i en förseparation skilja bort de interfererande ämnena men det är svårt. För kvantifieringen av PCB har istället en alternativ metod använts där en av de första topparna i PCB-mönstret (CB52) använts som indikatorsubstans och en annan intern standard (HCB) satts till dessa prover. De på detta sätt erhållna resultaten visas i figur 7.

Bottningslistan som fanns innanför fogmassan visade sig innehålla ungefär samma halt PCB som återfanns i fogmassan (ΣPCB ca 0,5%). Halten klorparaffiner i listan var mycket låg.



Figur 7. PCB-koncentrationer i olika delar av ett av snitten i fogen i det undersökta huset i Jungfrudansen.



Figur 8. Koncentration Σ PCB (mg/kg dw) i jordprover tagna på 2 cm djup i gräsmattan söder om Sättrahuset. På avstånden 0,1 och 2 meter har också parallella prover tagits.

JORD

Jordproverna utanför Sättrahuset uppvisade alla samma PCB-mönster som det som fanns i fogmassan. De två provtagningstillfällena har givit jämförbara resultat och de redovisas här tillsammans. I figur 8 visas hur halterna av Σ PCB i jord ca 2 cm under markytan varierar med avstånd från fasaden.

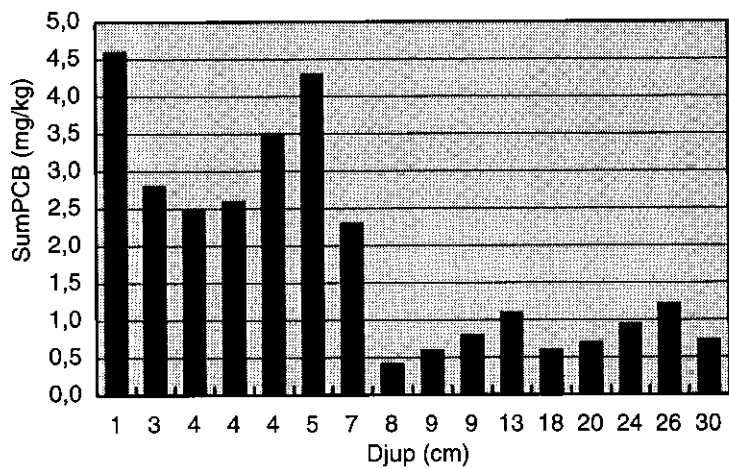
De fem parallella proven som togs 2 m från huset uppvisar ungefär samma halter och det går att se en gradient med sjunkande koncentrationer av Σ PCB med ökat avstånd från huset.

De två proven från punkten 0,1 m från fasaden skiljer kraftigt vilket kan indikera att det intill huset finns nedfallna fragment från fogmassan.

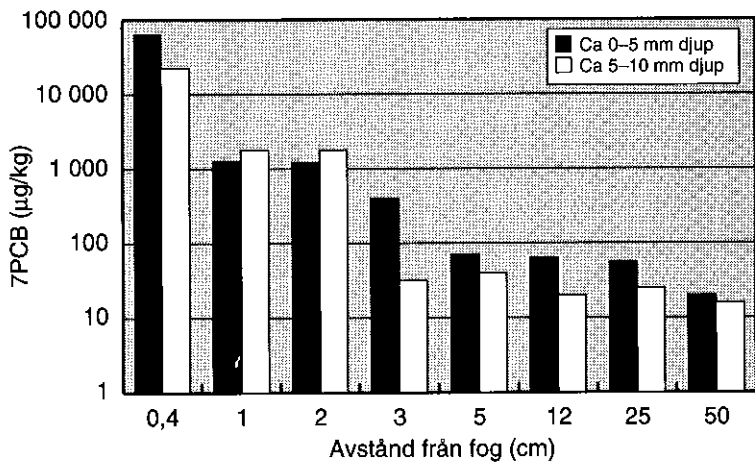
För att utröna hur långt ner i jorden PCB kan ha spridits togs i provtagningshålet närmast fasaden prover på olika djup. Resultaten (som mg/kg torr jord) redovisas i figur 9 där det ses att på 4 cm djup återfinns ungefär lika mycket PCB i tre parallella hål. På större djup varierar koncentrationen av PCB på ett svårförklarligt sätt och försök att kompensera för innehållet av organiskt kol har ej lyckats ge någon rimlig förklaring.

Bakgrundsprov som har tagits i en lekpark ca 500 m från det aktuella huset visar fortfarande samma mönster som i de mer påverkade proven. Detta mönster skiljer sig från de som man normalt hittar i bakgrundsjord (WHO, 1993). Halten i dessa prov varierade mellan 23 och 46 μ g Σ PCB/kg

torr jord. Det går dock inte att utesluta att andra byggnader i området kan ha bidragit till den förorening med PCB som kan ses i denna punkt, men de närmaste husen var inte byggda av betongelement.



Figur 9. Koncentration ΣPCB (mg/kg dw) i jordprover från olika djup intill Sätarhusets söderfasad.



Figur 10. Koncentration 7PCB (µg/kg, OBS! Logaritmisk skala) i betongelement intill fog tätad med PCB-haltig massa. De fyllda staplarna redovisar koncentrationer på 0–5 mm djup, de ofyllda på 5–10 mm djup.

BETONG

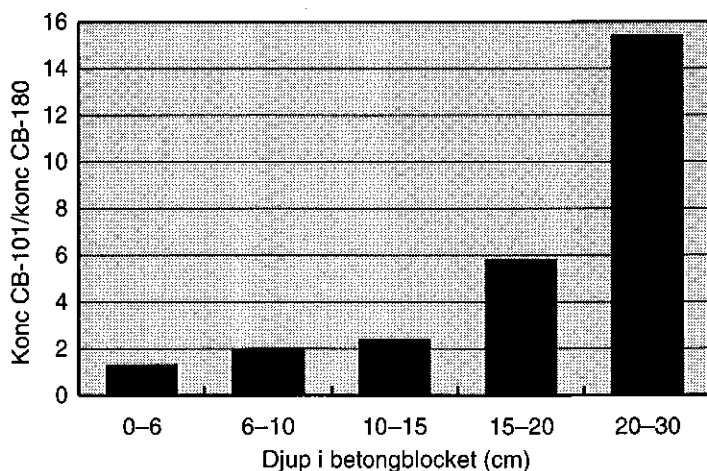
Proverna från betongelementen i Sättrahusets fasad visade sig också innehålla avsevärda PCB-mängder. I figur 10 visas hur halterna sjunker med avståndet från fogen i de prover som togs på 0–5 respektive 5–10 mm djup (OBS! logaritmisk skala).

