

PCB i Inomhusmiljön

Kartläggning av PCB-halter i inomhusluft och damm
I utvalda lägenheter i Stockholm



2001

MF

Miljöförvaltningen

SP

Statens Provnings- och
Forskningsinstitut

Förord

Uppdrag

Som ett led i Stockholm stads miljöövervakning gav Miljöförvaltningen Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (SP) i uppdrag att kartlägga PCB-halterna i inomhusmiljön i ett antal fastigheter i Stockholms kommun. Kartläggningen har genomförts i samråd med berörda fastighetsägare/förvaltare och boende, (Riksbyggen/Wihlborgs, AP-Fastigheter, Stadsmuren/Reinolds Fastigheter, HSB Brf Päronet och SISAB).

Kartläggningen genomfördes under augusti och september 2000 av Mikael Sundahl, Lars Rosell och Birgitta Ek-Olausson från SP. Rapporten skrevs av Mikael Sundahl. Roger Corner på Miljöförvaltningen skrev bakgrunden och har fungerat som projektsamordnare.

Tack

Miljöförvaltningen vill tacka Mikael Sundahl, Lars Rosell och Birgitta Ek-Olausson, Organisk analytisk kemi på SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut för väl genomförda mätningar och sammanställningar. Förvaltningen vill också tacka Bengt Gornitzska och Stefan Garfvé, Riksbyggen, Peter Linde, AP-Fastigheter, Stefan Nehr, Stadsmuren, Mikael Rosengren, Lovudden B&F, Anki Israelsson, Brf Päronet och Jan Nisson och Kjell Lövgren, SISAB för gott samarbete.

Miljöförvaltningen i Stockholm

Innehåll

Sammanfattning.....	1
Bakgrund.....	2
Byggnader.....	5
Metoder.....	8
Resultat	9
PCB-halter i inomhusluft.....	9
PCB-halter i damm	10
PCB-halter i fogmassan	11
Ventilationsmätningar.....	12
Enkät resultat	13
Diskussion.....	14
Referenser	17
Bilagor	
1A Sammanfattning av mätresultat efter löpnummer.....	1.1-2
1B Sammanfattning av mätresultat efter PCB-halt i luft.....	1.3-4
2 Mätvärden per lägenhet och skolor.....	2.1-5
3 Ventilation - utdrag ur Pentiaq Rapport.....	3.1-3

Rapporten kan beställas från:

Roger Corner
Avdelningen för Miljöövervakning
Miljöförvaltning
Box 38024
100 64 Stockholm
08-508 28 907
roger.corner@miljo.stockholm.se

Den kommer också att läggas ut på
avdelningens hemsida:

www.miljo.stockholm.se

Sammanfattning

PCB-halterna i inomhusluft i de undersökta lägenheterna på Kungstensgatan, Västmannagatan, referenslägenheten på Mellingebacken samt de tre undersökta skolorna i Tensta/Rinkeby är låga, under 50 ng/m^3 . Typen av använd fogmassa är sådan som innehåller en högklorerad teknisk PCB-blandning. Denna typ är mindre flyktig och ger därför generellt lägre halter i luft. I ett fall är typen av PCB i fogmassan lågklorerad (Clophene A40 eller liknande), i en fog från område 3 (fog utanför entré Kungstensgatan 44).

PCB-halterna i inomhusluft på Hyppingeplan och Risingeplan är mer varierande, med halter från låga till måttligt höga; tio fall under 100 ng/m^3 , fyra mellan $100\text{-}200 \text{ ng/m}^3$ och en lägenhet med 270 ng/m^3 . Typen av använd fogmassa är sådan som innehåller en högklorerad teknisk PCB-blandning. På Risingeplan, där den högsta PCB-halten uppmätts, är den fogmassa som analyserats av lågklorerad typ. Denna typ av PCB är mer flyktig och ger därför generellt högre halter i luft än om kloreringsgraden i den tekniska PCB-blandningen är högre. I två lägenheter har halter i luft över 300 ng/m^3 uppmätts med den passiva provtagningstekniken. Dessa lägenheter hamnar dock under detta värde med den aktiva provtagningstekniken. I Tyskland prioriteras sanering av PCB-fog efter PCB-halterna i inomhusluft[1].

Tre nivåer för inomhusluft finns i Tyskland:

- 30 ng/m^3 – ”Longterm target” (långsiktigt mål)
- 300 ng/m^3 – ”Guideline level” (saneringsriktvärde)
- 3000 ng/m^3 – ”Level of concern” (nivå för omedelbara åtgärder)

Halterna av de giftigaste PCB-föreningarna är mycket låga i luften i samtliga lägenheter/skola (12 stycken samantaget).

Enligt uppskattning från Naturvårdsverket motsvara en totalhalt i luft på 150 ng/m^3 det dagliga intaget via födan om man antar att 100% av det inandade mängden upptas av kroppen. I denna undersökning är bidraget från luften av de giftigaste PCB-föreningarna under 1% av det totala intaget via födan.

Det är stor spridning på PCB-halterna i damm (summa 7 PCB $0,01\text{-}5,4 \text{ mg/kg}$). Gränsvärden för PCB-halter i damm finns inte, men spridningen till inomhusmiljön motiverar avlägsnandet av PCB-källor. Medelhalten i dammproven är av sådan storleksordning att 1 g damm motsvarar dagsintaget av PCB via föda. Detta poängterar vikten av städning i PCB-byggnader och att småbarn inte bör exponeras för detta damm.

Både luftprover och dammprover motiverar att PCB-källorna i byggnaderna tas bort och omhändertas. I samband med sådant saneringsarbete måste metoder som minimerar spridning av PCB till såväl inomhusmiljön som till den yttre miljön användas.

Bakgrund

Miljö- och hälsoeffekter

PCB (polyklorerade bifenyler) är en grupp fettlösliga ämnen som har en mängd negativa effekter på både människor och djur; bl a cancer, påverkan på reproduktionen och nervsystemets utveckling och immunförsvar. PCB-föreningar är svårnedbrytbara, har hög biotillgänglighet och halterna ökar högre upp i näringskedjan (biomagnifikation). Människor kan därför riskera att utsättas för en hög belastning av PCB. Huvud- exponering för PCB anses vara via maten, framförallt fisk, mjölkprodukter och bröstmjök. Halterna i mat har dock minskat under senare tid. Hälsoriskbedömningen baseras endast på de giftigaste PCB-föreningar (dioxin-lika). Livsmedelsverket ger kostrekommendationer vid konsumtion av t ex fet fisk för att det högsta tolerabla dagliga intaget (TDI) inte ska överskridas. Riskbedömningen baseras inte på alla effekter som PCB kan ge och någon säker nivå för PCB-exponering har inte kunnat fastställas. Det är därför viktigt att exponeringen för både människor och miljön minimeras. Nivåerna i inomhusmiljön bör därför inte bidra till en ökad exponering på människan. Eftersom det är primärt lättflytiga, lägreklorerade PCB-föreningar som emitteras från källan vid övergången till gasfas kan fördelningen av olika PCB-föreningar skilja sig tydligt jämfört med utgångsmaterialet [1]. Fördelningen av olika PCB-föreningar i fogmassan och i luften skiljer sig från fördelningen i livsmedel och blod. Exponering av och toxiciteten hos PCB-föreningar i inomhus luft är dåligt känd och idag vet vi inte om dessa innebär någon tillkommande hälsorisk. (Niklas Johansson, SNV och IMM, muntlig referens).

PCB i fogmassan

PCB är inget enhetligt ämne utan en ämnesgrupp med 209 stycken olika ämnen (kongener) med olika kloreringsgrad. Flera producenter har tillverkat tekniska PCB-blandningar med olika varunamn. Några exempel på produktnamn är Clophene A40, A50 och A60 samt Aroclor 1242, 1248, 1254 och 1260. Produkterna har olika kloreringsgrad men samtliga innehåller ett stort antal av de 209 möjliga PCB-kongenerna. Kloreringsgraden har stor betydelse för vilka lufthalter som kan uppstå, de lättare PCB-kongenerna är mer flyktiga och kan ge högre halter i luft. I Sverige har fokus på sanering av PCB-haltiga fogar handlat om att skydda den yttre miljön medan man i Tyskland har gränsvärden för inomhusluft vilka huvudsakligen styr saneringar[1]. Endast ett fåtal mätningar av PCB i inomhusluft har tidigare gjorts i Sverige.

Fogmassor som innehåller PCB användes mellan åren 1956 och 1973. PCB-fogmassor förekommer främst på utsidan av byggnaders väggkonstruktion - utanför klimatskärmen, i fogar mellan betong-element, i fogar runt fönster samt i förseglingsmassa i isolerglasfönster. Därtill användes PCB som mjukgörare i akrylbaserade golvmassor som användes till halksäkra golvbeläggningar (Acrydurgolv) samt i kondensatorer i lysrörsarmaturer, tvättmaskiner och oljebrännare.

Lagstiftningen och byggsektorns ansvar

Enligt miljöbalken är fastighetsägare skyldiga att undersöka förekomsten av PCB i fogmassor och visa att åtgärder vidtas för att skydda människor och miljön från spridning av PCB. I ett tidigare samarbetsprojekt mellan Miljöförvaltningen och stadsdelsförvaltningen i Skärholmen har, under 1998, en handbok för fastighetsägares inventering av fogmassor med PCB tagits fram. Handboken ger råd hur inventeringarna skall genomföras, allmän information kring PCB och information som kan underlätta genomförande av sanering.

