

Departementet Indenrigsanliggender, Natur
og Miljø

PCB undersøgelse af boligblok Q i Nuuk

Datarapport

Juli 2009

Miljø- og Naturstyrelsen

PCB undersøgelse af boligblok Q i Nuuk

Datarapport

Juli 2009

Dokumentnr. 70856-1
Version 1.0
Udgivelsesdato 7. juli 2009

Udarbejdet Anne Lise Nielsen
Kontrolleret Henrik Frederiksen og Carsten Lassen
Godkendt Henrik Nielsen

Indholdsfortegnelse

1 Indledning.....	4
1.1 Formål med undersøgelsen.....	4
1.2 Polychlorerede biphenyler (PCB).....	4
1.3 Påviste effekter af PCB i Grønland.....	5
1.4 Problemstilling med PCB i grønlandske byggerier.....	6
1.5 Håndtering af PCB-holdigt affald i andre lande.....	6
1.6 Miljøstatus i Grønland og Svalbard - eksempler på undersøgelser foretaget i relation til byggeri.....	12
2 Metoder.....	14
2.1 Prøvetagning.....	14
2.2 Analyser.....	15
3 Resultater.....	17
3.1 Analyseresultater og klassificering	17
3.2 PCB i maling – sammenligning mellem Svalbard og Grønland.....	19
3.3 PCB7 profiler - sammenligning med tekniske blandinger	19
3.4 Mængdebetrægtninger.....	22
4 Sammenfatning.....	23
5 Referencer.....	25

Bilag:
Fotos
Analyserapporter

Appendiks:
Mængdeberegninger

1 Indledning

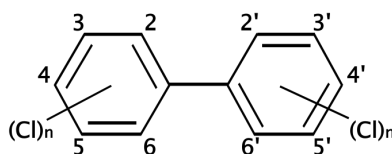
1.1 Formål med undersøgelsen

COWI blev i marts 2009 af Miljø- og Naturstyrelsen anmodet om at udføre en PCB undersøgelse af boligblok Q i Nuuk i forbindelse med den forestående nedrivning af bygningen, idet man havde indikationer på, at facademalingen og/eller betonen indeholder PCB. Bygningen er opført i 1965/1966.

Formålet med undersøgelsen var at indsamle prøver af bygningsmaterialer (maling, beton og fugemasse) for at prøve at afdække PCB-kilderne og omfanget af eventuel forurening af betonen (mængder og koncentration af PCB) samt at kategorisere affaldet i forhold til de gældende regler i Grønland og andre lande.

1.2 Polychlorerede biphenyler (PCB)

Polychlorerede biphenyler (PCB) er en gruppe organiske forbindelser bestående af to forbundne benzenringe, hvor brintatomerne er helt eller delvist udskiftet med chlor.



Der findes 209 forskellige chlorerede biphenyler. Blandingsforholdene og forekomsten af disse såkaldte PCB-kongenerer har varieret i de forskellige handelspræparater. De enkelte PCB-kongenerer har forskellige fysisk-kemiske egenskaber og effekter på mennesker og miljø. Visse kongenerer - de såkaldte dioxinlignende PCB'er, som mennesker primært udsættes for ved indtagelse af fødevarer - er særligt giftige. PCB'er er svært nedbrydelige (persistente) og ophobes i fedtvæv (lipofile). Derfor akkumuleres de i mennesker og miljø og opkoncentreres igennem fødekæderne /17/. PCB er et industrikemikalie og tilhører det såkaldte "beskidte dusin" af stoffer der er omfattet af Stockholmkonventionen, se afsnit 1.5.

Fra 1930'erne og indtil midten af 1970'erne fandt PCB verden over anvendelse i en række tekniske produkter, da de foruden at være stabile kemiske stoffer, besad en række tekniske fordelagtige egenskaber, så som høj antændelsestemperatur, høj viskositet, lav elektrisk ledningsevne og god termisk stabilitet. Det vurderes at den samlede produktion i perioden var 2-3 mio. ton /17/.

PCB blev anvendt fordi det var teknisk velegnet til anvendelse i en række byggematerialer som f.eks. fugemasse, lim, maling, lak, isolering, plast o.l. I byggeriet indgik PCB således i en årrække i forseglingsmaterialer til termoruder, i fugemasser til bl.a. kalfatringsfuger, som plastificering i puds, beton, spartel- og gulvmasser, som brandhæmmer i f.eks. kondensatorer, kabler, maling m.m. /17/.

1.3 Påviste effekter af PCB i Grønland

Egenskaberne ved de enkelte PCB-kongenere varierer noget, men generelt er disse stoffer tungt nedbrydelige i naturen og kan bioakkumulere i forskellige organer i organismer. Dette kan føre til en opkoncentrering (biomagnificering) i næringskæder, hvor toppredatorer som f.eks. isbjørn kan have langt højere koncentrationer end dyr, som befinder sig på et lavere trofisk niveau, f.eks. fisk.

Bionedbrydeligheden for PCB med lavt chlorindhold er moderat, mens PCB-kongenere med højt chlorindhold er svært nedbrydelige. PCB's persistens stiger generelt med antallet af chloratomer /8/.

PCB absorberes i udstrakt grad hos mennesker og dyr. Molekylvægt og fedtopløselighed er de bestemmende faktorer for absorption fra mave-tarm kanalen. Hovedparten af kongenere med 4-6 kloratomer absorberes (90-50 %), mens kongenere med 7 og 8 kloratomer absorberes i mindre omfang.

PCB er blevet påvist i høje koncentrationer i flere typer biologisk materiale fra Grønland, f.eks. ride, sæler, hvaler og isbjørne /2/ og der er påvist skadelige effekter på bl.a. isbjørn, eksempelvis øget modtagelighed overfor infektioner udover adfærds- og reproduktionsproblemer (se bl.a. /3/).

Både dyr og mennesker i Grønland påvirkes af PCB. Befolkningen i Arktis/Grønland er særligt udsat, fordi en stor del af befolkningen her i højere grad lever af lokale fødevarer som sæl og hval. Disse fødevarer indeholder væsentlig højere koncentrationer af PCB end kød, som stammer fra landbrugsproduktionen /18/.

Man har hidtil antaget at forureningen med miljøgifte i Arktis, herunder PCB især stammer fra energiproduktion, landbrug, industri og affaldsforbrænding i Europa, Nordamerika og Asien. Derfra føres miljøgifterne med luft- og havstrømme til Arktis. Men der kommer også forurening fra menneskelige aktiviteter i de arktiske områder, hvilket nærværende undersøgelse er et eksempel på. Da der kun bor få mennesker i Arktis, og industri- og landbrugsproduktion er begrænset, vil denne forurening primært kunne lede til lokal forurening og

eksponering, mens den langtransporterede forurening tidligere vurderedes til at være af større betydning for den generelle forurening af miljøet i Arktis.

1.4 Problemstilling med PCB i grønlandske byggerier

På baggrund af ovenstående, er det derfor set fra Miljø- og Naturstyrelsens side bekymrende, at:

- byggematerialer, som er fremstillet frem til midten af 70'erne, kan indeholde PCB, hvorfor det ikke kan håndteres som almindeligt affald.
- mennesker i Grønland kan blive yderligere eksponeret for PCB fra inde-luft, støv og jord i og omkring bygninger med PCB-holdige byggematerialer.
- PCB fra bygninger vil spredes i det lokale miljø.