I de borrhål som gjordes närmast fogen togs prover på olika djup för att se om PCB även tränger in på djupet. Det går att se kvalitativa skillnader i sammansättningen av PCB på olika djup i betongen. Kromatogram från ytprovet innehåller relativt sett mycket mer av de högklorerade föreningarna än det prov som togs längre in i betongelementet. I figur 11 har detta åskådliggjorts med hjälp av kvoten mellan CB101 och CB180.

I tabell 4 redovisas uppskattade totalhalter av PCB i betongen och det visar sig alltså att det ända inne på 20–30 mm djup finns ca 12 mg/kg Σ PCB i betongen.

Tabell 4. Uppskattade Σ PCB-halter i betong intill fog.

Djup (mm)	0–6	6–10	10–15	15–20	20–30
Σ PCB (mg/kg)	180	60	24	27	12



Figur 11. Kvot mellan koncentrationerna av CB101 och CB180 i betongprover från olika djup i fasaden.

LUFT

De få luftprover som tagits har givit mycket varierande resultat. Bakgrundsprovet och det inomhusprov som togs i Solnalaboratoriet var delvis avsedda att utesluta bakgrundsproblem, men kan också samtidigt tjäna som ett referensvärde för den situation som råder i Stockholmsområdet. De PCB-föreningar som återfanns i dessa prover visar ett bakgrundsmönster där fler olika källor sannolikt lämnat sina bidrag. Mönstret stämmer därför inte med någon av de tekniska produkterna och det går inte att enkelt räkna om dessa halter till Σ PCB. För dessa prover har endast adsorbenten analyserats då det vid rådande temperatur bör ha fastnat väldigt lite i filtret. Koncentrationerna av de sju indikatorföreningarna var i utomhusluften 0,7 och i inomhusluften 1,5 ng/m³.

Av de luftprover som togs inne i huset i Kungshamra har också endast den del som fastnat i adsorbenten analyserats. Den kvalitativa sammansättningen överensstämmer med den som återfanns i fogmassorna i trapphuset och de halter som uppmätts var 2,7 ng/m³ i studentrummet och 35 ng/m³ i trapphuset.

Luftproverna från Sättrahuset var inbördes kvalitativt lika och PCB-mönstret var mycket likt det i fogmassan som använts i detta hus. Halterna var däremot mycket olika vid de två provtagningstillfällena (se tabell 5) och det visar sig att avsevärd mängd PCB fastnar på filtret.

Tabell 5. Koncentrationer Σ PCB i luftprover tagna högst upp på Sättrahusets söderfasad.

Provtagningsdag	Σ PCB på filter (ng/m ³)	Σ PCB i adsorbent (ng/m ³)
960506	Ej analyserat	1
960708	46	51

DISKUSSION

Det är inte helt lätt att identifiera vilka hus som kan innehålla PCB-haltiga fogmassor. Det visar det första försöket i detta projekt att hitta sådana hus. De som då undersöktes låg i ett typiskt 70-talsområde med vad som tycktes vara originalfogar mellan betongelementen. Det faktum att dessa inte innehöll påvisbara PCB-mängder trots att hus tidigare i samma område visats ha höga halter visar på svårigheten att identifiera hus med PCB-haltiga fogar.

Två personer vid ITM som varit involverade i detta projekt kände en karakteristisk doft från de hus som innehöll PCB. Vi undersökte detta genom att göra guidade turer genom Stockholms city med var och en för att peka ut misstänkta hus. Det visade sig att de kunde finna igen de flesta av de hus som vid tidigare analyser visats innehålla PCB utan att de hade kunskap om dessa resultat. Det har dock senare visat sig att även en del massor med låga PCB-halter har samma doft och denna kan vara förknippad med den polymer som utgör basen i dessa massor. Vid stadsturen påträffades även en massa i trottoaren som hade misstänkt doft, men denna har inte ännu provtagits för analys.

Projektets strategi att inte försöka bestämma emissioner utan att få ett indirekt mått på hur mycket som försvunnit är nog den enda framkomliga vägen om man inte kan genomföra ett mycket stort antal provtagningar och analyser av flera medier. Svårigheten att finna bra referensmaterial som visar den ursprungliga halten av PCB i de använda fogmassorna visade sig vara minst lika stora som befarat.

I själva fogmassan har det i några fall gått att indikera gradienter med lägre koncentrationer av PCB i ytan än inne i massan. Vissa av proven bekräftar dock inte dessa misstankar och det är möjligt att förloppet är komplicerat med läckage inte bara mot atmosfären utan också mot andra medier i massans omgivning. Så har till exempel förvånansvärt höga halter av PCB återfunnits i både betongelementen intill fogen och den i bottningslist som brukar finnas innanför fogmassan. I vissa lägen har också sprickbildningar i fogarna säkert hjälpt till att förändra eventuella gradienter som kan ha byggts upp i massan.

Ett försök att uppskatta den mängd PCB som finns i det hus i Sättra som undersökts kom fram till att fogarna skulle kunna innehålla ca $370 \text{ kg} \cdot 10\% \approx 40 \text{ kg } \Sigma\text{PCB}$. Till detta kommer den PCB som finns i den bakomliggande bottenlistan. Om den väger 10 g per löpmeter ger 3 000 m fog 30 kg list och med en halt av 8% motsvarar det 2,4 kg ΣPCB . Det måste dock understrykas att dessa kalkyler utgår från ett antal osäkra antaganden. Det är ändå besvärligare att integrera den mängd som kan finnas i betongelementen. Om man betraktar halterna i provtagningspunkten "nära fog" som ett medelvärde för halten i den första centimetern av betongen så ger de erhållna resultaten en medelkoncentration av ca 20 mg/kg i denna centimeter in till 30 mm djup. Om betongens densitet är $2,3 \text{ kg/dm}^3$ kommer denna centimeter att innehålla (in till 30 mm) ca 0,7 kg per löpmeter och med båda sidorna kring fogen får man då 4 000 kg betong i dessa centimetrar. Resultatet skulle då bli att denna volym innehåller drygt 0,1 kg och alltså svara för ett marginellt tillskott till totalmängden PCB i detta hus. Huvudmängden av kvarvarande PCB finns således kvar i fogmassan, men knappt 10% kan alltså finnas i bottenlistan innanför massan och denna bör också tas om hand för säker kvittblivning vid sanering av dessa fogar.

