

# ”Viden om”

## Prioriterede stoffer og materialer



*De senere års stigende opmærksomhed omkring miljø- og sundhedsskadelige stoffer i byggeriet har medført, at flere og flere stoffer i dag kortlægges. Bortset fra asbest og PCB er der i dag ikke klare regler for kortlægning og udsortering.*

*DAKOFAs netværk for bygge- og anlægsaffald har arbejdet med at nå en fælles holdning til, hvilke stoffer og materialer der bør kortlægges i forbindelse med planlægning af renoverings- og nedrivningsarbejder. Den hidtidige mangel på regler, samt den uklare praksis på området, har i mange tilfælde ført til usikkerhed og stridigheder blandt byggeriets parter. Netværket har derfor set et stort behov for at skabe konsensus i branchen om, hvilke stoffer der som minimum bør kortlægges. I dette ”viden om” ark sammenfattes netværkets anbefalinger.*

### **Stofferne ifølge reglerne**

#### Affaldsreglerne

På affaldsområdet gælder i dag entydige regler for PCB og asbest. Videre gælder, at farligt affald generelt skal udsorteres og behandles specielt. Endelig gælder, at materialer der anvendes som erstatning for naturlige råstoffer (typisk beton og tegl) skal være uforurenede.

#### Arbejds miljøreglerne

På arbejdsmiljøområdet gælder generelt, at der ved arbejde med sundhedsskadelige stoffer og materialer skal træffes foranstaltninger til at beskytte de ansatte. I relation til byggeriets affaldshåndtering er reglerne klare for asbest og PCB. For andre stoffer og materialer som bly og isoleringsmaterialer findes der i et vist omfang regler. For mange andre stoffer savnes regler i relation til byggeriet.

### **Stoffer og materialer**

#### **PCB og asbest**

Stofferne PCB og asbest skiller sig i dag ud fra de øvrige stoffer ved det, at der er specifikke krav om screening og kortlægning i lovgivningen.

For PCB og asbest gælder endvidere, at der i dag findes oplysninger, om hvor stofferne kan findes i byggeriet, og hvilke perioder stofferne blev anvendt.

#### **Klorparaffiner**

Klorparaffiner er et stof, der er beslægtet med PCB. Klorparaffiner blev anvendt som alternativ til PCB i bl.a. fugematerialer, malinger og overfladebelægninger, da PCB blev udfaset. Kortkædede klorparaffiner i koncentrationer over 1% regnes i dag som farligt affald.

#### **Bly**

Arbejdstilsynet har mange år haft fokus på blys sundhedsskadelige effekter. I byggeriet optræder bly typisk enten som metallisk bly i bl.a. taginddækninger, pakninger og kabler eller som kemisk bundet i bl.a. i malinger, lak, linoleum, glasur, fugematerialer og plast.

#### **Malinger og lak**

Malinger og lak indeholder typisk en række stoffer, der kan være miljø- og sundhedsskadelige, herunder PCB eller metaller som bly, kviksølv m.fl. Der er i dag begrænsende historiske oplysninger omkring, hvornår stofferne er anvendt i byggeriet.

#### **Asfalt og tjæreprodukter med PAH**

I byggeriet er der gennem tiderne blevet anvendt en række asfalt- og tjæreprodukter. Asfalt og asfalt blandet med beton kan i dag nyttiggøres, hvis ikke indholdet af PAH er for højt. I ældre byggeri findes i stor udstrækning asfalt i blandt andet støbte gulvbelægninger. Tjæreholdige materialer, som eksempelvis fugtspærreprodukter, tagpap og klæbeprodukter findes udbrudt i ældre som nyere bygninger. Indholdet af PAH i disse produkter kan være højt.



### Forskellige grænser for miljø og arbejdsmiljø

Ved håndtering af stoffer og materialer skal man være opmærksom på, at der gælder forskellige regler og grænseværdier for affald hhv. arbejdsmiljø. Eksempelvis kan der godt være regler om brug af værnemidler i forbindelse med håndtering af affald, der skal til forbrænding eller deponi.

### Anvendelsesperioder

Viden om hvornår bestemte stoffer er anvendt i byggeriets produkter og materialer er desværre begrænset. Dog findes der efterhånden god information om anvendelsen af PCB og asbest.

Erfaringer hos netværkets medlemmer er, at byggeri fra før 1980 næsten altid indeholder miljø- og sundhedsskadelige stoffer i koncentrationer der kræver særlige forholdsregler. Efter ca. 1980 er risikoen generelt mere begrænset.

### Prioriterede stoffer i byggeriet

Reglernes kompleksitet på miljø- og sundhedsområdet betyder, at mange hundrede kemiske stoffer i realiteten er i spil. DAKOFA's netværk har set nærmere på hvilke stoffer, der findes i de mest udbredte byggematerialer, som i dag renoveres eller bortskaffes i forbindelse med nedrivning (se oversigt).

### Andre stoffer

Der er gennem tiderne anvendt en lang række af kemiske stoffer, og der fremkommer stadig nye oplysninger om anvendelsesområder. Ftalater, brommerede flammehæmmere, phenoler m.fl. er stoffer, der allerede i dag diskuteres i relation til byggeriet.

Der bør derfor altid udvises forsigtighed i forbindelse med håndtering og nyttiggørelse af byggeriets stoffer og materialer.

### Anbefalinger og eksisterende ordninger

#### DAKOFAs netværk anbefaler

DAKOFAs netværk for bygge- og anlægsaffald anbefaler, at minimum følgende kortlægges inden renovering og nedrivning af bygninger:

#### PCB (1950 - 1977 )<sup>2</sup>

- Fuger
- Maling
- Gulvbelægninger (påsmurte fugefrie)
- Termoruder

PCB er flygtige stoffer, som ved afdampning kan forurene overflader og tilstødende materialer.

#### Klorparaffiner (før 2000)

- Fugematerialer

#### Bly (før 1980)

- Maling
- Lak
- Linoleum

#### PAH

- Støbeasfalt
- Klæbeprodukter
- Fugtspærreprodukter

#### Kviksølv, Cadmium, Krom, Kobber, Nikkel, Zink, Arsen

- Maling (før 2000)

#### Asbest (1920-1990)

Alle anvendelser, jf. SBI-anvisning 229.

*Bemærk, at materialer og komponenter der er omfattet af indsamlingsordninger ikke er listet.*

#### Eksisterende ordninger

Affaldstyper som indeholder farlige stoffer, men hvor der i dag findes indsamlingsordninger:

#### Producentansvar<sup>1</sup>:

- Elektronikaffald, herunder lyskilder
- Batterier, kondensatorer mm.
- Hårde hvidvarer indeholdende kølemidler, CFC, HFCF m.fl.

#### Andre ordninger:

- Imprægneret træ
- PVC, herunder tagrender, rør, nedløb, vinylgulve, vinduer mm.
- Mineraluld (før 1997)
- Sanitet og glaserede fliser og klinker mm.

