



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Metoder til fjernelse af miljøproblematiske stoffer

Udredning af teknologier til identifikation og fjernelse af miljøproblematiske stoffer og materialer fra bygninger til nedrivning eller renovering

Miljøprojekt nr. 1656, 2015

Titel:

Metoder til fjernelse af miljøproblematiske stoffer

Redaktion:

Kathrine Birkemark Olsen, Teknologisk Institut
Martin Nerum Olesen, Teknologisk Institut

Udgiver:

Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K
www.mst.dk

År:

2015

ISBN nr.

978-87-93283-86-2

Ansvarsfraskrivelse:

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

Forord	5
1. Indledning	6
2. Udformning	7
3. Baggrund for dataindsamling	8
3.1 Dataindsamling - Metoder til fjernelse af miljøproblematiske stoffer	8
3.1.1 Spørgeskemaer og interviews	8
3.1.2 Litteratursøgning	10
3.1.3 Erfaringsbank og casereview	10
3.2 Dataindsamling - Metoder til identificering og prøvetagning	10
4. Metoder til fjernelse af miljøproblematiske stoffer	11
4.1 Definitioner	11
4.1.1 Metoder og teknologier	11
4.1.2 Nøgleparametre.....	12
4.2 Resultater af dataindsamling	13
4.2.1 Litteratursøgning	13
4.2.2 Spørgeskemaer og interviews	19
4.2.3 Resultater af casereview	26
4.3 Vurdering af metoder til fjernelse af miljøproblematiske stoffer	27
4.3.1 Nedtagning	29
4.3.2 Behugning	30
4.3.3 Slibning.....	31
4.3.4 Skæring.....	32
4.3.5 Fræsning af overflader	34
4.3.6 Blæserensning af overflader	36
4.3.7 Kemisk rensning med malingsfjerner	38
4.3.8 Kemisk rensning – NASA-metode/AMTS-metode	39
4.4 Vurdering af metoder og teknologier	40
5. Metoder til identificering og prøvetagning	42
5.1 Identificeringsprocessen	42
5.2 Hurtigvisende metoder til identificering	44
5.2.1 XRF-scanning.....	44
5.2.2 FTIR-scanning	45
5.2.3 Natriumsulfid-dryptest.....	45
5.3 Metoder til prøvetagning	45
5.4 Stofkort.....	48
5.5 Bygningsatlas	67
5.6 Vurdering af metoder til identificering og prøvetagning	89
6. Konklusion	90
Referencer	92
Bilag 1: Dataindsamling	
Bilag 2: Resultater	

Forord

Denne rapport indeholder en udredning om teknologier til identifikation og fjernelse af miljøproblematisk stoffer og materialer fra bygninger til nedrivning og renovering.

Projektet blev udført af Teknologisk Institut for Miljøstyrelsen i perioden august-december 2014. Projektet blev udført ved granskning af eksisterende dansk og udenlandsk litteratur samt ved indsamling af oplysninger om praksis og erfaringer fra aktører i branchen.

Miljøstyrelsen bemærker, at projektet resultater ikke giver styrelsen et grundlag for at kunne stille mere specifikke krav til metoder til fjernelse og udsortering miljøproblematisk stoffer fra bygninger i forbindelse med nedrivning eller renovering.

Projektet har haft en styregruppe med følgende deltagere:

Lene Gravesen, Miljøstyrelsen (formand)

Katrine Smith, Miljøstyrelsen, Ane Mette Walter, Teknologisk Institut, projektleder til 1. september 2014

Martin Nerum Olsen, Teknologisk Institut, projektleder fra 1. september 2014

Kathrine Birkemark Olesen, Teknologisk Institut, kvalitetsansvarlig

Julie K. Jensen, Rambøll, Miljøstyrelsens koordinator på projektet frem til 1. september 2014

Ane Mette Walter Rambøll, Miljøstyrelsens koordinator på projektet fra 1. september 2014

Projektets følgegruppe bestod af:

Jette Bjerre Hansen, DAKOFA

René Møller Rosendal, Dansk Affaldsforening

Thomas Kingo, Kingo Karlsen A/S

Peter Kjeldsen, DTU

Klaus Hansen, Danmarks Naturfredningsforening

Anders Christiansen, KL

Jonny Christensen, KL ved Københavns kommune

Martin Nerum Olsen, Teknologisk Institut

Kathrine Birkemark Olesen, Teknologisk Institut

Lene Gravesen og Katrine Smith, Miljøstyrelsen

Tak til følgegruppen for deres bidrag.

1. Indledning

Ressourcestrategien ”Danmark uden affald” har til formål, at gøre Danmark mere ressourceeffektivt. Bygge og anlægsaffald udgør op imod 30 % af Danmarks samlede mængde affald, hvorfor der er stort fokus på at øge genanvendelse og genbrug af bygge og anlægsaffald. For at sikre øget genanvendelse er det nødvendigt at sikre kvaliteten af det bygge- og anlægsaffald, der skal nyttiggøres. I Danmark foreskriver affaldsbekendtgørelsens nr. 1309, 2012, §65 (*ref. 10*), at affaldsproducerende virksomheder skal udføre kildesortering samt udsortering af farligt affald. Kvaliteten af bygge- og anlægsaffaldet afhænger derfor meget af korrekt identificering og udsortering af de miljøproblematiske stoffer i bygninger inden nedrivning og renovering.

Projektets formål er at skabe overblik over hvilke teknologier, der findes til at fjerne og udsortere materialer, der er forurenede med miljøproblematiske stoffer i bygninger inden, under og efter nedrivning. Tillige skal projektet anskueliggøre metoder og tilgange til identificering og prøvetagning af bygningsdele, der er forurenede med miljøproblematiske stoffer.

Det er projektets overordnede mål, at resultaterne skal kunne bruges til at vurdere om der kan stilles mere specifikke krav til metoder til udsortering af bygningsdele forurenede med miljøproblematiske stoffer ved renovering inden, under og efter nedrivning.

2. Udformning

Nærværende rapport er opdelt i to hovedafsnit, der svarer til den overordnede opdeling i projektet.

De miljøproblematiske stoffer, der er behandlet i denne rapport, er:

- Polychlorerede biphenyler, PCB
- Asbest
- Metallerne bly, cadmium, krom, kobber, nikkel, zink, arsen, kviksølv
- Klorparaffiner, herunder specifikt SCCP (kortkædede), der er omfattet af Stockholmkonventionen
- Tjærestoffer; PAH'er (Fluoranthen; Benzo(b+j+k)fluoranthen; Benz(a)pyren; Ideno(1,2,3-cd)pyren; Dibenzo(a,h)anthracen.
- Hydrochlorofluorocarbons (HCFC'er) og Chlorofluorocarbons (CFC'er)
- Kulbrinter (C6-C36) i begrænset omfang (se kap. 5.4)
- Bromerede flammehæmmere (Hexabromobiphenyl, Hexabromodiphenyl ether og heptabromodiphenyl ether, Tetrabromodiphenyl ether og pentabromodiphenyl ether, Hexabromocyclododecane (HBCD))

Arsen er tilføjet projektet, idet Teknologisk Institut ofte finder arsen ved screeningsundersøgelser foretaget med XRF-scanner. Bromerede flammehæmmere er tilføjet, da de er omfattet af Stockholmkonventionen, og kan forventes at være til stede i bygninger og byggematerialer. Kulbrinter er medtaget, da de er konstateret i bygge- og anlægsaffald (*ref. 41*). Metoder og teknologier til fjernelse af kulbrinter er generelt ikke vurderet. Kulbrinter kan dog forekomme i bygninger og er derfor medtaget som et miljøproblematiske stof, der skal udsorteres.

Rapporten bliver indledt af redegørelse for de fremgangsmåder, der er anvendt ved indsamling af de data og informationer, der ligger til grund for rapportens udarbejdelse (kap. 3).