De "recept" på fogmassor som beskrivits i litteraturen (Burström, 1976; Hammar, 1992) indikerar att halterna normalt legat vid 20% eller strax däröver. Det går inte att säga om detta gällde produkterna som använts i de nu undersökta fastigheterna, men om så var fallet har stor del av PCB redan hunnit "försvinna". Den stora likhet som ofta påträffas mellan tekniska produkter och den PCB som påträffas i dessa gamla fogmassor indikerar att det inte är frågan om någon nedbrytning då de gaskromatografiska mönstren borde givit någon ledtråd om detta. Om halterna minskat är det sannolikt fråga om att PCB emitterats från massan antingen genom förgasning eller genom utlösning, där den senare av dessa processer är osannolik då PCB har låg vattenlöslighet. Den stora likhet som finns mellan sammansättningen i fogen idag och högklorerade PCB-produkter gör också förångning mindre sannolik eftersom man då borde sett en utarmning av de lågklorerade och lättflyktigare föreningarna. Det finns alltså skäl att misstänka att fogmassan då den sattes upp inte hade högre PCB-halt än den vi kan analysera i dag.

De luftprover som analyserats från Sättrahuset visar stora skillnader i PCB-halt. Det prov som togs vid svalt och regnigt väder innehöll något högre koncentration PCB än vad som kunde uppmätas vid provtagning av utomhusluften i Solna. Kvalitativt ses också påverkan av den högklorerade

PCB-produkten i fogmassan i Sättra. Detta syns mycket tydligt i provet som togs vid varm väderlek och koncentrationen var i detta fall ca hundra gånger högre.

Intressant är också fördelningen mellan PCB på filtret och på adsorbenten. Vid dessa temperaturer brukar nästan all PCB återfinnas på adsorbenten men i detta fall fanns ungefär lika mycket på filtret. En förklaring till detta kan vara att stor del av emissionen består av små partiklar som blåser av ytan på fogen och att dessa fastnar i provtagningsfiltret. Det kan vara så att denna fördelning mellan filter och adsorbent borde vara än mer förskjuten mot filtret beroende på att den kraftiga luftströmmen kan förånga PCB från de små partiklarna och föra dem vidare in i adsorbenten. Teorin att små partiklar skulle kunna lossna stöds av de observationer att fler av de undersökta fogmassorna varit "mjöliga", dvs haft en eroderad yta och att det lätt går att stryka av en del av dessa partiklar.

För att kunna bedöma betydelsen av att delar av PCB-emissionen är partikelbunden skulle dessa partiklar behöva studeras. Egenskaper som är av vikt för spridningen är givetvis partiklarnas storlek. En annan intressant fråga är hur biotillgänglig PCB blir om den ligger inlöst i dessa partiklar.

Analyserna av jordprov visar också att PCB sprids i Sättrahusets närhet. Det faktum att fogmassans PCB-mönster tydligt kan ses i jord hundratals meter från husen visar att åtminstone närmiljön kan påverkas. Gradienten utanför husfasaden är mycket brant vilket talar för att det kan vara relativt stora partiklar som står för de höga halterna intill huset. På avstånd över ca 5 meter avtar halterna betydligt långsammare.

Djupgradienten togs alldeles intill huset och visar att det åtminstone ner till 30 cm under markytan finns höga halter av PCB. Det utseende gradienten nu har (se figur 9) är inte lätt att förklara, men kan möjligen bero av olika stark adsorptionsförmåga i olika jordlager.

För att försöka uppskatta hur mycket PCB som finns i jorden utanför Sättrahuset får man gör ett antal antaganden. Ett är att fördelningen på djupet är densamma över hela ytan, en annan att det inte finns någon PCB under ca 30 cm djup. Under dessa förutsättningar kan man beräkna mängderna på olika djup och avstånd från huset. I appendix 2 har denna beräkning gjorts för en 1 meter bred, 60 m lång och 32 cm djup remsa rakt ut från huset och resultatet blir att denna skulle kunna innehålla ca 3 g PCB. Om huset har en total fasadlängd av 150 m kan alltså denna jordmassa innehålla ca 450 g vilket motsvarar några procent av den PCB som finns kvar i fasadens fogmassa idag.

I en nordisk riskbedömning av PCB beräknades att svenskar får i sig ca 0,24 µg PCB/kg kroppsvikt och dag vilket skall jämföras med lägsta effektdoser som ligger i området 0,014–0,9 µg/kg kroppsvikt och dag (Ahlborg et al. 1992). Det är därmed osäkert om det finns någon säkerhetsmarginal varför ytterligare exponering måste undvikas.

I det undersökta huset i Sättra kan direktexponering av PCB tänkas via fler vägar. En är via inandningsluften där den högsta uppmätta halten (300 ng/m³) skulle kunna ge en vuxen person 0,1 µg/kg kroppsvikt och dag under förutsättning att personen andas 25 m³ per dygn och att all PCB tas upp i lungan. Det är den integrerade exponeringen över lång tid som bestämmer halter i kroppen och denna luftsituation är kortvarig och under större delen av året är lufthalterna av PCB i området sannolikt inte långt över bakgrunds nivåer.

Små barn äter ofta jord och detta skulle också kunna utgöra en väg för PCB-exponering. Ett barn som per dag i genomsnitt äter 0,1 g jord med den högsta halt som påträffades i Sättra (ca 10 mg/kg) kan få i sig 0,1 µg/kg kroppsvikt och dag, om barnet väger 10 kg.

Båda ovanstående beräkningar bygger på att all PCB som kommer in i kroppen också tas upp. Det är omöjligt att säga hur den PCB som finns i partiklar/smulor betar sig. Det är svårt att veta hur fördelningen av PCB mellan polymerpartikeln och det biologiska systemet ser ut. Det finns skäl att tro att PCB löst i fogmassa tas upp långsammare än PCB i födoämnen. För att bedöma eventuell exponering för PCB i och omkring PCB-fogade hus behövs ytterligare studier av hur PCB föreligger och hur den betar sig i dessa former.

De uppmätta halterna i jorden överstiger med bred marginal (ca 20 gånger) de värden som Naturvårdsverket satt som gräns för känslig markanvändning (Naturvårdsverket, 1997). Med känslig markanvändning menas då t ex jord i bostadsområden och gränsvärdet är baserat på risken att jord dammar upp på bladgrönsaker.

SLUTSATSER

Resultaten i denna undersökning av hus med PCB-haltiga fogmassor visar att:

- luft utanför huset kan innehålla PCB i koncentrationer som överstiger bakgrundsvärden med flera tiopotenser
- förhöjda koncentrationer i inomhusluften blir resultatet av att använda dessa fogmassor inomhus
- jorden utanför huset innehåller höga PCB-halter och de högsta koncentrationerna som påträffats ligger ca tusen gånger högre än bakgrundsvärden
- PCB-halten i jord är ca 20 gånger högre än vad Naturvårdsverkets rekommenderar för känslig markanvändning
- markens innehåll av PCB minskar relativt snabbt med avståndet från huset men fortfarande flera hundra meter ifrån kan en tydlig påverkan skönjas
- PCB har vandrat in i kringliggande byggnadsmaterial och kan återfinnas i både bottningslister innanför fogmassan och i den kringliggande betongen
- klorparaffiner verkar vara ett av substituten till PCB när dessa produkter förbjöds
- viss direkt PCB-exponering av boende i områden med PCB-haltiga fogmassor inte kan uteslutas.