1.5 Håndtering af PCB-holdigt affald i andre lande

Der er ikke udarbejdet retningslinjer for håndtering af PCB-holdigt bygge- og anlægsaffald i Grønland. I bl.a. Norge (<http://www.sysselmannen.no> og <http://www.sft.no>) og Sverige (<http://naturvardsverket.se>) er man i gang med nationale saneringsprogrammer, mens den danske Miljøstyrelse er i gang med at revidere regler om genanvendelse af bygge- og anlægsaffald og udarbejdelse af materiale om håndtering af forurenende stoffer - herunder PCB - i bygge- og anlægsaffald.

1.5.1 Internationale konventioner og EU

Internationale konventioner

De vigtigste internationale aftaler som retter sig mod PCB og andre POP-stoffer er Stockholmkonventionen og POP-protokollen (POP – persistente organiske miljøgifte) /20, 21/.

POP-protokollen, som er en protokol under UNECE¹ Konventionen om grænseoverskridende forurening (CLRTAP), har i dag 29 parter, herunder Danmark. POP-protokollen omfatter 15 stoffer/stofgrupper.

Stockholmkonventionen, som er en global konvention, tog udgangspunkt i 12 af de stoffer, som er omfattet af POP protokollen. De 12 stoffer kaldes også ”det beskidte dusin” og omfatter pesticiderne aldrin, chlordane, dieldrin, DDT, endrin, heptachlor, hexachlorbenzen, mirex og toxaphen, industrikemikaliet PCB samt stofgrupperne dioxiner og furaner, som dannes utilsigtet ved en række kemiske processer og forbrændingsprocesser /18/. De 160 lande, som er parter til Stockholmkonventionen er i maj 2009 blevet enige om at udvide listen til 21 stoffer og stofgrupper, der opfylder POP-kriterierne. De ni stoffer, som nu

¹ UNECE: United Nations Economic Commission for Europe, se <http://www.unece.org/about/about.htm>

reguleres, bruges blandt andet som pesticider, i elektronik og til overfladebehandling af tekstiler /23/.

EU

De overordnede regler i EU for hvordan affald, som indeholder PCB skal bortskaffes, er fastlagt af artikel 7 i Forordning (EF) nr. 850/2004 om persistente organiske miljøgifte (POP-forordningen) /19/. Det overordnede formål med POP-forordningen er, hvor det er muligt, at standse udslip af persistente organiske miljøgifte i miljøet. Affald, som indeholder persistente organiske miljøgifte, skal som udgangspunkt destrueres, medmindre andre fremgangsmåder miljømæssigt er at foretrække. Det fremgår også af forordningen, at producenter og indehavere af affald skal gøre enhver rimelig indsats for, hvor det er muligt, at undgå forurening af affaldet med POP-stoffer.

Reguleringen i Danmark af POP-stofferne og POP-affald er karakteriseret ved et tæt samspil mellem EU-lovgivningen og national regulering. De fleste regler på POP-området i Danmark er en følge af EU-lovgivning. Stockholmkonventionen er i EU gennemført i Forordning (EF) nr. 850/2004 om persistente organiske miljøgifte (POP-forordningen). POP-forordningen suppleres af en forordning om eksport og import af farlige kemikalier og en forordning om overvågning af og kontrol med overførsel af affald.

POP-forordningen suppleres endvidere af den danske miljøbeskyttelseslov og kemikalielov samt en række bekendtgørelser udstedt i medfør heraf, herunder bekendtgørelse nr. 820 af 29. september 2003 om POP-stoffer. I kraft af denne lovgivning er import, eksport, brug og tilsigtet produktion af de stoffer der er omfattet af Stockholmkonventionen forbudt i Danmark /22/.

Ved den danske ratifikation af Stockholmkonventionen blev der taget geografisk forbehold for Grønland. Dette forbehold er fortsat gældende. Derimod er der ved ratifikationen af POP-protokollen ikke taget forbehold for Grønland. Det betyder, at Grønland har forpligtiget sig til at begrænse og reducere udledningen af de stoffer, der fremgår af protokollen. Dette skal bl.a. ske gennem fastsættelse af grænseværdier, ibrugtagning af alternative teknologier samt produktions- og/eller anvendelsesforbud mod visse stoffer.

1.5.2 Danmark

I Danmark kom de første forbud mod anvendelse af PCB i 1977 /14/ og siden 1986 har al salg af PCB og PCB-holdigt udstyr været forbudt /15/. Transformatorer og kondensator på mere end 1 kg eller en effekt på mere end 2 kilo volt ampere reaktiv måtte bruges i en overgangsperiode indtil 1995, mens udstyr mindre end dette, som indeholder PCB, må anvendes indtil deres levetid udløber.

Affald, som indeholder mere end 50 mg PCB₇ per kg, skal betragtes som farligt affald, og skal som udgangspunkt destrueres. Det vil i praksis sige, at affaldet skal brændes på et anlæg, der har tilladelse til afbrænding af farligt affald, der indeholder PCB, f.eks. Kommunekemi A/S. I særlige tilfælde kan affald, som

indeholder mere end 50 mg PCB₇ per kg deponeres i undergrunden, i klippeformationer eller i saltminer. Dette forudsætter, at kommunen har vurderet, at det er den miljømæssigt foretrukne løsning, og at Miljøstyrelsen efterfølgende godkender denne løsning (og underretter EU kommissionen og de øvrige EU medlemslande om deponeringen). Det betyder at affald, som indeholder mere end 50 mg PCB₇ per kg, **ikke må** deponeres på et overjordisk anlæg for farligt affald.

PCB-holdigt affald, som indeholder mindre end 50 mg PCB₇ per kg, skal også som udgangspunkt destrueres. Ifølge Miljøstyrelsens retningslinjer for bortskaffelse af PCB affald /25/ er der dog også mulighed for at bortskaffe eller nyttiggøre affald (der gives ikke eksempler på nyttiggørelse), som indeholder mindre end 50 mg PCB₇ per kg, i overensstemmelse med relevant lovgivning eksempelvis deponeringsbekendtgørelsen /26/, hvis det vurderes at være miljø- og sundhedsmæssigt forsvarligt.

Den nye reviderede danske deponeringsbekendtgørelse /26/, som trådte i kraft 2. april 2009, indeholder følgende grænser for deponering af affald, for så vidt angår indhold af PCB:

- Affald, som indeholder mindre end 1 mg PCB₇ per kg, må deponeres på et deponeringsanlæg for inert² affald.
- Affald, som indeholder mindre end 10 mg PCB₇ per kg, må deponeres på et deponeringsanlæg for mineralsk³ affald.
- Affald, som indeholder op til 50 mg PCB₇ per kg, må deponeres på et deponeringsanlæg for farligt affald

I Danmark skal bygherren inden et arbejde – herunder også renovering eller nedrivning af bygninger - sættes i gang, bl.a. oplyse kommunen om hvilke affaldstyper, der vil fremkomme og hvilke mængder, der forventes. Som udgangspunkt gælder dette krav når der forventes mere end 1 tons affald, men de enkelte kommuner kan have fastsat en lavere grænse. Rene, sorterede og forarbejdede materialer af sten, rent uglaseret tegl (mursten og teglsten) og rent beton kan genanvendes, som erstatning for primære råstoffer, uden tilladelse efter miljøbeskyttelseslovens § 19 eller miljøbeskyttelseslovens kapitel 5. Dette indebæ-

² En delmængde af ikke-farligt affald, som ikke undergår signifikante fysiske, kemiske eller biologiske forandringer, og som har et indhold af total organisk kulstof (TOC) på maksimalt 30 g per kg tør prøve. Inert affald er hverken opløseligt eller brændbart eller på anden måde fysisk eller kemisk reaktivt, det er ikke bionedbrydeligt og har ingen negativ indflydelse på andet materiale, det kommer i berøring med, på en sådan måde, at det kan formodes at ville medføre forurening af miljøet eller skade menneskers sundhed. Affaldets totale indhold af forurenende stoffer og den totale udvaskelighed af disse samt perkolatets økotoksicitet skal være af ubetydeligt omfang og må navnlig ikke bringe kvaliteten af grundvand eller overfladevandområder i fare /26/.