<sup>1</sup> For mere information se [DPA-system](#)

<sup>2</sup> For mere information se [PCB-guiden](#) og SBI-anvisning 241

# "Viden om" Maling på materialer



*Et af de spørgsmål der erfaringsmæssigt ofte skaber debat er hvorvidt maling skal afrenses på materialer der bortskaffes.*

*DAKOFAs arbejdsgruppe har derfor i dette "Viden om" ark samlet og tolket reglerne i relation til dette spørgsmål.*

## **Regelgrundlaget**

### Affaldsbekendtgørelsen

Bekendtgørelsens kapitel 4 beskriver affaldshierarkiet. Målet med hierarkiet er at sikre størst mulig ressourceudnyttelse. Her er det angivet, at genbrug, genanvendelse og anden nyttiggørelse altid bør søges fremfor bortskaffelse til eksempelvis deponi. Kun hvor andre miljöhensyn vejer tungt kan dette fraviges. Det betyder i praksis, at materialer, som ved rensning eller sortering kan nyttiggøres, skal nyttiggøres.

### Restproduktbekendtgørelsen

Af Restproduktbekendtgørelsens bilag 2 fremgår reglerne for, hvornår sorteret og uforurenede bygge- og anlægsaffald må anvendes frit.

Af teksten fremgår klart, at affaldet ikke må indeholde forurenende stoffer, der kan give anledning til forurenende nedsivning til jord eller grundvand, herunder f.eks. fra maling og lak.

Kun hvis det med høj grad af sikkerhed kan lægges til grund, at materialerne ikke giver anledning til skadelig virkning på miljø og menneskers sundhed, kan materialerne anvendes som uforurenede.

Der gives i dag ingen retningslinjer eller grænseværdier for, hvordan det afgøres om materialerne giver anledning til uacceptabel udvaskning af skadelige stoffer eller påvirkning af menneskers sundhed. Det er således i praksis op til kommunen at afgøre, hvornår materialerne kan anvendes uden risiko for miljø og sundhed.

## **De centrale bekendtgørelser**

### Affaldsbekendtgørelsen

(BEK nr.1309 af 18/12/2012, uddrag)

#### *Kapitel 4 Kommunal affaldshåndtering - affaldshierarki*

§ 12. Den kommunale affaldshåndtering skal, jf. stk. 2, ske i overensstemmelse med følgende affaldshierarki:

- 1) Forberedelse med henblik på genbrug
- 2) Genanvendelse
- 3) Anden nyttiggørelse
- 4) Bortskaffelse

Stk. 2. Affaldshierarkiet kan fraviges for særlige affaldsstrømme, hvis fravigelsen er begrundet i en livscyklusbetragtning.

Stk. 3. Anvendelsen af affaldshierarkiet og fravigelser herfra skal ske med henblik på at opnå det bedste samlede miljømæssige resultat, jf. lovens §§ 1 og 3.

### Restproduktbekendtgørelsen

(BEK nr. 1662 af 21/12/2010)

Sorteret og uforurenede bygge- og anlægsaffald i form af:

- 1) Natursten, f.eks. granit og flint.
- 2) Uglaseret tegl (mur- og tagsten)
- 3) Beton
- 4) Blandinger af materialer fra natursten, uglaseret tegl og beton
- 5) Jern og metal
- 6) Gips
- 7) Stenuld.

Ved sorteret bygge- og anlægsaffald forstås bygge- og anlægsaffald sorteret efter bekendtgørelse om affald. Ved uforurenede bygge- og anlægsaffald forstås bygge- og anlægsaffald, hvor det med høj grad af sikkerhed kan lægges til grund, at affaldet ikke indeholder forurenende materialer eller stoffer i et sådant omfang eller af en sådan art og koncentration, at anvendelsen af affaldet kan have skadelig virkning på miljøet eller menneskers sundhed. Affaldet må således ikke indeholde forurenende stoffer, herunder stoffer, der kan give anledning til forurenende nedsivning til jord eller grundvand, herunder f.eks. imprægneret træ, PCB-fugemasse, tjære, sod, rester af maling og lak.

## Praksis i dag

Et stigende antal kommuner anvender i dag den praksis, at såfremt maling, på eksempelvis beton og tegl, der nedknuces og anvendes til vejbygning, ikke indeholder stoffer i koncentrationer, som overstiger ren jordskriterierne, vurderes malingen ikke at indebære en risiko for skadelig udvaskning til jord og grundvand. Materialerne karakteriseres herefter som uforurenede og kan frit anvendes som erstatning for grusmaterialer. For PCB anvendes værdien 0,1 mg/kg (PCB-total).

Indeholder malingen højere koncentrationer af potentielt skadelige stoffer opfattes materialerne at være forurenede, og de kan ikke anvendes frit.

Hvis indholdet af skadelige stoffer i malingen er forholdsvis lave kan materialerne nyttiggøres med særlig tilladelse fra kommunen. Reglerne for dette følger af Miljøbeskyttelsesloven §19 hhv. §33. Når kommunen skal give særlig tilladelse kan der være behov for også at kende udvaskningen af skadelige stoffer fra materialerne.

Hvis indholdet af skadelige stoffer i malingen overstiger kriterierne for farligt affald<sup>1</sup> vil kommunen anvisе affaldet til behandling, deponering eller forbrænding.



<sup>1</sup> [Se DAKFOFAs guide om klassificering af farligt affald på 5 minutter](#)

## Love og regler for genanvendelse

Affaldsbekendtgørelsen  
(BEK nr.1309 af 18/12/2012, uddrag)

### Kapitel 10 - uddrag

*Erhvervsaffald og kildesorteret erhvervsaffald egnet til materialenyttiggørelse*

Stk. 2. Ud over kravet i stk. 1 indebærer kravet om kildesortering, jf. § 64, for så vidt angår bygge- og anlægsaffald, at de affaldsproducerende virksomheder på stedet skal sortere affaldet i som minimum følgende fraktioner, jf. dog stk. 5 og 6:

- 1) Natursten, f.eks. granit og flint.
- 2) Uglaseret tegl (mur- og tagsten)
- 3) Beton
- 4) Blandinger af materialer fra natursten, uglaseret tegl og beton
- 5) Jern og metal
- 6) Gips
- 7) Stenuld
- 8) Jord
- 9) Asfalt
- 10) Blandinger af beton og asfalt.

### Vejledende renhedskriterier (København)

Materialer skal normalt frasorteres, hvis de har et indhold af miljøfremmede stoffer, der overstiger:

- Bly: 40 mg/kg
- Cadmium: 0,5 mg/kg
- Chrom(total): 500 mg/kg
- Chrom(VI): 20 mg/kg
- Kobber: 500 mg/kg
- Kviksølv: 1 mg/kg
- Nikkel: 30 mg/kg
- Zink: 500 mg/kg
- PCB: 0,1 mg/kg (PCB-total)

Værdierne er vejledende værdier målt som den maksimale koncentration (mg/kg TS) i materialet, dvs. ved kilden. I hvilket omfang rensning er påkrævet, og hvordan materialer kan bortskaffes, vil i det aktuelle tilfælde blive vurderet og anvist af kommunen.

For faststofindhold analyseres efter egnet metode og efter oplukning i henhold til DS 259 (gælder for metaller).

# ”Viden om”

## Begreber og definitioner



I dag stiller miljølovgivningen såvel som arbejdsmiljølovgivningen krav om screening og kortlægning af miljø- og sundhedsskadelige stoffer i forbindelse med nedrivning- og renoveringsopgaver. Der er i imidlertid ingen steder angivet nærmere retningslinjer for arbejdets indhold og udførelse. Dette har dannet udgangspunkt for dannelse af DAKOFA's arbejdsgruppe vedr. screening og kortlægning. Gruppens arbejde er blevet opsamlet i en række ”Viden om” ark, der repræsenterer gruppens anbefalinger og beskrivelser af aktuelle ”Best Practice” i branchen.