Undersökningen har inte lyckats visa

- hur mycket PCB som totalt lämnat eller lämnar byggnaden
- i vilken form PCB emitteras även om starka indicier finns att det till stor del sker i partiklar.

REKOMMENDATIONER

Det bedöms idag ytterst väsentligt att minska halten PCB i vår miljö och det är därför väsentligt att åtgärda de källor vi känner. Det är uppenbart att PCB-fogade hus utgör en inte oväsentlig källa och den bör alltså åtgärdas.

Följande aktioner för att minska olägenheterna med PCB i fogmassor föreslås:

- fogmassor i hus byggda (eller fasadrenoverade) inom perioden 1957–1972 undersöks med avseende på PCB-innehåll
- fogmassor med mer än 1% PCB demonteras i en första omgång och detta inkluderar det fyllnadsmaterial som finns bakom fogmassan (om även betong fräses bort vid renoveringen skall den följa fogmassan vid omhändertagandet)
- fogmassor med PCB-halter i intervallet 0,005–1% (50–10000 ppm) åtgärdas i en andra omgång med tidsplan som bestäms då inventeringen av fogmassor är klar
- fogmassor med PCB-halter i intervallet 0,0002–0,005 % (2–50 ppm) omhändertas på ett säkert sätt vid rivning eller renovering
- all demonterad fogmassa behandlas som farligt avfall innan dess PCB-innehåll bestämts
- all hantering av PCB-haltiga fogmassor utföres med stor försiktighet för att undvika exponering av människor och miljö.

Underlaget för rekommendationer avseende hantering av redan förorenad områden kring PCB-fogade fastigheter är ofullständigt och för att förbättra det bör:

- omgivning kring ytterligare några hus undersökas med noggrann kartläggning av PCB-halter i marken
- studier av hur PCB finns bundet till partiklar och dessas egenskaper (tex storleksfördelning, biotillgänglighet, stabilitet) genomförs
- en studie av PCB-halter i barr genomföres runt ett hus (eller en grupp av hus) med PCB i fasaderna vilket skulle kunna ge ytterligare information om spridningen.

Det är uppenbart att dessa förslag kommer att bli kostnadskrävande för vissa fastighetsägare, men i många av de aktuella fastigheterna är fasadfogarna i starkt behov av renovering och denna skulle ändå fått genomföras inom kort.

Förslagen kräver också att det finns laboratorier som kan utföra analysarbetet och den kontroll av tidigare prestationer från några av dessa laboratorier visar på ett problem när det gäller kvaliteten. För att komma till rätta med detta föreslås att

- referensprov (fogmassor med känd PCB-halt) tas fram för kvalitetskontroll, speciellt intressant blir halter kring de gränsvärden som föreslagits ovan
- en interkalibrering av aktuella laboratorier genomförs.

Det kan möjligen gå att göra analyserna billigare genom att testa screeningmetoder som skulle kunna sortera ut prov som ligger i närheten av något gränsvärde och sedan koncentrera de noggrannare analyserna till dessa prov.

LITTERATURREFERENSER

- AB Jacobson & Widmark, 1996, "Kartläggning av materialflöden inom bygg- och anläggningssektorn". Naturvårdsverkets rapport 4659. ISBN 91-620-4659-4.
- Ahlborg U, Hanberg A och Kenne K, 1992, "Risk Assessment of Polychlorinated Biphenyls (PCBs)". Nordic Council of Ministers report Nord 1992:26. ISBN 92-9120-075-1.
- Balfanz E, Fuchs J och Kieper H, 1993, "Sampling and analysis of polychlorinated biphenyls (PCB) in indoor air due to permanently elastic sealants", *Chemosphere* **26**, 871-880.
- Benthe C, Heinzow B, Jessen H, Mohr S och Rotard W, 1992, "Polychlorinated biphenyls. Indoor air contamination due to Thiokol-rubber sealants in an office building", *Chemosphere* **25**, 1481-1486.
- Björndal H, Flodström S, Jansson B, Johansson N, Jonsson P, Lundgren A, Svanberg O och Östman M, 1996, "POP Stabila Organiska Miljögifter". Naturvårdsverkets rapport 4563. ISBN 91-620-4563.
- Boije L och Markensten H, 1993, "Miljonprogrammets giftiga baksida, PCB i fogmassor i flerfamiljs elementhus 1957-1972", 5-poängsuppsats från Tema Vatten vid Linköpings universitet vårterminen 1993.
- Burkhardt U, Burk M, Balfanz E och Leidel L, 1990, "Innenraumbelastung durch Polychlorierte Biphenyle (PCB) in dauerelastischen Dichtungsmassen". Manuskript.
- Burström PG, 1976, "Beständighet och åldring hos fogmassor", rapport från avdelningen för byggnadsmateriallära, Lunds tekniska högskola, till Statens råd för byggnadsforskning 1976, projekt nr 730221-4.
- Gossler K och Höhle T, 1992, "Quantifizierung der Ausgang von Polychlorierten Biphenylen aus Fugendichtmassen", IRB Verlag, Stuttgart, 78 s.
- Hammar T, 1992, "PCB i fogmassor", Länsstyrelsen i Kalmar län informerar 1992:10.
- Jacobson JL, Jacobson SW och Humphrey HEB, 1990a, "Effects of in utero exposure to polychlorinated biphenyls and related contaminants on cognitive functioning in young children" *J Pediatr* **116**, 38-45.
- Jacobson JL, Jacobson SW and Humphrey HEB, 1990b, "Effects of exposure to PCBs and related compounds on growth and activity in children", *Neurotoxicol Teratol* **12**, 319-326.

- Jacobson JL och Jacobson SW, 1996, "Intellectual impairment in children exposed to polychlorinated biphenyls in utero", *New England Journal of Medicine* **335**, 783–789.
- Jensen S, 1966, "Report of a new chemical hazard", *New Sci* **32**, 612.
- Kafkas Y, 1993, "PCB-innehållande fogmassor i Stockholm", examensarbete från den geografiska institutionen vid Stockholms universitet vårterminen 1993.
- Lundholm O, 1994, "PCB-rapport. Inventering/kartläggning av PCB i byggnader i Lerums kommun", rapport från Miljö- och hälsoskyddskontoret i Lerum.
- Naturvårdsverket, 1997, "Generella riktvärden för förorenad mark". Naturvårdsverkets rapport 4638.
- Schulz DE, Petrick G och Duinker JC, 1989, "Complete Characterization of Polychlorinated Biphenyl Congeners in Commercial Aroclor and Clophen Mixtures by Multidimensional Gas Chromatography – Electron Capture Detection", *Environ Sci Technol*, **23**, 852–859.
- WHO 1993, "Polychlorinated Biphenyls and Terphenyls (Second Edition)". IPCS Environmental Health Criteria 140, World Health Organization, Geneva. ISBN 92-4-157140-3.
- Zweiner G, 1994, "Polychlorierte Biphenyle in Gebäude", *Deutsches Architektblatt*, Ausgabe Baden-Wuerttemberg, **26**, 786–789.
- Åstebro A, 1993, "PCB - Förekomst, problem och förslag till åtgärder", Miljöförvaltningen i Stockholms stad, "Information – miljöskydd".
- Öberg T, 1994, "Förekomst av PCB och PCN i varor och kemiska produkter i Sverige", underlagsrapport 5 till kloruppdraget vid Kemikalieinspektionen, maj 1994.