³ En delmængde af ikke-farligt affald, som primært består af uorganisk, mineralsk materiale med et indhold af total organisk kulstof (TOC) på maksimalt 50 g per kg tør prøve. Mineralsk affald må kun i begrænset omfang kunne opløses i eller reagere kemisk med vand /26/.

rer, at de nævnte materialer ikke må indeholde PCB og andre forurenende stoffer. Det er kommunerne i Danmark, som skal vurdere, hvornår affaldet kan betragtes som rent, således at det kan genanvendes. Som et eksempel på god praksis henvises til vejledning fra Københavns Kommune /1/, hvor der findes en række praktiske informationer omkring brugen og identifikationen af PCB, og hvordan man undersøger bygninger for PCB. Vejledningen kan findes på denne internetadresse: <http://www.miljoe.kk.dk/byggeaffald/PCB>.

Praksis i Danmark for håndtering af PCB-holdige produkter og materialer /17/

Efter en indsats med indsamling af elektriske komponenter med signifikant indhold af PCB findes der næppe længere ret mange elektriske komponenter med PCB. Der kan dog muligvis stadig være vis mængde PCB i brug i små kondensatorer bl.a. i gamle hårde hvidevarer og i armaturer til lysstofrør, som er mere end 20 år gamle.

Der har dog ikke været en tilsvarende indsats over for PCB-indholdet i byggevarer i Danmark.

Byggevarer (asbestholdige byggevarer og emballage undtaget) som ved nedrivning, renovering, ombygning eller udskiftning omdannes til affald, opsamles og sorteres lokalt på byggeplads. Det er muligt, at en del af det PCB-holdige affald på grund af manglende bevidsthed om problemet ikke sorteres fra, og at det dermed behandles som rent byggeaffald. PCB-holdige byggevarer/affald kan i praksis på byggepladsen ikke skelnes fra ikke-PCB-holdige byggevarer/affald. Antageligt er det kun få kommuner, som har udarbejdet en vejledning for hvornår PCB-holdige byggevarer, som i forbindelse med nedbrydning, renovering, ombygning eller udskiftning af fx fuger og termoruder omdannes til affald, skal søges identificeret. I forbindelse med et nyligt offentliggjort projekt i april 2009 /17/, er Kommunekemi blevet spurgt, om de rutinemæssigt modtager PCB-holdige fugerester eller andet PCB-holdigt bygningsaffald. Svaret var, at dette forekommer meget sjældent. Det må derfor formodes, at meget PCB-holdigt byggeaffald ikke bliver behandlet efter reglerne. I Danmark er der derfor behov for udbredelse af viden om krav, problemer og muligheder i forbindelse med identificering og håndtering af PCB-holdigt affald i byggeriet blandt de direkte involverede /17/.

1.5.3 Norge

I Norge blev PCB i olie forbudt i 1980 og det er forbudt at producere, omsætte og bruge stof eller stoffblandinger som indeholder PCB /27/. SFT (Statens forureningstilsyn) har igangsat udfasning af PCB-holdige kondensatorer, og har også fokus på andet byggeaffald som PCB-holdige fuger, maling og beton.

SFT fastsætter kvalitetskriterier for mest følsom arealanvendelse og de sætter krav til, hvad der kan tolereres, for at overskudsjord, der i denne sammenhæng kan sidestilles med affald, kan håndteres frit uden at være til skade for mennesker eller miljø. Befinder niveauet af PCB₇ i jord/affald sig over disse grænseværdier, kan det ikke benyttes frit, og affaldets anvendelse med hensyn til miljø

og sundhed må tages i betragtning. SFTs grænseværdi for PCB₇ er 0,01 mg/kg svarende til den nedre grænseværdi i det første af nedenstående tre punkter /12/.

Den norske affaldsforskrift /28/, indeholder følgende grænser for deponering af affald, for så vidt angår indhold af PCB:

- Affald med PCB₇-niveau mellem 0,01 og 1,0 mg/kg skal afleveres til godkendt deponi for inert affald
- Affald som indeholder mellem 1,0 mg/kg og 50 mg/kg PCB₇ skal afleveres til deponi for ordinært⁴ affald.
- Affald med PCB₇-indhold på mere end 50 mg/kg (0,005 %) betragtes som farligt affald. Farligt affald skal afleveres til godkendt deponi for farligt affald.

Bygherre er ansvarlig for korrekt håndtering af affald og farligt affald /30/. I praksis betyder det, at ejeren er forpligtet til at oplyse, hvad der findes af farligt affald i bygningen forud for igangsætning af nedrivnings-, ombygnings- eller renoveringsarbejder. Ejeren er også forpligtet til at følge op og sikre at arbejdet bliver udført af fagligt kompetente personer i overensstemmelse med gældende forskrifter.

Ved nedrivning eller renovering er bygherren forpligtet til at følge bestemte retningslinjer. Bygningsmaterialer som tages ud af brug, er farligt affald, hvis de indeholder mere end 50 ppm (50 mg/kg) PCB.

PCB-indholdet måles i det PCB-holdige materiale, som for eksempel selve malingen, fugen, forseglingslimen o.l. og ikke når affaldet er iblandet andet bygningsaffald. Baggrunden er, at eventuel forurening ikke må fortyndes ved at blande affaldet før prøvetagning/analyse /30/.

Det er etableret forskellige returordninger og selskaber, som har ansvaret for at [produkter, som indeholder farlige stoffer, bliver samlet ind og håndteret på en forsvarlig måde](#). Formålet er at reducere de miljøproblemer forskellige produkter forårsager, når de ender som affald. Ordningerne skal blandt andet sikre, at affaldet genanvendes, når det efter en afvejning af miljøhensyn, ressourcehensyn og økonomiske forhold er berettiget /30/.

Ruteretur AS er et retursystem for PCB-holdige isoleringsglasruder /30/. Ruteretur AS har ansvaret for at drive returordningen for PCB-holdige isoleringsglasvinduer. Se www.ruteretur.no for mere information om retursystemet, modtagepladser, etc.

Renas AS er oprettet for at tage hånd om elektronikaffald (erhverv), for eksempel armaturer med PCB-kondensator, elektromotorer, kabler og ledninger /30/. Se www.renas.no for mere information.

⁴ Affald, som ikke er kategoriseret som enten farligt, eksplosivt, radioaktivt eller smittefarligt /28/

Der findes ingen godkendte anlæg for slutbehandling af PCB-holdigt affald i Norge /30/. Derfor eksporteres PCB-affaldet til godkendte anlæg i udlandet, blandt andet til [Ekokem i Finland](#). Der kræves særskilt tilladelse for import og eksport af affald.

Jordforurening

Norges geologiske undersøgelser (NGU) har i samarbejde med Nationalt folkehelseinstitut og Oslo kommune i 2007 udarbejdet et forslag til jordkvalitetskriterier for en række stoffer, deriblandt PCB₇, under givne arealanvendelser /13/. Kvalitetskriterierne forventes ifølge det oplyste, at blive vedtaget i 2009 og er taget i brug i enkeltsager /29/.

