

PCB-udveksling mellem luft og bygningsoverflader målt med emissionskamre

Møde i PCB-netværket
18. april 2018

Claus Lundsgaard
SBMI A/S

Intro

- Hvordan fungerer de tertiære kilder/dræn?
- Hvor dynamisk er udvekslingen mellem bygning og luft?
- Var ekspositionen i en PCB-ramt bygning værre i for 40 år siden end nu?
- Hvad bestemmer PCB i luft nu og hvad bestemte for 40 år siden?
- Kan emissionsmålinger belyse dette?

Emissionskammer

1 m langt
10 cm bredt
2 cm højt

Flow: 1 l/minut

-> luftskifte 0,5 pr. minut

-> netto luftbevægelse i længderetning: 8,3 mm

Måling af PCB-afgivelse kan være påvirket af

- PCB-koncentrationen i luften
- Temperatur
- Luftskifte/turbulens

Emissionskammer monteret på dørfals



Eksempel

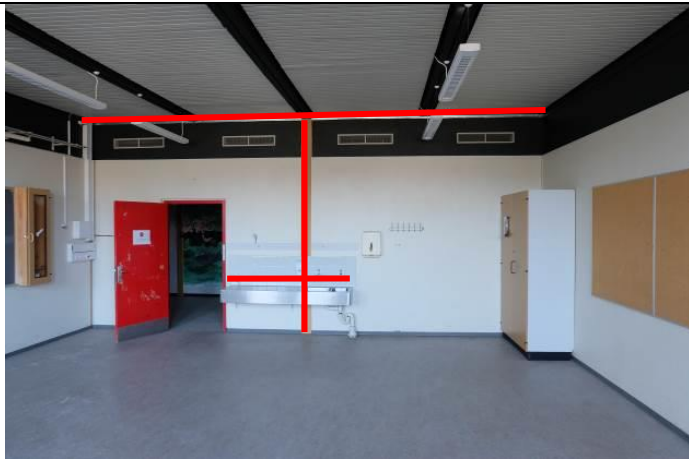
Overflade	Flow, l/min.	Varighed, d	Areal, m ²	Ind, ng PCB/m ³	Ud, ng PCB/m ³	Emission, ng PCB/m ²
1 m fuge samt tilstødende væg og karm	1,00	0,694	0,100	1840	145000	2.060.000
Malet væg efter ekstraktion af PCB i maling	1,00	0,333	0,100	780	480	-4.400

- Negativ emission = optag i materiale

Skolesanering



Klasseværelse med skillevæg med betonelementer tv. Fuger markeret med rødt: mellem søjler og vinduer, mellem betonvæg og dæk samt mellem vægelementer.



Fugeplacering



Efter afrensning af fuge og malet væg

Elementsamling

Der er fjernet en fuge mellem betonelementer, og anlægsflader på begge elementer er rensset ved blæsning.

Prøvelokalitet før udstøbning og forsegling.

