



STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT  
AALBORG UNIVERSITET KØBENHAVN

# UNDERSØGELSE OG VURDERING AF PCB I BYGNINGER

SBI-ANVISNING 241

2. UDGAVE 2015





# Undersøgelse og vurdering af PCB i bygninger

Helle Vibeke Andersen

Titel	Undersøgelse og vurdering af PCB i bygninger
Serietitel	SBI-anvisning 241
Format	E-bog
Udgave	2. udgave
Udgivelsesår	2015
Udgivet digitalt	December 2015
Forfatter	Helle Vibeke Andersen
Redaktion	Dea Lindegaard, Lise Lotte Beck Raunkjær
Sprog	Dansk
Sidetæl	171
Litteratur- henvisninger	Side 151-164
Emneord	PCB, polyklorede bifenyl, undersøgelse, måling, luft, indeluft, indeklima, materialer, prøvetagning, renovering, afhjælpning, sundhed, arbejdsmiljø, byggeaffald, screening, kortlægning, aktionsværdier
ISBN	978-87-563-1738-2
Layout	Finn Gattmann
Tegninger	Bo Amstrup Vestergaard, Michael Ulf Bech
Fotos	Lars Gunnarsen, Michael Ulf Bech
Omslags- illustration	Mai-Britt Amsler
Udgiver	Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet A.C. Meyers Vænge 15, 2450 København SV E-post <a href="mailto:sbi@sbi.aau.dk">sbi@sbi.aau.dk</a> <a href="http://www.sbi.dk">www.sbi.dk</a>

Der gøres opmærksom på, at denne publikation er omfattet af ophavsretsloven

# Indhold

Forord .....	7
Indledning .....	11
Anvisningens opbygning .....	12
Læsevejledning .....	14
Definitioner .....	15
1 PCB's egenskaber og anvendelse .....	19
1.1 De kommercielle PCB-produkter .....	19
1.2 Fysisk-kemiske egenskaber .....	22
1.3 Toksiske egenskaber .....	24
1.4 PCB i bygninger og byggematerialer .....	32
1.5 Primære, sekundære og tertiære kilder .....	40
1.6 PCB i indeluft .....	43
1.7 Luftmålinger .....	49
1.8 Regler .....	52
2 Bygningsundersøgelse i relation til indeklimate .....	54
2.1 Forundersøgelse .....	54
2.2 Bygningshistorik .....	56
2.3 Visuel gennemgang af bygningen .....	56
2.4 Kortlægning af PCB i relation til indeluften .....	57
2.5 Strategi for prøvetagning af luft .....	58
3 Undersøgelser før renovering eller nedrivning .....	61
3.1 Screening .....	61
3.2 Hvad udløser en screening? .....	64
3.3 Screeningsskemaet .....	66
3.4 Kortlægning .....	69
3.5 Anmeldelse af affald .....	70
4 Bygningshistorisk gennemgang .....	76
5 Kortlægning af byggematerialer .....	79
5.1 Kortlægningens omfang .....	79
5.2 Byggevarer, der kan indeholde PCB .....	81
5.3 Planlægning af kortlægning .....	101
6 Kemiske analyser .....	102
6.1 Analyselaboratorium og -metode .....	102
6.2 Analysepakke .....	103
6.3 Detektionsgrænse .....	104
6.4 Mærkning af prøver .....	106
6.5 Analyserapport .....	106

7 Bestemmelse af PCB i indeluft .....	108
7.1 Grundlag for måling af PCB i indeluft .....	108
7.2 Valg af metode .....	109
7.3 Målebetingelser .....	115
7.4 anbefalinger .....	119
7.5 Fremgangsmåde ved måling .....	120
7.6 Fremgangsmåde ved passiv opsamling .....	122
8 Bestemmelse af PCB-indholdet i byggematerialer .....	123
8.1 Hensyn ved prøvetagning .....	123
8.2 Fuger .....	125
8.3 Termoruder .....	129
8.4 Maling .....	133
8.5 Gulvbelægning .....	135
8.6 Gulvfjævningsmasse .....	136
8.7 Sekundært forurenede materialer .....	136
8.8 Tertiært forurenede materialer .....	142
9 Aktionsværdier og midlertidig afhjælpning .....	143
9.1 Vejledende aktionsværdier .....	143
9.2 Udbredelse .....	144
9.3 Midlertidige afhjælpningstiltag .....	148
Litteratur .....	151
Publikationer .....	151
Hjemmesider .....	164
Bilag A. Ventilationsforhold .....	165
Bilag B. Målebetingelser .....	166
Bilag C. Fuger .....	169