### Screening

Ved en screening forstås en indledende vurdering af, hvorvidt der er et muligt problem. En screening vil typisk ikke omfatte prøvetagning. Screeningen vil normalt indbefatte en udredning af historiske oplysninger såsom byggeår og anvendelse samt visuel en besigtigelse af bygningen.

Formålet med screeningen er at afdække behovet for en efterfølgende nærmere kortlægning.

### Kortlægning

Ved en miljøkortlægning forstås en detaljeret beskrivelse af aktuelle forekomster af bestemte stoffer og deres udbredelse. Typisk vil kortlægningen indbefatte prøvetagning af materialer med henblik på at fastslå indholdet og udbredelsen af miljøskadelige stoffer.

Formålet med kortlægningen vil være at danne grundlag for planer for håndtering og udsortering.

I nogle sammenhænge, bl.a. i asbestreguleringen, anvendes også begrebet ”registrering” som opfattes at være synonymt med ”kortlægning”.

### Orienterende undersøgelse

En begrænset undersøgelse hvorunder der udtages et mindre antal prøver. En orienterende undersøgelse kan have forskellige formål, f.eks.:

- At identificere de stoffer, der skal kortlægges nærmere
- At indgå i kombination med andre undersøgelser f.eks. en screening
- At danne grundlag for en indledende vurdering af økonomi
- At belyse specifikke forhold

### Definitioner & begreber

#### ”Overfladeprøve”

En prøve udtaget fra overfladen af et materiale eller en konstruktion. Eksempelvis en prøve udtaget af malingen på en væg.

#### ”Kerneprøver”

En prøve der typisk udtages med boremaskine (borekerneprøve). Typisk opskæres og analyseres prøven i tynde skiver med henblik på at bestemme koncentrationen af givent stof i forskellige lag af materialet.

#### ”Samleprøve”

En prøve bestående af flere delprøver samlet til én prøve. Anvendes i nogle sammenhænge til generelt at karakterisere større områder.

#### ”Spidsværdi”

Den højeste værdi som er målt. Eksempelvis hvis der er udtaget flere prøver af samme materiale. Spidsværdien kan også være den højeste værdi målt i en kerneprøve.

#### ”Gennemsnitsværdi”

En værdi beregnet som gennemsnittet af flere materialelag (gennemsnitskoncentrationen) eller gennemsnittet af analyseresultaterne for to eller flere prøver.

# VIDEN OM

## Bedre kvalitet ved styring af strømme



*Der er en stigende opmærksomhed på indholdet af farlige materialer og stoffer i byggeri og anlæg. Der anvendes i dag betydelige ressourcer til miljøkortlægning og –sanering inden nedrivning og renovering med det formål at udsortere farlige stoffer og derved opnå uforurenede materialer til genbrug og genanvendelse/nyttiggørelse. Den viden om materialernes kvalitet, der opnås igennem processen, anvendes i dag ikke i den videre disponering af materialerne. Den stor indsats og de mange penge, der er brugt til at rense materialerne inden nedrivning risikerer dermed at "gå tabt", hvis/når materialerne blandes med andre materialer, som ikke nødvendigvis er uforurenede.*

*DAKOFAs Netværk for bygge- og anlægsaffald har derfor arbejdet med at opdele strømmene af beton og tegl baseret på viden om materialernes oprindelse.*

### Forslag til opdeling af strømme

DAKOFAs netværket foreslår, at strømmene af beton og tegl til genbrug, genanvendelse eller nyttiggørelse opdeles i to kategorier som håndteres adskilte gennem værdikæden:

- Store mængder fra én kilde
- Små mængder fra mange kilder

Det foreslås, at der udarbejdes konkrete retningslinjer for genbrug, genanvendelse og nyttiggørelse for hver af de to kategorier.

**Store mængder fra én kilde (figur 1):** Store ensartede mængder af beton og tegl giver de bedste tekniske og miljømæssige betingelser for at opnå materialer, som er egnet til genbrug (mursten og tegl), genanvendelse (bunden form f.eks. som tilslag i nyt beton) eller nyttiggørelse (på ubunden form f.eks. på stedet). For denne strøm kan der gennem miljøkortlægning, sanering og sortering opnås en vis sikkerhed for materialernes miljøkvalitet og med en forholdsvis beskedne indsats opnås sporbarhed fra nedrivningsstedet og frem til disponering af materialer.

**Små mængder fra mange kilder (figur 2):** Små mængder af bygge- og anlægsaffald leveres ofte til genbrugsstationerne eller hos lokale nedrivere/entreprenører, der samler affaldet fra

### Strømmenes karakteristika

#### Store mængder fra én kilde

Denne strøm udgøres af beton og tegl fra nedrivning af større byggerier eller anlæg. Karakteristisk for denne strøm er:

- betydelige mængder forholdsvis homogene materialer
- byggeriet/anlægget vil oftest være screenet/kortlagt og om nødvendig saneret i forhold til farlige materialer og stoffer
- mulighed for at planlægge afsætning af materialer allerede inden nedrivning
- typisk kun få aktører involveret (én bygherre, én rådgiver, én nedriver, én myndighed)

#### Små mængder fra mange kilder

Denne strøm udgøres af beton og tegl fra nedrivning og renovering af små byggerier og anlæg, f.eks. private boliger. Strømmen udgøres af forholdsvis små mængder, der typisk blandes sammen i én strøm, som derved bliver inhomogen – karakteristisk er at:

- Affaldsproducenterne ukendte
- Ukendt affaldet stammer fra byggeri eller anlæg, der er opført eller renoveret i perioden 1950-1977
- Anmeldepligtigt?
- Det vides ikke, om der har været gennemført screening, kortlægning, sanering
- Mange forskellige aktører har været involveret undervejs

forskellige opgaver i en container inden det afleveres til et modtageanlæg. For denne type af bygge- og anlægsaffald tabes al information og viden om materialerne. At sikre sporbarhed for denne type af materialer vil kræve en større indsats.