I rapporten gives anbefalinger til, hvad kvalitetskriterierne kan bruges til og hvor dybt de bør gælde. Hovedformålet med brug af kvalitetskriterierne er udvikling af et forenklet fagligt og administrativt system for forvaltning og disponering af forurenede jord.

I forslag til kvalitetskriterier for jord fastsættes følgende /13/:

- <0,01 mg/kg PCB₇, tilstandsklasse 1 og normværdi for mest følsom arealanvendelse.
- 0,01 - 0,5 mg/kg PCB₇, tilstandsklasse 2
- 0,5 - 0,7 mg/kg PCB₇, tilstandsklasse 3
- 0,7 – 4,4 mg/kg PCB₇, tilstandsklasse 4
- op til 50 mg/kg PCB₇, tilstandsklasse 5

I nedenstående tabel ses et eksempel på, hvordan tilstandsklasserne tænkes anvendt i forhold til arealanvendelse og håndtering af overskudsjord.

Tabel 1. Eksempel fra /13/ på anbefalet anvendelse af tilstandsklasserne i forhold til arealanvendelse og håndtering af overskudsjord.

Tilstandsklasse	Arealanvendelse	Hvor dybt skal klassen gælde?	Håndtering af overskudsjord
Tilstandsklasse 1	Fri arealanvendelse med undtagelse af landbrug	Anbefaling fra forfatterne i /13/ er 2 meter En klasse op kan tillades fra 2 meter og nedefter	Fri anvendelse
Tilstandsklasse 2	Bolig, børnehaver, legepladser, parker og badestrande	Do.	Byjordsdeponi

Tilstandsklasse 3	Byområder uden bolig: Veje og pladser, ophold og transport, kontor	Do.	Byjordsdeponi
Tilstandsklasse 4	Industri, hovedveje, jernbane	Do.	Godkendt deponi for denne forureningsgrad
Tilstandsklasse 5	Godkendt deponi	-	Godkendt deponi for denne forureningsgrad

Kvalitetskriterierne er risikobaserede og baseret på risiko for menneskers sundhed. Modellen som ligger til grund for inddeling af jorden i fem tilstandsklasser, er baseret på forskelle i arealanvendelse og i hvilken grad mennesker er eksponeret. Der er udført vurderinger i forhold til opholdstid for børn og voksne i forskellige omgivelser (bolig, børnehave, arbejdsplads og under transport), og det vurderes, at bidraget af sporstoffer og kemiske forbindelser i mad og eventuelt drikkevand har meget større betydning end bidraget fra jord. For børn kan jord dog repræsentere en unødvendig yderligere belastning med miljøgifte. For voksne spiller bidraget fra jord sandsynligvis kun en lille eller ubetydelig rolle /13/.

1.5.4 Grønland

Der er ingen deponeringsanlæg eller forbrændingsanlæg i Grønland, der er godkendt til at modtage PCB-holdigt affald /31/. Farligt affald sendes i dag til håndtering i Danmark/udlandet. De grønlandske lossepladser vurderes ikke at kunne opfylde de vilkår og krav andre lande stiller til deponier eller anlæg, der modtager PCB-holdigt affald.

1.6 Miljøstatus i Grønland og Svalbard - eksempler på undersøgelser foretaget i relation til byggeri.

Kendskab til eventuelt lokalt brug af PCB i Grønland er begrænset. Nogle få tidligere miljøundersøgelser har imidlertid rejst spørgsmålet, hvorvidt og i hvilket omfang lokale kilder til PCB kan have betydning udover fjerntransporten / 4, 6, 9/.

På Svalbard startede Sysselmannen i 2007 et PCB projekt med kortlægning af PCB i byggematerialer (bl.a. maling og beton) samt i jordprøver (overfladeprøver) i såvel de norske som russiske bosætninger i området /11, 12/. Undersøgelserne har vist, at især de anvendte facademaling indeholder PCB og specielt malingerne i de russiske bosætninger, hvor der er fundet niveauer op til ca. 3.000 mg/kg, men også jord, gulvbelægninger og beton viste sig visse steder at indeholde PCB.

Baseret på disse resultater udtog Sysselmannen på Svalbard i forbindelse med et besøg i Nuuk nogle få stikprøver af maling og beton fra et par boligblokke i

Nuuk. Nogle af disse prøver viste tilsvarende høje indhold af PCB som på Svalbard, se tabel 2.

Tabel 2. Resultater af stikprøver af maling og beton fra boligblokke i Nuuk udtaget af Syssemmannen i 2008 /6/.

Prøve	Type	PCB ₇ mg/kg
1	Beton og maling fra nedrevet boligblok R	6,7
2	Maling og beton fra boligblok Q	3.100
3	Maling fra blå facade på boligblok (træbeklædning)	Ikke påvist
4	Maling fra hvid facade på boligblok (træbeklædning)	Ikke påvist
5	Indendørsmaling (grøn) i trappeopgang i boligblok	Ikke påvist



2 Metoder

Baseret på de tidligere undersøgelser jf. afsnit 1.6 gennemførte COWI en undersøgelse på foranledning af Miljø- og Naturstyrelsen i marts 2009 med en prøvetagning af byggematerialer fra facaderne på boligblok Q i Nuuk. Undersøgelsen skal danne baggrund for en vurdering og kategorisering af affaldsfraktioner (indledningsvis primært maling og beton) der forekommer set i relation til udenlandske krav.

2.1 Prøvetagning

Der blev den 4. og 5. marts 2009 indsamlet i alt 6 prøver af maling fra de udvendige facader og 13 prøver af maling/beton ligeledes fra de udvendige facader plus to prøver af fugemasse. Det vides ikke om fugemassen stammer fra fuger omkring vinduer og døre eller fra dilatationsfuger mellem bygningselementer, f.eks. altaner og trapper eller fra fuger i vådrum, da nedrivningen af bygningen var langt fremskreden på prøvetagningstidspunktet. Fotodokumentation fra prøvetagningen er vedlagt i bilag). I tabel 3 ses en oversigt over de udtagne prøver.

Tabel 3. Prøver af maling og beton på blok Q i Nuuk.

		Antal prøver	Bemærkninger
Maling	I alt	6	
	Øst	1	Prøve af hvid maling fra gavl mod øst
	Vest	1	Prøve af hvid maling fra gavl mod vest
	Nord	1	Prøve af hvid maling fra betonaltanbrystning mod nord
	Nord, grå	1	Prøve af grå maling fra betonkonsol mod nord
	Syd	1	Prøve af hvid maling fra betonaltanbrystning mod syd
	Syd, grå	1	Prøve af grå maling fra betonkonsol mod syd
Betonkerner	I alt	13	
	Nord	2	Prøver fra betonaltanbrystninger på henholdsvis 1. og 3. sal mod nord

	Antal prøver	Bemærkninger	
Nord, underside	1	Prøve fra betonaltangangsplade på 1. sal mod nord	
Syd	2	Prøver fra betonaltanbrystninger på henholdsvis 2. og 3. sal mod syd	
Syd, grå	1	Prøve fra betonkonsol mod syd	
Syd, underside	1	Prøve fra betonaltangangsplade på 1. sal mod syd	
Øst	3	Prøver fra gavlen mod øst i henholdsvis 1., 2. og 3. sals niveau	
Vest	3	Prøver fra gavlen mod vest i 1. sals niveau dels midtfor og dels ved henholdsvis nord- og sydhjørne	
Fugemasse	I alt	2	
	Nord	1	Prøve af fugemasse fra nordfacade
	Syd	1	Prøve af fugemasse fra sydfacade

Maling blev skrabet af alle fire facader med en skraber. Malingen er mange steder nedbrudt og skaller i flager, som det også fremgår af vedlagte fotos. Betonkerner fra alle fire facader blev boret ud med $\varnothing 30$ mm bor. Betonkernerne er udtaget i områder, hvor malingen stadig sidder fast.