Første hovedafsnit (kap. 4) omhandler afdækning af metoder til fjernelse eller udsortering af materialer med miljøproblematiske stoffer før, under og efter nedrivning, samt vurdering af metoderne ift. en række nøgleparametre. I denne del af rapporten er metoder og teknologier opstillet i skematisk form i en række vurderingsskemaer, hvor de enkelte metoder og teknologier til afrensning er angivet, samt erfaringer og viden fra branchen omkring de enkelte metoder.

Andet hovedafsnit (kap. 5) giver en overordnet beskrivelse af metoder til identificering og prøvetagning for miljøproblematiske stoffer i bygninger. Ligeledes beskrives hvilke bygningsdele der skal være fokus på i forbindelse med identificering og prøvetagning. I denne del af rapporten er samtlige af de miljøproblematiske stoffer, der indgår i projektet, opstillet i skematisk form, disse er benævnt stofkort. Sammenhængen mellem de enkelte miljøproblematiske stoffer og bygningsdele er angivet i skematisk form i et bygningsatlas.

3. Baggrund for dataindsamling

I dette afsnit beskrives metoder til dataindsamlingen. Dataindsamlingen beskrives i de to hovedafsnit:

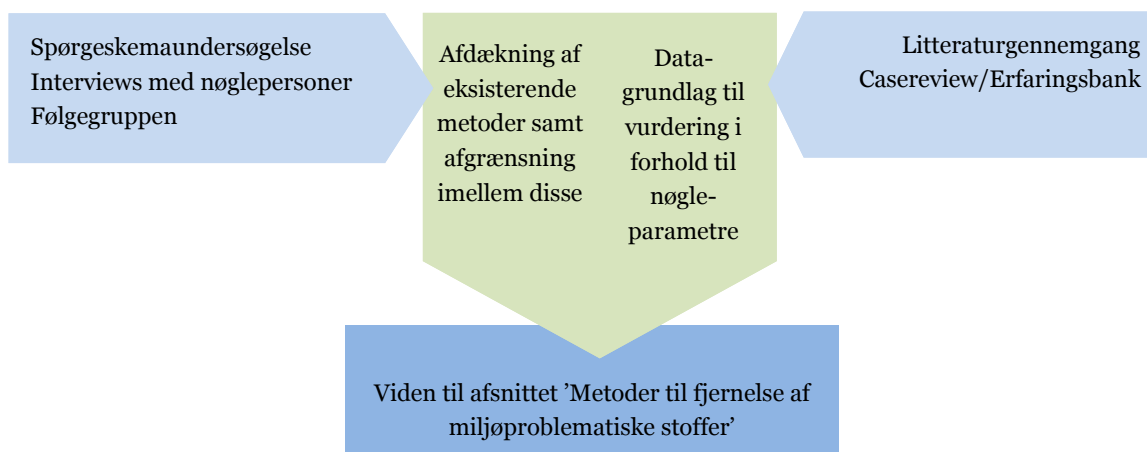
- Metoder til fjernelse af miljøproblematiske stoffer
- Metoder til identificering og prøvetagning

3.1 Dataindsamling - Metoder til fjernelse af miljøproblematiske stoffer

Dataindsamlingen vedrørende metoder og teknologier til fjernelse af miljøproblematiske stoffer er udført som vist i nedenstående FIGUR 1:

3.1.1 Spørgeskemaer og interviews

Til indhentning af data om metoder og teknologier er der udarbejdet 2 typer af spørgeskemaer (version 1 og version 2), samt et interviewskema for telefoniske og personlige interviews.



FIGUR 1: OVERSIGT FOR DATAINDSAMLING TIL FJERNELSE AF MILJØPROBLEMATISKE STOFFER

Første spørgeskema (version 1) blev udsendt til 30 udførende aktører, hvoraf der blev modtaget 1 brugbar besvarelse samt en delvis besvarelse. En forenklet udgave af det oprindelige spørgeskema (version 2) blev fremsendt til de samme aktører i branchen. Der blev returneret et enkelt delvist udfyldt spørgeskema, fra en mindre virksomhed. Svarene er ikke anvendt til yderligere vurdering.

En detaljeret opgørelse over dataindsamlingen fremgår af kap. 4.2.2.

Udførende aktører ved nedrivning eller renovering af bygninger

Følgende aktører indgår i dataindsamlingen:

- Nedbrydningssektionen under Dansk Byggeri, er valgt på baggrund af deres kendskab til de nyeste metoder og viden inden for fjernelse af miljøproblematiske stoffer. Nedbrydningssektionen består af 15 medlemmer, hvor samtlige har modtaget spørgeskemaer.

- Danske Maskinstationer og Entreprenører, er valgt for at give input til gængse metoder. Medlemmerne er typisk de mindre entreprenører og maskinstationer, hvorfor aktører fra denne gruppe, vil kunne bidrage med viden omkring mindre udstyrskrævende afrensingsmetoder. Danske Maskinstationer og Entreprenører er en brancheorganisation med ca. 270 medlemmer, hvoraf 15 medlemmer er udvalgt af brancheforeningen.
- Øvrige entreprenører, indbefatter en gruppe af entreprenører der udfører delvis nedrivning og sanering. Medlemmerne er ikke organiseret under egen brancheorganisation. Aktørerne der indgår i nærværende gruppe er udvalgt for at give input til gængse metoder, og for at afdække en anden side af markedet end den organiserede. Gruppen består typisk af sanitører, og aktører fra denne gruppe vil typisk være specialister inden for få af metoderne, og vil derfor ofte indgå som underentreprenører. Der er udvalgt 6 aktører på baggrund af deres erfaringer med saneringsarbejde og med miljøproblematiske stoffer.

Der er ved dataindsamlingen forespurgt til definitionen samt erfaringer med energiforbrug, miljøforhold, anvendelsesbegrænsninger, effektivitet, økonomi, tilgængelighed, arbejdsmiljø og indeklima i forbindelse med følgende metoder:

- Nedtagning
- Behugning
- Slibning
- Skæring
- Fræsning
- Blæserensning/slyngrensning
- Kemisk rensning/opløsningsmidler
- Lermaling/NASA-metoden
- Rengøring
- Ventilering
- Termisk rensning/udbugning
- Forsegling

Der er endvidere forespurgt til, hvorvidt de udførende har kendskab til andre anvendte metoder. Spørgeskemaer og skemaer for interviews er vedlagt som bilag 1.

Øvrige aktører

Foruden ovennævnte er der foretaget interviews med:

- Udenlandske eksperter, for at undersøge om der anvendes andre metoder til fjernelse af miljøproblematiske stoffer i vores nabolande. Eksperterne, 2 udførende samt 1 myndighedsperson, er fundet ved den udførte litteratursøgning. Der er foretaget 3 interviews med en relevant person i hhv. Sverige, Norge og Tyskland.
- Rådgivere, 6 rådgivere er valgt på baggrund af deres viden om metoder og teknologier til fjernelse af miljøproblematiske stoffer i bygningerne samt deres viden om hvor de forskellige miljøproblematiske stoffer findes. De valgte rådgivere har egne miljøafdelinger, og dermed egne erfaringer og cases inden for området.
- Arbejdstilsynet.
- Repræsentant for nedriveruddannelsen.
- Affalds- og ressourceindustrien under Dansk Industri, er valgt, da de er modtagere af det forurenede affald og står for affaldets videreforarbejdning og genanvendelse. Der er udvalgt 8 aktører inden for områderne forbrænding, deponi, destruktion og nyttiggørelse. Udvælgelsen er baseret på en bred variation i geografisk placering, offentlige og private aktører samt størrelse.

3.1.2 Litteratursøgning

Litteratursøgning er gennemført ved hjælp af databaserne Science Direct, Google Scholar. Derudover er der inddraget SBI-anvisninger, BAR-vejledninger, litteratur fra Dansk Asbestforening, DAKOFA samt Arbejdstilsynets vejledninger/anvisninger og instrukser inden for området miljøproblematiske stoffer og arbejdsstedets indretning samt affaldsbekendtgørelsen mv.