Byggsektorns Kretsloppsrad har tillsatt en arbetsgrupp för att samordna byggsektorns arbete med PCB-frågor och genomföra identifiering och sanering av PCB i landets byggnader. Projektet innebär att PCB skall kartläggas, kunskap om tekniska metoder för identifiering, analys och sanering av PCB ska samlas in och utvärderas samt lämplig hantering av PCB-haltiga restprodukter utredas. De PCB-haltiga byggmaterial som bedöms ge en betydande risk för miljö och hälsa (mer än 500mg/kg fogmassa) ska vara sanerade till årsskiftet 2002/3. Information ska spridas till alla fastighetsägare i landet.

Syftet med kartläggningen

Syftet har primärt varit att få en uppfattning om PCB-nivåer inomhus i flerbostadshus och några skolor med PCB-fog. Få mätningar har genomförts tidigare och för närvarande är det svårt att bedöma människors exponering inomhus i förhållande till andra källor. Utgångspunkten vid val av fastigheter har varit att genomföra kartläggningen i sådana byggnader där PCB-inventering har gjorts men som inte är sanerade. Urvalet har begränsats av fastighetsägares, förvaltares och hyresgästers intresse av att delta. Mätresultaten ger därför inte en helt representativ bild av PCB-halterna inomhus för hela fastighetsbeståndet i Stockholm.

Rapporten

Rapporten är uppdelad i fem delar, byggnader, metoder, resultat, diskussion och mätdata i tre bilagor:

1. Byggnader

Här beskrivs kortfattat de byggnader i Vasastan och Tensta/Rinkeby där besiktningar och mätningar gjorts och vilka PCB-halter och teknisk blandningar som finns i fogmassan.

2. Metoder

Här beskrivs hur provtagningen i luft och damm utfördes, samt hur ventilationsmätningar genomfördes och vilka analysmetoder som användes.

3. Resultat

I sex olika diagram beskrivs resultaten från mätningar i luft med avseende på aktiv- och passiv provtagningsteknik, halter av dioxinlika PCB (giftigaste PCB:er), PCB-halter i insamlat damm, PCB-halter i fogmassa och ventilationen i respektive lägenhet/mätlokal. Resultat från enkätsvar presenteras också.

4. Diskussion

Här diskuteras resultaten i relation till tidigare mätningar inomhus, tyska riktvärden och vad de innebär för exponeringen. En jämförelse mellan olika faktorer och eventuella korrelationer mellan dessa diskuteras också. En mera vetenskaplig analys skulle möjligen kunna ge tydligare samband mellan olika faktorer och relatera dessa till tidigare undersökningar, men detta ligger utanför uppdraget ram.

5. Bilagor

Omfattande sammanfattningar av mätresultaten presenteras i tre stycken bilagor:

- Bilaga 1A: Sammanfattning av mätresultaten sorterade efter löpnummer och område.
- Bilaga 1B: Sammanfattning sorterade efter PCB-halt i luft inom respektive område.
- Bilaga 2: En presentation av mätresultaten för varje lägenhet, kontor och skolor.
- Bilaga 3: En sammanfattning av ventilationsmätningar med den passiva Pentiaq tekniken.

Byggnader

Byggnaderna är lokaliserade i två huvudområden, Vasastan (Kungstensgatan, Västmannagatan) och Tensta/Rinkeby (Mellingebacken, Hyppingeplan, Risingeplan, Rinkebyskolan, Kämpingeskolan, Hyllingeskolan). I samtliga byggnader är fogmassa den enda byggnadsrelaterade PCB-källan som vi kunnat hitta.

Vasastan

Kungstensgatan: Byggnad (bild 1) med fogar mellan element som innehåller fogmassa med en PCB-halt av 0,2 till 23 % utav PCB-blandning typ Clophene A60 eller liknande (högklorerad). I en fog utanför entré Kungstensgatan 44 är typen av PCB-blandning Clophene A40 eller liknande.



Bild 1. Exteriören mot gatan på Kungstensgatan.

Västmannagatan: Byggnad med fogar mellan element som innehåller fogmassa med en PCB-halt <50 ppm, En fog visade spår av PCB i fogen. En fog invändigt i trappuppgången på Västmannagatan 44 hade högre PCB halt 14 % Clophene A60 eller liknande (högklorerad) (bild 2). Dessutom gjordes mätningar i ett kontor som utgör en referens där PCB-fog inte skall finnas.



Bild 2. Invändig fog i trapphus Västmannagatan 44.

Tensta/Rinkeby

Mellingebacken: Byggnad som enligt inventering inte skall innehålla PCB och utgör en referens. Hus uppbyggt av betongelement.

Hyppingeplan: Byggnader (bild 3 och 4) som är uppbyggd av betongelement men där den huvudsakliga fogen idag inte är en PCB-fog utan en typ av fogband. Vissa fogar är dock av PCB-typ t ex fog mellan grund och element (sockel) och fog på balkonger. Dessa har PCB-halter mellan 13 och 25 % och typ av teknisk PCB-blandning A60 eller liknande (högklorerad). Belastningen av fog (dvs. mängd PCB-haltig fog) i dessa byggnader är låg i jämförelse med om alla element hade varit fogade med PCB-haltig fog istället för fogband.



Bild 3. Låghus på Hyppingeplan.



Bild 4. Hög- och låghus på Hyppingeplan.

Risingeplan: Byggnad (se bild 5, utanför mätlägenheten i källarplan) som är uppbyggd av betongelement men där den huvudsakliga fogen idag inte är en PCB-fog utan en typ av fogband. Vissa fogar är dock fogade med fogmassa, t ex fog på hörn mellan element är av PCB-typ och har PCB-halt 11 % och teknisk-PCB blandning av typ Clophene A40 eller liknande (lågklorerad).



Bild 5. Utanför mätlägenheten Risingeplan.

Skolor: I skolorna finns fogmassa vid fönster och entrépartier men där element finns är dessa inte fogade med fogmassa utan en typ av fogband har använts istället.



Bild 6. Entréparti vid skola.

Metoder

En provtagare av typ OVS-2 (OSHA versatile sampler) bestående av XAD-2 som adsorbent med backup-sektion och filter användes för provtagningarna av luft. Provtagningsflöde genom provtagaren mättes före och efter mätningen. Upparbetningen av OVS-provtagaren utfördes så att filter och adsorbent extraherades tillsammans i ultraljudsbad, med toluen (5 ml) till vilken internstandard (1,2,3,4-tetraklor-naftalen) var tillsatt. Adsorbenten i backup-sektionen extraherades för sig. Provtagningen utfördes genom att ca 1 l/min pumpades genom provtagaren under ca 2 dygn. Provtagaren placerades där det var möjligt ur hyresgästperspektiv.

Halter av PCB i luft har också bestämts med passiv provtagning (SPDM-provtagare). Här har Institutionen för Miljö Kemi Umeå Universitet (Mats Tysklind, Sture Bergek) använts som underleverantör för analysen. Provtagningen utfördes genom att provtagaren exponerades i en speciell hållare för ändamålet under ca 2 veckor. Provtagaren placerades där det var möjligt ur hyresgästperspektiv. De PCB-halter i luft som är bestämda med pumpad provtagning har använts för att välja ett antal av de passiva provtagare som placerats ut i alla lägenheter, kontoret och i skolorna. Följande kriterier användes för urvalet, i samråd med uppdragsgivaren: 1 prov från Kungstensgatan; 1 prov från Västmannagatan; 1 prov från skolorna (dessa hade låga PCB-halter) högsta halten inom respektive område valdes; resten från Tensta/Rinkeby, där några PCB-halter i luften var högre, 7 prover (varav 2 prover i en lägenhet) högsta halterna valdes.

Dammet upparbetades genom att materialet extraherades 2 ggr i heptan. Extraktet skakades med svavelsyra och heptanfasen indunstades till 1 ml till vilket internstandard (1,2,3,4-tetraklor-naftalen) tillsattes. Provtagningen av damm skedde med hjälp av SKL provtagare och dammsugare. Ytor valdes efter tillgänglighet och damnmängd.

Fogmassan upparbetades genom att ca 0,1 g material extraherades 2 ggr i heptan. Extraktet skakades med svavelsyra och heptanfasen överfördes till en 100 ml mätkolv och späddes till märket med heptan. Från detta togs 10 ml, till vilket internstandard (1,2,3,4-tetraklor-naftalen) tillsattes. Ett snitt av fogen skars ut med en kniv som rengjordes mellan provtagningarna.

PCB-halten i toluen och heptan extrakten bestämdes därefter med en gaskromatografi-masspektrometri metod där selected ion monitoring (GC-MS SIM) användes för kvantifiering av 7 stycken indikator PCB (IUPAC nummer: 28, 52, 101, 118, 138, 153 och 180).

Totalhalten av PCB i fogmassa räknas sedan ut som halten av $\Sigma 7$ PCB gånger en korrektionsfaktor som beror på vilken teknisk PCB-blandning som använts i produkten.