Både maling, betonkerner og fugemasse blev pakket ind i stanniol og emballeret i plastposer. Med henblik på at kunne vurdere eventuel indtrængning af PCB fra maling og ind i betonen er malingen skrabet af betonen forinden analyse og betonkernen er skåret op i 1 cm tykke skiver.

2.2 Analyser

Prøverne blev sendt til akkrediteret laboratorium ALS Scandinavia AB for bestemmelse af PCB₇. Indholdet af PCB₇ blev bestemt i samtlige prøver. Analyserne er udført på deres laboratorium i Prag, Tjekkiet, som er akkrediteret til PCB analyser i byggematerialer. Metoden går kort ud på, at ekstrahere de fedtopløselige organiske forbindelser ud fra prøverne ved hjælp af acetone og hexan, før ekstraktet bliver analyseret ved gaskromatografi, GC-ECD. Detektionsgrænsen ved de udførte analyser er 0,01 mg/kg.

De fleste laboratorier bruger i dag syv almindelige og vigtige kongenere (PCB nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180) samt en sum af de 7 PCB-kongenere, symboliseret ved PCB₇. Denne analysepakke er i overensstemmelse med retningslinjer for undersøgelse af PCB-holdigt affald både i Danmark og Norge / 26, 28/. Totalindholdet af PCB kan herefter eventuelt beregnes via materiale-specifikke omregningsfaktorer, hvis man har kendskab til de oprindelige solgte blandinger. Totalindholdet er derfor normalt højere end summen af de 7 enkelte PCB-kongenere, typisk 3 til 8 gange.

Der kan være flere måder at vise analyseresultaterne på. I denne rapport har vi fokuseret på summen af de 7 kongenere (PCB₇), som der er blevet analyseret for og som de fleste andre undersøgelser af PCB i bygningsaffald også har været begrænset til. I forhold til sammenligning med kvalitetskriterier og kategorisering af affaldsfraktioner, som er formålet med nærværende undersøgelse, anvendes i Danmark og Norge PCB₇ jf. afsnit 1.5.2 og 1.5.3.

3 Resultater

3.1 Analyseresultater og klassificering

Grænseværdierne for deponering af affald i Danmark og Norge og resultaterne af de kemiske analyser fremgår af henholdsvis tabel 4 og 5-7. Analyserapporterne er vedlagt i bilag.

Tabel 4. Grænseværdier for deponering af PCB-holdigt affald i Danmark og Norge /26, 28/.

PCB ₇	Deponering på deponier for:	
Grænseværdier i Danmark for PCB-holdigt affald	Inert affald	< 1
	Mineralsk affald	<10
	Farligt affald	<50
	Destruktion	>50
Grænseværdier i Norge for PCB-holdigt affald	Inert affald	0,01-1
	Ordinært affald	1-50
	Farligt affald	>50

Der er påvist et højt indhold af PCB₇ fra 331 mg/kg og op til 1.030 mg/kg i malingen fra alle fire facader, både i den hvide og i den grå facademaling. Værdierne overskrider grænseværdien for farligt affald på 50 mg/kg med op til en faktor 20. PCB er trængt minimum 2 cm ind i den underliggende beton på alle fire facader, men er kraftigt aftagende (se tabel 5 og 6). Ingen af betonprøverne viser således overskridelser af grænseværdien for farligt affald.

Der er en tendens til at migrationen af PCB fra maling til beton har været størst mod øst og især syd, hvor solindstrålingen er kraftigst (se tabel 5). Analyserne af 1. skive (0-1 cm inde i betonen) mod øst og syd viser i to prøver værdier over 10 mg/kg (henholdsvis 15 mg/kg og 20 mg/kg), mens prøverne fra nord og vest alle viser værdier under 10 mg/kg. 10 mg/kg er grænseværdien i Danmark for deponering på anlæg for mineralsk affald. 6 ud af 7 analyser af 2. skive (1-2 cm inde i betonen) ligger under den øvre grænseværdi for deponering på anlæg til inert affald på 1 mg/kg. Den eneste undtagelse er en prøve fra betonaltanbrystningen mod syd, hvor der er påvist 2,1 mg/kg.

De to prøver af fugemasse (se tabel 7) viser begge indhold af PCB omend i meget forskellige koncentrationer på henholdsvis 2,6 mg/kg og 18.300 mg/kg,

men resultaterne indikerer dog, at der kan være høje PCB indhold i fugerne. Grænseværdien for farligt affald på 50 mg/kg er således overskredet mere end 300 gange i fugeprøven fra sydsiden.

Tabel 5. Analyseresultater for maling og beton (0-1 cm og 1-2 cm) Resultaterne er opgivet som PCB₇ (mg/kg).

	Maling	Beton 0-1 cm	Beton 1-2 cm
Nord	331	3,6	0,034
	-	3,28	-
Nord grå	364	-	-
Nord underside udv.	-	2,82	-
Nord underside indiv.	-	3,81	-
Syd	396	20,3	2,14
	-	4,77	0,383
Syd grå	724	2,11	-
Syd underside	-	5,73	0,023
Øst	1.030	15,4	0,14
	-	6,6	0,078
	-	1,28	-
Vest	364	4,05	0,038
	-	2,52	-
	-	1,58	-

Tabel 6. Resultater for maling og beton (0-1 cm og 1-2 cm). Resultaterne er opgivet som PCB₇ (mg/kg) og angivet som minimumsværdi, gennemsnitsværdi og maksimumsværdi.

	Antal prøver	Min	Gennemsnit	Maks
Maling	6	331	535	1.030
Beton (0-1 cm)	14	1,28	5,6	20
Beton (1-2 cm)	7	0,023	0,41	2,1

Tabel 7. Analyseresultater for fugemasse. Resultaterne er opgivet som PCB₇ (mg/kg).

		Antal prøver	mg/kg
Fugemasse	Nord	1	2,6
	Syd	1	18.300

I forhold til reglerne i Danmark og Norge vil malingen blive klassificeret som farligt affald, der skal destrueres f.eks. på Kommunekemi i Nyborg. Det betyder derfor, at betonen skal betragtes som farligt affald, medmindre malingen fjernes. Alt afhængig af om malingen fjernes og de yderste cm af betonen skæres af, samt i givet fald, hvor mange cm der skæres af, vil den resterende del af betonen formentlig i Danmark på baggrund af faststofindholdet af PCB₇ kunne klassificeres som mineralsk eller inert affald og i Norge som ordinært eller inert affald. På facaderne mod syd og øst skal der dog skæres mere end 2 cm af betonen førend PCB₇ koncentrationerne falder til under 1 mg/kg, som er grænsen for faststofindholdet af PCB₇ i inert affald både i Danmark og Norge. I denne

undersøgelse er der kun analyseret prøver op til 2 cm inde i betonen, men som det fremgår af tabel 6 falder koncentrationerne ca. en størrelsesorden fra 1 til 2 cm, så det må forventes, at PCB₇-koncentrationen er mindre end 1 mg/kg, hvis der skæres 3 cm af betonen.