# Forord

## Forord 2. udgave

PCB i bygninger er behandlet i to SBI-anvisninger: SBI-anvisning 241, *Undersøgelse og vurdering af PCB i bygninger* (Andersen, 2013a) og SBI-anvisning 242, *Renovering af bygninger med PCB* (Andersen, 2013b). Førsteudgaverne udkom i 2013 som en hurtig reaktion på PCB-udfordringerne, og de blev skrevet med baggrund i den foreliggende viden. Siden er der opnået erfaringer med brugen af anvisningerne, og omfanget af PCB i materialer og indeluft på nationalt plan er blevet kortlagt (Grontmij & COWI, 2013). Derudover er bl.a. Sundhedsstyrelsens aktionsværdier for indholdet af PCB i indeluft revideret (Sundhedsstyrelsen, 2013a).

Denne 2. udgave af SBI-anvisning 241 adskiller sig fra 1. udgaven bl.a. ved også at indeholde en vejledning til den del af Miljøministeriets affaldsbekendtgørelse, der omhandler PCB i bygninger. Dertil kommer bl.a. en opdatering af Sundhedsstyrelsens og Arbejdstilsynets vejledende aktionsværdier i relation til indeluften.

I relation til arbejdsmiljølovgivningen berører anvisningen alene forhold, der vedrører brug og ophold i bygninger med PCB i indeluften. Anvisningen vedrører ikke håndværksarbejde eller PCB-sanering med risiko for eksponering fra PCB. Disse emner behandles i SBI-anvisning 242, *Renovering af bygninger med PCB* (Andersen, 2013b). Den beskriver hovedelementerne i en PCB-renoveringsproces, mulige afhjælpningsmetoder og praktiske aspekter ved afhjælpningsmetoderne, herunder arbejdsmiljø og affaldshåndtering. SBI-anvisning 242 udkommer i en 2. udgave i 2016. Denne anvisning refererer derfor til 1. udgaven af SBI-anvisning 242.

Anvisningens målgruppe er professionelle bygherrer, rådgivere og udførende. I øvrigt henvises til den elektroniske PCB-guide ([www.pcb-guiden.dk](http://www.pcb-guiden.dk)), som er et tværministerielt initiativ.

Anvisning og revision er udarbejdet af seniorforsker Helle Vibeke Andersen. Fra SBI har seniorforsker Peter Vogelius, seniorforsker Barbara Kolarik, post doc. Marie Frederiksen, ph.d.-studerende Nadja Lyng og professor Lars Gunnarsen bidraget til revisionen.

Revisionen er blevet fulgt af en referencegruppe, hvor følgende har bistået med kommentering:

- Anne-Sofie Nielsen og Lisbet Poll Hansen, Miljøstyrelsen
- Christian Hauser, Bygningsstyrelsen
- Claus Lundsgaard, Skandinavisk Bio-Medicinsk Institut A/S
- Ersün Züfer, Trafik- og Byggestyrelsen
- Freddy Hansen og Flemming Hansen, BAT-kartellet
- Hanne Ullum, Bygherreforeningen
- Henrik L. Hansen, Sundhedsstyrelsen
- Henrik Toft Nielsen, Dominia A/S
- Hjalte Nordman Bie, Kommunernes Landsforening
- Jette Bjerre Hansen, DAKOFA
- Johnny Christensen, Københavns Kommune
- Katrin Vorkamp, Aarhus Universitet
- Kathrine Birkemark Olesen, Teknologisk Institut
- Kim Østergaard, J. Jensen A/S
- Kristoffer Kampmann, Dansk Miljøanalyse ApS
- Lars Vedsmann, COWI A/S
- Finn Gamel Christensen og Louise Thorup Mundt, Arbejdstilsynet
- Majbrith Langeland, Sweco Danmark A/S
- Martin Christoffersen, Permatæt A/S
- Morten Walbeck, Jakon A/S
- Niels Trap, Golder Associates A/S
- Olav Kirchhoff, Boligselskabernes Landsforening
- Peter Kongsted og Brian Møller Larsen, Tscherning A/S
- Richard Kristensen, Kingo Karlsen A/S
- Solvejg Quist, NIRAS A/S
- Thomas Hougaard, Golder Associates A/S
- Torben Trampe, KAB
- Walter Sebastian, Bygge- og Miljøteknik A/S