Totalhalten av PCB i luft räknas sedan ut som halten av $\Sigma 6$ PCB (IUPAC nummer: 28, 52, 101, 138, 153 och 180) gånger 5. [1]

Ventilationsmätningarna har genomförts med hjälp av passiva provtagare där Pentiaq AB har använts som underleverantör för analysen. Redovisas i bilaga 3. Metoden mäter total ventilation inklusive vädring.

Resultat

PCB-halter i inomhusluft

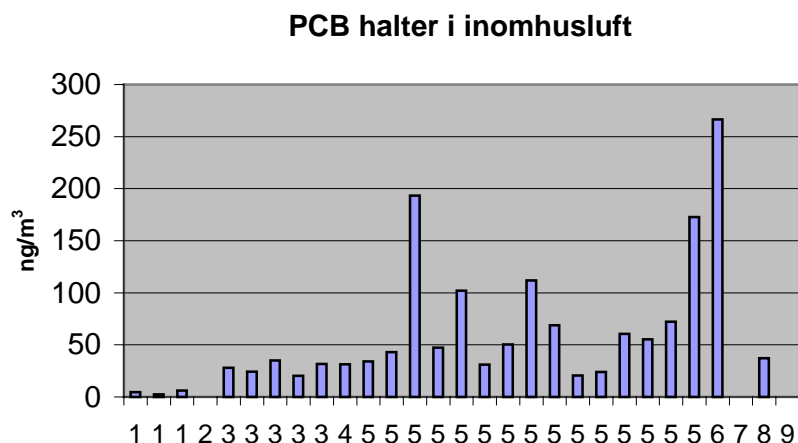


Diagram 1. PCB-halter i inomhusluft bestämda med aktiv provtagning.

I diagrammet 1 sammanfattas PCB-halter mätta med pumpad provtagning i inomhusluften. Osäkerheten är större för halter under 100 ng/m^3 , men värdena ger ändå en indikation på nivån. De olika numren refererar till olika områden enligt följande: 1:Västmannagatan, 2:Referens kontor Västmannagatan, 3:Kungstengsgatan, 4:Referens Mellingebacken, 5:Hyppingeplan, 6:Risingeplan, 7:Rinkebyskolan, 8:Kämpingskolan, 9:Hyllingskolan.

PCB-halterna varierar från under detektionsgräns till 270 ng/m^3 . Följande värden erhöles i de olika områdena medelvärde och standardavvikelse; Västmannagatan $5 \pm 2 \text{ ng/m}^3$, Kungstengsgatan $28 \pm 6 \text{ ng/m}^3$, Hyppingeplan $76 \pm 56 \text{ ng/m}^3$ och skolorna $12 \pm 21 \text{ ng/m}^3$. De följande har endast en mätning; kontor på Västmannagatan ej detekterat PCB, Mellingebacken 31 ng/m^3 och Risingeplan 270 ng/m^3 . I bilaga 1 finns också en sammanställning av alla mätresultat och i bilaga 2 är värdena rapporterade per lägenhet.

PCB-halter bestämda med aktiv och passiv provtagning

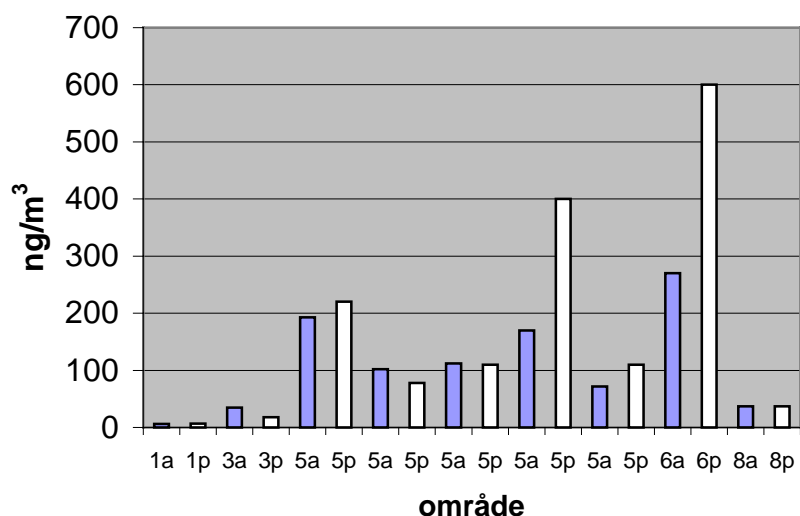


Diagram 2. PCB-halter i luft bestämda med passiv (p) och aktiv (a) provtagning redovisade parvis.

Samma siffror använts i diagram 2 ovan som i den föregående diagram för att hänvisa till respektive område. Följande värde erhöles på Hyppingplan, medelvärde och standardavvikelse; $168 \pm 124 \text{ ng/m}^3$. De följande har endast en mätning; Västmannagatan 7 ng/m^3 , Kungstensgatan 18 ng/m^3 , Kämpingeskolan 37 ng/m^3 och Risingeplan 600 ng/m^3 . I bilaga 1 finns också en sammanställning av alla mätresultat och i bilaga 2 är värdena rapporterade per lägenhet.

Halter av dioxinlika PCB i luft uttryckt som TEQ (TCDD equivalents)

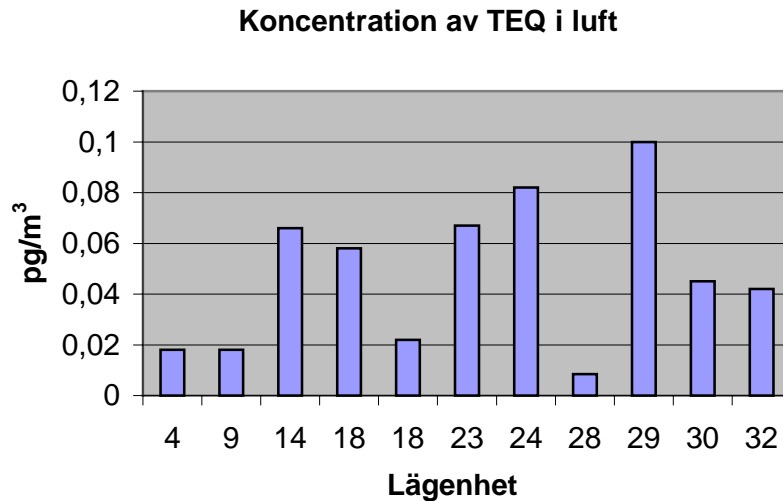


Diagram 3. Koncentration av TEQ i luft bestämd med passiv provtagning.

I 10 lägenheter (två rum i en lägenhet) har halten av dioxinlika PCB bestämts (diagram 3). Halten, uttryckt i pg TEQ/m³ varierar mellan 0,01 pg/m³ till 0,1 pg/m³. Följande värde erhöles på Hyppingeplan, medelvärde och standardavvikelse; $0,065 \pm 0,027 \text{ pg/m}^3$. De följande har endast en mätning; Västmannagatan $0,018 \text{ pg/m}^3$, Kungstensgatan $0,018 \text{ pg/m}^3$, Kämpingeskolan $0,042 \text{ pg/m}^3$ och Risingeplan $0,0086 \text{ pg/m}^3$. I bilaga 1 finns också en sammanställning av alla mätresultat och i bilaga 2 är värdena rapporterade per lägenhet.

PCB-halter i damm (summa 7 PCB)

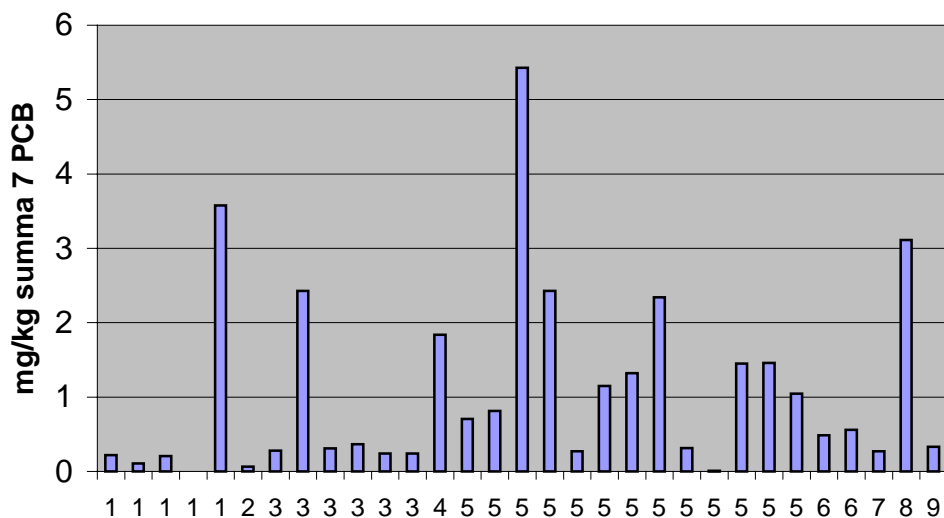


Diagram 4. PCB-halter i damm, mätta i damm insamlat på SKL dammprovtagare.