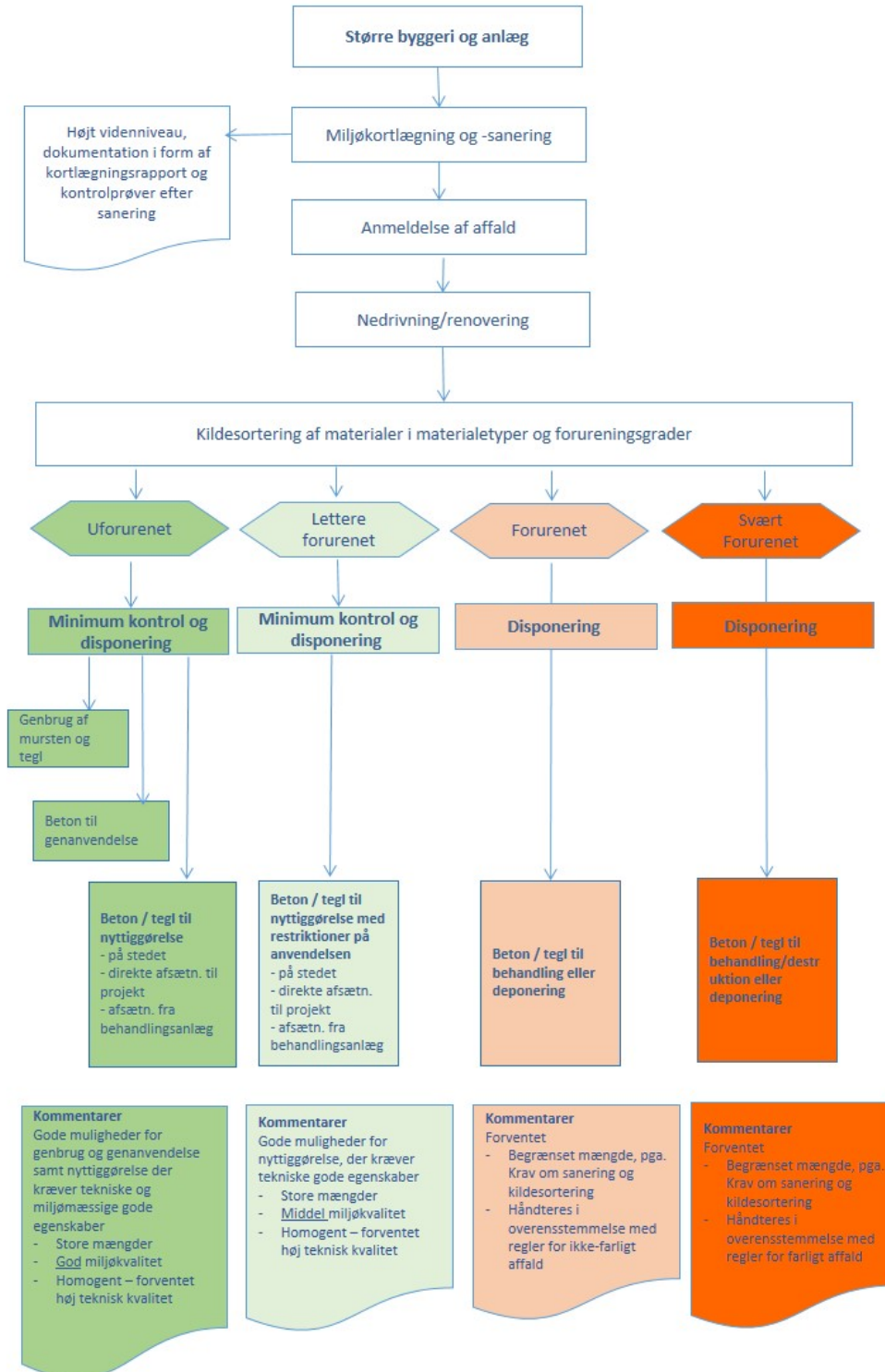
# VIDEN OM

## Bedre kvalitet ved styring af strømme



Figur 1

### Netværkets forslag til flow for "Stor mængde fra én kilde"



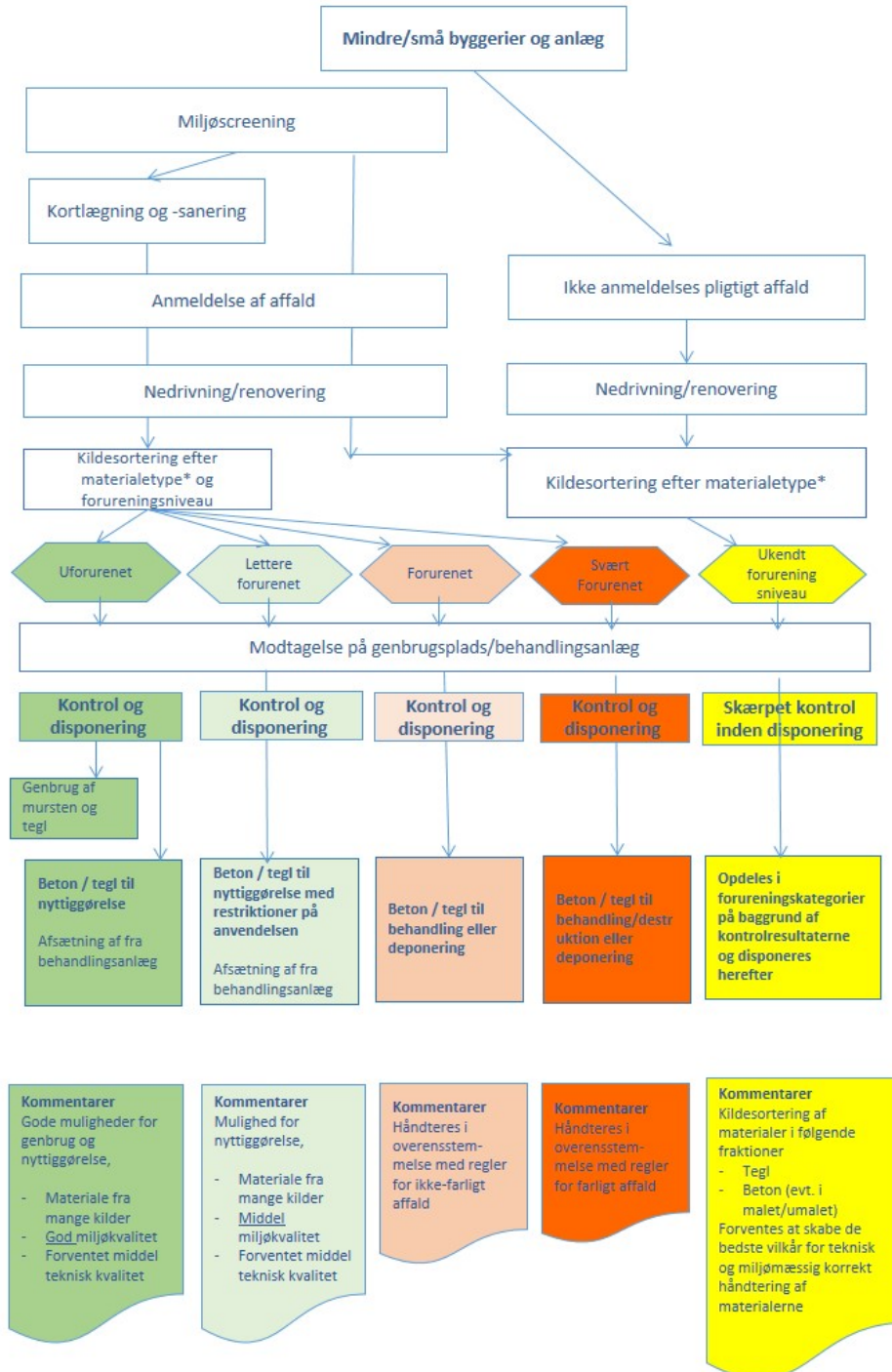
# VIDEN OM

## Bedre kvalitet ved styring af strømme



Figur 2

Netværkets forslag til flow for "Små mængder fra mange kilder"



\* Der kildesorteres i følgende fraktioner; tegl og beton



# VIDEN OM

## Håndtering af isoleringsiskum



Stoffer tilhørende grupperne chlorfluorcarboner (CFCer), hydrochlorfluorcarboner (HCFCer) og hydrofluorcarboner (HFCer) har været anvendt som opskumningsmidler i isoleringsiskum fra starten af 60'erne. CFCer og HCFCer er begge grupper af kraftige ozonnedbrydende stoffer, og alle tre stofgrupper omfatter meget kraftige drivhusgasser /1/. Frigivelse af disse stoffer til atmosfæren er uønsket.