3.1.3 Erfaringsbank og casereview

Der er i rapporten desuden anvendt viden fra Teknologisk Instituts egne kommercielle opgaver. Der er udvalgt 26 relevante cases. De enkelte cases er gennemgået for anvendte afrensingsmetoder, samt for hvilke miljøproblematiske stoffer casen omhandler.

Der er inddraget 6 interne specialister fra Teknologisk Institut inden for områderne beton, affald, maling, kemi og indeklima, samt kemisk analyse og skadelige stoffer.

3.2 Dataindsamling - Metoder til identificering og prøvetagning

Dataindsamlingen vedrørende metoder til identificering og prøvetagning af miljøproblematiske stoffer er udført ved interviews.

Følgende grupper er interviewet:

- Rådgivere, er valgt på baggrund af deres viden om prøvetagning samt screening af de miljøproblematiske stoffer i bygningerne samt deres viden om hvor de forskellige miljøproblematiske stoffer forefindes.
- Laboratorier, er valgt på baggrund af deres ydelser inden for området analyser af miljøproblematiske stoffer. Der er udvalgt 3 laboratorier.
- Kommuner, der er valgt en kommune med stor erfaring og mange miljøsaneringers sager i kommunen.

Grupperne er primært adspurgt om hvilke stoffer de forventer at komme i fokus fremadrettet, hvor i bygninger de enkelte stoffer må forventes at forekomme, samt hvilke stoffer de primært analyserer for/arbejder med. Spørgeramme til interviews er vedlagt som bilag 1.1-1.6.

4. Metoder til fjernelse af miljøproblematiske stoffer

I nærværende afsnit er eksisterende metoder og teknologier til fjernelse eller udsortering af miljøproblematiske stoffer i bygninger kortlagt. Definitioner på metoder og teknologier samt nøgleparametre til vurdering af de enkelte metoder fremgår af kap. 4.1.1 og 4.1.2.

Kortlægningen tager udgangspunkt i eksisterende metoder og teknologier anvendt i Danmark og udlandet, og er baseret på litteraturstudie samt erfaringer fra eksterne eksperter, følgegruppens medlemmer samt Teknologisk Instituts egne eksperter. De kortlagte metoder er efterfølgende medtaget i en spørgeramme, som er anvendt til indsamling af viden omkring de enkelte metoder hos aktører i branchen. En specifik gennemgang af resultater og erfaringer fra spørgeskemaundersøgelser og interviews fremgår af afsnittet om resultater fra dataindsamling. Vurdering af de enkelte metoder er baseret på en række listede nøgleparametre som eksempelvis energi, miljø, økonomi, tilgængelighed mv. Parametrene bliver nærmere beskrevet i afsnittet definitioner. Viden genereret ved spørgeskemaer og interviews indgår endvidere i det afsluttende afsnit, vurdering af metoder og teknologier.

4.1 Definitioner

I nærværende projekt er følgende definitioner anvendt for de enkelte metoder og teknologier. Definitioner på nøgleparametrene til vurdering af de enkelte metoder fremgår ligeledes af dette afsnit.

4.1.1 Metoder og teknologier

TABEL 1: DEFINITIONER PÅ METODER OG TEKNOLOGIER TIL FJERNELSE AF MILJØPROBLEMATISKE STOFFER

Metoder og teknologier	Definition
Nedtagning	I klassisk forstand total eller partiel/delvis nedrivning
Behugning	Fjernelse ved brug af hammer og mejsel eller kango-hammer el. lign.
Slibning	Fjernelse af overflade ved brug af slibepapir el. lign evt. påmonteret maskine med mekanisk sug
Skæring	Bortskæring af materiale/tilstødende konstruktion/-materiale ved brug af enten kniv eller hurtigtgående skæreværktøj
Fræsning	Fjernelse af overflade samt en del af underliggende konstruktion/-materiale ved brug af mekanisk fræseværktøj påmonteret sug
Blæserensning	Fjernelse af overflade ved brug af forskellige blæsemidler udført ved højtryk herunder også tørrensning
Kemisk rensning/ Absorberende rensning	Fjernelse af materiale ved brug af opløsningsmidler, organiske som uorganiske eller påføring af absorberende materiale på overflader for udtrækning af miljøproblematiske stoffer som fx NASA-metoden
Termisk rensning	Udtrækning/-fjernelse af miljøproblematiske stoffer ved hjælp af varmebehandling

I rapporten benyttes termen 'fjernelse af overfladebehandling' eller 'fjernelse af overflade', hvilket i praksis betyder, at en metode fjerner den/de lag af overfladen, som måtte være forurenet med det miljøproblematiske stof. I den henseende er en overfladebehandling at betragte som en påføring af et givent materiale som eksempelvis maling, spartel eller lignende.

Metoderne rengøring, ventilering og forsegling, der er rettet mod indeklimaet, er ikke behandlet i denne rapport, da de ikke vurderes at have teknologisk potentiale, eller ikke løser udfordringen med at fjerne de miljøproblematiske stoffer, i forhold til dette projekts opdrag.

Termisk rensning er medtaget i det omfang, at der ses potentiale for anvendelse af denne metode efter nedrivning i form af termisk rensning af bygge-/anlægsaffald.

4.1.2 Nøgleparametre

For at kunne undersøge de ovennævnte metoders anvendelighed, er der i projektet udvalgt otte nøgleparametre. Disse nøgleparametre udgør rammen for vurdering af metoderne. Nøgleparametrenes betydning beskrives kort og defineres herunder.

Energibehov

Denne parameter omfatter en overordnet vurdering af brændstof- og strømforbrug i forbindelse med gennemførelse af en miljøsanering med den pågældende metode. Energiforbrug til sikkerhedsforanstaltninger, samt bortskaffelse (herunder transport, af det forurenede affald) er ikke medtaget i nærværende vurdering, da dette ikke kun afhænger af metoden, men også af forureningsgraden, afstand til modtagerstationer mm.

Miljøbelastning

Affaldsmængder og disses forureningsgrad. Risiko for spredning af miljøproblematiske stoffer til jord og omgivelser. Vanskeligheder i forbindelse med opsamling eller transport af de miljøproblematiske stoffer. Der medtages forhold, der gør en metode særdeles skånsom eller særdeles risikofyldt for det nære eller det globale miljø.

Materialer, egnethed og anvendelsesbegrænsninger

Det beskrives, hvilke konstruktioner/materialer, der kan afrenses med metoden samt anvendelsesbegrænsninger. Det vurderes endvidere, om metoden er egnet til sammenbyggede materialer, fx smøremembraner på pudslag.

Effektivitet til fjernelse af stof

Denne parameter omfatter, hvor effektiv metoden er til afrensning af de miljøproblematiske stoffer. Herunder indgår metodens anvendelighed i kritiske områder, fx i hjørner, ved snævre pladsforhold, på lodrette eller nedadvendende vandrette overflader. Derudover indgår hvilke overordnede arbejdsprocesser, der er nødvendige for gennemførelse af de enkelte metoder, samt forventet renhed af underlaget efter gennemførelse af metoden.

Økonomi

Under økonomi forstås omkostninger til gennemførelse af den pågældende metode. Derudover afhænger økonomien i en konkret sag af mange andre faktorer, såsom type af opgavemiljøsanering eller nedrivning), forureningsgraden, indtrængningsdybder, mængden af miljøfarlige stoffer/materiale, der skal fjernes, type af materiale og kvalitet af vedhæftning til eventuelt tilstødende bygningsdele, tilgængeligheden af materialerne/stofferne, indendørs- eller udendørsarbejde, nødvendige sikkerhedsforanstaltninger og ergonomi ved arbejdets udførelse, affaldsafgiftsstrukturen i området, transportlængde til modtagerstationer med flere. I vurderingen angives økonomien derfor kun kvalitativt, og vurderes op imod de øvrige metoder, der indgår i nærværende projekt.