I diagrammet 4 sammanfattas PCB-halter uppmätta i damm. Halten är redovisad som summa 7 PCB. Totalhalten är som regel 3 ggr högre – omräkningsfaktorn är 3.1 för den tekniska blandningen som innehåller mest av de 7 kongener som ingår i summa 7 PCB (Clophene A60). De olika numren är som följer, 1:Västmannagatan, 2:Referens kontor Västmannagatan, 3:Kungstengsgatan, 4:Referens Mellingebacken, 5:Hyppingeplan, 6:Risingeplan, 7:Rinkebyskolan, 8:Kämpingeskolan, 9:Hyllingeskolan.

Följande värden erhöles i de olika områdena medelvärde och standardavvikelse; Västmannagatan $0,74 \pm 0,92 \mu\text{g/g}$, Kungstengsgatan $0,49 \pm 0,45 \mu\text{g/g}$, Hyppingeplan $1,4 \pm 1,4 \mu\text{g/g}$ och skolorna $1,2 \pm 1,6 \mu\text{g/g}$. De följande har endast en mätning; kontor på Västmannagatan $0,06 \mu\text{g/g}$, Mellingebacken $1,8 \mu\text{g/g}$ och Risingeplan $0,53 \mu\text{g/g}$. I bilaga 1 finns också en sammanställning av alla mätresultat och i bilaga 2 är värdena rapporterade per lägenhet.

PCB-halter i fogmassa

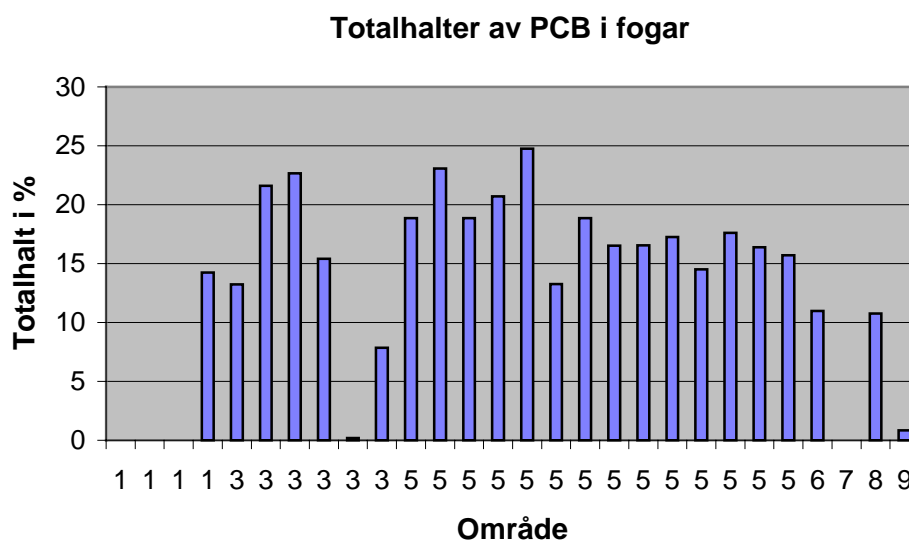


Diagram 5. PCB-halter i fogmassa.

I diagrammet 5 sammanfattas PCB-halter mätta i fogmassa. Halten är redovisad som totalhalt PCB. De olika numren är som följer, 1:Västmannagatan, 3:Kungstengsgatan, 5:Hyppingeplan, 6:Risingeplan, 7:Rinkebyskolan, 8:Kämpingeskolan, 9:Hyllingeskolan.

I två fall är typen av PCB i fogmassan lågklorerad (Clophene A40 eller liknande), en fog från område 3 (fog utanför entré Kungstengsgatan 44) och en fog från 6 (hörnet utanför lägenhet Risingeplan). I resterande fall är typen av PCB i fogmassan högklorerad (Clophene A60 eller liknande).

Följande värden erhöles i de olika områdena medelvärde och standardavvikelse; Västmannagatan $0,005 \pm 0,008 \%$, Kungstengsgatan $20 \pm 5 \%$, Hyppingeplan $20 \pm 2 \%$ och skolorna $4 \pm 6 \%$. Den följande har endast en mätning; Risingeplan 12% . I bilaga 1 finns också en sammanställning av alla mätresultat och i bilaga 2 är värdena rapporterade per lägenhet.

Ventilationsmätningar

Specifikt luftflöde

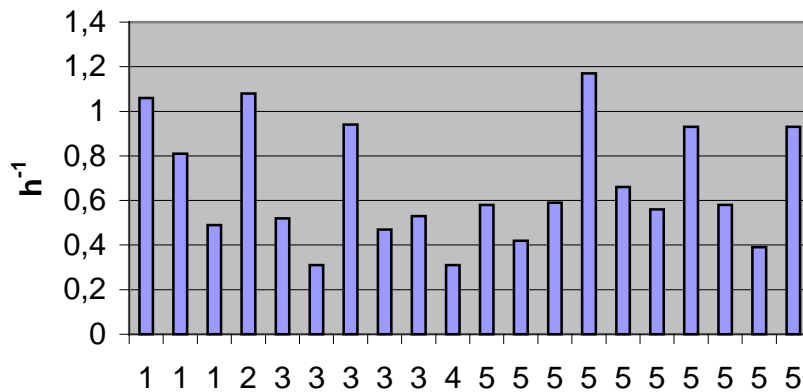


Diagram 6. Specifikt luftflöde i mätrummet.

I diagrammet 6 redovisas ventilationen som specifikt luftflöde i de olika lägenheterna. Siffrorna hänvisar till de olika områdena, 1:Västmannagatan, 2:Referens kontor Västmannagatan, 3:Kungstensgatan, 4:Referens Mellingebacken, 5:Hyppingeplan.

Följande värden erhöles i de olika områdena medelvärde och standardavvikelse; Västmannagatan $0,89 \pm 0,40 \text{ h}^{-1}$, Kungstensgatan $0,55 \pm 0,27 \text{ h}^{-1}$ och Hyppingeplan $0,72 \pm 0,44 \text{ h}^{-1}$. De följande har endast en mätning; kontor på Västmannagatan $1,06 \text{ h}^{-1}$ och Mellingebacken $0,31 \text{ h}^{-1}$. I bilaga 1 finns också en sammanställning av alla mätresultat och i bilaga 2 är värdena rapporterade per lägenhet. I bilaga 3 är ett utdrag ur underkonsultens (Pentiaq) rapport presenterat.

I fyra lägenheter på Hyppingeplan och lägenheten på Risingeplan gick det på grund av kontaminering av spårgas i samtliga provtagare inte att utvärdera ventilationsmätningen enligt uppgift från Pentiaq.

Enkät resultat

Hyppingeplan och Risingeplan

På frågan ”Hur tycker ni att ventilationen fungerar?” svarar 13 personer dåligt (eller sämre t ex jätte dåligt, inte alls bra ...) och 2 personer bra. Merparten är alltså på något sätt missnöjda med den upplevda ventilationen.

14 personer vädrar 1 ggr/dag eller mer och 1 person 1 ggr/vecka. Vädringsfrekvensen är sålunda hög i varje fall under den perioden då mätningarna skedde.

6 personer dammsuger 2 ggr/vecka eller mer. 5 personer dammsuger 1 ggr/vecka.
3 personer dammsuger 2 ggr/månad. 1 person dammsuger 1 ggr/månad.

Kungstensgatan och Västmannagatan

På frågan ”Hur tycker ni att ventilationen fungerar?” svarar 5 personer dåligt och 3 personer bra. Något fler än de som är nöjda är alltså på något sätt missnöjda med den upplevda ventilationen.

Alla vädrar 1 ggr per dag eller mer.

4 personer dammsuger 2 ggr/vecka eller mer. 2 personer dammsuger 1 ggr/vecka.
2 personer dammsuger 2 ggr/månad.

Diskussion

PCB-halter i inomhusluft

Variationen av PCB-halterna är sådan att de i Västmannagatan (1), Rinkebyskolan (7) och Hyllingeskolan (9) är låga, den i referens kontoret Västmannagatan (2) är låg, de i Kungstensgatan (3), Mellingebacken (4) och Kämpingeskolan (8) intermediär och några av halterna i lägenheterna i Hyppingeplan (5) och Risingeplan (6) högre. De uppmätta PCB-halterna i luften är med stor sannolikhet orsakade av de PCB-fogar som finns i husen. I varje fall de halter som ligger högre än 50 ng/m^3 . En viss kontaminering av inomhusluften finns sålunda. Inomhushalterna är troligen styrda av byggnadstekniska förhållanden, t ex spelar sannolikt eventuella otätheter i fasaden stor roll. Utomhustemperatur och vind är andra faktorer som också påverkar resultatet. Våningsplanet spelar också sannolikt stor roll (visas senare under jämförelse mellan olika faktorer).

Vid jämförelse med tidigare mätningar av PCB-halter i luften i bostäder i Sverige kan konstateras att halterna är lägre än de högsta uppmätta värdena, Bergsjön i Göteborg ca 600 ng/m^3 [2] men att de högre värdena är högre än t ex i bostäder i Sättra i Stockholm 59 ng/m^3 (studien gjord med högvolymsprovtagning) [3].

Dagsintaget av PCB via föda är enligt en rapport från Naturvårdsverket ca $3 \mu\text{g}$ per dag i Sverige.[4] Om man antar att 100 % av den inandade mängden upptas av kroppen samt att den inandade mängden luft per dygn är 20 m^3 , blir upptaget via luft lika stort som via föda om PCB-halten i luft är 150 ng/m^3 . De högre värdena uppmätta i område 5 och 6 är sålunda i denna storleksordning. Detta trots att belastningen av mängd PCB-fog i husen är relativt låg.