APPENDIX 1.

Resultat från PCB-analyser utförda inom projektet

PROVTYP	LOKAL	PROV	ENHET	7PCB	ΣPCB	MÖNSTER
Fogmassa	Kungshamra	Rumsfönster insida	mg/kg	14000	73000	1248
Fogmassa	Kungshamra	Rumsdörr insida	mg/kg	14000	73000	1248
Fogmassa	Kungshamra	Fog i ytterfasad	mg/kg	nd	nd	-
Fogmassa	Sätra	Sätra torg	mg/kg	64000	190000	1260
Fogmassa	Sätra	Sätra torg	mg/kg	42000	130000	1260
Bottningslist	Sätra	Innanför fog-massa	mg/kg	25000	75000	1260
Bottningslist	Sätra	Innanför fog-massa	mg/kg	29000	87000	1260
Fogmassa	Sätra	Fog norrfasad	mg/kg	37000	110000	1260
Fogmassa	Sätra	Fog norrfasad	mg/kg	47000	140000	1260
Fogmassa	Sätra	Fog norrfasad	mg/kg	48000	140000	1260
Fogmassa	Sätra	Fog norrfasad	mg/kg	49000	150000	1260
Fogmassa	Sätra	Fog söderfasad	mg/kg	30000	90000	1260
Fogmassa	Sätra	Fog söderfasad	mg/kg	34000	100000	1260
Fogmassa	Sätra	Fog söderfasad	mg/kg	46000	140000	1260
Fogmassa	Sätra	Fog söderfasad	mg/kg	38000	110000	1260
Fogmassa	Jungfrudansen	Fog söderfasad, snitt A, 1 innerst	mg/kg	520 a)	7100	1248
Fogmassa	Jungfrudansen	Fog söderfasad, snitt A, 2	mg/kg	100 a)	1400	1248

a) PCB-mönstret stört av klorparaffiner och halten av PCB 52 anges i stället för 7PCB.

b) PCB-mönstret motsvarar inte någon känd produkt.

nd står för icke detekterbara mängder. Detektionsgränsen varierar mellan matriserna och har ej bestämts.

PROVTYP	LOKAL	PROV	ENHET	7PCB	ΣPCB	MÖNSTER
Fogmassa	Jungfrudansen	Fog söderfasad, snitt A, 3	mg/kg	190 a)	2600	1248
Fogmassa	Jungfrudansen	Fog söderfasad, snitt A, 4	mg/kg	240 a)	3300	1248
Fogmassa	Jungfrudansen	Fog söderfasad, snitt A, 5	mg/kg	360 a)	4900	1248
Fogmassa	Jungfrudansen	Fog söderfasad, snitt A, 6	mg/kg	220 a)	3000	1248
Fogmassa	Jungfrudansen	Fog söderfasad, snitt A, 7 ytterst	mg/kg	100 a)	1400	1248
Fogmassa	Jungfrudansen	Fog söderfasad, snitt B, 1 innerst	mg/kg	140 a)	1900	1248
Fogmassa	Jungfrudansen	Fog söderfasad, snitt B, 2	mg/kg	200 a)	2700	1248
Fogmassa	Jungfrudansen	Fog söderfasad, snitt B, 3	mg/kg	160 a)	2200	1248
Fogmassa	Jungfrudansen	Fog söderfasad, snitt B, 4 ytterst	mg/kg	180 a)	2500	1248
Fogmassa	Jungfrudansen	Fog söderfasad, snitt C, 1 innerst	mg/kg	300 a)	4100	1248
Fogmassa	Jungfrudansen	Fog söderfasad, snitt C, 2	mg/kg	160 a)	2200	1248
Fogmassa	Jungfrudansen	Fog söderfasad, snitt C, 3	mg/kg	170 a)	2300	1248
Fogmassa	Jungfrudansen	Fog söderfasad, snitt C, 4	mg/kg	90 a)	1200	1248
Fogmassa	Jungfrudansen	Fog söderfasad, snitt C, 5 ytterst	mg/kg	70 a)	960	1248
Fogmassa	Jungfrudansen	Fog söderfasad, snitt D, 1 innerst	mg/kg	250 a)	3400	1248

a) PCB-mönstret stört av klorparaffiner och halten av PCB 52 anges i stället för 7PCB.

b) PCB-mönstret motsvarar inte någon känd produkt.

nd står för icke detekterbara mängder. Detektionsgränsen varierar mellan matriserna och har ej bestämts.

PROVTYP	LOKAL	PROV	ENHET	7PCB	ΣPCB	MÖNSTER
Fogmassa	Jungfrudansen	Fog söderfasad, snitt D, 2	mg/kg	180 a)	2500	1248
Fogmassa	Jungfrudansen	Fog söderfasad, snitt D, 3	mg/kg	400 a)	5500	1248
Fogmassa	Jungfrudansen	Fog söderfasad, snitt D, 4 ytterst	mg/kg	350 a)	4800	1248
Bottningslist	Jungfrudansen	Fog söderfasad, innerst	mg/kg	150 a)	2100	1248
Bottningslist	Jungfrudansen	Fog söderfasad, vänsterkant	mg/kg	120 a)	1600	1248
Bottningslist	Jungfrudansen	Fog söderfasad, mitt	mg/kg	170 a)	2300	1248
Bottningslist	Jungfrudansen	Fog söderfasad, högerkant	mg/kg	120 a)	1600	1248
Bottningslist	Jungfrudansen	Fog söderfasad, ytterst mot fogmassa	mg/kg	110 a)	1500	1248
Luft		Blank 1	ng/m ³	0.08	b)	b)
Luft		Blank 2	ng/m ³	0.08	b)	b)
Luft	Solna	Inomhus PUF1	ng/m ³	1	b)	b)
Luft	Solna	Inomhus PUF2	ng/m ³	0.16	b)	b)
Luft	Solna	Utomhus PUF1	ng/m ³	0.4	b)	b)
Luft	Kungshamra	Trapphus PUF	ng/m ³	35	190	1248
Luft	Kungshamra	Bostadsrum PUF	ng/m ³	2.7	14	1248
Luft	Sätra	Balkong (regn) PUF	ng/m ³	1	3	1260
Luft	Sätra	Balkong (sol & varmt) PUF	ng/m ³	51	150	1260
Luft	Sätra	Balkong (sol & varmt) filter	ng/m ³	46	140	1260

a) PCB-mönstret stört av klorparaffiner och halten av PCB 52 anges i stället för 7PCB.

b) PCB-mönstret motsvarar inte någon känd produkt.

nd står för icke detekterbara mängder. Detektionsgränsen varierar mellan matriserna och har ej bestämts.