En række personer har derudover bidraget med kommentarer til enkeltstående forhold. SBi takker for de mange konstruktive bidrag til forbedring af anvisningen, især tak til Erik K. Lauritzen, Lauritzen Advising.

SBi takker desuden for den økonomiske støtte til anvisningen fra Energistyrelsen, Miljøstyrelsen, Landsbyggefonden og Dansk Byggeri.

Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet  
Afdelingen for Byggeri og Sundhed

*Niels Haldor Bertelsen*  
Konstitueret forskningschef



## Forord 1. udgave

PCB i bygninger er behandlet i to SBI-anvisninger, der er udgivet samtidigt. Nærværende anvisning beskriver, hvordan man undersøger og vurderer PCB i bygninger. Bygningen kan være mistænkt for at have et sundhedsmæssigt utilfredsstillende indeklima som følge af PCB i byggematerialer. Desuden kan en renovering eller nedrivning af bygningen betyde, at affaldsbekendtgørelsens krav om identifikation af PCB gælder (Miljøministeriet, 2012).

SBI-anvisning 242 beskriver hovedelementerne i en PCB-renoveringsproces, mulige afhjælpningsmetoder og praktiske aspekter ved afhjælpningsmetoderne, herunder arbejdsmiljø og affaldshåndtering.

Anvisningernes målgruppe er professionelle bygherrer, rådgivere og udførende. I øvrigt henvises til den elektroniske PCB-guide ([www.pcb-guiden.dk](http://www.pcb-guiden.dk)), som er et tværministerielt initiativ.

Formålet med anvisningerne er at formidle viden om PCB-identifikation i bygninger og beskrive, hvordan man kan planlægge og afhjælpe PCB-problemer. Anvisningerne bygger på byggebranchens erfaringer og den aktuelle forskningsbaserede viden, men vidensgrundlaget er ikke fuldt udbygget, og flere udredninger og forskningsprojekter er i gang på området. Der er aktuelt et stort behov for vejledning om PCB i byggeriet, og SBI har derfor valgt at udgive anvisningerne på det foreliggende vidensgrundlag.

Fra SBI har seniorforsker Barbara Kolarik, forsker Marie Frederiksen, seniorforsker Peter Vogelius, ph.d.-studerende Nadja Lyng, professor Lars Gunnarsen og seniorforsker Eva Møller bidraget til anvisningen.

Anvisningerne er udarbejdet med økonomisk støtte fra Energistyrelsen, Landsbyggefonden og Dansk Byggeri.

Udarbejdelse af anvisningen er undervejs fagligt støttet af en referencegruppe bestående af:

- Anne-Sofie Nielsen, Miljøstyrelsen
- Christian Hauser, Bygningsstyrelsen
- Claus Lundsgaard, Skandinavisk Bio-Medicinsk Institut A/S
- Ersün Züfer og Lars Bang-Jensen, Energistyrelsen
- Finn Gamel Christensen, Arbejdstilsynet
- Harald Meyer, Rockwool A/S
- Jens Nejrup, Københavns Kommune
- Kathrine Birkemark Olesen, Teknologisk Institut
- Kim Østergaard, J. Jensen A/S
- Kristoffer Kampmann, Dansk Miljøanalyse ApS
- Lars Vedsmann og Freddy Hansen, BAT-kartellet
- Majbrith Langeland, Grontmij A/S
- Martin Christoffersen, Permatæt A/S
- Martin Nerum Olsen, Tscherning A/S

- Morten Walbeck, Jakon A/S
- Olav Kirchhoff, Boligselskabernes Landsforening
- Philipp Mayer, Aarhus Universitet
- Richard Kristensen, Kingo Karlsen A/S
- Solvejg Quist, NIRAS A/S
- Søren Meyer, Grundejernes Investeringsfond
- Thomas Hougaard, Golder Associates A/S
- Henrik Bonnesen, COWI A/S
- Torben Trampe, KAB

SBI takker alle i referencegruppen for uvurderlig hjælp. Et udkast til anvisningerne er gennemlæst og kommenteret af teknisk konsulent, arkitekt, civilingeniør Walter Sebastian, Bygge- og Miljøteknik A/S, og fagfællebedømt af seniorkonsulent, ph.d., civilingeniør Thomas Witterseh, Teknologisk Institut.

Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet  
Afdelingen for Byggeri og Sundhed  
Juni 2013

*Niels-Jørgen Aagaard*  
Forskningschef

# Indledning

PCB har været anvendt lovligt som blødgørere og brandhæmmer i en række byggematerialer fra ca. 1950-1977 (Miljøstyrelsen, 1983). I forbindelse med undersøgelser af forekomsten af insektmidlet DDT i naturen fandt man tilbage i 1960'erne spor af PCB (Jensen et al., 1969). Det blev dermed klart, at PCB i lighed med DDT akkumuleres op gennem fødekæden. I dag er PCB helt forbudt og optræder på EU's liste over farlige stoffer, hvor det betegnes som et af de svært nedbrydelige organiske giftstoffer, POP-stoffer.

PCB i byggematerialer kan efterfølgende have påvirket indeluften i en grad, der er sundhedsmæssigt uacceptabel. PCB har også været anvendt i visse typer elektrisk udstyr, fx kondensatorer anvendt i armaturer til lysstofrør, frem til 1986 (Miljøstyrelsen, 1983, 2015).

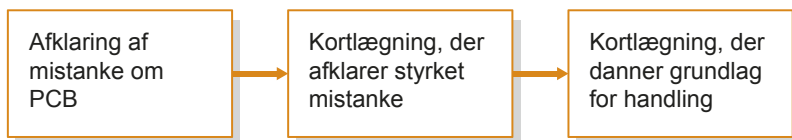
Ifølge affaldsbekendtgørelsen træder særlige krav i kraft, når affald med PCB skal bortskaffes. Håndtering af PCB-holdigt materiale kræver særlige arbejdsmiljømæssige forholdsregler.

Der er flere problemstillinger, der kan lede til undersøgelse af PCB i en bygning. Denne anvisning beskriver, hvordan man undersøger og vurderer PCB i bygninger, der mistænkes for at have:

- Et sundhedsmæssigt uacceptabelt indhold af PCB i indeluften som følge af PCB i byggematerialer.
- PCB-forurenede materialer, der i forbindelse med renovering eller nedrivning kan generere PCB-holdigt affald.

Når disse problemstillinger skal afklares, kræver det undersøgelser. Grundlaget for at undersøge, om der er mistanke om PCB i en bygning, er ens for de to problemstillinger.

En PCB-undersøgelse af en bygning vil typisk foregå trinvis. Først afklares mistanke, efterfølgende følges op med en kortlægning, hvor prøver kan be- eller afkræfte en styrket mistanke. Dernæst foretages yderligere kortlægning med undersøgelser, der kan danne grundlag for handling, se figur 1.



Figur 1. Forløb af trinvis undersøgelse med henblik på at afklare mistanke om PCB: Kortlægning, der be- eller afkræfter en styrket mistanke samt efterfølgende kortlægning(er), der danner grundlag for handling.

Denne anvisning beskriver, hvordan man kan udpege bygninger i risikogrupper og kortlægge forekomsten af PCB ved at måle PCB i inde-luften og/eller undersøge byggematerialer.

De sundhedsmæssige forhold vurderes ud fra målinger af PCB i in-deluften og Sundhedsstyrelsens eller Arbejdstilsynets vejledende ak-tionsværdier. Anvisningen giver forslag til umiddelbare afhjælpnings-tiltag.

I forbindelse med renovering og nedrivning af hele eller dele af bygninger tager anvisningen udgangspunkt i affaldsbekendtgørelsen, kapitel 13, *Særlige regler om private og professionelle bygherrers identifikation af PCB i bygninger og anlæg og anmeldelse af affald* (Miljøministeriet, 2012) med krav om screening, kortlægning og an-meldelse af PCB-holdigt affald.