PCB-halten har i några utvalda lägenheter också mätts med passiv provtagning. I de flesta fall är överensstämmelsen tämligen god. I två fall är överensstämmelsen mellan de passiva och aktiva mätningarna mindre god, 600 ng/m^3 jämfört med 270 ng/m^3 och 400 ng/m^3 jämfört med 170 ng/m^3 . Ett skäl som kan vara orsaken till detta är att mätningen med den passiva tekniken inte är utförd under samma tidsperiod som den aktiva mätningen (2 dagar jämfört med 2 veckor). Ytterligare skäl kan vara att vindar och medeltemperaturen utomhus är olika under mätperioden samt att den passiva provtagaren inte är placerad på samma plats i rummet som den aktiva provtagaren (kan ge olika halter beroende på olika ventilationsförhållanden). I det första fallet, 600 ng/m^3 jämfört med 270 ng/m^3 , var utomhustemperaturerna, 14 respektive $11 \text{ }^\circ\text{C}$ under mätningen. I det andra fallet var det samma temperatur under mätningen $14 \text{ }^\circ\text{C}$. En studie har visat att PCB-halten i ett rum under en period av 9 månader kan variera mellan 200 och 2700 ng/m^3 och att en korrelation med utomhustemperaturen finns.[5]

Vid en jämförelse med tyska gränsvärden för inomhusluft kan det konstateras att två lägenheter har lufthalter av PCB där källan till förekomsten av PCB inomhus bör spåras och avlägsnas. Dock hamnar dessa lägenheter under detta värde med den aktiva provtagningstekniken. Tre nivåer finns föreslaget i Tyskland: långsiktigt mål 30 ng/m^3 , "guideline level" 300 ng/m^3 och "level of concern" 3000 ng/m^3 . [1] De tyska gränsvärdena grundar sig på en aktivprovtagning av PCB.

Då den passiva mätningen sträcker sig över en längre tidsperiod än den aktiva mätningen är den passiva mätningen möjligen något mer representativ.

Halter av dioxinlika PCB i luft uttryckt som TEQ (TCDD equivalents)

Halterna av dioxinlika PCB i luft ger ett litet bidrag till det totala intaget av TEQ via föda. Medelintaget av TEQ i Sverige har uppskattats till strax under 5 pg TEQ per kg kroppsvikt och dag.[2] Om 20 m³ andning per dag, 65 kg kroppsvikt och 100 % upptag av dioxinlika PCB via lungorna antas så är bidraget från luften av dioxinlika PCB till det totala TEQ intaget mellan 0,05 och 0,6 % i de undersökta bostäderna.

PCB-halter i damm

Det är stor spridning på PCB-halterna i damm. Gränsvärden för PCB-halter i damm finns inte, men spridningen till inomhusmiljö motiverar avlägsnandet av PCB-källor. Det är också möjligt att genom städning reducera personers exponering för damm.

Medelhalten i dammet är i storleksordningen att ett gram damm motsvarar dagsintaget av PCB via föda. Ett gram damm är en tämligen stor mängd och det är inte troligt att även barn som vistas mycket på golvet får i sig den mängden under ett dygn.

En tidigare studie har visat på högre halter (4 mg/kg, $\Sigma 7$ PCB, hus med PCB fog) men spridningen har varit stor också i denna studie.[3]

PCB-halter i fogmassa

PCB-halterna i de undersökta fogmassorna ligger i det området som är vanligt förekommande. På Västmannagatan har endast låga PCB-halter återfunnits i fog. I Rinkebyskolan och Hyllingeskolan var PCB-halten i fog låg. I Kämpingeskolan var den hög. På Kungstensgatan, Hyppingeplan och Risingeplan var PCB-halterna i fogarna generellt höga.

Ventilation

På Västmannagatan är specifikaluftflödet $0,89 \pm 0,40 \text{ h}^{-1}$, något lägre på Hyppingeplan $0,72 \pm 0,44 \text{ h}^{-1}$ och ytterligare lägre på Kungstensgatan $0,55 \pm 0,27 \text{ h}^{-1}$. Kontoret på Västmannagatan har specifikaluftflödet $1,06 \text{ h}^{-1}$, här är det mekanisk från- och tilluft och de andra har bara mekanisk frånluft. Tidigare studier av ventilation i Svenska bostäder har visat på stor variation jfr t ex ELIB undersökningen. De siffror som vi har stämmer i stort in på den bilden. Några bostäder har något lågt ($<0,5 \text{ h}^{-1}$) specifikt luftflöde (motsvarar ungefär luftomsättning).[6] Vädringsfrekvensen har varit hög under mätperioden. Specifikaluftflödet är sannolikt lägre under perioder med mindre vädring.

Jämförelse mellan olika faktorer

PCB-halterna i luft i Vasastan samt i skolorna är låga och påverkan av olika faktorer är härmed svår att utröna.

De jämförelser som är gjorda mellan PCB-halter i luft och andra parametrar grundar sig på de aktiva luftmätningarna av PCB. Se också bilaga 1.

I området Hyppingeplan och Risingeplan är halterna av PCB i luft ibland högre och variationen är större. Underlaget är inte stort, men några iakttagelser har gjorts.

De lägenheter där PCB-halten överstiger 100 ng/m^3 (5 lägenheter) är belägna på plan 3 eller lägre. De lägenheter där halten understiger 51 ng/m^3 (6 lägenheter) är belägna på plan 4 eller högre utom en lägenhet som är belägen i ett låghus. I intervallet 51 ng/m^3 till 99 ng/m^3 (4 lägenheter) är 3 stycken lägenheter belägna i låghus och 1 på plan 2 i höghus. Troligen är PCB-halterna i luften generellt högre längre ner i byggnaderna. Detta dominerar sannolikt också eventuella andra faktorer. En möjlig orsak till detta är att sockelfogen mellan grund och element innehåller PCB.

Möjligen finns en korrelation mellan ventilation och PCB-halt men spridningen i rumsspecifikt flöde i mätrummet är stor mellan lägenheterna. Lägenheterna med PCB-halt i luften under 51 ng/m^3 har ett genomsnittligt rumsspecifikt flöde i mätrummet: $0,8 \text{ h}^{-1}$. Lägenheterna med PCB-halt i luft i området 51 ng/m^3 till 99 ng/m^3 har genomsnittligt rumsspecifikt flöde i mätrummet: $0,9 \text{ h}^{-1}$. Lägenheterna med PCB-halter i luft över 100 ng/m^3 har ett genomsnittligt rumsspecifikt flöde i mätrummet: $0,5 \text{ h}^{-1}$.

Möjligen finns också en korrelation mellan PCB-halter i damm och PCB-halter i luft men också här är spridningen stor mellan olika lägenheter. Lägenheterna med PCB-halt under 51 ng/m^3 har en genomsnittlig PCB-halt i damm $1,1 \text{ mg/kg}$ (summa 7 PCB). I haltenområdet 51 ng/m^3 till 99 ng/m^3 är genomsnittlig PCB-halt i damm $1,3 \text{ mg/kg}$ (summa 7 PCB). I haltenområdet över 100 ng/m^3 i luft är genomsnittlig PCB-halt i damm $1,7 \text{ mg/kg}$ (summa 7 PCB).

Inga korrelationer mellan svar från enkäten och uppmätta värden har kunnat ses. Vilket är logiskt då underlaget är litet.

I skolorna (endast 3 stycken) finns en korrelation mellan PCB-halt i luft och PCB-halt i fog och PCB-halt i damm. Följande värden erhöles
Rinkebyskolan PCB-halt i fog $0,0066 \%$; PCB-halt i luft under detektionsgräns, PCB-halt i damm $0,27 \text{ mg/kg}$ (summa 7 PCB);
Kämpingeskolan PCB-halt i fog 12% ; PCB-halt i luft 37 ng/m^3 , PCB-halt i damm $3,1 \text{ mg/kg}$ (summa 7 PCB);
Hyllingeskolan PCB-halt i fog 1% ; PCB-halt i luft under detektionsgräns, PCB-halt i damm $0,33 \text{ mg/kg}$ (summa 7 PCB).

Referenser

- [1] PCB – Richtlinie NRW, RdErl. d. Ministeriums für Bauen und Wohnen, v. 3.7. 1996. Internetreferens: <http://www.mtm.de/pcbnrw.htm>
- [2] Utveckling och utvärdering av metoder för utbyte av PCB-haltiga fogmassor, SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, SP RAPPORT 1999:07.
- [3] Utveckling av metod för att identifiera och prioritera åtgärder för PCB-kontaminerade fastigheter, AB Jacobson och Widmark, Lidingö 1998.
- [4] Naturvårdsverket 1998. Organiska miljögifter: ett svenskt perspektiv på ett internationellt problem, Stockholm, Monitor 16.
- [5] Polychlorinated biphenyls. Indoor air contamination due to thiokol-rubber sealants in an office building. Chemosphere, Vol. 25, Nos. 7-10, 1992, 1481.
- [6] Statens institut för byggnadsforskning 1993. Bostadsbeståndets inneklimat. ELIB-rapport nummer 7.