PROVTYP	LOKAL	PROV	ENHET	7PCB	ΣPCB	MÖNSTER
Luft	Sätra	Blankprov PUF	ng/m ³	nd	nd	
Jord	Sätra	2 cm djup, 0,1 m från vägg	mg/kg dw	3.3	9.8	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 0,1 m från vägg	mg/kg dw	1	3	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 0,5 m från vägg	mg/kg dw	0.86	2.6	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 1,0 m från vägg	mg/kg dw	0.5	1.5	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 1,5 m från vägg	mg/kg dw	0.37	1.1	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 2,0 m från vägg	mg/kg dw	0.31	0.84	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 2,0 m från vägg	mg/kg dw	0.28	0.84	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 2,0 m från vägg	mg/kg dw	0.26	0.78	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 2,0 m från vägg	mg/kg dw	0.31	0.93	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 2,0 m från vägg	mg/kg dw	0.24	0.72	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 2,5 m från vägg	mg/kg dw	0.19	0.58	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 3,0 m från vägg	mg/kg dw	0.19	0.57	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 3,5 m från vägg	mg/kg dw	0.15	0.45	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 5,5 m från vägg	mg/kg dw	0.16	0.47	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 12,8 m från vägg	mg/kg dw	0.04	0.12	1260

a) PCB-mönstret stört av klorparaffiner och halten av PCB 52 anges i stället för 7PCB.

b) PCB-mönstret motsvarar inte någon känd produkt.

nd står för icke detekterbara mängder. Detektionsgränsen varierar mellan matriserna och har ej bestämts.

PROVTYPE	LOKAL	PROV	ENHET	7PCB	ΣPCB	MÖNSTER
Jord	Sätra	2 cm djup, 26 m från vägg	mg/kg dw	0.1	0.31	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 52 m från vägg	mg/kg dw	0.03	0.09	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, ca 500 m från vägg	mg/kg dw	0.015	0.046	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, ca 500 m från vägg	mg/kg dw	0.0076	0.023	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 0,1 m från vägg	mg/kg ig	6.5	20	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 0,1 m från vägg	mg/kg ig	14	42	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 0,5 m från vägg	mg/kg ig	4.2	13	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 1,0 m från vägg	mg/kg ig	2.7	8.2	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 1,5 m från vägg	mg/kg ig	2.3	6.8	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 2,0 m från vägg	mg/kg ig	1.6	4.8	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 2,0 m från vägg	mg/kg ig	1.8	5.5	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 2,0 m från vägg	mg/kg ig	1.7	5.1	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 2,0 m från vägg	mg/kg ig	1.6	4.7	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 2,0 m från vägg	mg/kg ig	1.8	5.4	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 2,5 m från vägg	mg/kg ig	1	3.1	1260

a) PCB-mönstret stort av klorparaffiner och halten av PCB 52 anges i stället för 7PCB.

b) PCB-mönstret motsvarar inte någon känd produkt.

nd står för icke detekterbara mängder. Detektionsgränsen varierar mellan matriserna och har ej bestämts.

PROVTYP	LOKAL	PROV	ENHET	7PCB	ΣPCB	MÖNSTER
Jord	Sätra	2 cm djup, 3,0 m från vägg	mg/kg ig	1.1	3.3	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 3,5 m från vägg	mg/kg ig	1	3	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 5,5 m från vägg	mg/kg ig	0.7	2.1	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 12,8 m från vägg	mg/kg ig	0.44	1.3	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 26 m från vägg	mg/kg ig	0.19	0.57	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, 52 m från vägg	mg/kg ig	0.34	1	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, ca 500 m från vägg	mg/kg ig	0.14	0.41	1260
Jord	Sätra	2 cm djup, ca 500 m från vägg	mg/kg ig	0.072	0.22	1260
Jord	Sätra	0-2 cm djup, ca 0,1 från vägg	mg/kg dw	1.5	4.5	1260
Jord	Sätra	2-4 cm djup, ca 0,1 från vägg	mg/kg dw	0.94	2.8	1260
Jord	Sätra	4-6 cm djup, ca 0,1 från vägg	mg/kg dw	1.4	4.2	1260
Jord	Sätra	6-7,5 cm djup, ca 0,1 från vägg	mg/kg dw	0.78	2.3	1260
Jord	Sätra	7,5-8,5 cm djup, ca 0,1 från vägg	mg/kg dw	0.14	0.42	1260
Jord	Sätra	8,5-9,5 cm djup, ca 0,1 från vägg	mg/kg dw	0.2	0.6	1260

a) PCB-mönstret stort av klorparaffiner och halten av PCB 52 anges i stället för 7PCB.

b) PCB-mönstret motsvarar inte någon känd produkt.

nd står för icke detekterbara mängder. Detektionsgränsen varierar mellan matriserna och har ej bestämts.

PROVTYP	LOKAL	PROV	ENHET	7PCB	ΣPCB	MÖNSTER
Jord	Sätra	4 cm djup, ca 0,1 m från vägg	mg/kg dw	0.83	2.5	1260
Jord	Sätra	4 cm djup, ca 0,1 m från vägg	mg/kg dw	0.86	2.6	1260
Jord	Sätra	4 cm djup, ca 0,1 m från vägg	mg/kg dw	1.2	3.5	1260
Jord	Sätra	9 cm djup, ca 0,1 m från vägg	mg/kg dw	0.26	0.78	1260
Jord	Sätra	13 cm djup, ca 0,1 m från vägg	mg/kg dw	0.37	1.1	1260
Jord	Sätra	18 cm djup, ca 0,1 m från vägg	mg/kg dw	0.19	0.56	1260
Jord	Sätra	20 cm djup, ca 0,1 m från vägg	mg/kg dw	0.23	0.7	1260
Jord	Sätra	24 cm djup, ca 0,1 m från vägg	mg/kg dw	0.32	0.96	1260
Jord	Sätra	26 cm djup, ca 0,1 m från vägg	mg/kg dw	0.41	1.2	1260
Jord	Sätra	30 cm djup, ca 0,1 m från vägg	mg/kg dw	0.23	0.69	1260
Jord	Sätra	4 cm djup, ca 0,1 m från vägg	mg/kg ig	2.4	7.2	1260
Jord	Sätra	4 cm djup, ca 0,1 m från vägg	mg/kg ig	5	15	1260

a) PCB-mönstret stört av klorparaffiner och halten av PCB 52 anges i stället för 7PCB.

b) PCB-mönstret motsvarar inte någon känd produkt.

nd står för icke detekterbara mängder. Detektionsgränsen varierar mellan matriserna och har ej bestämts.

