

Vejledning for måling af PCB i indeklimaet

1. udgave, november 2010

Baggrund for vejledningen

Denne vejledning er udarbejdet af Force Technology for Erhvervs- og Byggestyrelsen.

Formålet med denne vejledning er at beskrive, hvordan måling af PCB i indeluften bør foretages, når bygningsejer ønsker at sammenligne PCB niveauet i indeluften med sundhedsmyndighedernes aktionsværdier.

Vejledningen er udarbejdet på baggrund af danske og udenlandske erfaringer. Målemetoden følger retningslinjerne i de tyske og internationale standarder VDI 4300, VDI 2466 og EN/ISO 16 000, hvor det er muligt. Dette gælder såvel ved planlægningen som ved prøvetagning og analyse.

Metoden indebærer, at man benytter aktiv sampling med pumpe og med et filter til opsamling af PCB bundet til partikler fulgt af et rør med adsorberende materiale til at tilbageholde mere flygtige PCB'er.

Sundhedsstyrelsens aktionsværdier

Sundhedsstyrelsen har fastlagt følgende to aktionsniveauer for PCB i indeluft:

- Niveauer over 3.000 ng PCB/m³ luft indebærer, at der skal gribes ind uden unødigt forsinkelse.
- Niveauer i intervallet 300 – 3000 ng PCB/m³ luft indebærer, at der på sigt skal gribes ind for at bringe koncentrationen under 300 ng/m³.

Ydermere oplyser Sundhedsstyrelsen, at der på grundlag af de målte værdier kan foretages en yderligere risikovurdering, baseret på opholdstid, eksponeringsforhold og eksponerede personer mv. i de konkrete sager. For yderligere vejledning herom henvises til sundhedsmyndighederne.

Sundhedsstyrelsens aktionsværdier bygger på 24 timers eksponering i alle ugens 7 dage hele året. For yderligere information om aktionsværdierne, kan henvises til Sundhedsstyrelsen og det tværministerielle faktaark om PCB. Faktaarket kan bl.a. findes på www.ebst.dk.

Planlægning af PCB målinger i indeklimaet

Planlægning af PCB-målinger i indeluften med aktiv prøveopsamling ved hjælp af luftpumpe er beskrevet i standarden DS/EN/ISO 16 000-12: 2008,¹ som grundlæggende foreskriver de samme retningslinjer som VDI 4300, Blatt 2.² Desuden følges Arbejdstilsynets At-Vejledning, Stoffer og materialer – C.O.1. vedrørende lufthastighed i luftindtaget.

Udgangspunktet for denne vejledning er så vidt muligt at følge retningslinjerne i disse standarder/vejledning. Det er specielt vigtigt med den rette placering af prøvetagningsudstyret i de udvalgte lokaler samt at fastlægge relevant måleperiode og prøvevolumen/flow.

Prøvevolumen og opsamlingsperiode fastlægges under hensyntagen til målingens formål og analysens detektionsgrænse, så der opsamles tilstrækkeligt materiale til en sikker PCB-bestemmelse i forhold til Sundhedsstyrelsens aktionsværdier eller det forventede koncentrationsniveau. Man skal sikre sig, at prøvetagningsvolumen er tilstrækkelig stort til at sikre, at den resulterende detektionsgrænse er tilstrækkelig lav og normalt ikke over 1 ng/m³ for de enkelte PCB-congenerer. Dette vil ikke være noget problem at overkomme, da der er metoder, som med nødvendig nøjagtighed kan bestemme baggrundskoncentrationer på <1 – 50 pg PCB/m³.

Alle forhold skal dokumenteres i målejournal. Et eksempel findes i Bilag 1.

Der opnås større sikkerhed for valide resultater, hvis der foretages blindprøver, parallelle målinger, sammenlignende målinger i et ikke-forurenede rum (hvis dette er kendt) af samme type og i samme område, samt evt. enudendørsmåling. Disse ekstra målinger bør, under hensyntagen til økonomien især foretages, hvis datagrundlaget i øvrigt er begrænset eller mangelfuldt.