Tilgængelighed

Denne parameter omfatter den frie tilgængelighed af metoden på det kommercielle markedet, dvs. om den er omfattet af eventuel patentering, hvor tilgængelig eventuelle maskiner er, hvor udbredt og afprøvet metoden er i praksis samt hvorvidt der kræves speciel uddannelse. En god tilgængelighed defineres ved, at som minimum 5 firmaer i Danmark kan tilbyde ydelsen. En acceptabel tilgængelighed defineres ved, at som minimum 3 firmaer kan tilbyde ydelsen. En dårlig tilgængelighed defineres ved, at kun 1 firma kan tilbyde ydelsen.

Arbejds miljø

Herunder forstås de traditionelle belastninger som støv, støj og vibrationer. Derudover beskrives arbejdsmiljøet på basis af behov for personlige værnemidler, ergonomiske stillinger forbundet med udførelsen og begrænsninger i arbejdstider.

Indeklima

Såfremt der er tale om en renoveringssag, vil det være relevant at inddrage kendskab til risiko for støvpåvirkning, afgangning til indeklimaet, svært eliminerbare restprodukter og evt. lugt.

4.2 Resultater af dataindsamling

I afsnittet resultater for dataindsamling er de overordnede tendenser fra litteratursøgning og interviews fremhævet. Alle data er efterfølgende anvendt i den samlede vurdering af de enkelte metoder. Vurderingen fremgår af kap. 4.4.

4.2.1 Litteratursøgning

4.2.1.1 National

Generelt tager litteraturen udgangspunkt i overordnede funktionskrav til sikkerhedsforanstaltninger, håndtering af affald samt afsluttende rengøringskrav. De enkelte afrensingsmetoder er imidlertid ikke beskrevet i detaljer og det samme gør sig gældende for beskrivelse af arbejdsprocesser i forbindelse med miljøsaneringer. I NMK 96, Nedbrydningsbranchens Miljøkontrolordning fremgår det, at selektiv nedrivning skal udføres, hvor der produceres mere end 10 ton bygge- og anlægsaffald. Alle medlemmer af Dansk Byggeris Nedbrydningssektion er underlagt NMK96.

I første fase af en selektiv nedrivning beskrives, at affald til specialbehandling skal fjernes, samt at det som udgangspunkt er entreprenøren, der planlægger og fastsætter metodevalg. Der er ikke beskrevet metoder eller angivet teknologier til brug for selektiv nedrivning eller miljøsanering.

I figurene 2 og 3 er medtaget et par typiske eksempler, på det detaljeringsniveau, hvorpå der henvises til metoder og teknologier i litteraturen. De enkelte metoder beskrives ikke i detaljer, og forudsættes ofte som kendt viden.

STØVENDE ARBEJDER	VARME ARBEJDER	IKKE STØVENDE ARBEJDER
<p>Støvende arbejder</p> <p>Afrensning af maling ved slibning.</p> <p>Afrensning af maling ved blæsning med sand, is, skumgummi, stålkugler eller lign.</p> <p>Fjernelse af vægfliser med elmejselhammer.</p> <p>Udtagning af pakninger i afløbsrør.</p> <p>Stripning af døre, vinduer, paneler mm malet med blyholdig maling.</p> <p>Skæring af huller i murværk, beton mm.</p> <p>Opsamling af brokker, puds og andet løst byggeaffald.</p> <p>Rengøring (tør fx støvsuge) efter støvende arbejde.</p>	<p>Skæring af stål malet med blymønje med elektrisk værktøj.</p> <p>Skæring af stål malet med blymønje med skærebrænder.</p> <p>Afrensning af malingen med varmepistol eller gasbrænder.</p>	<p>Udtagning af termoruder med afstandslisters i bly.</p> <p>Stripning af taginddækninger mm.</p> <p>Indsamling af batterier og kabler.</p> <p>Udtagning af toiletter mm med blyholdig glasur.</p> <p>Slutrensning (våd fx gulvvaske) efter støvsugning.</p>

FIGUR 2: EKSEMPEL PÅ DETALJERINGSGRAD VED METODEVALG - UDDRAG FRA BLYVEJLEDNINGEN, ASBESTFORENINGEN

Metode	Betegnelse	Anvendelse
#1	Hedtvandsspuling 0-500 bar	Fjernelse af fedt, olie, trafikfilm. Løstsiddende slamlag, malingslag med dårlig vedhæftning, smudslag, kalklag, algelag m.m.
#2	Højtryksspuling	Løstsiddende slamlag, malingsrester (forvitret maling), smuds, løse pudslag, kalk og lignende
#3	Højtryksspuling med sandtilsats	Fjernelse af slamlag, pudslag, malingslag, kalklag og rust på beton og stål
#4	Kemisk afrensning (surt)	Syrefaste overflader hvor 01 er utilstrækkeligt og 03 er for hård en metode
#5	Kemisk afrensning (alkali)	På tørre, syrefaste overflader, ellers som 04
#7	Vådsandsvirpning	Let vådsandblæsning for fjernelse af løstsiddende slamlag, malingsrester (forvitret maling), smuds, løse pudslag, kalk og lignende Hvor højtryksspuling ikke er tilstrækkeligt
#8	Vådsandblæsning	Faste underlag som eksempelvis puds og beton med maling, kalk, slamlag, smuds m.fl.

FIGUR 3: EKSEMPEL PÅ DETALJERINGSRAD VED METODEVALG - UDDRAG FRA SANERINGSFIRMAET OMIFA'S HJEMMESIDE

Figur 3 viser en af de mere detaljerede lister over rensemetoder (listen omhandler alle afrensningstyper og ikke kun metoder egnet til miljøproblematisk stoffer). Listen fremgår af firmaet Omifa's hjemmeside (ref. 33).

En af de mest detaljerede oversigter samt gennemgang af metoder til afrensning fremgår af firmaet Cortex facaderens hjemmeside (ref. 32). Firmaet gennemgår 15 forskellige metoder, der alle kan indgå i de oplyste kategorier for metoder i nærværende projekt. I beskrivelserne betegnes højtryksspuling som ikke egnet til miljøsanering.

I miljøprojektet "Kortlægning af substitutionsmuligheder inden for maling-/lakfjernere" (ref. 66) bliver 10 forskellige mekaniske metoder til afrensning af maling og lak oplyst, herunder afbrænding, pyrolyse, opvarmning, fugt, slibning, sandblæsning, højtryksrensning, elektrolyse, mikrobølge og ultralyd. Metoderne beskrives tilsvarende på et overordnet niveau, uden specifik beskrivelse af de enkelte arbejdsmetoder og -processer. Projektet har fokus på fjernelse af blyholdig maling, men erfaringerne kan overføres til andre miljøproblematisk stoffer, hvor der ikke foregår en diffusion til de tilstødende materialer. Af alternative metoder er mikrobølgeafrensning medtaget til fjernelse af maling fra træ. Metoden kræver dog store mængder energi, og kan ikke anvendes on-site, hvorfor metoden betegnes som ikke egnet til andet end bevaringsværdige genstande. Ifølge

rapporten kan sandblæsning anvendes, dog med det forbehold, at spredning skal begrænses og håndteres, så spredning til miljøet undgås. Ved mikrobølger, slibning samt højtryksspuling anbefales det, at eksponeringsforhold undersøges nærmere, inden metoderne kan tages i anvendelse.

Metoder fundet i national litteratur er sammenstillet med metoder fra den internationale litteratursøgning i kap. 4.2.1.3.

4.2.1.2 Internationale referencer og erfaringer

Internationale referencer og erfaringer viser samme tendens som den nationale litteratursøgning. Det er meget begrænset, hvad der findes af egentlige metodebeskrivelser. Hvor metoder er nævnt, er det ofte medtaget som en forudsætning, at metoden er kendt, dvs. metoden er udelukkende beskrevet ud fra metodenavn (eksempelvis demontering, fræsning, slibning, højtryksspuling).

En schweizisk vejledning (*ref. 26*) omhandler en beskrivelse af forskellige værktøjer og metoder til teknisk korrekt fjernelse af PCB-holdige fuger og PCB-holdig maling.