Isoleringsmaterialer hvori der er anvendt CFC forventes at indgå i affaldsstrømmen fra 2010 frem til 2026. Det haster derfor med at lave en fornuftig vejledning til håndtering af isoleringsiskumaffaldet fra nedrivning, så frigivelse af CFC til atmosfæren minimeres. DAKOFAs netværk for bygge- og anlægsaffald har derfor arbejdet med emnet. "Viden om arket" er en gengivelse af et notat om håndtering af isoleringsiskum udarbejdet af Peter Kjeldsen, DTU-Miljø.

### Frigivelse af CFC'er ved nedrivning

Laboratorieundersøgelser har vist, at der kan ske et væsentligt tab af opskumningsmiddel under nedrivningsprocessen. Andelen af opskumningsmiddel, der frigives umiddelbart efter nedrivning, afhænger kraftigt af den resulterende partikelstørrelse som isoleringsmaterialet opnår under nedrivningsprocessen. Hvis man således undgår en kraftig neddeling af isoleringsmaterialerne under nedrivnings-processen vil kun en uvæsentlig andel af opskumningsmidler blive frigivet /6, 7/.

### Behandling af CFC-holdigt byggeaffald

Erfaringer fra Tyskland har sandsynliggjort, at en termisk behandling af isoleringsiskum på et almindeligt affaldsforbrændingsanlæg vil give anledning til en effektiv destruktion af det indeholdte opskumningsmiddel og dermed et næsten fuldstændig undgåelse af et videre udslip af opskumningsmiddel til atmosfæren /10/. Andelen af isoleringsiskum udgjorde 1,3 % (vægt).

### Overordnede anbefalinger til håndtering af CFC-holdige materialer ved nedrivning

#### Kortlægning

I forbindelse med forberedelse af en nedrivningsaktivitet bør der via gennemgang af byggesagsarkiver og fornødne forundersøgelser vurderes, om der har været anvendt isoleringsmaterialer indeholdende CFCer, HCFCer eller HFCer, samt i hvilke produkttyper. Her skal der være opmærksomhed på bygningens alder, som vil kunne sandsynliggøre, om isoleringsiskummet indeholder en af de tre stofgrupper.

### FAKTA OM ANVENDELSE AF CFC'er

Isoleringsiskum med CFC'er har været anvendt i isoleringsplader, sandwichpaneler, hvor isoleringsiskummet er kombineret med gipsplader eller metalprofiler (bl.a. også i døre og porte), samt fugesikum som har været anvendt til samling af byggelementer, isætning af døre og vinduer og understrykning af tegltage /2/.

#### Isoleringsiskum

De mest anvendte isoleringsmaterialer var polyurethanskum (PUR) og polystyrenskum. CFC-11 var det mest anvendte opskumningsmiddel. Dog anvendtes CFC-12 til opskumning af polystyrenskum i form af ekstruderet polystyren (XPS), som har været brugt til isolering af gulve og tage /2/. De største mængder er anvendt i bygningsisolering (isoleringspaneler, herunder sandwichpaneler) og kun mindre mængder i fugesikum (typisk <15%, /2/).

#### Byggematerialer

Indholdet af opskumningsmiddel i isoleringsiskum umiddelbart efter produktion har typisk været 10-15% (vægtbasis) /3/. De benyttede fluorholdige stoffer er alle kendetegnet ved at have en god isoleringsevne, samtidig med at stoffet frigives meget langsomt. Herved bibeholdes isoleringens høje isoleringsevne i mange år. Diffusionen ud af isoleringsmaterialet er nogle steder skønnet at andrage 0,5-1 % årligt af det initiale indhold af opskumningsmiddel i isoleringen /4, 5/. Isoleringsmaterialerne vil derfor indeholde et anseelig restindhold af opskumningsmiddel ved bortskaffelse (efter typisk 15-50 år).

#### Håndtering under nedrivning

Isoleringspaneler bør nedtages uden at isoleringsiskummet nedkuses og kan efterfølgende udskæres i større stykker (>40 cm sidelængde) til videre håndtering. Fugesikum udgør generelt en mindre del af det benyttede isoleringsiskum, og det vil samtidig være vanskeligt at adskille skummet fra andre bygningsdele.



Fugeskummet håndteres så vidt muligt uden anden neddeling, end hvad der uundgåeligt i forbindelse med demonteringsarbejdet. Fugeskummet kan opsamles sammen med andre mindre fraktioner af brandbare, ikke-genanvendelige fraktioner til videre håndtering. Fugeskummet bør så vidt muligt opsamles og emballeres i plastsække, der lukkes med posebinder. Oplagstiden af skumaffaldet inden destruktion bør minimeres.

#### Videre håndtering

De indsamlet fugeskum og isoleringsmaterialer bør bringes til destruktion på affaldsforbrændings-anlæg uden væsentlig forudgående oplagring af det indsamlede affald. I tilfælde at der er indsamlet isoleringsmaterialer i form af sandwichkonstruktioner indeholdende metalpaneler (døre, porte, samt specielle vægelementer) kan det overvejes, om materialerne kan afleveres til behandling på hos de eksisterende behandlere for kølemøbler, hvor håndteringen af isoleringsskummet sker miljømæssigt forsvarligt uden udslip til atmosfæren, og hvor metallet opsamles til genanvendelse.

#### Destruktion ved forbrænding

Ved aflevering til forbrændingsanlæg kan affaldet tippes direkte i affaldssiloen. Der kan evt. under oplag i siloen og indføding af affaldet til ovnen ske en mindre ødelæggelse af skumstrukturen på grund af vægten af overliggende affald og sammentrykning i grappen. Grundet det store luftsug i siloen, hvor luften suges direkte ind i ovnen, anses dette ikke for et problem, da eventuelt frigivet opskumningsmiddel vil blive tilført ovnen med fødeluften og efterfølgende termisk destrueret /11/.

#### Litteratur

- /1/ Scheutz, C., Kjeldsen, P., and Gentil, E. (2009): Greenhouse gases, radiative forcing, global warming potential and waste management – an introduction. *Waste Management and Research*, 27(8), 716-723.
- /2/ Trap, N., Lauritzen, E.K., Rydahl, T., Egebart, C., Krogh, H., Malmgren-Hansen, B., Høeg, P., Jakobsen, J.B. og Lassen, C. (2006): Problematisk stoffer i bygge- og anlægsaffald - kortlægning, prognose og bortskaffelsesmuligheder. Miljøprojekt nr. 1084, Miljøstyrelsen, København.
- /3/ Kjeldsen, P., and Jensen, M. H. (2001): Release of CFC-11 from disposal of polyurethane foam waste. *Environmental Science and Technology*, 35(14), 3055-3063.
- /4/ Larsen, B.(1999): Miljøvurdering af bortskaffelsen af præisolerede fjernvarmerør. Rapport til firmaet Freonfri Præørsgenbrug. Envirotech, Forskerparken CAT, Roskilde.

#### FAKTA OM ANVENDELSE AF CFC'er - fortsat

CFC'er blev benyttet frem til 1994 hvor de blev fuldstændigt erstattet af HCFC'er /2/. HCFC'er (især HCFC-22, HCFC-141a og HCFC-142b) har således været benyttet i perioden 1991-1994 /2/, hvorefter HFC'er tog over (især HFC-134a og HFC-152a).

HFC'er blev forbudt til anvendelse som opskumningsmiddel fra 2002 /8/, og blev i praksis allerede udfaset i løbet af 2000-2001 /9/, hvor de blev erstattet af stoffer (især forskellige alifatiske hydrocarboner) uden uheldige effekter på atmosfæren.