Fastlæggelse af målesteder

For undersøgelser under normale betingelser fastlægges målesteder med udgangspunkt i en vurdering af PCB-kilderne i de pågældende lokaler. Målestedet bør placeres centralt i en højde på 1,0 – 1,5 meter over gulv, og i en afstand af mindst 1 meter fra væggen.

Temperatur og luftskifte

Indeklimaforholdene, herunder temperatur, ventilationsforhold, rengøring og lignende, under målingen bør så vidt muligt være som ved normal anvendelse af lokalet.

De vigtigste forhold, der kan indvirke på PCB koncentrationen i indeklimaet, er ud over den fysiske aktivitet temperaturen og luftskiftet og i mindre udstrækning luftfugtigheden i rummet. Temperaturen i et lokale har afgørende indflydelse på PCB indholdet i

¹ DS/EN ISO 16 000-12: 2008. Indendørsluft – Del 12: Prøvetagningsstrategi for polychlorinerede biphenyl (PCB), polychlorinerede dibenzofuraner (PCDF) og polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH).

² VDI 4300 Blatt 2 (1997). Indoor- Air pollution measurement - Measurement strategy for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) and polychlorinated biphenyls (PCBs).

indeluften, idet afgivelsen af PCB fra PCB-holdige materialer vil øges med stigende temperatur, og koncentrationen af PCB i luften vil derfor øges med stigende temperatur.

Det kan være relevant at udføre en vurdering eller måling af luftskiftet under måling af PCB i indeklimaet, så der opnås viden, om luftskiftet var særligt lavt eller særligt højt under målingen. Luftskiftemålinger med sporgasser udføres typisk som beskrevet i VDI 4300 Part 7 og DS/EN/ISO 12 569³.

Selvom luftskiftemåling ikke indgår i undersøgelsen i den konkrete bygning, bør det ved planlægningen vurderes, om man evt. kan konstatere målingens repræsentativitet ud fra andre parametre. Dette kan for eksempel være dokumentation af:

- Om døre og vinduer har været lukkede under målingen;
- Om friskluftventiler og aftræk har været åbne under målingen;
- Om rummet er blevet benyttet som anvist og i overensstemmelse med målingens formål;
- Udeluftens temperatur, da differensen mellem ude- og indetemperaturen kan øge luftskiftet væsentligt;
- Vindhastighed og retning, idet øget vindtryk kan øge luftskiftet;
- Solindfald, idet øget opvarmning i lokaler med PCB kontaminering kan øge afgivelsen/koncentrationen af PCB til indeluften.

Disse parametre bør altid noteres for måleperioden og er medtaget i forslaget til måleprotokol for PCB målinger i Bilag 1.

Metode for prøveopsamling

Aktiv prøvetagning nødvendiggør opstilling af luftpumper, som normalt kræver adgang til elektricitet. Der findes dog også pumper, der kører på batteri. Man skal desuden tage højde for, at pumperne kan afgive støj, som kan virke forstyrrende. Afhængigt af den tid, der er til rådighed og den luftmængde, der behøves, kan man anvende "low-volume" eller "high-volume" pumper.

PCB findes både på partikler og i gasfase, og derfor foretages prøveopsamling af PCB bundet til partikler på et planfilter, og PCB på gasfase opsamles efterfølgende i et sorbentmateriale af polyurethan skum (PUF), Amberlite[®] XAD-2 resin eller en kombination af disse materialer. Der findes glasrør med et simpelt filter og sorbentmateriale sammenbygget, som ofte bruges til orienterende undersøgelser.

³ DS/EN ISO 12 569:2000. Thermal insulation in buildings – Determination of air exchange in buildings – Tracer gas dilution method.

Luftmængde og gennemstrøms hastighed (flow)

EN/ISO 16 000-12 og VDI 4300/2 foreskriver, at det samlede prøvevolumen ikke må overstige 5-10 % af det pågældende lokales rumfang. Prøvetagningen i henhold til VDI 2464 gennemføres med et prøvetagningsflow på ca. 3000 L/time og et prøvevolumen på 5000-10000 liter luft, der opsamles over 2-4 timer. Det aktuelle flow skal underkastes en nærmere specificeret kontrol, og udstyret skal testes for lækage før hver måling. Lufthastigheden i luftindtaget skal være ca. 1,25 m/s.