Følgende metoder beskrives som egnede til fjernelse af PCB-holdig maling:

- Fræsning under klokke/krave med sug (Reference for metoden: GSU mbH Berlin)
- Højtryksspuling i fri stråle
- Højtryksspuling under klokke/krave med sug (ca. 2000 bar)
- Vandstråling (ca. 80 bar)
- Behugning
- Tørisafrensning
- Bejdsning/kemisk fjernelse af maling

Følgende metoder beskrives som uegnede til fjernelse af PCB-holdige overfladebehandlinger:

- Lav tryk blæserensning (3-4 bar) med blæsemiddel under fri stråleføring. At metoden er uegnet begrundes i for meget støvudvikling, at den PCB-holdige overfladebehandling ikke fjernes tilstrækkeligt, at undertryksetablering er nødvendigt, at blæsemiddel skal bortskaffes som PCB-affald og at dette medfører store mængder af farligt affald.

Følgende metoder beskrives som uegnede til fjernelse af PCB-holdige fuger:

- Generelt alle elektromekaniske værktøjer, som arbejder slibende. At metoderne er uegnet begrundes i for meget støvudvikling, samt at der sker en ukontrolleret varmeudvikling med fare for dannelse af PCDD/F. Eksempler er vinkelsliber, fugefræser, rundsav, slitfræser, stiksav, bajonetsav.

I en udgivelse fra det tyske Umweltbundesamt (national styrelse) (*ref. 68*) er forskellige hydrodynamiske metoder defineret:

- Højtryksabrasiv skæring: Skæring af materialer med højtryksvandstråle eventuelt tilsat et "Abrasive", dvs. skæremiddel, som fx jernkis eller kvarts. Egnede til armeret beton op til 35 cm tykkelse. Præstation ved manuel arbejde: 0,05 m³/h, ved maskinel op til 0,41 m³/h.
- Våd blæserensning: 60-2500 bar og op til strålehastigheder på op til 1000 m/s vand. Vandforbrug ca. 3 m³/h og skæremiddelforbrug ca. 80/100 kg/h.

Ved anvendelse af våde metoder til nedrivning nævnes, at affaldsmængder og vandforbrug skal tages med i betragtning, samt vandskader i bygningsdele, der fortsat skal anvendes.

I Tyskland er der i 2013 i regi af det tyske Umweltbundesamt (national styrelse) udarbejdet en undersøgelse vedrørende optimering af nedrivning af bygninger med udvinding af byggematerialer og oparbejdning af bygge- og anlægsaffaldet til genanvendelse, herunder fjernelse af miljøproblematisk stoffer (*ref. 68*). Processen af selektiv nedrivning bliver beskrevet ved at nævne nedrivningsmetoder og deres effekt på at producere så rene affaldsfraktioner som muligt.

Betragtningerne er på et overordnet niveau. Det fremlægges som mest effektivt at udsortere de forskellige materialer ved at demontere eller nedtage de enkelte materialer og efterfølgende holde disse adskilte i separate affaldsfraktionerne. Dermed dannes de mest rene hovedfraktioner til genanvendelse eller anden nyttiggørelse.

Rapporten omhandler ikke fjernelse af overfladebehandlinger inden nedrivning af den mineralske fraktion, da dette ikke er gængs praksis i Tyskland. Metoden til adskillelse af genanvendeligt og ikke genanvendeligt materiale af den mineralske fraktion er baseret på, at materialet knuses og sorteres i forskellige fraktioner efter kornstørrelse. Ved undersøgelser er det konstateret, at der sker en ophobning af miljøproblematisk stoffer i den fine fraktion, dvs. 0-2 mm eller 0-4 mm, mens de grovere fraktioner er tilstrækkeligt rene til genanvendelse.

Der er i tilknytning til ovennævnte projekt udført en undersøgelse af udbredelsen af selektiv nedrivning eller fjernelse af miljøproblematisk stoffer inden nedrivning blandt de tyske nedrivere:

- Små virksomheder anvender metoden i 46 % af nedrivningssagerne.
- Mellemstore virksomheder anvender metoden i 55 % af nedrivningssagerne.
- Store virksomheder anvender metoden i 98 % af nedrivningerne.

I den resterende procentdel bliver der benyttet traditionel nedrivning, hvor de miljøproblematisk stoffer og komponenter ikke fjernes.

Tilsvarende findes der i regi af det østrigske Umweltbundesamt (Miljøstyrelse) et studie fra 2006, hvor der er udviklet en begrænsnings- og genanvendelsesstrategi for affald (*ref. 77*). I denne kontekst defineres to begreber: Selektiv nedrivning til udvinding af så rene fraktioner som muligt, og fjernelse af miljøproblematisk stoffer. Metoder til selektiv nedrivning og dermed fjernelse af miljøproblematisk stoffer fra bygningerne bliver inddelt i 5 trin. Metoderne beskrives overordnet.

Der er ikke nævnt fjernelse af overfladebehandlinger fra råhuset inden nedrivning som gængs praksis i hverken Tyskland eller Østrig. Derimod beskrives, som i undersøgelsen fra Tyskland (*ref. 68*), at de miljøproblematisk stoffer kan opkoncentreres og udsorteres ved at frasigte den fine fraktion (0-4 mm), hvor stofferne ophobes. De grovere fraktioner kan herefter anvendes til genanvendelse. Det nævnes imidlertid, at metoden ikke kan fjerne alle tungmetallerne, idet over 90 % af tungmetallerne i en bygning kan tilbageføres til et naturligt indhold i de mineralske bygningsdele og natursten (*ref. 49 (side 29)*).

I den internationale litteratursøgning er de mest detaljerede beskrivelser udarbejdet af udførende firmaer og udstyrsleverandører. Eksempler på metodebeskrivelser udarbejdet af udstyrsproducenter eller patentindehavere er Sponge Jet systemet (*ref. 34*) og Jet Crawler systemet (*ref. 35*), der begge er under kategorien blæserens.

Sponge Jet systemet beskrives som en blæserensningsmetode, hvor blæsemidlet er små svampe. Svampene underkastes en oprensningsproces efter de har været i kontakt med de overflader, der skal afrensnes. Således kan svampene anvendes 3 gange, inden de tilføres affaldet. Metoden anvendes af et firma i Danmark, og bliver derfor yderligere omtalt i kap. 4.2.2.1.

Jet Crawl metoden er baseret på vandspuling med ekstrem højt tryk (2.800 bar) til afrensning af overfladebehandlinger på metal. Maskinen genanvender vandet og kan styres trådløst. Maskinen kan, hængende på en wire, køre op og ned ad vægge og det beskrives, at der ikke er behov for efterfølgende rengøring, da alt materiale, vand og rensningsaffaldet, bliver opfanget af maskinen. Producenten beskriver, at metoden kan rense op til ca. 260 m² overflade pr. døgn. Metoden er afprøvet i Danmark, og bliver derfor yderligere omtalt i kap. 4.2.2.1.



FIGUR 4: JET CRAWLER. NLB CORP.