For isoleringsskum med CFC forventes materialet af indgå i affaldsstrømmen fra 2010 og frem til 2026 (med peak i 2014), mens for skum med HCFC/HFC forventes materialet først at indgå i affaldsstrømmen fra 2025 og frem /2/.

- /5/ Kjeldsen, P. (2004): Udgør fjernvarmenettet en trussel mod grundvandet. *Vand & Jord*, 11(3), 105-108.
- /6/ Kjeldsen, P. and C. Scheutz (2003) Short and long term releases of fluorocarbons from disposal of polyurethane foam waste. *Environmental Science and Technology*, 37, 5071-5079.
- /7/ Kjeldsen, P. (2013). Management of C&D waste from generation to final sink - do we forget the volatile harmful substances? Paper presented at 2nd International Conference on Final Sinks, Espoo, Finland.
- /8/ Miljøministeriet (2002): Bekendtgørelse om regulering af visse industrielle drivhusgasser. BEK nr 552 af 02/07/2002.
- /9/ Personlig kommunikation med Mikkel Aamand Sørensen, Miljøstyrelsen, 4. marts 2014.
- /10/ Rittmeyer C., Kaese, P., Vehlow, J. and W. Vilöhr (1994). Decomposition of organohalogen compounds in municipal solid waste incineration plants. Part II: Co-combustion of CFC containing polyurethane foams. *Chemosphere*, 28(8), 1455-1465.
- /11/ Personlig kommunikation med Jonas Nedenskov, Amager Ressource Center, 5. marts 2014

# ”Viden om”

## Den gode kortlægningsrapport



*Et tilbagevendende spørgsmål i arbejdet med kortlægning af miljø- og sundhedsskadelige stoffer er, hvordan en god kortlægningsrapport ser ud, og hvad den bør indeholde?*

*DAKOFAs netværk for bygge- og anlægsaffald har i det følgende samlet en række råd og anbefalinger til, hvordan man udarbejder en god kortlægningsrapport.*

### Formålet et vigtigt

”En kortlægning er ikke bare en kortlægning”, der kan være forskellige årsager til, at man laver en kortlægning. Skal rapporten bruges i forbindelse med anmeldelse af affald? - eller er den til brug for planlægning af sikkerhed og sundhed? – er rapporten tiltænkt rådgiver eller den udførende entreprenør? Det er vigtigt, at rapporten altid klart angiver, hvad der er formålet med kortlægningen, hvem der er målgruppen, på hvis vegne rapporten er udarbejdet, og hvem der har udarbejdet den.

### Rapportens afgrænsninger

Det bør altid fremgå klart, hvilke dele af bygningen, og hvilke stoffer kortlægningen omfatter. Ofte ses, at kortlægningen er afgrænset til udvalgte dele af bygningen som aktuelt renoveres. Der kan være stor forskel på, hvilke stoffer der er omfattet af kortlægningen. Det bør klart fremgå af rapporten, hvad der er kundens ønsker, og hvad der er rådgiverens vurdering.

### Bygningsoplysninger

Kortlægningsrapporten bør så vidt muligt medtage basisoplysninger om bygningen. Oplysninger som bygningens størrelse, alder, tidspunkter for større ombygninger, samt bygningens anvendelse, vil være relevante. Oplysningerne kan ofte findes i BBR-registeret.

### Kort om selve prøvetagningen

Rapporten bør medtage centrale oplysninger om hvor, og hvordan prøverne er udtaget. Følgende anses som nødvendige oplysninger i forbindelse med prøvetagning:

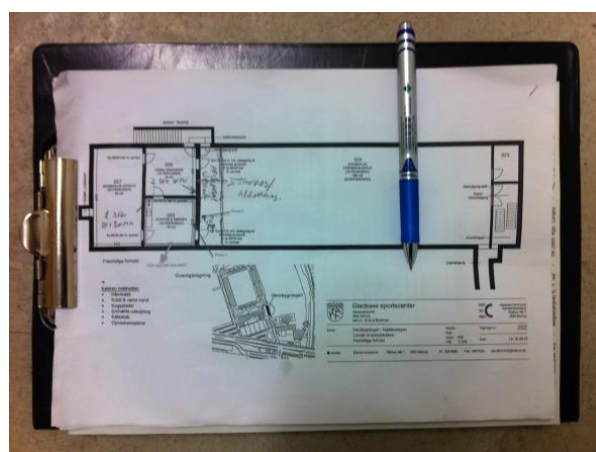
- Overvejelser omkring prøveantal og -placering samt grundlaget for beslutningerne (hvad prøverne er repræsentative for)

- Er prøverne udtaget som overfladeprøver eller borekerneprøver, som samleprøver eller enkeltprøver
- Entydig identifikation og mærkning af prøver
- Anvendt prøvetagningsudstyr samt pakning, emballering og transport til analyselaboratorium



### Fotos og tegninger

For at prøverne senere kan anvendes korrekt i den efterfølgende byggesag og i forbindelse med en eventuel myndighedsbehandling, er det meget vigtigt, at det klart fremgår af rapporten, hvor de enkelte prøver er udtaget.



Fotos, der viser prøvetagningsstedet og en oversigtstegning med angivelse af prøvens placering i bygningen, er centrale informationer, som altid bør fremgå af rapporten.

Bygning 1			
Prøve ID	Foto	Beskrivelse	Analyseresultater
ALB1 07		Kælderplan Rørbøjning ved nedgang til kælder	Asbest: Ikke påvist
ALB1 22		Kælderplan Grå maling på kældergulv	Bly: 11 mg/kg Cadmium: 1,8 mg/kg Chrom: 2,8 mg/kg Kobber: 11 mg/kg Nikkel: 2,4 mg/kg Zink: 3800 mg/kg Kviksølv: 0,02 mg/kg PCB: 0,24 mg/kg

### Analyseresultater

Inden prøvetagningen gennemføres bør analyselaboratoriet kontaktes med henblik på at aftale prøvemængde, analysemetoder, detektionsgrænser, opbevaring, transport og overlevering af prøver. Resultaterne af de gennemførte analyser fremsendes i et analyseskema, som ud over analyseresultatet indeholder oplysninger omkring prøve-id, analyseusikkerheder, detektionsgrænser mm. Akkrediterede analyser afrapporteres med DANAKs logo på analyseblanketten.

### Overblik over prøver og resultater

Kortlægningsrapporten bør indeholde et afsnit, der samler prøvetagningssteder og analyseresultater i et skema, gerne med en indikation af om analyseresultaterne viser om affaldet kan betragtes som uforurenet, forurenet eller farligt samt hvilke grænseværdier der i givet fald er anvendt for de udslagsgivende stoffer.

Af hensyn til den efterfølgende byggesag og den eventuelle senere myndighedsbehandling, er det vigtigt, at rapporten også indeholder en kopi af laboratoriets analyseblanket.

### Usikkerheder

Bygningsundersøgelser er generelt behæftet med store usikkerheder. I den gode rapport er de forhold, som kan give anledning til betydelige usikkerheder diskuteret, og det er angivet, hvordan usikkerhederne kan have betydning for anvendelsen af kortlægningsresultaterne.