De to prøver af fugemasse vil i Danmark ud fra faststofindholdet af PCB₇ blive klassificeret som henholdsvis mineralsk og farligt affald, mens det i Norge vil blive klassificeret som henholdsvis ordinært og farligt affald. Der er dog behov for et større datagrundlag på fugemasser for reelt at kunne vurdere, hvorledes denne affaldsfraktion skal håndteres.

3.2 PCB i maling – sammenligning mellem Svalbard og Grønland

Som tidligere nævnt påbegyndte Sysselmannen på Svalbard i 2007 et PCB projekt med kortlægning af PCB i byggematerialer (bl.a. maling og beton), som har vist, at især de anvendte facademalinger mange steder indeholder PCB. I tabel 8 er udvalgte resultater fra undersøgelse af facademaling på Svalbard sammenholdt med resultaterne fra blok Q. Det ses, at indholdet af PCB₇ ligger i samme størrelsesorden.

Tabel 8. Oversigt over PCB₇ koncentrationer i maling fra blok Q sammenlignet med data fra Svalbard. Den grå række er fra blok Q. Undersøgelserne på Svalbard er udført af NGU (Norges Geologiske Undersøgelse) i perioden 2006-2008 /10, 11/. Resultaterne er opgivet som PCB₇ (mg/kg).

	Antal prøver	Min	Average	Max
Blok Q	6	331	535	1.030
Barentsburg (2007)	13	0,02	0,6	3.520
Barentsburg (2008)	22	<0,35	11	96
Pyramiden	7	<0,004	0,04	1.290
Colesbukta	2	1,4	81	160

I nedenstående afsnit 3.3 foretages en sammenligning af PCB₇ profilerne for blok Q med en række kendte tekniske blandinger. En tilsvarende sammenligning er udført for malingerne på Svalbard, som viste, at man der har anvendt blandinger, som har været fabrikeret både i Rusland/Øst-Europa og i Vest-Tyskland/USA /10, 11/.

3.3 PCB₇ profiler - sammenligning med tekniske blandinger

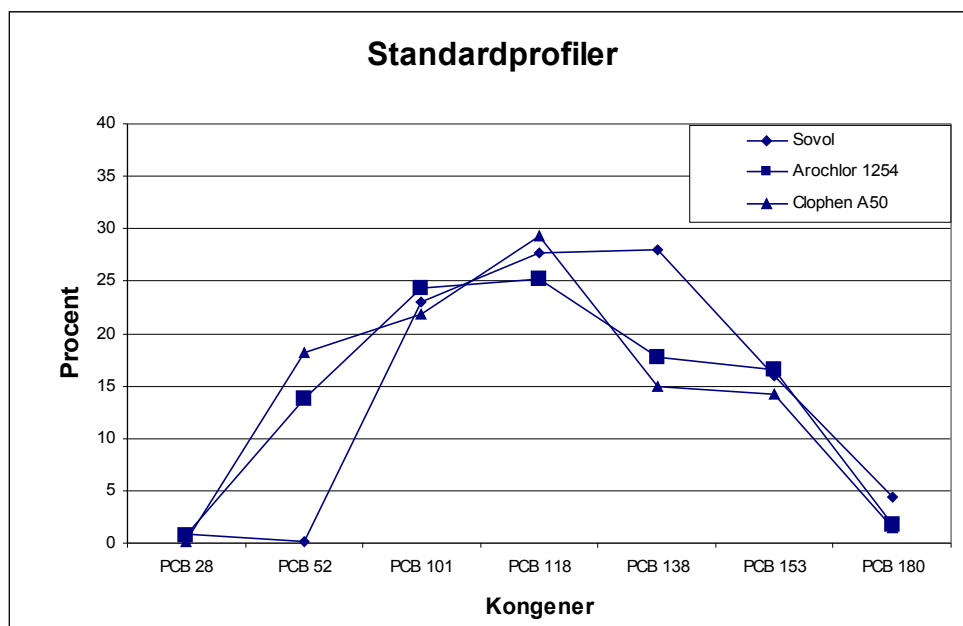
Flere lande har produceret tekniske PCB-blandinger med forskelligt varemærke, som f.eks. USA (Aroclor), Vest-Tyskland (Clophen), Japan (Kanechlor) og Sovjetunionen/Rusland (bl.a. Sovol). I SFT-rapport 97:33 er der på basis af literaturdata præsenteret standardprofiler for en række kendte tekniske blandinger /16/.

I Figur 1 er tre almindelige, mellemklorerede profiler angivet; Sovol (Sovjetunionen/Rusland), Aroclor 1254 (USA) og Clophen A50 (Vest-Tyskland). Infor-

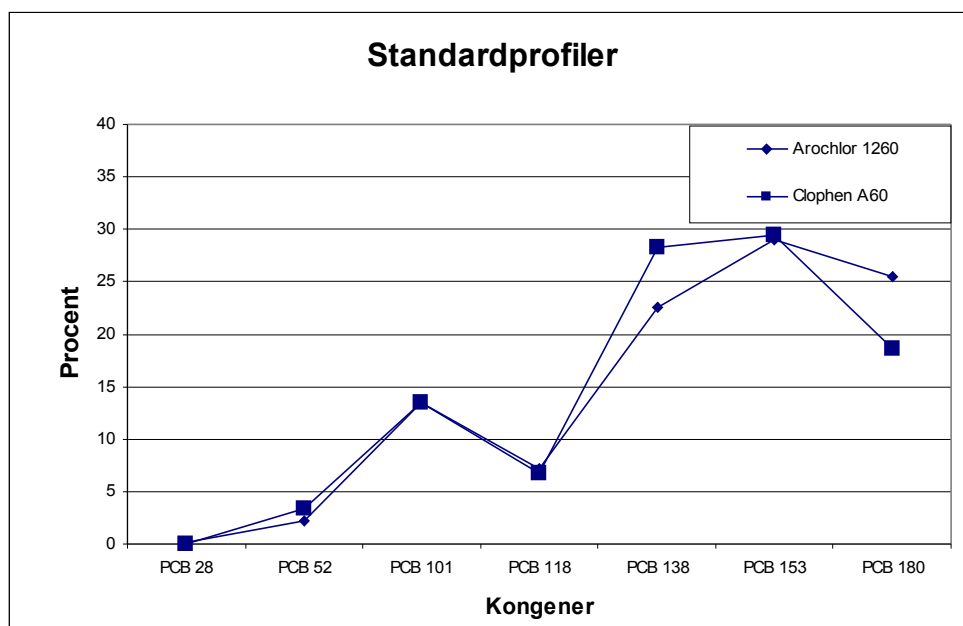
mation om russisk PCB-produktion er vanskeligt tilgængelig, specielt på detaljer om kongenerprofiler, men i AMAP-regi er der udgivet rapporter om den totale produktion og tilbageværende kilder i Rusland /34, 35/.

I Figur 2 er to tekniske blandinger med mere højkloreret profil angivet (Aroclor 1260 og Clophen A60). Betydningen af chloreringsgrad på de afledte miljøeffekter af PCB er beskrevet i afsnit 1.3 (øget bioakkumulation).

Figur 1. PCB₇ – standardprofiler for de tekniske blandinger Sovol, Aroclor 1254 og Clophen A50 /16/.