4.2.1.3 Sammenstilling af resultater fra litteratursøgning

TABEL 2: VIDEN INDHENTET FRA LITTERATUREN OM BRUG AF METODER OG TEKNOLOGIER I DANMARK OG UDLANDET

Metoder og teknologier	Afrensningsmetode nævnt som egnet til fjernelse af miljøproblematisk stoffer i dansk litteratur	Afrensningsmetode nævnt som egnet til fjernelse af miljøproblematisk stoffer i international litteratur	
Nedtagning	Ja (ref. 32)	Ja (ref. 68)	
Behugning	Ja (ref. 32)	Ja (ref. 68)	
Slibning	Ja (ref. 32, 39, 66)	Ja	
Skæring	Ja (ref. 32)	Ja (ref. 68)	
Fræsning	Ja (ref. 32)	Ja (ref. 26)	
Blæserensning	Tør blæserensning med sand, stålkugler, mm.	Ja (ref. 32, 34, 39, 66)	Nej (ref. 26)
	Våd blæserensning med sand, eller anden blæsemiddel *	Nej (ref. 32)	Nej – Uegnet på grund af høj forbrug af vand og blæsemiddel (ref. 26, 68). Forbehold for vandforurening (ref. 68)
	Vandrensning med sug (vand med ca. 80 bar) *	Ikke omtalt	Ja – Egnet (ref. 26). Forbehold for vandforurening (ref. 68)
	Højtryksvandrensning i fristråle *	Nej (ref. 32)	Ja – Egnet til store arealer ved tilsvarende sikkerhedsudstyr (ref. 26)
	Højtryksvandrensning under klokke (vand med 2000 bar) *	Ja (ref. 35, 66)	Ja – Egnet. Ingen blæsemiddel, dog høj vandforbrug (ref. 26) Forbehold for vandforurening (ref. 35, 36, 68)
	Tørisblæserensning	Ikke omtalt	Ja (ref. 26)
Kemisk/Adsorberende	(ref. 66)	Ja (ref. 26, 37)	
Termisk skæring	Ikke omtalt	Ja – Egnet til lokal adskillelse af enkelte bygningsdele, dog med forbehold for høj risiko for udvikling af toksiske gasser. (ref. 68)	

* Forbehold for vandskader i bygninger, som skal genanvendes.

4.2.2 Spørgeskemaer og interviews

I nedenstående tabel 3 fremgår antallet af udsendte spørgeskemaer, besvarelser og udførte interviews. Der er tilføjet, hvor de enkelte aktører har bidraget til projektet.

TABEL 3: OVERSIGT OVER INDSAMLING AF DATA FRA AKTØRER I BRANCHEN

AKTØRER	SPØRGESKEMAER UDSENDT VERSION ₁ /VERSION ₂	BESVARELSE AF SPØRGESKEMAER VERSION ₁ /VERSION ₂	GENNEMFØRTE INTERVIEWS	OPLYSNINGERNE INDGÅR I FØLGENDE AFSNIT
Medlemmer af Nedbrydningssektionen	15/15	1/0	7	4
Medlemmer af Danske Maskinstationer og Entreprenører	15/15	0/1 (delvis)	2	4
Øvrige entreprenører	6/6	0/0	2	4
Affaldsmottager			8	4+5
Rådgivere			5	4+5
Laboratorier			3	5
Kommuner			1	4+5
Arbejdstilsynet			1	4
Uddannelse			1	4
Materialspecialister			3	5
Udenlandske aktører			3	4

4.2.2.1 Udførende aktører ved nedrivning eller renoivering af bygninger

Uddrag af interviews med 12 udførende entreprenører, 11 danske samt en maler, der udelukkende beskæftiger sig med kemisk afrensning og 1 tysk nedriver.

TABEL 4: INTERVIEWS MED UDFØRENDE

METODE	NEDTAGNING	BEHUGNING	SLIBNING	SKÆRING	FRÆSNING	BLÆSE-RENSNING	OPLØSNINGS-MIDDEL
DEFINITION	I klassisk forstand total eller partiel/delvis nedrivning	Fjernelse ved brug af hammer og mejsel eller kango-hammer el. lign.	Fjernelse af overflade ved brug af slibepapir el. lign evt. påmonteret maskine med mekanisk sug	Bortskæring af materiale/tilstødende konstruktion /materiale ved brug af enten kniv eller hurtiggående skæreværktøj	Fjernelse af overflade samt en del af underliggende konstruktion /materiale ved brug af mekanisk fræseværktøj påmonteret sug	Fjernelse af overflade ved brug af forskellige blæsemidler udført ved højtryk herunder også tørrensning	Fjernelse af materiale ved brug af opløsningsmidler (organiske som uorganiske)
DEFINITION BEKRÆFTET VED INTERVIEW	Ja	Ja. Overvejende enighed. Enkelte ændringer til værktøj. Udstyr som Brokk robotter bør tilføjes.	Ja.	Ja	Ja	Ja	Ja
BESVARELSER	10 ud af 11 anvender metoden	8 ud af 11 anvender metoden	8 ud af 11 anvender metoden	8 ud af 11 anvender metoden	8 ud af 11 anvender metoden	9 ud af 11 anvender metoden	2 ud af 12* anvender metoden *der er adspurgt en maler

Ved interviewene er der spurgt til de enkelte metoder ud fra forskellige nøgleparametre. Definitionerne på nøgleparametrene fremgår af kap. 4.1.2.

Energiforbrug

De interviewede havde generelt ikke kendskab til eksakte tal om energiforbruget for de enkelte metoder.

Et firma specialiseret i sandblæsning oplyste, at de i gennemsnit indkøber diesel for ca. 120.000 kr./md. En nedriver oplyste, at han ved nedrivning/nedtagning kalkulerer med 3-4 l brændstof pr. ton nedrevet bygning.

Syv af de interviewede nævnte, at de arbejder med at opnå energibesparelser igennem:

- Koordineret kørsel
- Godkendte mellemlagre (midlertidige oplag for farligt/forurenede affald)
- Energebvidst indkøbspolitik ved løbende fornyelse af maskinpark og udstyr

Tre af de adspurgte nævner, at el-forbrug ofte indgår som en bygherreleverance, hvorfor der ikke findes opgørelser hos de udførende for dette forbrug.

Miljø

Der er fremkommet meget få oplysninger om hvor store affaldsmængder de enkelte metoder genererer. Af spørgeskemaerne fremgår det, at der ses en stigende mængde affald gennem nedenstående række af metoder.

- Slibning
- Fræsning
- Behugning
- Skæring
- Blæserens

Ved typiske metoder til selektiv nedrivning søges materialerne adskilt i forurenede og uforurenede fraktioner. I modsætning hertil sker der ved sandblæsning en opblanding af det afrensede materiale og blæsemidlet, hvilket bidrager til større affaldsmængder og større miljøbelastning. I besvarelserne fremhæves det, at affaldsmængden, som genereres ved blæserens, består af afrenset materiale, samt en stor mængde blæsemiddel. Blæsemiddelforbruget svinger fra 2-10 kg/m².

Af besvarelserne fremgår det, at der udbydes blæserens med forskellige blæsemidler, ligesom der arbejdes med genanvendelse af blæsemidler. Men indtil videre er disse metoder ikke konkurrencedygtige eller teknologien er ikke færdigudviklet. Som eksempler kan nævnes forsøg med genanvendelse af sand ved sandblæsning, Spongejet og afrensning med stålkugler, også kaldet stål-re jet eller grid-teknologi. (ref. 38).

På spørgsmålet om transport oplyses ingen eksakte tal, men 8 ud af 11 interviewede vurderer, at transport af byggeaffald til NORD A/S (tidl. Kommune Kemi, Nyborg) med henblik på destruktion af farlige stoffer i affaldet, fordyrer transportomkostningerne 4 – 8 gange.

Materiale

Entreprenørerne oplyser, at der er anvendelsesbegrænsninger for de enkelte metoder afhængigt af overfladernes beskaffenhed og konstruktiv udformning (hjørner, runde kanter, ujævne overflader, hårdhed af overflade osv.). Eksempelvis kan fræsning have begrænsninger ift. hjørner og kanter, hvor maskinen ikke kan komme ind, og slibning egner sig ikke godt til meget ujævne overflader og så fremdeles.

Omkring udfordringer med håndtering af affald, der genereres ved brug af metoden, er der ingen besvarelser.

Effektivitet

Ved slibning, fræsning og blæserens bemærkes generelt i besvarelserne, at det i visse situationer kan hænde, at behandlingen skal gentages. Dette kan hænge sammen med, at der sjældent foreligger beskrivelser af forureningsgraden af de bygningskonstruktioner/dele/materialer, der skal saneres. Ved disse metoder er saneringskontrol ved prøvetagning særdeles vigtige.