### Nyttig information i tillæg til kortlægningen

Resultaterne af en kortlægning danner ofte grundlag for kommunernes beslutning om klassificering, sortering og evt. anvisning af affaldet. Det kunne derfor både for kommune,

bygherre og nedriver være nyttig, hvis der i kortlægningsrapporten angives, hvordan affaldet sorteres (i hvilken container på nedrivningsstedet affaldet skal placeres), hvem transportør og modtager er.

### Konklusioner

En god kortlægningsrapport bør tydeligt angive svar på de spørgsmål, som er angivet i formålet med rapporten. Alt for ofte ses rapporter, der alene angiver resultatet af en række enkeltstående prøver uden en klar angivelse af, hvad resultatet af prøverne betyder for den aktuelle sag og de beslutninger, der skal træffes på baggrund prøverne.

### Eventuelle anbefalinger

I mange tilfælde vil den udførte kortlægning ikke være fuldstændig, hvorfor det kan være relevant at udføre yderligere undersøgelser. Dette vil typisk være i form af en nærmere afgrænsning af udbredelsen af visse forureninger, eller undersøgelse af den aktuelle indtrængning af fx PCB i konstruktioner.

Af rapporten bør det klart fremgå, hvis der vurderes at være behov for yderligere undersøgelser.





# ”Viden om”

## Anbefalinger vedr. antallet af prøver



*Et tilbagevendende spørgsmål i arbejdet med kortlægning af miljø- og sundhedsskadelige stoffer er, hvor mange prøver er det nødvendigt at udtage?*

*Der er ingen nationale regler, retningslinjer eller vejledninger for, hvor mange prøver der skal udtages i en given situation. DAKOFAs arbejdsgruppe omkring screening og kortlægning har på denne baggrund arbejdet med at formulere anbefalinger til antallet prøver.*

### **Bygningens historik er meget vigtig**

For de fleste af de stoffer, som i dag kortlægges gælder, at de har været anvendt i bestemte tidsmæssige perioder. Det er derfor vigtigt, at kende bygningens alder, herunder også tidspunkter for senere renoveringer.

Kender man til bygningens historik, vil prøvetagningen kunne målrettes og unødvendige prøver i højere grad undgås.

Ofte ses i større bebyggelser, at bygninger, der umiddelbart ser ens ud, reelt er opført i etaper. Selv om de enkelte bygninger er opført med kort mellemrum, kan den udførende entreprenør være en anden. Som følger heraf kan der være anvendt andre malingsstyper, fugeprodukter mm. Store variationer mellem tilsyneladende ens bygninger er således ikke usædvanligt.

### **”Homogene” områder**

Ved ”homogene” områder opfattes, områder eller dele af bygningen, inden for hvilke materialerne med høj grad af sandsynlighed må antages at være ens – ens mht. udseende, alder og anvendelse. Et homogent område kan fx være ”udvendige sorte fuger omkring vinduer på en bygning”, eller ”hvide fliser i et badeværelse i en given lejlighed”.

Det kan ofte i praksis være svært at definere ”homogene” områder. Ikke sjældent ses, at fx

### **Korte råd**

#### Samleprøver

Samleprøver, dvs. prøver der samles af flere delprøver, kan være relevante, når et større område skal undersøges. Samleprøver bør normalt kun udtages af områder inden for hvilke materialerne opfattes at være ens. Hvis der samles prøver fra forskellige områder, der kan være forskellige, vil der være risiko for fortynding.

Samleprøver udtaget fra forskellige områder kan i nogle tilfælde anvendes, hvis formålet at påvise en forurening. Såfremt, der påvises indholdsstoffer i samleprøven, analyseres enkeltprøver efterfølgende for at bestemme koncentration i de enkelte delområder.

#### 10% undersøgelse i boligkarreer, stikprøver

Blandt andre Landsbyggefonden angiver, at der i forbindelse med renovering af lejligheder bør laves forundersøgelser i mindst 10% af lejlighederne.

Meget afhængig af de aktuelle forekomster kan 10% vise sig at være et mere eller mindre rimeligt antal. Er der tale om varierende forekomster kan en 100% kortlægning være nødvendig. Ofte ses allerede efter undersøgelse af ganske få lejligheder, om der er variationer.

#### ”Run-stop”

Run-stop-analyser kendes fra udlandet og er beskrevet i bl.a. den amerikanske Ahera standard for undersøgelse af asbest. Run-stop princippet går ud på, at det aftales med laboratoriet, at en serie af prøver analyseres, indtil der påvises et indhold. Herved spares udgifter til analyse af efterfølgende prøver.

Run-stop prøver kan være en god tilgang, når formålet med prøvetagningen er at påvise eller afkræfte en forekomst.



sorte facadefuger kan have varierende indhold af PCB alt efter, om de findes omkring døre eller vinduer, indvendigt eller udvendigt. Der kan også forekomme nyere reparationsfuger uden PCB.

En grundig bygningsgennemgang og udredning af historik omkring bygningen er derfor meget vigtig.

### **Afgrænsning af opgaven**

Typisk vil det i forbindelse med renoveringsarbejder ikke være alle dele af bygningen, der er omfattet.

En tæt dialog mellem kunden, som bestiller kortlægning, og den, som udfører kortlægningen, er vigtig for at sikre, at alle relevante bygningsdele undersøges, og at der ikke ofres unødige ressourcer på at undersøge materialer, der ikke indgår projektet.

Erfaringsmæssigt giver en uklar afgrænsning af opgaven ofte anledning til senere konflikter i byggesagen, med deraf følgende meromkostninger og forsinkelser.

Endelig vil den ingeniør, arkitekt eller bygherre, som bestiller kortlægningen, ligeledes ofte have viden om byggeriet alder og tidligere renoveringsarbejder, som vil være nyttige for den som udfører kortlægningsopgaven.

### **Orienterende undersøgelser**

Det kan ofte være en god idé, at udføre en orienterende undersøgelse forud for en egentlig kortlægning. I den orienterede undersøgelse udtages et mindre antal prøver, som har til formål at afklare, hvilke stoffer, der er aktuelle at kortlægge i den aktuelle bygning.

### **Afgrænsende prøvetagning**

Som det er tilfældet, når man undersøger en forurenede grund, kan det tit være nødvendigt at foretage en nærmere afgrænsning af forureningen. Eksempelvis kan det være

nødvendigt at undersøge, hvor langt PCB fra en fuger er trængt ind i den bagvedliggende beton. Det er derfor ikke muligt på forhånd at afgøre, nøjagtig hvor mange prøver, der er nødvendig at tage.

### **Friklassende og påvisende prøver**

Antallet nødvendige prøver afhænger af formålet med prøvetagningen. Det vil som regel kræve flere prøver for med rimelig sikkerhed at udelukke en forekomst af forurenende stoffer, medens blot én enkelt prøve kan være nok til at påvise et problem.

### **Konklusion**

Det er DAKOFAs arbejdsgruppes samlede vurdering, at der ikke kan opstilles entydige regler for, hvor mange prøver det er nødvendigt at udtage for tilfredsstillende at kortlægge forekomsten af problematiske stoffer og materialer i et givent byggeri. Dertil er variationerne i byggeriet for store.

Ved at følge de ovenstående anbefalinger vil man kunne afpasse og målrette prøvetagningen og her ved forhåbentlig kunne opnå et bedre og mere sikkert beslutningsgrundlag.