PROVTYP	LOKAL	PROV	ENHET	7PCB	ΣPCB	MÖNSTER
Jord	Sätra	4 cm djup, ca 0,1 m från vägg	mg/kg ig	7	21	1260
Jord	Sätra	9 cm djup, ca 0,1 m från vägg	mg/kg ig	3.2	9.7	1260
Jord	Sätra	13 cm djup, ca 0,1 m från vägg	mg/kg ig	8.8	26	1260
Jord	Sätra	18 cm djup, ca 0,1 m från vägg	mg/kg ig	3.8	11	1260
Jord	Sätra	20 cm djup, ca 0,1 m från vägg	mg/kg ig	15	44	1260
Jord	Sätra	24 cm djup, ca 0,1 m från vägg	mg/kg ig	5.3	16	1260
Jord	Sätra	26 cm djup, ca 0,1 m från vägg	mg/kg ig	45	140	1260
Jord	Sätra	30 cm djup, ca 0,1 m från vägg	mg/kg ig	14	43	1260
Betong	Sätra	0,4 cm från fog, djup 0-6 mm	mg/kg dw	60	180	1260
Betong	Sätra	0,4 cm från fog, djup 6-10 mm	mg/kg dw	20	60	1260
Betong	Sätra	0,4 cm från fog, djup 10-15 mm	mg/kg dw	8.7	26	1260
Betong	Sätra	0,4 cm från fog, djup 15-20 mm	mg/kg dw	9.2	28	1260
Betong	Sätra	0,4 cm från fog, djup 20-30 mm	mg/kg dw	4.2	13	1260

a) PCB-mönstret stört av klorparaffiner och halten av PCB 52 anges i stället för 7PCB.

b) PCB-mönstret motsvarar inte någon känd produkt.

nd står för icke detekterbara mängder. Detektionsgränsen varierar mellan matriserna och har ej bestämts.

PROVTYP	LOKAL	PROV	ENHET	7PCB	ΣPCB	MÖNSTER
Betong	Sätra	1 cm från fog, djup 0-7 mm	mg/kg dw	1.2	3.5	1260
Betong	Sätra	1 cm från fog, djup 7-16 mm	mg/kg dw	1.6	4.6	1260
Betong	Sätra	1 cm från fog, djup 16-22 mm	mg/kg dw	0.91	2.7	1260
Betong	Sätra	2 cm från fog, djup 0-6 mm	mg/kg dw	1.1	3.2	1260
Betong	Sätra	2 cm från fog, djup 6-13 mm	mg/kg dw	0.15	0.44	1260
Betong	Sätra	3 cm från fog, djup 0-6 mm	mg/kg dw	0.36	1.1	1260
Betong	Sätra	3 cm från fog, djup 6-13 mm	mg/kg dw	0.03	0.09	1260
Betong	Sätra	5 cm från fog, djup 0-5 mm	mg/kg dw	0.075	0.23	1260
Betong	Sätra	5 cm från fog, djup 5-10 mm	mg/kg dw	0.039	0.12	1260
Betong	Sätra	12 cm från fog, djup 0-5 mm	mg/kg dw	0.065	0.2	1260
Betong	Sätra	12 cm från fog, djup 5-10 mm	mg/kg dw	0.016	0.048	1260
Betong	Sätra	25 cm från fog, djup 0-5 mm	mg/kg dw	0.059	0.18	1260
Betong	Sätra	25 cm från fog, djup 5-10 mm	mg/kg dw	0.022	0.065	1260
Betong	Sätra	50 cm från fog, djup 0-5 mm	mg/kg dw	0.019	0.057	1260
Betong	Sätra	50 cm från fog, djup 5-10 mm	mg/kg dw	0.015	0.044	1260

a) PCB-mönstret stort av klorparaffiner och halten av PCB 52 anges i stället för 7PCB.

b) PCB-mönstret motsvarar inte någon känd produkt.

nd står för icke detekterbara mängder. Detektionsgränsen varierar mellan matriserna och har ej bestämts.

PROVTYP	LOKAL	PROV	ENHET	7PCB	ΣPCB	MÖNSTER
Betong	Sätra	0,4 cm från fog, djup 5-12 mm	mg/kg dw	76	230	1260
Betong	Sätra	1 cm från fog, djup 5-12 mm	mg/kg dw	0.85	2.6	1260
Betong	Sätra	2 cm från fog, djup 5-14 mm	mg/kg dw	0.13	0.4	1260
Betong	Sätra	4 cm från fog, djup 5-11 mm	mg/kg dw	0.15	0.45	1260

a) PCB-mönstret stört av klorparaffiner och halten av PCB 52 anges i stället för 7PCB.

b) PCB-mönstret motsvarar inte någon känd produkt.

nd står för icke detekterbara mängder. Detektionsgränsen varierar mellan matriserna och har ej bestämts.

APPENDIX 2.

Analyserade (fetstil) och beräknade (normal stil) PCB-halter och -mängder i olika markavsnitt utanför Sättrahuset

AVSTÅND FRÅN FASAD (m)	0-0,3	0,3- 0,8	0,8- 1,3	1,3- 1,8	1,8- 2,3	2,3- 2,8	2,8- 3,3	3,3- 4,5	4,5- 9,2	9,2- 20	20- 40	40- 60	0- 60
Konc (mg/kg) ΣPCB i djup- intervallet 0-2 cm	5,8	2,6	1,5	1,1	0,82	0,58	0,57	0,45	0,47	0,12	0,31	0,09	
Konc (mg/kg) ΣPCB i djup- intervallet 2-4 cm	2,9	1,30	0,75	0,55	0,41	0,29	0,29	0,23	0,24	0,06	0,16	0,05	
Konc (mg/kg) ΣPCB i djup- intervallet 4-6 cm	4,3	1,93	1,11	0,82	0,61	0,43	0,42	0,33	0,35	0,09	0,23	0,07	
Konc (mg/kg) ΣPCB i djup- intervallet 6-7,5 cm	2,3	1,03	0,59	0,44	0,33	0,23	0,23	0,18	0,19	0,05	0,12	0,04	
Konc (mg/kg) ΣPCB i djup- intervallet 7,5-8,5 cm	0,43	0,19	0,11	0,08	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03	0,00	0,02	0,00	
Konc (mg/kg) ΣPCB i djup- intervallet 8,5-11 cm	0,61	0,27	0,16	0,12	0,09	0,06	0,06	0,05	0,05	0,01	0,03	0,00	
Konc (mg/kg) ΣPCB i djup- intervallet 11-15,5 cm	1,1	0,49	0,28	0,21	0,16	0,11	0,11	0,09	0,09	0,02	0,06	0,02	
Konc (mg/kg) ΣPCB i djup- intervallet 15,5-19 cm	0,56	0,25	0,14	0,11	0,08	0,06	0,06	0,04	0,05	0,01	0,03	0,00	
Konc (mg/kg) ΣPCB i djup- intervallet 19-22 cm	0,7	0,31	0,18	0,13	0,10	0,07	0,07	0,05	0,06	0,01	0,04	0,01	