30.000 ng PCB/m/d



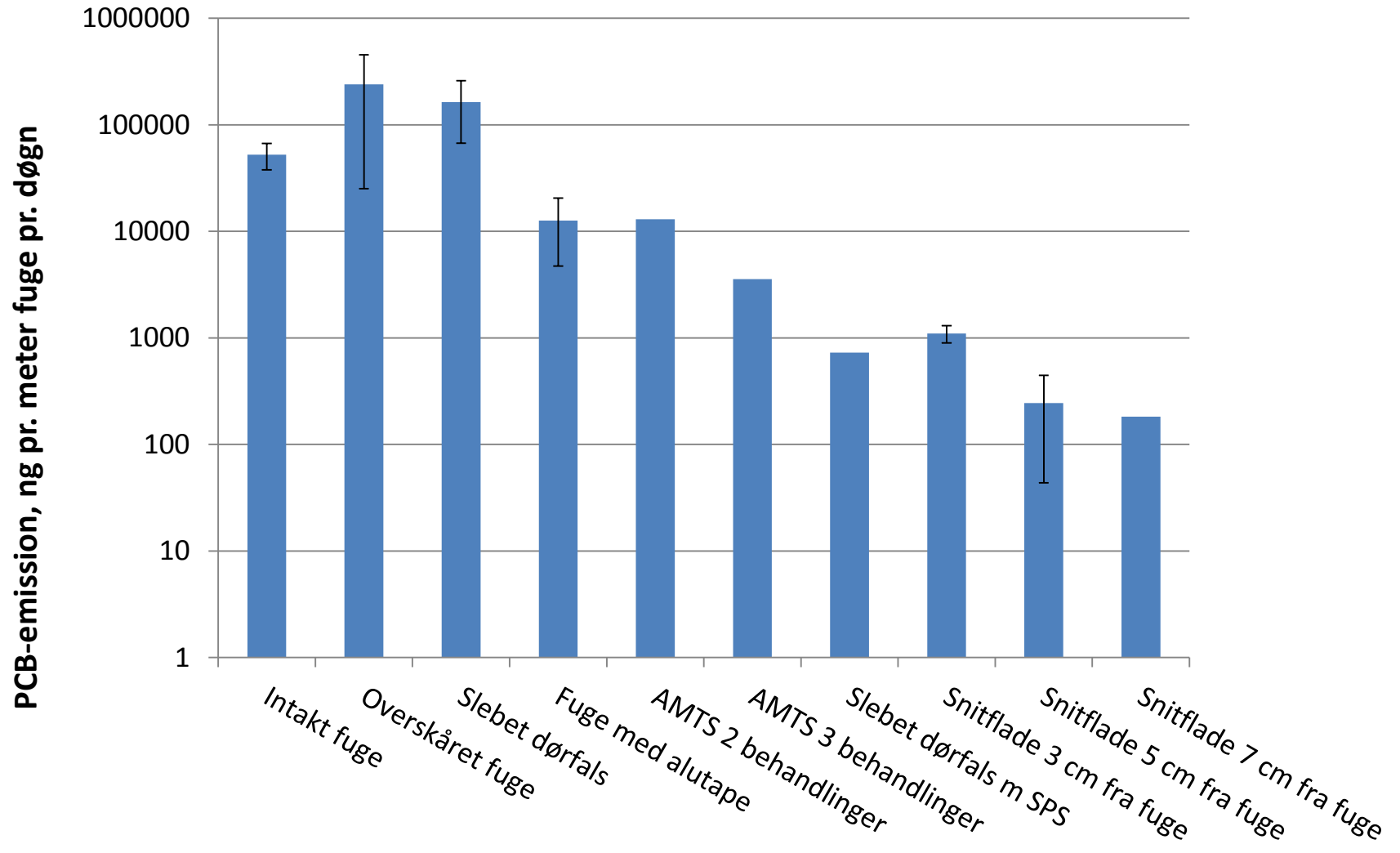
Udstøbt og silikatforseglet elementsamling med emissionskammer.

19 ng PCB/m/d



Eksempel på anvendelse af emissionskamre

Test af metoder til behandling af fuger og dørfalse



Var indeklima bedre da bygningen var ny?