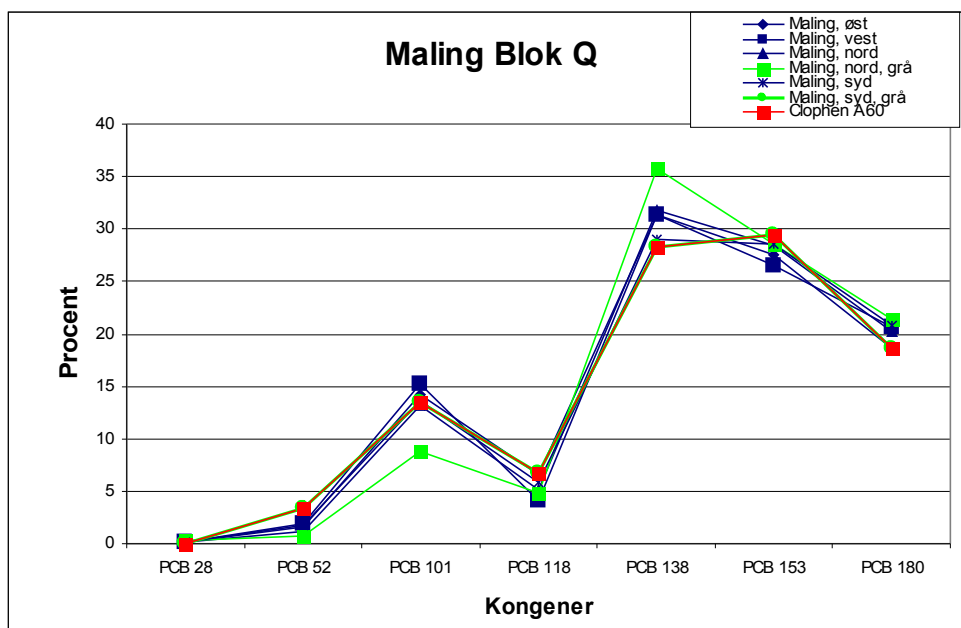


Figur 2. PCB₇ – standardprofiler for de tekniske blandinger Aroclor 1260 og Clophen A60 / 16/.



I figur 3 ses PCB₇ profiler for såvel den hvide som den grå facademaling på blok Q.

Figur 3. Malingsprøver fra blok Q. Profiler som viser andelen af de syv kongener som indgår i PCB₇. En visuel sammenligning af prøver kan give en indikation på eventuel fælles kilde, men det er vigtigt at påpege at analyseusikkerhed og en eventuel nedbrydning/spredning af enkeltkongener kan forekomme.



Hvis man sammenligner standardprofilerne i figur 1 og 2 med malingsprøver fra blok Q vist i figur 3 ses en god overensstemmelse med standardprofilen for det mere højklorerede Clophen A60, som blev produceret i Vest-tyskland. Profilen for Clophen A60 er som illustration desuden lagt ind i figur 3. Den materialspecifikke omregningsfaktor fra PCB₇ til PCB_{total} for Clophen A60 er 2,99 / 16/.

Det vil sige, at indholdet af PCB_{total} i malingen fra blok Q kan beregnes ved at multiplicere analyseværdien for PCB₇ med 2,99, se tabel 9. Herved fås et interval for PCB_{total} i malingen på 990 til 3.080 mg/kg samt et gennemsnit på 1.599 mg/kg.

Standardprofiler for betonprøverne (ikke vist her) viser samme gode overensstemmelse med standardprofilen for Clophen A60. Det vil sige, at indholdet af PCB_{total} i betonen fra blok Q kan beregnes på samme måde ved som for malingen at multiplicere værdierne i tabel 5 med 2,99, se tabel 9. Herved fås et interval for PCB_{total} i den yderste cm af betonen (1. skive) på 3,8 til 61 mg/kg samt et gennemsnit på 16,6 mg/kg og i den næstyderste cm (2.skive) 0,07 til 6,4 mg/kg samt et gennemsnit på 1,23 mg/kg.

Tabel 9. Beregnede værdier af PCB_{total} i maling og beton fra blok Q. Værdierne er beregnet ved at multiplicere analyseværdien for PCB₇ med 2,99. Værdierne for PCB_{total} (mg/kg) er angivet som minimumsværdi, gennemsnitsværdi og maksimumsværdi.

	Antal prøver	Min	Gennemsnit	Max
Maling	6	990	1.599	3.080
Beton (0-1 cm)	14	3,8	16,6	61
Beton (1-2 cm)	7	0,07	1,23	6,4

PCB_{total} skal i denne undersøgelse benyttes til en skønsmæssig beregning af, hvor mange kg PCB, der i alt findes i malingen og betonen, se afsnit 3.4.

3.4 Mængdebetrægtninger

PCB_{total} koncentrationerne kan anvendes til at give et groft overslag over, hvor meget PCB der er tilbage i malingen og den yderste del af betonen. Beregningerne er vedlagt i appendiks. Det bemærkes, at der ikke er taget højde for indhold af PCB i fugemasserne.

Baseret på de konstaterede variationer i PCB indholdet jf. tabel 9 skønnes der, at være tilsammen i størrelsesordenen 0,6-6,3 kg PCB tilbage i malingen og de to yderste cm af betonen, se tabel 10.

Tabel 10. Overslagsmæssige mængdeberegninger af tilbageværende PCB i maling og beton på blok Q.

kg PCB	Min	Gennemsnit	Max
Maling	0,3	0,5	0,9
Beton 0-1 cm	0,3	1,3	4,9
Beton 1-2 cm	0,006	0,99	0,5
I alt	0,6	2,8	6,3

Det skal understreges, at beregningerne er meget usikre, men de tyder på, at der i dag sidder mere PCB bundet i betonen end der er tilbage i malingen. Det kan skyldes flere forhold. Dels er der trængt PCB fra malingen ind i betonen, men der er givetvis også gennem årene afdampet og udvasket PCB fra malingen.

Beregningerne er endvidere baseret på, at der er givet 2 malerbehandlinger, som anført i arbejdsbeskrivelsen for opførelsen af bygningen og at al malingen stadig sidder fast på bygningen. Ved eventuelle gentagne malerbehandlinger med PCB-holdig maling vil den samlede mængde PCB i malingen være tilsvarende større. Omvendt betyder afskalning af malingen, at en del af malingen med årene er blevet spredt til omgivelserne og ikke længere sidder fast på betonen.

4 Sammenfatning

De gennemførte PCB undersøgelser af blok Q i Nuuk dokumenterer, at der er benyttet PCB-holdige facademaling, og at PCB med årene er trængt mindst 2 cm ind i betonen. Der er en tendens til at migrationen af PCB fra maling til beton har været størst mod øst og især syd, hvor solindstrålingen er kraftigst.

Den anvendte PCB blanding i malingen er med stor sandsynlighed Clophen A60, som har været fabrikeret i Vest-Tyskland.

Undersøgelsen indikerer også, at fugemasserne kan indeholde PCB.

Koncentrationen af PCB₇ i malingen er af samme størrelsesorden som i lignende undersøgelser på Svalbard, hvor man også har konstateret, at der er anvendt PCB-holdige byggematerialer, herunder facademaling.