Ved PCB undersøgelser af indeluft, hvor der er en mistanke om kontaminering, kan det være tilstrækkeligt med et prøvevolumen på 500-1000 liter opsamlet ved en flowhastighed på 1-2 L/min over 4-16 timer. Fordelen ved at benytte et lavere flow er, at man kan benytte simple, billigere og mindre støjende udstyr.

Prøveoptagning over et døgn kan være praktisk for målefirmaet og anvendes ofte, men denne metode kan kun anvendes, hvis rummet under prøveoptagningen bruges som sædvanligt.

Kemisk analyse

Kemisk analyse af PCB i indeluft består af flere trin fra ekstraktion af de optagne prøver (filter og sorbent materiale), tilsætning af indre standarder, oprensning, adskillelse, bestemmelse og kvantificering. En procedure for analyse for PCB i indeluft findes beskrevet i VDI 2464 Part 1 for måling af de 6 PCB'er PCB₂₈, 52, 101, 138, 153 og 180 (PCB₆).

PCB-118 er ikke med i VDI metoden, men det er normalt intet større besvær at bestemme flere end de ovennævnte 6 PCB congenere. Analyse og kvantificering af PCB₁₁₈ foregår på samme måde som for de andre 6 PCB'er.

De ekstraherede PCB congenere adskilles, identificeres og koncentrationen bestemmes med kombineret gaschromatografi og massespektrometri (GC/MS). Alternativt kan anvendes flerkolonne gaschromatografi med electron capture detector (GC-ECD).

Metode til kvantificering af udvalgte PCB congenere

Der findes teoretisk 209 PCB congenere, og de kommercielle PCB præparater indeholder omkring 100 forskellige congenere, men kun en snes stykker af de mest flygtige vil normalt kunne måles i indeluften.

Ifølge tyske standard VDI 2464 skal kun de 6 indikator PCB'er: PCB 28, 52, 101, 138, 153 og 180 (PCB₆) bestemmes og kvantificeres. Summen af koncentrationen af hver af disse 6 udvalgte PCB congenere ganges derefter med 5 for at få hvad der skulle svare til den totale mængde PCB.⁴

⁴ Reference 13 i VDI 2464: LAGA Merkblatt 8376: Reinigung und Entsorgung von Transformatoren mit PCB-haltiger oder PCB-kontaminierter mineralölhaltiger oder synthetischer Isolierflüssigkeit. Stand Mai 1995 Hsrg: Ländarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) MuA Lfg 6/98.

Denne metode svarer til den, der er brugt i de fleste undersøgelser i Tyskland af PCB i indeluften, og som de fastsatte tyske aktionsværdier refererer til, og som Sundhedsstyrelsens udmeldte aktionsværdier er baseret på.

I undersøgelser fra Sverige og Danmark har man normalt yderligere bestemt PCB 118, som er en af de dioxinlignende PCB'er. Udenlandske undersøgelser har vist, at forekomst af PCB-congener 118 er en god indikator for den samlede TEQ-værdi af de dioxinlignende congenere.

Det anbefales derfor at medtage PCB-118, og total-PCB kan beregnes ved at gange PCB₇ med samme faktor på 5, som anvendes til beregningen ud fra PCB₆.

Forskellen i resultatet af PCB₆ og PCB₇ er normalt meget lille, da den medtagne PCB 118 normalt findes i meget lavere koncentration end de øvrige, der måles på. Derfor vil dette normalt ikke rykke synderligt ved beregningen af den samlede PCB koncentration.

Usikkerheder

Der er generelt betydelige usikkerheder forbundet med målinger og analyse af PCB i luft. Alene usikkerheden på den kemiske analyse af PCB kan være mere end $\pm 30\%$. Dertil kommer usikkerhederne ved omregning til den totale mængde PCB.