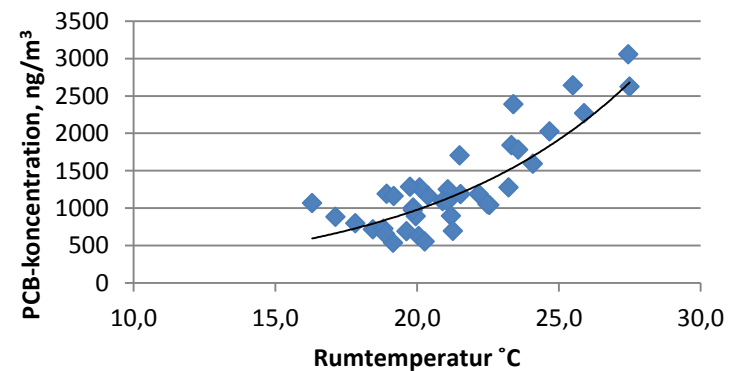
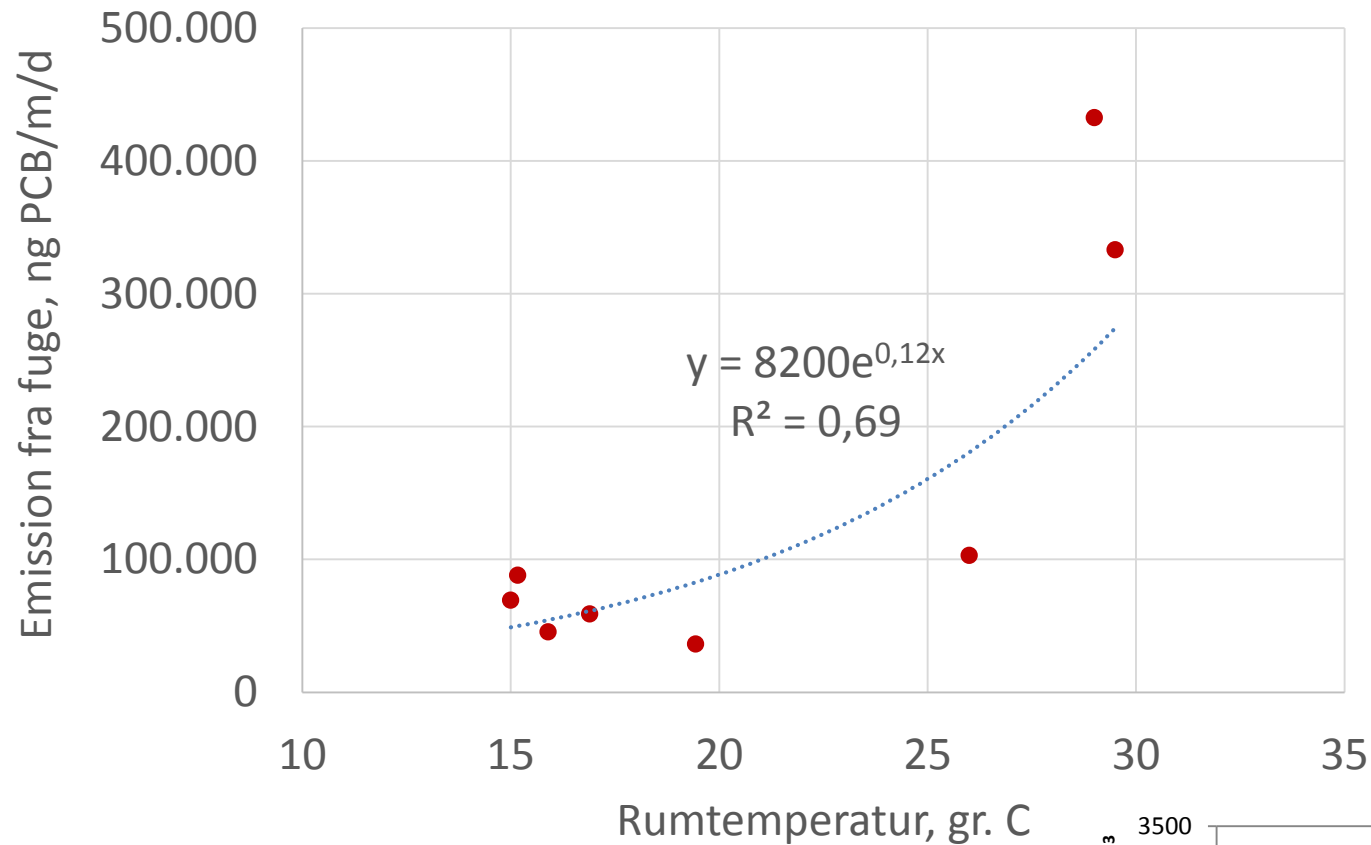
Hvordan er det gået med emissionen fra/til byggematerialerne over de seneste 40 år?

Er emissionen fra fuger (+ sekundære kilder) ændret?

Er betydningen af tertiære kilder ændret?

Emission fra fuger og tilstødende materialer (primære og sekundære kilder)