AVSTÅND FRÅN FASAD (m)	0-0,3	0,3-0,8	0,8-1,3	1,3-1,8	1,8-2,3	2,3-2,8	2,8-3,3	3,3-4,5	4,5-9,2	9,2-20	20-40	40-60	0-60
Konc (mg/kg) ΣPCB i djup- intervallet 22-25 cm	0,96	0,43	0,25	0,18	0,14	0,10	0,09	0,07	0,08	0,02	0,05	0,01	
Konc (mg/kg) ΣPCB i djup- intervallet 25-28 cm	1,2	0,54	0,31	0,23	0,17	0,12	0,12	0,09	0,10	0,02	0,06	0,02	
Konc (mg/kg) ΣPCB i djup- intervallet 28-32 cm	0,69	0,31	0,18	0,13	0,10	0,07	0,07	0,05	0,06	0,01	0,04	0,01	
PER METER FASAD ERHÅLLES DÅ FÖLJANDE MÄNGDER:													
Mängd (mg) ΣPCB i djup- intervallet 0-2 cm	70	47	30	22	16	12	11	23	68	54	243	94	689
Mängd (mg) ΣPCB i djup- intervallet 2-4 cm	35	23	15	11	8	6	6	11	34	27	122	47	344
Mängd (mg) ΣPCB i djup- intervallet 4-6 cm	52	35	22	16	12	9	8	17	50	40	180	69	511
Mängd (mg) ΣPCB i djup- intervallet 6-7,5 cm	21	14	9	7	5	3	3	7	20	16	72	28	205
Mängd (mg) ΣPCB i djup- intervallet 7,5-8,5 cm	3	2	1	0	0	0	0	0	3	2	9	3	26
Mängd (mg) ΣPCB i djup- intervallet 8,5-11 cm	9	6	4	3	2	2	1	3	9	7	32	12	91
Mängd (mg) ΣPCB i djup- intervallet 11-15,5 cm	30	20	13	9	7	5	5	10	29	23	104	40	294

AVSTÅND FRÅN FASAD (m)	0-0,3	0,3- 0,8	0,8- 1,3	1,3- 1,8	1,8- 2,3	2,3- 2,8	2,8- 3,3	3,3- 4,5	4,5- 9,2	9,2- 20	20- 40	40- 60	0- 60
Mängd (mg) ΣPCB i djup- intervallet 15,5-19 cm	12	8	5	4	3	2	2	4	11	9	41	16	116
Mängd (mg) ΣPCB i djup- intervallet 19-22 cm	13	8	5	4	3	2	2	4	12	10	44	17	125
Mängd (mg) ΣPCB i djup- intervallet 22-25 cm	17	12	7	5	4	3	3	6	17	13	60	23	171
Mängd (mg) ΣPCB i djup- intervallet 25-28 cm	22	15	9	7	5	4	4	7	21	17	75	29	214
Mängd (mg) ΣPCB i djup- intervallet 28-32 cm	17	11	7	5	4	3	3	5	16	13	58	22	164
Mängd (mg) ΣPCB i djupinter- vallet 0-32 cm	298	200	128	94	70	50	49	96	290	232	1040	401	2949

APPENDIX 3.

Resultat från nya analyser av tidigare undersökta prover

PROVTYP	FASTIGHET	ANALYS INOM DETTA PROJEKT				TIDIGARE ANALYS
		MÖNSTER	ENHET	7PCB	ΣPCB	
Polysulfid	Askebykrog (Tensta)	1260	mg/kg	66 000 55 000	200 000 170 000	520 000
Polysulfid	Malmskillnadsg. 35	1260	mg/kg	48 000 55 000	140 000 170 000	400 000
Polysulfid	Tégnerlunden 6	1260	mg/kg	63 000 64 000	190 000 190 000	690 000 och 200 000
Polysulfid	Drottningg. 56	1254	mg/kg	3 200 3 300	11 000 12 000	50 000
Polyuretan	Kammakarg. 53	1260 + CP	mg/kg	3 800 500	11 000 1 500	1 300
Polyuretan	Kammakarg. 53 (prov 1)	1260 + CP	mg/kg	230 210	690 630	800
Polyuretan	Klarabergsv. 48-54	1260 + CP	mg/kg	210 160	630 480	1 300
Silikon	Klarabergsg. 37	1260 + CP	mg/kg	340 360	1 000 1 100	1 400
Silikon	Malmskillnadsg. 25 & 27	1260 + CP	mg/kg	250 290	750 870	600
Silikon	Kungsg. 39	1260	mg/kg	510 530	1 500 1 600	2 400

PCB i fogmassor

– stort eller litet problem?

PCB ANVÄNDES I VISSA FOGMASSOR från slutet av 1950-talet fram till 1973. Dessa fogmassor var framför allt avsedda att användas i utomhusfogar mellan betongelement i hus byggda under det s k miljonprogrammet.

Arbetet med att begränsa spridningen av PCB till miljön har pågått under många år och i första hand varit inriktat mot det största användningsområdet: el-industrin. Detta arbete har varit framgångsrikt. Vi har dock fortfarande stora mängder PCB i omlopp i miljön. Det är därför nödvändigt att se över andra källor.

Naturvårdsverket har i samarbete med Miljö- och hälsoskyddsförvaltningen i Stockholm initierat en studie av några byggnader från den aktuella tidsperioden. Syftet med studien var att ta reda på i vilken utsträckning PCB i fogmassor kan läcka ut till miljön. I den här rapporten presenteras resultaten av denna inledande studie. Rapporten innehåller även förslag till åtgärder som baseras på dessa resultat.

Rapporten vänder sig främst till myndigheter och organisationer som är verksamma inom områden som rör bygande, boende, avfallshantering samt miljö- och hälsofrågor med anknytning till PCB.