Økonomi

Interviewene gav ingen konkrete svar om hvilke omkostninger, der er forbundet med brug af de enkelte metoder. Dog oplyser én entreprenør en pris på 150 kr./m² for kemisk afrensning af blyholdig maling på puds. Det fremgår af interviewene, at skæring og sandblæsning er omkostningstunge pga. kostbart udstyr og forholdsvis store anstillingsomkostninger samt omkostninger til bortskaffelse af de store mængder forurenede affald, der bliver genereret. Endvidere giver en enkelt nedriver, der arbejder med udvikling af saneringsmetoder, udtryk for, at dette arbejde har store omkostninger.

Priseksempler:

For at belyse omkostninger ved forskellige saneringsmetoder, er der hos repræsentanter fra branchen indhentet oplysninger om dette for tre forskellige saneringsmetoder. Forudsætningerne for prisseksemplerne, i tabel 5, er som følger:

Der er taget udgangspunkt i fjernelse af hhv. blyholdig maling med et indhold på 5500 ppm samt PCB-holdig maling med et indhold på 1000 ppm, begge på betonoverflader. Der er forudsat en indtrængningsdybde på 8 mm for PCB'en.

Der er ikke fundet andre miljøproblematiske stoffer og hallen er tom for inventar.

Der er tale om en opbevaringshal på 400 m² (20x20m) i grundplan med betongulv, betonvægge (elementer), betonloft (elementer) og et søjle/drager system. Hallen er 4 m høj i indvendigt mål. Alle overflader er malede. Total mængde overflade er således 1120 m².

Der er fri adgang til bygningen via port (3x3 m), der kan lukkes, i den ene ende og døre i de øvrige facader. Der er 64A strøm til rådighed samt vand. Der er ikke medregnet byggepladsomkostninger, kun saneringsomkostningerne, herunder etablering af undertryk og efterfølgende rengøring.

Resultat fremgår af tabel 5, og skal betragtes som vejledende.

TABEL 5: PRISEKSEMPLER FOR 3 UDVALGTE SANERINGSMETODER

BLYHOLDIG MALING 5500 PPM PÅ 1120 M ² OVERFLADE					
METODE	MÆNGDE AFFALD	TIDSFORBRUG	ANSLÅET ELFORBRUG	PRIS EKSKL. MOMS	KR/M ²
FRÆSNING (2 RESPONDENTER)	5-6 tons	90-100 mandedage	3.000-8000 kWh	280.000-420.000	250-375
SANDBLÆSNING (3 RESPONDENTER)	10-15 tons	21-80 mandedage	1.500-10000 kWh	280.000-348.000	250-310
STÅL RE-JET (1 RESPONDENT)	0,8 tons	45 mandedage	10000 kWh	310.000	277

PCB-HOLDIG MALING 1000 PPM TRÆNGT 8 MM IND PÅ 1120 M ² OVERFLADE					
METODE	MÆNGDE AFFALD	TIDSFORBRUG	ANSLÅET ELFORBRUG	PRIS EKSKL. MOMS	KR/M ²
FRÆSNING (1 RESPONDENT)	8,5 tons	125 mandedage	8000-10000 kWh	504.000	450
SANDBLÆSNING (3 RESPONDENTER)	20-360 tons	30-125 mandedage	9.000-38000 kWh	504.000-2.750.000	450-2455
STÅL RE-JET (1 RESPONDENT)	22,5 tons	77 mandedage	30000 kWh	975.000	871

Tilgængelighed

De fleste metoder er frit tilgængelige. Undtagelserne, der nævnes, er de såkaldte "pastaløsninger" og diverse forseglingsprodukter, der kan være begrænset adgang til for entreprenører.

Arbejds miljø

Arbejdet med de traditionelle metoder, såsom nedtagning, behugning, skæring, slibning og fræsning, er præget af støj, støv, vibrationer, tungeløft og dårlige arbejdsstillinger. Brug af værnemidler og nedsat arbejdstid benyttes i praksis til at kompensere herfor.

7 ud af 11 af de adspurgte efterlyser en særlig sanitæruddannelse med vægt på miljømæssige, arbejdsmiljømæssige og fagtekniske forhold inden for de traditionelle metoder.

Indeklima

Der er i interview ikke fremkommet konkrete oplysning om indeklima. 7 ud af 11 interviewede henviser i kommentarer til, at indeklima tages i betragtning, såfremt det indgår som parameter i et udbudsmateriale eller i en projektbeskrivelse.

Specifikke erfaringer/cases

Ved interviews med gruppen af udførende entreprenører er der fremkommet specifikke erfaringer vedrørende den praktiske anvendelse af de enkelte metoder:

Kemisk fjernelse af maling

Der er kendskab til et eksempel, hvor kemisk afrensning er anvendt på pudsede overflader, hvor puds efterfølgende er undersøgt for bly, og fundet ikke forurenet efter endt afrensning. Størstedelen af de adspurgte anvender ikke kemisk afrensning, grundet usikkerhed omkring arbejdsmiljøet.

Adsorberende behandling

Nasa-metoden, også betegnet AMTS-Activated Metal Treatment System, består af en pasta, der påføres den forurenede overflade ad flere omgange. Pastaen består af ethanol, limone og et nul-valent metal (ref. 37). Metoden er afprøvet af en af de udførende. Metoden er dog ikke anvendt i stor skala, og kun i en saneringssag. Nedriveren oplyser, at der er udfordringer med arbejdsmiljøet samt at metoden er omkostningstung såvel i materialeindkøb samt i arbejdsgange.

Mikrobølger

Der er i forbindelse med interviews fundet et udførende firma, der anvender mikrobølger til afrensning af maling med bly fra materialeoverflader. Firmaet har mikrobølgekamre på 2 m³ med udsugning igennem filter. Metoden er dog meget energikrævende, og derfor kun egnet til mindre bygningsdele.

Alternative blæserenssystemer

Spider Jet og Hydro Jet, der begge er vandafrensningssystemer baseret på højtryk, er anvendt i Danmark med positive resultater af 2 entreprenører. Metoden er udfordret ved et stort vandforbrug og kan udelukkende anvendes på miljøproblematisk stoffer, der bundfælder, og dermed nemt kan fjernes fra rens vandet. 1 nedriver oplyser, at metoden kan give store udfordringer, såfremt der ikke er styr på hvilke miljøproblematisk stoffer, der er til stede i de overflader, der skal afrenses. En anden aktør oplyser, at de selvkørende rensesystemer kan have svært ved at flytte sig på ru overflader som tegl og beton, hvorfor metoden er bedst egnet på glatte overflader som stål. Metoderne er oprindeligt udviklet inden for skibsindustrien, til rensning af malede stål overflader.

Et andet alternativ, der er under udvikling og afprøvet af en af de adspurgte entreprenører, er det såkaldte stål re-jet, også kendt som grid-teknologien. Her anvendes der små kantede stålkugler i stedet for sand som blæsemiddel. Disse stålkugler kan efterfølgende opsamles og udsorteres fra affaldet for herefter at genbruges som blæsemiddel igen.

Tør-is afrensning

Tør-is afrensning er en blæsemetode, hvor små korn af fast kuldioxid anvendes som blæsemiddel. Metoden anvendes primært til sanering af mikrobiologisk vækst (skimmel). Metoden anvendes ikke til fjernelse af miljøproblematisk stoffer i Danmark, da den spreder store mængder af det afrensede materialer, og derved stiller store krav til rengøring, hvilket er omkostningstungt. Metoden er endvidere energikrævende. Kun 1 af de adspurgte har erfaringer med metoden.

Termisk afrensning

Metoden er baseret på, at bygningsdele opvarmes over en længere periode fra et lukket og afgrænset område, hvorfra miljøproblematisk stoffer opsamles på filter fra rumluften. Metoden er udelukkende forsøgt anvendt på PCB, da fordampningen af PCB øges ved varmepåvirkning. En entreprenør oplyser, at metoden har været anvendt, men henviser til rådgivere for detaljer omkring effekten af metoden. 2 rådgivere oplyser, at de har anvendt termisk rensning i praksis. Flere af sagerne er under udførelse, hvorfor der ikke er endelige resultater. Fælles for de adspurgte rådgivere gælder, at metoden virker lovende. Der er dog usikkerhed i branchen om, hvorvidt metoden fjerner eller flytter de skadelige stoffer i materialerne.