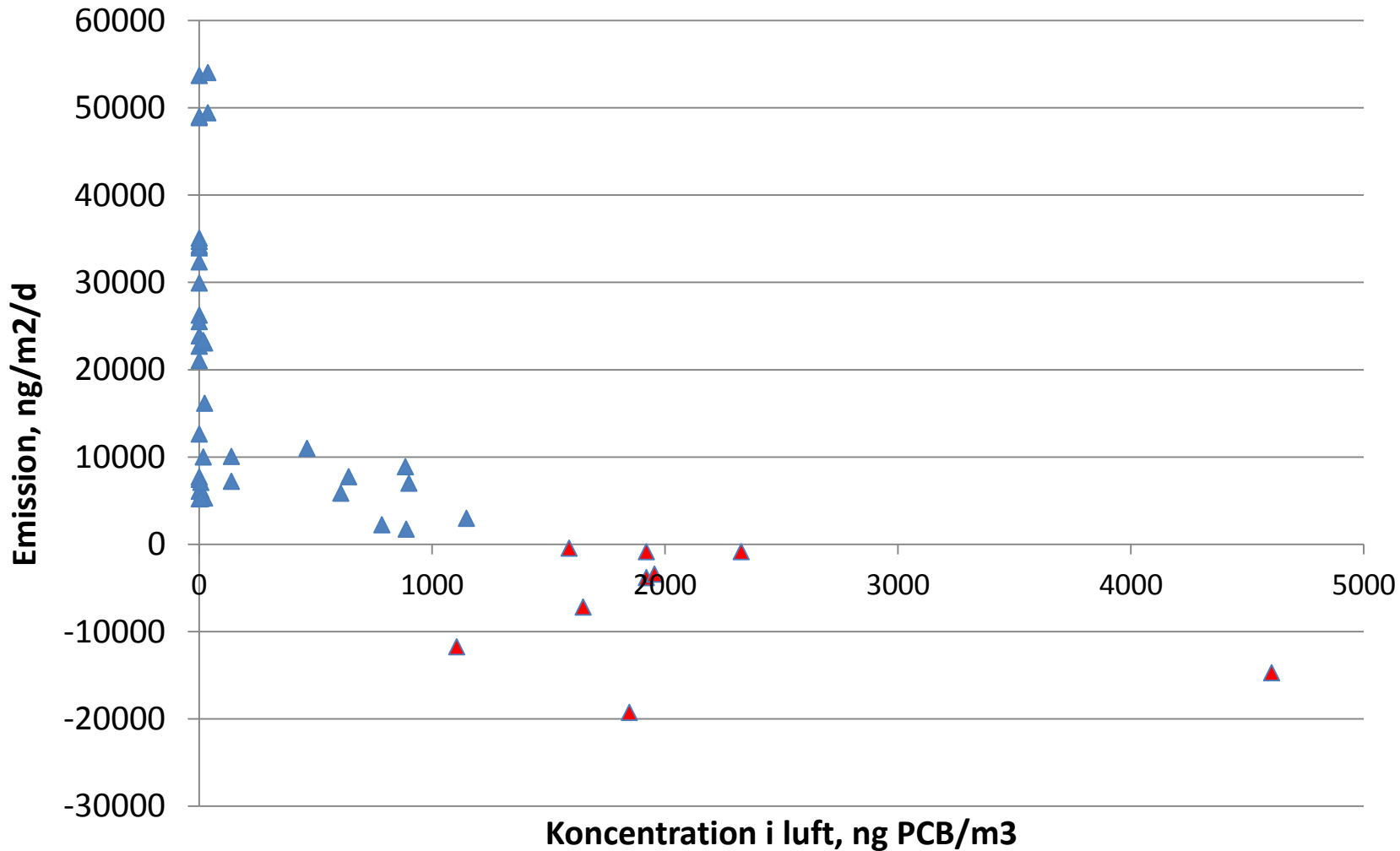
Emission fra fuger, Farum Midtpunkt



Tertiær kilde

Emission som funktion af PCB-koncentration i luft

Vægmaling i Farum Midtpunkt



Emission af PCB efter 40 år med PCB-forurening fra fuger

Kilde	Overflade	Specifik emission ng PCB/m ² /d	Areal m ²	Samlet emission mg PCB/døgn
Primær og sekundær	Fuge samt nærmeste 4-5 cm materialeoverflade på hver side	800.000	6	5
Sekundær	Ny fuge over gamle facadefuger	50.000	2	0,1
Sekundær /tertiær	Maling 5-15 cm fra fuge	1.300	20	0,03
Tertiær	Lakerede og malede flader mm.	Ej signifikant	500	0
I alt				5

Alternativer til direkte emissionsmålinger:

- Massebalance ud fra
ligevægtskoncentrationen i rumluft
- PCB-akkumulering i væg- og loftmaling

Metode	Forudsætninger	Emission pr. bolig pr. døgn
Nutidige målinger	Målt emission fra fuge 800.000 ng PCB/m/d 60 m pr. lejlighed	5 mg PCB/d fra primært fuger
Nutidig massebalance	Middelkonc. i luft: 1500 ng/m ³ 250 m ³ pr. lejlighed Luftskifte 0,5 pr. time	5 mg PCB/d netto tilførsel til luft
Integreret optag	100 mg PCB/kg i maling og spartel 1 kg maling og spartel pr. m ² 350 m ² malet væg og loft pr. lejlighed Optaget over 40 år	2,4 mg PCB/d optaget i maling i gennemsnit over 40 år Der måles ikke optag nu, så måske var optaget minimum 5 mg/d i starten

Optag på 5 mg PCB/d pr. lejlighed i vægmaling – er det muligt?