Bilagor

1. Sammanfattning av mätresultat
2. Mätvärden per lägenhet
3. Utdrag ur Pentiaq ventilationsrapport

Sammanfattning av mätresultat

löpnummer (1)	område (2)	halt i luft (3)	halt i luft (4)	TEQ i luft (5)	halt i damm (6)	omsättning (7)	temperatur (8)	temperatur (9)	halt i fog (10)	PCB-typ (11)	dammsugning (12)	våningsplan (13)
2	1	5			0,22	1,26	15		0,0014	A60	0,5	3
3	1	3			0,2	0,94	13		0		2	6
4	1	6	7	0,018	1,8	0,47	15	14	0		2	5
medelvärde	1	5			0,74	0,89			0,0005		1,5	
sta. av.	1	2			0,92	0,40			0,0008		0,9	
6	2	0			0,06	1,06	15					1
7	3	28			1,3	0,52	15		14	A60	1	3
8	3	24			0,31	0,3	15				1	7
9	3	35	18	0,018	0,37	1,01	15	14	23	A60	2	4
10	3	20			0,24	0,46	13		24	A60	0,5	2
11	3	32			0,24	0,48	15		17	A60	2	2
medelvärde	3	28			0,49	0,55			20		1,3	
sta. av.	3	6			0,45	0,27			5		0,7	
1	4	31			1,8	0,31	10					5
12	5	34			0,71	0,45	14		20	A60	2	3
13	5	43			0,81	0,32	14		25	A60	1	4
14	5	193	220	0,067	5,4	0,55	14	14	20	A60	0,5	3
16	5	47			2,4	1,69	14		22	A60	2	4
18	5	102	78	0,023	0,27		11	15	20	A60	2	2
21	5	31				0,62	14				2	5
22	5	50			1,1		11				2	4
23	5	112	110	0,068	1,3	0,41	14	14	18	A60	1	1
24	5	69	91	0,083	2,3	1,21	13	14	18	A60	0,5	1
25	5	23			0,31		11				0,5	1
26	5	61			0,009		11		19	A60	1	2
27	5	55			1,5	0,5	14		19	A60	1	1
29	5	170	400	0,1	1	0,46	14	14	18	A60	2	2
30	5	72	110	0,046	1,5	0,99	14	14	17	A60	1	1
medelvärde	5	76	168	0,065	1,4	0,72			20		1,3	

sta. av.	5	51	124	0,027	1,4	0,44			2		0,6	
28	6	270	600	0,0086	0,53		11	15	12	A40	0,25	0
31	7	0			0,27		13		0,0066	A60		
32	8	37	37	0,042	3,1		13	14	12	A60		
33	9	0			0,33		13		1	A60		
medelvärde	skolor	12			1,2				4,2			
sta. av.	skolor	21			1,6				6,4			
medelvärde	hela	55	167	0,047	1,1	0,70			15		1,3	
sta. av.	hela	63	191	0,031	1,2	0,39			9		0,67	

1 är löpnummer på lägenheten; **2** är område (1:Västmannagatan, 3:Kungstensgatan, 5:Hyppingeplan, 6:Risingeplan, 7:Rinkebyskolan, 8:Kämpingeskolan, 9:Hyllingeskolan); **3** är PCB-halt i luft med aktiv mätning (ng/m³); **4** är PCB-halt i luft med passiv mätning (ng/m³); **5** är halter av dioxinlika PCB i luft uttryckt i TEQ (pg/m³); **6** är PCB-halt i damm (summa 7 PCB, µg/g); **7** är specifikt luftflöde (omsättningar, h⁻¹); **8** är ute temperatur under aktiv mätning av PCB-halt i luft; **9** är ute temperatur under passiv mätning av PCB-halt i luft; **10** är PCB halt i fog (%); **11** är typ av teknisk blandning i fogen, **12** är dammsugning per vecka (från enkät). **13** är våningsplan.

Sammanfattning av mätresultat, sorterade efter PCB-halt i luft inom respektive område

område (1)	löpnummer (2)	halt i luft (3)	halt i luft (4)	TEQ i luft (5)	halt i damm (6)	omsättning (7)	temperatur (8)	temperatur (9)	halt i fog (10)	PCB-typ (11)	dammsugning (12)	våningsplan (13)
1	3	3			0,2	0,94	13		0		2	6
1	2	5			0,22	1,26	15		0,0014	A60	0,5	3
1	4	6	7	0,018	1,8	0,47	15	14	0		2	5
medelvärde		5			0,74	0,89			0,0005		1,5	
sta. av.		2			0,92	0,40			0,0008		0,9	
2	6	0			0,06	1,06	15					1
3	10	20			0,24	0,46	13		24	A60	0,5	2
3	8	24			0,31	0,3	15				1	7
3	7	28			1,3	0,52	15		14	A60	1	3
3	11	32			0,24	0,48	15		17	A60	2	2
3	9	35	18	0,018	0,37	1,01	15	14	23	A60	2	4
medelvärde		28			0,49	0,55			20		1,3	
sta. av.		6			0,45	0,27			5		0,7	
4	1	31			1,8	0,31	10					5
5	25	23			0,31		11				0,5	1
5	21	31				0,62	14				2	5
5	12	34			0,71	0,45	14		20	A60	2	3
5	13	43			0,81	0,32	14		25	A60	1	4
5	16	47			2,4	1,69	14		22	A60	2	4
5	22	50			1,1		11				2	4
5	27	55			1,5	0,5	14		19	A60	1	1
5	26	61			0,009		11		19	A60	1	2
5	24	69	91	0,083	2,3	1,21	13	14	18	A60	0,5	1
5	30	72	110	0,046	1,5	0,99	14	14	17	A60	1	1
5	18	102	78	0,023	0,27		11	15	20	A60	2	2
5	23	112	110	0,068	1,3	0,41	14	14	18	A60	1	1
5	29	170	400	0,1	1	0,46	14	14	18	A60	2	2
5	14	193	220	0,067	5,4	0,55	14	14	20	A60	0,5	3

medelvärde		76	168	0,065	1,4	0,72			20		1,3	
sta. av.		51	124	0,027	1,4	0,44			2		0,6	
6	28	270	600	0,0086	0,53		11	15	12	A40	0,25	0
7	31	0			0,27		13		0,0066	A60		
9	33	0			0,33		13		1	A60		
8	32	37	37	0,042	3,1		13	14	12	A60		
medelvärde	skolor	12			1,2				4,2			
sta. av.	skolor	21			1,6				6,4			
medelvärde	hela	55	167	0,047	1,1	0,70			15		1,3	
sta. av.	hela	63	191	0,031	1,2	0,39			9		0,67	

1 är område (1:Västmannagatan, 3:Kungstensgatan, 5:Hyppingeplan, 6:Risingeplan, 7:Rinkebyskolan, 8:Kämpingeskolan, 9:Hyllingeskolan); **2** är löpnummer på lägenheten; **3** är PCB-halt i luft med aktiv mätning (ng/m^3); **4** är PCB-halt i luft med passiv mätning (ng/m^3); **5** är halter av dioxinlika PCB i luft uttryckt i TEQ (pg/m^3); **6** är PCB-halt i damm (summa 7 PCB, $\mu\text{g}/\text{g}$); **7** är specifikt luftflöde (omsättningar, h^{-1}); **8** är ute temperatur under aktiv mätning av PCB-halt i luft; **9** är ute temperatur under passiv mätning av PCB-halt i luft; **10** är PCB halt i fog (%); **11** är typ av teknisk blandning i fogen, **12** är dammsugning per vecka (från enkät). **13** är våningsplan.

Lägenhet: 1	
PCB-halt i luft, vardagsrum	<100 (31) ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	10 °C
PCB-halt i damm, vardagsrumsgolv	1,8 µg/g
Rumsspecifikt flöde i mättrummet	0,31 h ⁻¹

Lägenhet: 2	
PCB-halt i luft, vardagsrum	<100 (5) ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	15 °C
PCB-halt i damm, vardagsrum heltäckningsmatta	0,22 µg/g
PCB-halt i damm, sovrum under säng	0,11 µg/g
Rumsspecifikt flöde i mättrummet	1,26 h ⁻¹
PCB-halt i fogen, karmelement vid franskbalkong	<50 ppm

Lägenhet: 3	
PCB-halt i luft, vardagsrum	<100 (3) ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	13 °C
PCB-halt i damm, vardagsrum textilmatta	0,20 µg/g
Rumsspecifikt flöde i mättrummet	0,94 h ⁻¹
PCB-halt i fogen, mellan element, franskbalkong	<50 ppm

Lägenhet: 4	
PCB-halt i luft, vardagsrum	<100 (6) ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	15 °C
PCB-halt i luft, vardagsrum	7 ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	14 °C
PCB-halt i damm, vardagsrum bokhylla	3,6 µg/g
PCB-halt i damm, vardagsrum textilmatta	<0,008 µg/g
Rumsspecifikt flöde i mättrummet	0,94 h ⁻¹
PCB-halt i fogen, list balkongkarm	<50 ppm

Kontor 6	
PCB-halt i luft	<100 (0) ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	15 °C
PCB-halt i damm, kontorsstolar och hyllor	0,06 µg/g
Rumsspecifikt flöde i mättrummet	1,06 h ⁻¹