# "Viden om"

## Prøvetagningsusikkerhed



*Dette "Viden om" ark opsummerer centrale begreber i relation til prøvetagning samt opstiller tommelfingerregler for opnåelse af bedre kvalitet i prøvetagning.*

### Fastlæg altid formålet med prøvetagning først

Formålet med at udtage prøver skal altid fastlægges inden prøvetagningen planlægges og gennemføres. Svarene på spørgsmål som:

- Hvilke(t) spørgsmål skal resultatet af prøverne kunne besvare?
- Hvordan skal resultatet anvendes i besvarelsen af spørgsmålet?

giver nøglen til at kunne beslutte, hvordan prøverne skal udtages og analyseres. Svarene på spørgsmålene bidrager også til på forhånd at fastlægge krav til prøvetagning, test og analyser samt krav til dokumentation og kvalitet.

### Beslutningsikkerheden

Hvor sikker vil du være på, at du træffer den rigtige beslutning? Og hvad er konsekvenserne, hvis du træffer beslutning på et "forkert" eller usikkert grundlag? Det er spørgsmål, der altid bør indgå i planlægningen, når der skal udtages prøver.

Udtagning af prøver fra en større mængde eller område er altid forbundet med en vis usikkerhed i forhold til at opnå et retvisende billede af f.eks. forureningsniveauet for den samlede mængde.

Den usikkerhed, som er forbundet med prøvetagningen, påvirker også sikkerheden i beslutningen, som træffes på grundlag af resultaterne. Med simple redskaber kan prøvetagningsusikkerheden reduceres, men det kan koste lidt ekstra tid og måske flere prøver. I sidste ende kan det vise sig at være givet godt ud, f.eks. i tilfælde, hvor konsekvenserne af at træffe en beslutning på et forkert grundlag kan være store. Overvej derfor altid, hvad konsekvenserne vil være, hvis der træffes en beslutning på et forkert grundlag, inden prøvetagningen gennemføres.

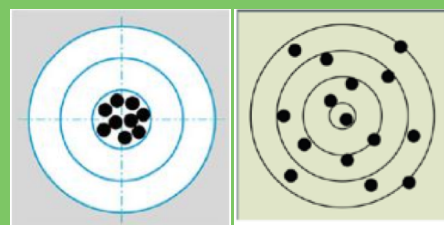
### Om prøvetagningsusikkerhed og - fejl

Den samlede usikkerhed på et analyseresultat udgøres af usikkerhed forbundet med prøvetagning og usikkerhed forbundet med analysen. Som hovedregel er usikkerheden forbundet med prøvetagning mange gange større end usikkerheden forbundet med analysen.

Prøvetagningsusikkerheden påvirkes af to typer af prøvetagningsfejl – de tilfældige fejl og de systematiske fejl.

### Tilfældige fejl (heterogenitet)

De tilfældige fejl er relateret til egenskaberne af det materiale, der skal udtages prøver af, især materialets heterogenitet, som kan være større eller mindre. Hvis heterogeniteten er lille ligger resultaterne af flere prøver (udtaget af det samme materiale - samme population) tæt på hinanden og omkring centrum af en skydeskive. Hvis heterogeniteten er stor, ligger resultaterne spredt på skiven men jævnt fordelt i forhold til centrum af skiven. Se figurerne herunder.



**Pas på øjet ikke snyder.** Materialer, der med øjet ser "homogene" ud, kan meget vel have stor heterogenitet.

Størrelsen af de tilfældige fejl kan let bestemmes ved at gentage prøvetagningsprocessen et antal gange. Men det er en forudsætning, at prøverne repræsenterer det samme materiale (dvs. det materiale man har grund til at tro er ens). De tilfældige fejl kan reduceres ved at:

- Udtage større mængde af materialet
- Udtage flere delprøver af samme materiale
- Anvende sammensatte prøver – kun hvis det ikke kompromitterer formålet
- Om muligt blande og homogenisere



## Planlæg prøvetagningen

En omhyggelig planlægning af en prøvetagning kan bidrage væsentligt til god kvalitet af resultaterne – alene fordi arbejdet er gennemtænkt. Det skal dog bemærkes, at det ikke på forhånd vil være muligt at gennemtænke og tage højde for til alle situationer, der kan opstå. Det er derfor også nødvendigt, at de(n) person(er), der gennemfører prøvetagningen, er kompetente. Planlægningen bør omfatte følgende:

- Fastsættelse af prøvetagningsformål og overvejelse omkring ønsket beslutningssikkerhed
- Arbejdsmiljøhensyn
- Indhentning af historiske oplysninger om emnet for prøvetagningen, besøg evt. stedet i forbindelse med planlægningen
- Valg af prøvetagningsstrategi, -metode og -udstyr.
- Afklaring af hvilke materialer, der skal tages prøvet af, og hvilke stoffer der skal analyseres for
- Kontakt til analyselaboratoriet – få viden om:
  - korrekt pakning og opbevaring af prøver
  - nødvendige prøvemængder
  - andre særlige forhold f.eks. om aflevering osv.

## Dokumentation

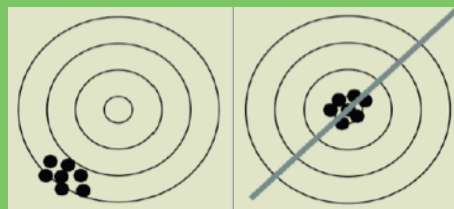
Dokumentation af prøvetagningen er en væsentlig forudsætning for efterfølgende at kunne bedømme, om prøvetagningen er gennemført korrekt, eller om der kan rejses tvivl om resultatets validitet. Dokumentationen fra prøvetagningen bør være tilgængelig sammen med analyseresultaterne og bør indeholde minimum følgende oplysninger

- Prøvetagningsformål og evt. kvalitetskrav
- Oplysninger om prøvetagningstidspunkt og beskrivelse af prøvetagningssted og materiale, der prøvetages – brug også billeder
- Oplysninger om prøvetager
- Reference til prøvetagningsmetode eller sammenfatning af denne
- Relevante feltobservationer

## Om prøvetagningsusikkerhed og -fejl (fortsat)

### Systematiske fejl

De systematiske fejl er relateret til måden prøverne udtages på, stedet for prøvetagning, udstyret der anvendes og måden prøverne opbevares og transporteres på. Hvis der ved prøvetagningen har været stor grad af systematiske fejl, vil resultaterne af flere prøver udtaget af samme materiale ligge langt fra skydeskivens centrum – dvs. der er en skævhed i resultaterne. Hvis de systematiske fejl er elimineret vil resultaterne fordele sig tæt omkring centrum på skiven. Se figurerne herunder.



De systematiske fejl er svære at opdage og svære at "måle". Den bedste måde at sikre sig mod systematiske fejl er at gennemgå prøvetagningsmetoden inden prøvetagning. Systematiske fejl kan nemlig elimineres /reduceres ved at:

- vælge prøvetagningsmetode, der er passer til formålet (f.eks. overfladeprøver kontra gennemsnitsprøve)
- anvende korrekt udstyr til udtagning af prøver
- Anvende rent udstyr og undgå kontaminering
- opbevare og transportere prøverne korrekt

**OBS:** Både tilfældige fejl og systematiske fejl kan opstå i alle led af prøvetagningen – dvs. fra udtagning af første prøve og helt frem til den egentlige analyse, dvs. også når laboratoriet udtager delprøver til analysen.

- Afvigelser fra prøvetagningsplanen / uventede forhold, som der skulle tages stilling til på stedet
- Oplysninger om opbevaring, transport og aflevering af prøver til analyselaboratorium
- Reference til relevante dokumenter