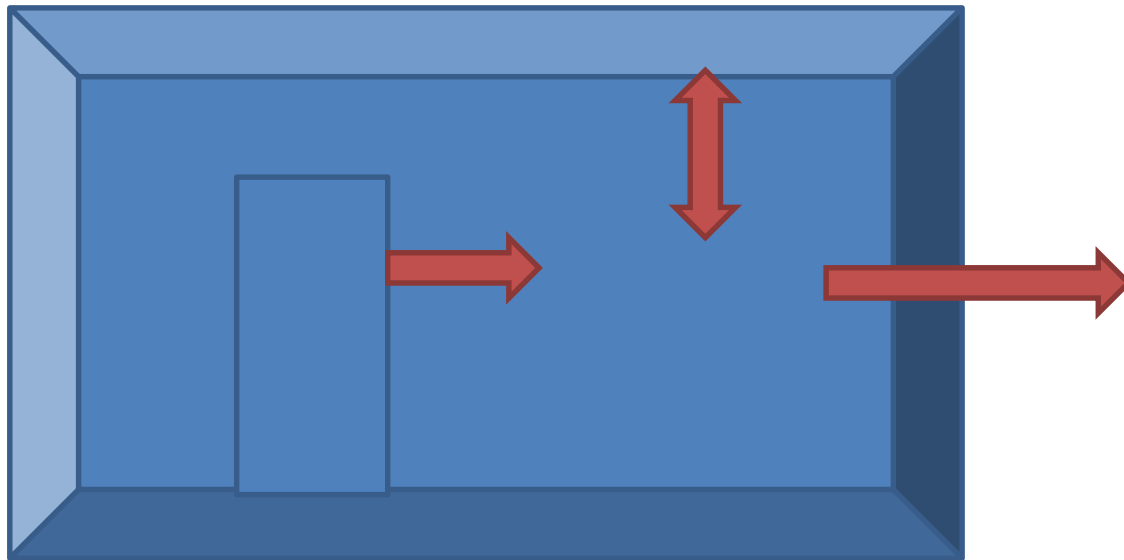
- 5 mg PCB/d pr. lejlighed svarer til optag (negativ emission) på 14.000 ng/m²/d i væg- og loftmaling.

Eksempler på emissionsmålinger på malede flader i en kontorbygning. Fuger blev forseglet og PCB i luft faldt med omkring 1000 ng/m³ inden disse emissionsmålinger.

Lokale	Flade	Luft-temp. °C	Indtag til kammer PCB _{total} ng/m ³	Afkast fra kammer PCB _{total} ng/m ³	Emission PCB _{total} ng/m ² /d
Gang	Ældre vægmaling	22,3	1051	1801	11.000
	Maling med aktivt kul påført 8 mdr. forinden	22,3	1051	991	-800
Kontor	Vægmaling på beton, nyt lag påført ca. 3 mdr. forinden	22,7	1146	902	-3.400
	Vægmaling på beton, maling med aktivt kul samt alm. vægmaling påført ca. 2 uger forinden	24,0	1724	498	-19.000

Balance for PCB i rumluft i nymalet bolig

- den simpleste model



Balance for PCB i rumluft i nymalet bolig

- **Tilførsel = optagelse i maling + bortventilering [ng/døgn]**
- Optag og bortventilering er begge proportional med PCB konc. i luft: $\text{PCB}_{\text{luft}} [\text{ng}/\text{m}^3]$
- Tilførsel: Emission fra fuge
- Optag i maling = (målt optag ved 1000 ng/m³) * $\text{PCB}_{\text{luft}}/1000$ * 350 m² = $\text{PCB}_{\text{luft}} * 7000 \text{ m}^3/\text{d}$
- Målt emission ved 1000 ng PCB/m³ i luft: 20.000 ng/m²/døgn
- Bortventilering = $\text{PCB}_{\text{luft}} * 250 \text{ m}^3 * 12 \text{ døgn}^{-1} = \text{PCB}_{\text{luft}} * 3000 \text{ m}^3/\text{d}$
- **Tilførsel = 7000 PCB_{luft} + 3000 PCB_{luft} = 10.000 PCB_{luft}**

optag i maling
bortventilering
[ng PCB/døgn pr. bolig]

Fugeemission	Optag	Bortventilering	PCB_{luft}	Specifik optagelseskonstant i maling (målt)
mg PCB/d	mg PCB/d	mg PCB/d	ng PCB/m ³	ng PCB/m ² /d
5	3,5	1,5	500	20.000
7	5	2	700	20.000
26	5	21	7000	2.000

Konklusion – emissioner og tidsmæssig udvikling

- Maksimalle målte optagelsesrater i ny maling kan indikere lavere indeklimaniveauer lige efter opførelse. Dog er det sandsynligt, at de gode forhold var kortvarige.
- Hvis optagelsesrater var mere moderate efter nogle måneder, er der behov for høje PCB-niveauer i luft til at forklare de nuværende forureningsniveauer i maling.
- Efter 40 år er tertiære kilder ofte tæt på ligevægt, men emission er dynamisk og veksler mellem afgivelse og optag.
- Primære (og sekundære) kilder er efter 40 år fortsat vigtigst for samlet emission.
- Emission viser samme temperaturafhængighed som tidligere beskrevet for ligevægtskoncentrationer i luft.