Anvisningen beskriver kortlægning med prøvetagning af PCB i luft og/eller i byggematerialer. Der er flere niveauer i kortlægningen, af-hængigt af udgangspunktet og tidsforløbet i undersøgelserne.

Anvisningen knytter sig til SBI-anvisning 242, *Renovering af byg-ninger med PCB* (Andersen, 2013b), der beskriver hovedelementer i en renovering, der håndterer PCB. Anvisning 242 angiver valg og muligheder, når man skal afhjælpe PCB i indeklimaet eller frasortere PCB fra byggeaffald og samtidig skal sikre arbejdsmiljø, brugere og ydre miljø.

## Anvisningens opbygning

Afsnit 1, *PCB's egenskaber og anvendelse* gør rede for, hvorfor PCB udgør et problem i byggeriet. Afsnittet beskriver kommercielle PCB-produkter og de fysisk-kemiske og toksiske egenskaber ved PCB. Desuden angiver afsnittet i hovedtræk, hvilke byggematerialer, der kan indeholde PCB, og hvilke konsekvenser byggematerialernes PCB-indhold kan have for luftkvaliteten indendørs. Endelig giver af-snittet en oversigt over nuværende og tidligere regler på området.

Afsnit 2, *Bygningsundersøgelse i relation til indeklima* handler om bygningsundersøgelse, når der er mistanke om sundhedsmæssigt uacceptabelt indhold af PCB i indeluften. Kortlægningen foretages ved at tage luftprøver, der vurderes ud fra Sundhedsstyrelsens eller Arbejdstilsynets aktionsværdier for indhold af PCB i indeluften.

Afsnit 3, *Undersøgelser før renovering eller nedrivning* tager ud-gangspunkt i affaldsbekendtgørelsens krav om screening, kortlægning og anmeldelse af PCB-holdigt affald før renovering eller nedrivning af en bygning.

Afsnit 4, *Bygningshistorisk gennemgang* beskriver, hvordan man med udgangspunkt i oplysninger om opførelsesår og eventuelle reno-verings- og vedligeholdelsesarbejder kan gennemgå bygningens hi-

strik. Formålet med den bygningshistoriske redegørelse er at fastslå, om der er risiko for, at bygningen indeholder PCB-holdige materialer. Er en bygning i risikogruppen, vil der være behov for at undersøge, om der er et sundhedsproblem, og/eller om der er PCB-holdige materialer, der er omfattet af affaldsbekendtgørelsen.

Afsnit 5, *Kortlægning af byggematerialer* beskriver kortlægning af PCB i byggematerialer. Omfanget af kortlægningen er dels beskrevet med udgangspunkt i de sundhedsmæssige forhold i relation til PCB i indeluften og dels i identifikation af PCB i relation til generering af byggeaffald. Afsnittet angiver, hvilke byggematerialer der potentielt kan indeholde PCB, og hvor de kan være placeret.

Afsnit 6, *Kemiske analyser* omhandler de krav, som bør stilles til analyser samt analyselaboratoriernes rolle.

Afsnit 7, *Bestemmelse af PCB i indeluft* beskriver, hvordan man tager prøver af indeluften for at bestemme koncentrationen af PCB.

Afsnit 8, *Bestemmelse af PCB-indholdet i byggematerialer* beskriver, hvordan man tager prøver af byggematerialer for at bestemme indholdet af PCB.

Afsnit 9, *Aktionsværdier og midlertidig afhjælpning* beskriver, hvordan man sammenholder målinger af PCB-koncentrationen i indeluften med vejledende aktionsværdier fra Sundhedsstyrelsen og Arbejdstilsynet, og hvordan man kan iværksætte en midlertidig afhjælpning.

En del baggrundsviden, problemstillinger og undersøgelser er fælles, uanset om udgangspunktet for undersøgelsen er en sundhedsmæssig vurdering eller et krav i affaldsbekendtgørelsen. Der er afsnit i anvisningen, der adresserer begge udgangspunkter, mens andre afsnit kun er relevante for det specifikke udgangspunkt. Figur 2 illustrerer skematisk, hvordan anvisningen er opbygget.