Ifølge tyske eksperter er usikkerheden ved *en* enkelt måling af PCB i luft i forhold til årsmiddel 50% ved 300 ng PCB/m^3 og 30% ved 3000 ng PCB/m^3 , fordi forholdene ændrer sig under tiden over året.⁵

Hvis der udføres flere ensartede målinger samme dag og samme sted reduceres usikkerheden på gennemsnittet.

De tyske aktionsværdier er baseret på årsmiddel værdier. Da der normalt foretages enkeltmålinger, når PCB undersøges i indeluft, må man regne med en usikkerhed på $\pm 50\%$. Den lave aktionsværdi vil i så fald for enkeltmålinger svare til et koncentrationsinterval på fra $150\text{--}450\text{ ng PCB/m}^3$.

Rapportering og kvalitetssikring

Til prøvetagning og analyse bør benyttes et målefirma/laboratorium, der har et kvalitetssikringssystem i henhold til EN/ISO 17 025 og har erfaring med måling af PCB i indeluft.

⁵ Personlig oplysning fra Birger Heinzow, Landesamt für Gesundheit und Arbeitssicherheit des Landes Schleswig-Holstein, Kiel.

Bilag 1: Forslag til måleprotokol og måleskema for måling af PCB i danske boliger.

Protokol for måling af PCB i indeluft		
Hovedskema (udfyldes for hver bygning/beboelse)		
Adresse		
Lokaler hvor der skal måles:		
Rum id.:	Rum id.:	Rum id.:
Antal etager i bygningen:		
Bygningens opførelsesår:		
Evt. år for reovering eller PCB sanering:		
Er der konstateret forekomst af PCB-holdige materialer? Eller mistanke?		
Følgende skitser vedlægges (benyt målested nr. til angivelse af målested):		
1. Planskitse af aktuelle rum og etage med mulige kilder og målesteder		
2. Planskitse af ejendommen med angivelse af målestedets placering, samt målested for evt. udeluftmåling		
Lokalerne benyttes til:		
1. Beboelse	ja'	nej'
2. Kontor	ja'	nej'
3. Industri	ja'	nej'
4. Andet	ja'	nej'
Er der målt PCB på dette målested tidligere?		
Hvis ja, hvornår og af hvem? Omstændigheder og måleresultater?		

Betingelser under målingen – følgende skal så vidt muligt være udfyldt:

1. Lokalerne har op til målingen været anvendt som normalt ja' nej'
2. Vinduer og døre lukkede om natten inden målingens start (min. 8 timer inden måling)?
ja' nej'
3. Lokalerne henstår med lukkede døre og vinduer under målingen, og der er ingen personer i lokalerne under målingen?
ja' nej'

Beskrivelse af eventuelle afvigelser:

Solindfald forekommer under målingen? ja' nej'

Det bør noteres om hvilken retning vinduerne vender mod (SØ, S, SV, V, osv.):

Rumtemperatur og luftfugtighed ved start af måling:

Rumtemperatur og luftfugtighed ved slut af måling:

Dato: Måleansvarlig:

Meteorologiske forhold under målingen indhentes efterfølgende fra www.dmi.dk

Måleskema for måling af PCB i indeluft

Dato			
Prøve nr.			
Prøve type			
Navn på måleansvarlige			
Rum id.:			
Adresse			
Rumtype, rumareal og rumfang			
Placering i rum (beskriv, foto)			
Højde over gulv			
Reference nr. på skitse			
Pumpe type og kalibreringstidspunkt			
Pumpe nr.			
START	Dato		
	Kl.		
	Tæller (m ³)		

	$T_{\text{rum}} \text{ } ^\circ\text{C}$			
	$T_{\text{pumpe}} \text{ } ^\circ\text{C}$			
SLUT	Dato			
	Kl.			
	Tæller (m^3)			
	$T_{\text{rum}} \text{ } ^\circ\text{C}$			
	$T_{\text{pumpe}} \text{ } ^\circ\text{C}$			

HUSK FOTO af målesteder