Lägenhet: 7	
PCB-halt i luft, vardagsrum	<100 (28) ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	15 °C
PCB-halt i damm, vardagsrum hyllor	2,4 µg/g
PCB-halt i damm, vardagsrum matta	0,28 µg/g
Rumsspecifikt flöde i mättrummet	0,52 h ⁻¹
PCB-halt i fogen, fönsterelement	13 %

Lägenhet: 8	
PCB-halt i luft, vardagsrum	<100 (24) ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	15 °C
PCB-halt i damm, vardagsrum hyllor mm	0,31 µg/g
Rumsspecifikt flöde i mättrummet	0,30 h ⁻¹

Lägenhet: 9	
PCB-halt i luft, vardagsrum	<100 (35) ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	15 °C
PCB-halt i damm vardagsrum matta	0,37 µg/g
PCB-halt i luft med passiv mätning, vardagsrum	18 ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	14 °C
Rumsspecifikt flöde i mättrummet	1,01 h ⁻¹
PCB-halt i fogen, fog fönsterelement	22 %

Lägenhet: 10	
PCB-halt i luft, vardagsrum	<100 (20) ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	13 °C
PCB-halt i damm vardagsrum golv + matta	0,24 µg/g
Rumsspecifikt flöde i mättrummet	0,46 h ⁻¹
PCB-halt i fogen, fog fönsterelement	23 %

Lägenhet: 11	
PCB-halt i luft, vardagsrum	<100 (32) ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	15 °C
PCB-halt i damm vardagsrum matta	0,24 µg/g
Rumsspecifikt flöde i mättrummet	0,48 h ⁻¹
PCB-halt i fogen, balkong fog ovanför fönster	15 %
PCB-halt i fogen, balkong fog vid sidan om dörr	0,2 %

Lägenhet: 12	
PCB-halt i luft, sovrum	<100 (34) ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	14 °C
PCB-halt i damm matta + madrassöverdrag	0,71 µg/g
Rumsspecifikt flöde i mättrummet	0,45 h ⁻¹
PCB-halt i fogen, balkong fog golv-vägg	19 %

Lägenhet: 13	
PCB-halt i luft, sovrum	<100 (43) ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	14 °C
PCB-halt i damm sovrum under säng	0,81 µg/g
Rumsspecifikt flöde i mättrummet	0,32 h ⁻¹
PCB-halt i fogen, balkong fog golv-vägg	23 %

Lägenhet: 14	
PCB-halt i luft, sovrum	193 ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	14 °C
PCB-halt i luft, passivmätning, sovrum	220 ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	14 °C
PCB-halt i damm sovrum matta under säng	5,4 µg/g
Rumsspecifikt flöde i mättrummet	0,55 h ⁻¹
PCB-halt i fogen, fog kanten på balkong	19 %

Lägenhet: 16	
PCB-halt i luft, sovrum	<100 (47) ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	14 °C
PCB-halt i damm sovrum golv + stolsits	2,4 µg/g
Rumsspecifikt flöde i mättrummet	1,69 h ⁻¹
PCB-halt i fogen, fog kanten på balkong	21 %

Lägenhet: 18	
PCB-halt i luft, vardagsrum	102 ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	11 °C
PCB-halt i luft, passivmätning, sovrum	110 ng/m ³
PCB-halt i luft, passivmätning, vardagsrum	78 ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen passiv mätn.	15 °C
PCB-halt i damm vardagsrum matta	0,27 µg/g
PCB-halt i fogen, fog balkong golv-vägg	19 %
PCB-halt i fogen, fog sockel entréplan	13 %
PCB-halt i fogen, fog invändigt i trapphus	25 %

Lägenhet: 21	
PCB-halt i luft, sovrum	<100 (31) ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	14 °C
Rumsspecifikt flöde i mättrummet	0,62 h ⁻¹

Lägenhet: 22	
PCB-halt i luft, vardagsrum	<100 (50) ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	11 °C
PCB-halt i damm sovrum matta under säng	1,1 µg/g

Lägenhet: 23	
PCB-halt i luft, sovrum	112 ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	14 °C
PCB-halt i luft, passivmätning, sovrum	110 ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	14 °C
PCB-halt i damm sovrum små mattor + vägg	1,3 µg/g
Rumsspecifikt flöde i mättrummet	0,41 h ⁻¹
PCB-halt i fogen, fog ytterkant balkong	17 %

Lägenhet: 24	
PCB-halt i luft, sovrum	<100 (69) ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	13 °C
PCB-halt i luft, passivmätning, sovrum	91 ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	14 °C
PCB-halt i damm sovrum matta	2,3 µg/g
Rumsspecifikt flöde i mättrummet	1,21 h ⁻¹
PCB-halt i fogen, fog gavel marknivå	17 %

Lägenhet: 25	
PCB-halt i luft, vardagsrum	<100 (21; 24) ng/m ³ dubbelprov
medeltemperatur ute under mätningen	11 °C
PCB-halt i damm vardagsrum matta	0,31 µg/g

Lägenhet: 26	
PCB-halt i luft, sovrum	<100 (61) ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	11 °C
PCB-halt i damm barnsovrum matta	0,009 µg/g
PCB-halt i fogen, fog kanten på balkong	17 %

Lägenhet: 27	
PCB-halt i luft, sovrum	<100 (55) ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	14 °C
PCB-halt i damm sovrum matta	1,5 µg/g
Rumsspecifikt flöde i mättrummet	0,50 h ⁻¹
PCB-halt i fogen, fog kanten på balkong	18 %
PCB-halt i fogen, sockel marknivå	15 %

Lägenhet: 28	
PCB-halt i luft	270 ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	11 °C
PCB-halt i luft, passiv mätning	600 ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	15 °C
PCB-halt i damm sovrum matta	0,56 µg/g
PCB-halt i fogen, fog i hörn mellan element	11 %

Lägenhet: 29	
PCB-halt i luft	173 ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	14 °C
PCB-halt i luft, passiv mätning	400 ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	14 °C
PCB-halt i damm matta, lampa, fönsterbräda	1,0 µg/g
Rumsspecifikt flöde i mättrummet	0,46 h ⁻¹
PCB-halt i fogen, balkong mellan golv och vägg	16 %

Lägenhet: 30	
PCB-halt i luft	<100 (72) ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	14 °C
PCB-halt i luft, passiv mätning	110 ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	14 °C
PCB-halt i damm sovrum golv under säng	1,5 µg/g
Rumsspecifikt flöde i mättrummet	0,99 h ⁻¹
PCB-halt i fogen, fog kant balkong	16 %

Skola: 31	
PCB-halt i luft	<100 (ej detekterad) ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	13 °C
PCB-halt i damm ovanpå kassaskåp	0,27 µg/g
PCB-halt i fogen, fog kant balkong	61 ppm

Skola: 32	
PCB-halt i luft	<100 (37) ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	13 °C
PCB-halt i luft, passiv mätning	37 ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	14 °C
PCB-halt i damm ovanpå kassaskåp	3,1 µg/g
PCB-halt i fogen, fog fönsterkarm mot tegel	11 %

Skola: 33	
PCB-halt i luft	<100 (ej detekterad) ng/m ³
medeltemperatur ute under mätningen	13 °C
PCB-halt i damm ovanpå skåp	0,33 µg/g
PCB-halt i fogen, fog dörr mot element	1 %

Förklaring

ng/m³ - Nanogram, miljarddel (0.000000001) per kubikmeter luft

ug/g - Mikrogram, miljondel (0.000001) per gram damm

h⁻¹ - Motsvara ungefär luftomsättning per timme (i bostäder skall den vara minst 0.50)
Värdena uttrycker total luftomsättning inklusive vädring och inte ändbart via ventilationen

Ventilation – utdrag ur Pentiaq Rapporten

Sammanfattning och kommentarer

Medelvärde av det specifika luftflödet för samtliga lägenheter är $0.67 \text{ [h}^{-1}\text{]}$ med en spridning av resultat mellan 0.3 och $1.2 \text{ [h}^{-1}\text{]}$. Det renande flödet för det utvalda rummet i lägenheterna är genomgående stort eller i närheten av det totala specifika flödet i lägenheterna. Primär-resultatet av mätningarna visar att koncentrationen av spårgas A i de flesta lägenheterna är mycket lika mellan olika rum vilket tyder på att omblandningen av luft mellan olika rum i lägenheterna är stort. Det är en orsak till att det renande flödet i det utvalda rummet med spårgas B är stort. Resultaten från det renande flödet bekräftar också att det är vanligt i svenska bostäder att dörrar mellan rum i regel står öppna.

Erfarenheter från tidigare undersökningar, bl.a. ELIB-undersökningen 1991-92 där ca 600 bostäder i flerbostadshus undersöktes visade på stora skillnader i ventilation mellan olika bostäder i flerbostadshus.

Orsaken till att ventilationen i 5 av lägenheterna inte har kunnat beräknas beror på att diffusionsprovtagarna från dessa lägenheter är kraftigt kontaminerade av både spårgas A och B. Kontamineringen har sannolikt skett i samband med nertagning av utrustning eller under transporten från lägenheten.