I forhold til reglerne i Danmark og Norge vil malingen blive klassificeret som farligt affald. Det betyder derfor, at betonen skal betragtes som farligt affald, medmindre malingen fjernes. Alt afhængig af om malingen fjernes og de yderste cm af betonen skæres af, samt i givet fald, hvor mange cm der skæres af, vil den resterende del af betonen formentlig i Danmark på baggrund af faststofindholdet af PCB₇ kunne klassificeres som mineralsk eller inert affald og i Norge som ordinært eller inert affald. Det resterende betonaffald vil i så fald kunne nyttiggøres i overensstemmelse med relevant lovgivning, hvis det vurderes at være miljø- og sundhedsmæssigt forsvarligt. På facaderne mod syd og øst skal der dog skæres mere end 2 cm af betonen førend PCB₇ koncentrationerne falder til under 1 mg/kg, som er grænsen for faststofindholdet af PCB₇ i inert affald både i Danmark og Norge. I denne undersøgelse er der kun analyseret prøver op til 2 cm inde i betonen, men koncentrationerne falder ca. en størrelsesorden fra 1 til 2 cm, så det må forventes, at PCB₇ koncentrationen er mindre end 1 mg/kg, hvis der skæres 3 cm af betonen.

Baseret på overslagsmæssige beregninger skønnes der, at være tilsammen i størrelsesordenen 0,6-6,3 kg PCB tilbage i malingen og de to yderste cm af betonen.

Det skal understreges, at beregningerne er meget usikre, men de tyder på, at der i dag sidder mere PCB bundet i betonen end der er tilbage i malingen. Det kan skyldes flere forhold, deriblandt, at en væsentlig del af PCB'en i malingen er trængt ind i betonen, men også, at der gennem årene er afdampet og udvasket PCB fra malingen.

En nedbringelse af PCB-koncentrationen i affaldet ved at blande maling eller forurenede beton med andre materialer er ikke tilladt.

5 Referencer

- /1/ Københavns Kommunes PCB Vejledning. Københavns Kommune, Teknik- og Miljøforvaltningen, Center for Miljø.
- /2/ Nr. 492: Contaminants in the traditional Greenland diet. NERI Tehnical Report, No. 492 2004, 74 pp. By Poul Johansen National Environmental Research Institute, Derek Muir Environment Canada, Gert Asmund National Environmental Research, Frank Riget National Environmental Research.
- /3/ AMAP, 2004. AMAP Assessment 2002: Persistent Organic Pollutants in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. xvi+310 pp.
- /4/ Carl Bro 2004: Miljøteknisk undersøgelse af 4 lossepladser i Grønland.
- /5/ Dietz, R. 2008. Contaminants in Marine Mammals in Greenland. With linkages to trophic levels, effects, diseases and distribution. Doktordisputats. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet.
- /6/ Syssemmannen på Svalbard. Prøver fra Nuuk, Grønland. Prøver af beton og maling taget i forbindelse med nordisk tjenesteudveksling august 2008.
- /7/ "Seasonal and temporal trends in Polychlorinated biphenyls and Organochlorine Pesticides in East Greenland polar bears (*Ursus maritimus*), 1990-2001"
- /8/ ATSDR (2000). Toxicological Profile for Polychlorinated Biphenyls (Update). U.S. Department of Health & Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
- /9/ Recipientundersøgelse ved grønlandske lossepladser. Faglig rapport fra DMU nr. 612, 2007.
- /10/ Ola A. Eggen, Rolf Tore Ottesen og Tore Volden. Undersøgelse av mulige lokale kilder til PCB i Barensburg, Colesbukta, Fuglehuken fyr, Grumant, Isfjord radio, Longyearbyen, Ny Ålesund og Svea. NGU Rapport 2008.073

- /11/ Jartun, M., Volden, T., og Ottesen, R.T., 2007. PCB fra lokale kilder i Barentsburg, Pyramiden og Longyearbyen på Svalbard. NGU Rapport 2008.075. 31s.
- /12/ Vik, E.A., Breedveld, G., Farestveit, T., m.fl., 1999. Veiledning om risikovurdering av forurenset grunn. SFT Veiledning 99:01, TA 1629/99
- /13/ Ottesen, R.T., Alexander, J., Joranger, T., Rytter, E. og Andersson, M., 2007. Forslag til tilstandsklasser for jord. NGU Rapport 2007.019
- /14/ Bekendtgørelse nr. 18 af 15. januar 1976 om begrænsninger i indførsel og anvendelse af PCB og PCT og bekendtgørelse nr. 572 af 26. november 1976 om ændring af og om ikrafttræden af bekendtgørelse om begrænsninger i indførsel og anvendelse af PCB og PCT.
- /15/ Miljøministeriet: Bekendtgørelse nr. 718 af 9. oktober 1986 om begrænsninger i anvendelsen af PCB og PCT.
- /16/ Konieczny og Mouland, 1997. Tolkning av PCB-profiler og beregning av totalt PCB-innhold i marine sedimenter. SFT Rapport 97:33.
- /17/ Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 1 2009. Sundhedsmæssig vurdering af PCB-holdige bygningsfuger.
- /18/ Miljøgifte i Grønland. Danmarks Miljøundersøgelser ved Aarhus Universitet. Redigeret af Poul Johansen og Kirsten Rydahl. Forlaget Hovedland, 2007.
- /19/ Forordning (EF) nr. 850/2004 om persistente organiske miljøgifte (POP-forordningen) med senere ændringer.
- /20/ Stockholmkonventionen om persistente organiske forurenende stoffer af 22. maj 2001.
- /21/ UNECE POP-protokollen under LRTAP-konventionen af 24. juni 1998.
- /22/ National implementeringsplan. Stockholmkonventionen om persistente organiske forurenende stoffer. Miljøministeriet, 2006.
- /23/ Pressemeddelelse fra Miljøministeriet: Offensiv mod de farligste kemikalier, 12. maj 2009.
- /24/ Miljøministeriet: Bekendtgørelse nr. 820 af 29. september 2003 om visse bestandige organiske forbindelser (POP-stoffer).
- /25/ Bortskaffelse af PCB affald jf. Miljøstyrelsens retningslinjer på hjemmesiden, <http://www.mst.dk>, opdateret 21. april 2009.
- /26/ Miljøministeriet: Bekendtgørelse nr. 252 af 31. marts 2009 om deponeringsanlæg.

- /27/ Produktforskriften, 2004. Forskrift om begrænsning i brug af helse- og miljøfarlige kemikalier og andre produkter. 1. juni 2004 nr 922.
- /28/ Avfallsforskriften, 2004. Forskrift om genvinning og behandling af affald. 1. juni 2008 nr 930.
- /29/ Halvard R. Pedersen (2009). Sysselmannen på Svalbard. Miljøvernavdeling. Personlig kommunikation.
- /30/ Handlingsplan mod PCB. Fundet på www.sft.no den 18. maj 2009.
- /31/ Miljø- og Naturstyrelsen (2009). Personlig kommunikation.
- /32/ Tegninger og arbejdsbeskrivelse for opførelse af blok Q, 1965/66. Modtaget fra Miljø- og Naturstyrelsen den 13. og 14. maj 2009.
- /33/ HFB Arkivsider vedrørende Cordur Vejrfast facademaling. Håndbog for bygningsindustrien, 1965.
- /34/ AMAP, 2000. PCB in the Russian Federation: Inventory and proposals for priority remedial actions. Executive summary. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Center for International Projects, 26 s.
- /35/ AMAP, 2004b. Environmentally Sound Management and Elimination of PCBs in Russia. Executive Summary. Phase 2: Feasibility Study Supporting Documentation. AMAP - Arctic Council Action Plan (ACAP).
- /36/ Miljøministeriet: Bekendtgørelse nr. 1634 af 13. december 2006 om affald.