Medelvärde av innetemperaturen i lägenheterna varierar mellan 20.7 och $24.2 \text{ }^\circ\text{C}$ med ett medelvärde för alla lägenheter på $22.9 \text{ }^\circ\text{C}$. I ELIB-undersökningen var medeltemperaturen i svenska bostäder i flerbostadshus $22.2 \text{ }^\circ\text{C}$. I några av lägenheterna har inte innetemperaturen registrerats under hela mätperioden på grund av felaktigheter i datalogger-enheten.

Mätresultat

Resultaten från varje lägenhet redovisas som en mätrapportsida med tillhörande planskiss över lägenheten där mätpunkterna finns utmärkta, Appendix A.

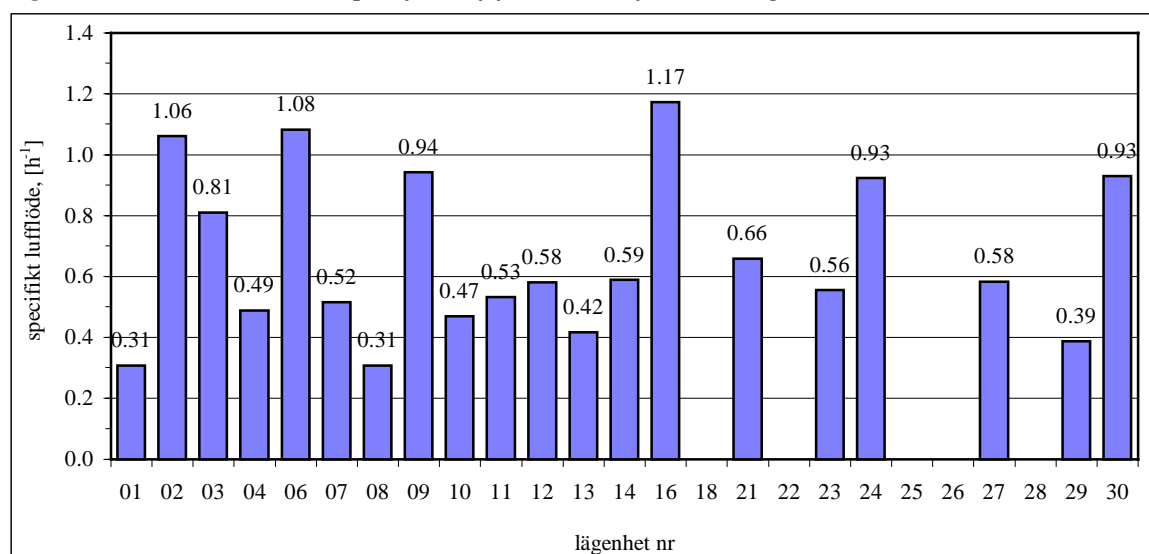
Tabell 1. Resultat från alla lägenheter.

Lgh nr	mätstart från	mättid [h]	mättid [dygn]	volym [m ³]	τ_{tot} [h]	ACH [h ⁻¹]	Q _{tot} [m ³ /h]	U [m ³ /h]	t _{inne} [°C]	kom. xx)
01	2000-08-22	309	12.9	196	3.26	0.31	60	60	23.2	
02	2000-08-21	356	14.8	192	0.94	1.06	204		22.9	k
03	2000-08-23	313	13.0	217	1.23	0.81	176		23.3	k
04	2000-08-21	361	15.0	200	2.05	0.49	98	89	23.1	
06	2000-08-21	359	14.9	246	0.92	1.08	266	61	24.2	k
07	2000-08-21	360	15.0	106	1.94	0.52	54	53	22.8	
08	2000-08-21	355	14.8	106	3.26	0.31	32	33	24.3	
09	2000-08-21	360	15.0	106	1.06	0.94	100	100	23.2	
10	2000-08-23	312	13.0	106	2.13	0.47	50	50	24.0	k
11	2000-08-21	354	14.7	236	1.88	0.53	126	127	23.7	
12	2000-08-22	306	12.8	200	1.72	0.58	116	65	22.5	
13	2000-08-22	312	13.0	200	2.40	0.42	83	33	23.0	
14	2000-08-22	308	12.8	209	1.70	0.59	123	82	23.0	
16	2000-08-22	310	12.9	196	0.85	1.17	230	220	22.5	
18	2000-08-25	289	12.1	139					23.4	k, 1
21	2000-08-22	311	12.9	211	1.52	0.66	139	115	24.1	
22	2000-08-22	351	14.6	190					22.8	k, 1
23	2000-08-22	313	13.0	139	1.80	0.56	77	65	21.6	
24	2000-08-22	303	12.6	200	1.08	0.93	185	111	21.9	k
25	2000-08-25	288	12.0	139					20.7	k, 1
26	2000-08-22	351	14.6	195					22.5	k, 1
27	2000-08-22	313	13.0	139	1.72	0.58	81	75	21.5	
28	2000-08-24	304	12.7	81					22.4	k, 1
29	2000-08-22	311	13.0	139	2.58	0.39	54		23.0	k
30	2000-08-22	317	13.2	200	1.07	0.93	186	120	21.7	

xx) k = kommentarer finns för respektive lägenhet i den fullständiga resultatredovisningen under appendix A.

1) provtagarna är kontaminerade med spårgas A och B varför resultat av ventilation ej kan beräknas.

Figur 1. Resultat av specifikt luftflöde [h⁻¹] för alla lägenheter.



Innetemperatur.

I mätrapporten för respektive lägenhet, under appendix A, redovisas medelvärde och diagram för uppmätta innetemperaturer över mätperioden. Medelvärdena för innetemperaturen finns även redovisade i tabell 1.

Ventilationsbegrepp.

Med hänvisning till begreppsförklaringen under avsnitt två, "Mätmetoder och genomförande", presenteras resultaten för ventilation både som **luftens lokala medelåldrar [h]** (primärresultat) och **rumsspecifika flöden [h⁻¹]**. **Luftens lokala medelålder [τ]** beräknas för de olika utrymmena enligt följande ekvation:

	$\tau = C / (m / V)$	[timmar]
där	$m/V =$ spridningshastigheten av spårgas per m ³ volym,	[g/h,m ³]
	$C =$ medelkoncentrationen av spårgas under mätperioden,	[g/m ³]
	$C = M / (\kappa * T),$	[g/m ³]
där	$M =$ upptagen mängd spårgas,	[g]
	$\kappa =$ provtagarnas luftprovtagningshastighet,	[m ³ /h]
	$T =$ mätperiodens längd,	[h]

Rumsspecifikt luftflöde [h⁻¹] vilket ofta benämns som (lokalt) [ACH], uttrycks som:
 $1 / \tau$ (rumsvolymer/timme) [ACH]

Från primärresultaten - luftens lokala medelålder i de olika rummen – har alltså det rumsspecifika luftflödet (rumsvolymer/h), ACH, beräknats. Specifika luftflödet liksom det totala ventilationsflödet för objektet som helhet beräknas också genom viktning av lokala värden. Det totala specifika ventilationsflödet motsvarar i stort sett det gängse begreppet "luftomsättning".

I denna undersökning har det renande flödet beräknats för ett rum i varje objekt. I detta rum har en extra spårgaskälla av annan typ (B) placerats. Med det renande flödet menas det luftflödet som är tillgängligt för att transportera bort föroreningar som alstras lokalt i rummet. Detta luftflöde består dels av det uteluftsflöde som direkt tillförs rummet, dels delar av den uteluft som tillförs andra utrymmen i byggnaden. Det renande flödet U beräknas som:

	$U = m_B / C_B$	[m ³ /h]
där	$U =$ det renande flödet i rummet	[m ³ /h]
	$C_B =$ spårgaskoncentrationen av spårgas B i rummet	[g/m ³]
	$m_B =$ spridningshastigheten av spårgas B i rummet	[g/h]

I tabell 1 redovisas ventilationsluftens medelålder, specifikt luftflöde (ACH) ("luftomsättning"), totalluftflöde, renande flöde och medelvärde av innetemperatur i varje lägenhet. Det specifika flödet (ACH) visas också i figur 1. Detaljredovisning av varje lägenhet redovisas under appendix A med ritning som visar var mätutrustningen har varit placerad.

PCB i inomhusmiljön

Som ett led i Stockholm stads miljöövervakning har PCB i inomhusmiljön kartlagts i ett antal fastigheter i Stockholms kommun. Kartläggningen genomfördes under augusti och september 2000 och omfattade fastigheter i Vasastan och Tensta/Rinkeby.

Syftet har varit att få en uppfattning om PCB nivåerna inomhus i flerbostadshus och några skolor med PCB-fog som inte är sanerad.

PCB-halterna i inomhusluft i 30 lägenheter och tre skolor är i allmänhet låga. Fogmassan utgörs huvudsakligen av mindre flyktiga högklorerade tekniska PCB-blandningar. Där den högsta PCB-halten i luften uppmätts är fogmassan av lågklorerad typ. Värdena ligger under det tyska riktvärdet på 300 ng/m³ för luftprover tagen med den aktiva provtagningstekniken.

Halterna av de giftigaste PCB:er är mycket låga i luften i samtliga lägenheter/skola där det undersökts och utgör endast ett litet bidrag till det totala intaget om man jämför med dagsintaget via föda.

Det är stor spridning på PCB-halterna i damm. Gränsvärden för PCB-halter i damm finns inte, men spridningen till inomhusmiljön motiverar avlägsnandet av PCB-källor och städning så att småbarn inte exponeras.