4.2.2.2 Rådgivere/øvrige

Uddrag af interviews med fem rådgivere.

TABEL 6: SVAR FRA INTERVIEWS MED SEKS RÅDGIVERE OG MYNDIGHEDER. DE ENKELTE SVAR ER ANONYMISERET

SPØRGSMÅL	SVAR
Hvilke metoder anbefaler I typisk til nedrivning/sanering?	<ul style="list-style-type: none"> • Anbefaler ikke metoder, grundet metodefrihed • Sandblæsning vælges typisk, hvor maling skal fjernes • Udførende vælger typisk sandblæsning, slibning eller fræsning • Anbefaler enkelte gange alternativer til sandblæsning, at dette generer store mængder affald
Har I kendskab til andre eksempler fra udlandet, som burde implementeres i Danmark?	<ul style="list-style-type: none"> • Spongejet • Jetcrawler • Blæserensninger udviklet til andre brancher • Udbagningsanlæg (Holland) • Nye forseglingsstyper
Hvilke miljøproblematiske stoffer vurderer I, der er de sværeste at fjerne?	<ul style="list-style-type: none"> • PCB, findes stadig i nye anvendelser eller kontamineringer • Kviksølv, der er tvivl om hvorvidt stoffet har samme egenskaber som PCB • PCB, da det er svært at lokalisere helt rene materialer • PCB og kviksølv og andre materialer, der spredes passivt i en bygning
Hvilke miljøproblematiske stoffer vil der komme fokus på i fremtiden?	<ul style="list-style-type: none"> • Bromerede flammehæmmere • Kviksølv • Phtalater • Flourstoffer i opskummede materialer • Spild i landbrugsbygninger fx sprøjtemidler • Olie i beton (tilsætninger)

Ved interview med henholdsvis en konsulent i arbejdstilsynet samt en underviser på sanitøruddannelsen på Learnmark Horsens blev det bekræftet, at der i litteraturen ikke forekommer egentlige metodebeskrivelser og vejledninger. Som nævnt under litteratursøgning beskrives de enkelte metoder udelukkende ved benævnelse af metoden på et overordnet niveau, som eksempelvis fræsning, blæserens etc. Viden inden for de enkelte metoder og teknologier fremkommer ved sidemandoplæring hos de udførende entreprenører.

4.2.2.3 Affaldsmottagere

Uddrag af interviews med otte affaldsmottagere (3 forbrændingsanlæg, 3 deponier, 1 til destruktion og 1 til nyttiggørelse).

TABEL 7: SVAR FRA INTERVIEWEDE AFFALDSMODTAGERE

SPØRGSMÅL	SVAR
I hvilken form modtager I affaldet?	<ul style="list-style-type: none">• Mange variationer/former (Deponi, forbrænding)• Hele bygningskomponenter (træ med maling, beton med olie, vinduer med PCB) (deponi, forbrænding)• Modtager udelukkende asbest, som er emballeret i plast eller hele asbestplader (deponi)• Sand fra sandblæsning modtages i big bag
Udfordringer, når byggeaffaldet bliver leveret?	<ul style="list-style-type: none">• Umiddelbart ingen udfordringer (alle)
Har I erfaringstal for hvor store byggeaffaldsmængder der modtages, fordelt på typen af miljøproblematiske stoffer?	<ul style="list-style-type: none">• Nej (deponi, forbrænding)• Blandet deponi, har opgørelser om B&A-affald, men er ikke oplyst (deponi, forbrænding)• I 2014 er der år til dato indsamlet ca. 2000 tons farligt affald til destruktion (1 aktør)
Erfaringstal for energiforbrug?	<ul style="list-style-type: none">• Nej (deponi, forbrænding)• Små mængder, ingen erfaringstal (deponi, forbrænding)• Energi uafhængigt af forureningsgrad (destruktion)• Ovnene skal holdes i drift (destruktion)
Hvilke typer miljøproblematiske stoffer oplever I typisk der er deklareret?	<ul style="list-style-type: none">• Bly (deponi/destruktion)• PCB (deponi/destruktion)• Arsen (deponi)• Olie (deponi)• Tjære (deponi)• Asbest (deponi)• Kviksølv (deponi/destruktion)

4.2.3 Resultater af casereview

Resultater af casereview fremgår af bilag 2.1. Som en del af interne casereview indgår der interviews af egne eksperter. Disse har bidraget med oplysninger om og bekræftelse af viden om især tungmetaller i byggematerialer samt med specifik viden omkring kulbrinter, CFC'er og HCFC'er og bromerede flammehæmmere, som er indarbejdet i hhv. stofkort og bygningsatlas.

Følgende hovedpointer kan uddrages.

- Det er hovedsagligt PCB, asbest og bly, der undersøges for iht. krav fra myndigheder herom. I de 26 udvalgte cases er der screenet for PCB i 25, bly i 18 og asbest i 12 cases.
- Hurtigvisende metoder til screeninger i form af XRF-scanner medvirker til, at der ses et øget fokus på tungmetaller som bly og kviksølv. Dette giver et større kendskab til i hvor mange materialer, der kan findes bly, samt i hvor stor udstrækning der er tilstedeværelse af kviksølv i danske byggematerialer.
- I enkelte tilfælde er undersøgelserne udvidet til de øvrige tungmetaller og klorparaffiner.
- Der er kun i ganske få tilfælde tale om decideret arbejds-/metodebeskrivelser af miljøsaneringen, da dette overdrages til entreprenøren at vurdere og fastsætte metode.
- Der ses en stigning i affaldshåndteringsbeskrivelser og arbejdsplaner.

4.3 Vurdering af metoder til fjernelse af miljøproblematiske stoffer

I vurderingsskemaer anvendes følgende skala til vægning af de forskellige parametre:

”-”: Ineffektivt, miljøbelastende. U hensigtsmæssig ved renovering/genbrug af bygningen. Stort energibehov. Metoden ikke i fri konkurrence. Belastende arbejdsmiljø. Store økonomiske omkostninger ved benyttelse af metoden ift. øvrige metoder.

”+”: Effektivt, men fjerner muligvis ikke al sekundærforurening. Begrænset miljøbelastende. Anvendelig ved renovering/genbrug af bygningen. Normalt energibehov. Metoden i fri konkurrence, men værktøj er investeringstungt. Arbejdsmiljø som ved traditionel nedrivning. Økonomisk er metoden på niveau med andre alternative metoder.

”++”: Meget effektivt. Ikke miljøbelastende. Velegnet ved renovering/genbrug af bygningen. Lavt energibehov. Metoden i fri konkurrence med standardværktøj. Arbejdsmiljø som ved traditionel nedrivning. Økonomisk fordelagtig ift. andre alternative metoder.

Følgende signaturer er anvendt:

)* Tilgængelighed defineres fx ved, at min. 3 danske firmaer kan tilbyde ydelsen i fri konkurrence.

Angivelsen TI i skemaerne står for viden fra Teknologisk Instituts interviewede medarbejdere og egne cases.

Angivelsen SE i skemaerne henviser til data fra interviews med udførende entreprenører, jf. referencelisten.

En generel kommentar, til nedenstående skemaer, omhandler vurderingen af metoder ift. fjernelse af kulbrinter. Metoderne er generelt ikke vurderet for dette miljøproblematiske stof. Årsagen er, at der på nuværende tidspunkt, er for lille et kendskab til, hvilke typer, der forekommer i byggematerialer, hvor de forekommer samt hvilke egenskaber de har i byggematerialer såsom indtrængning og eventuel iboende stof som følge af produktion af den pågældende konstruktionsdel.

Nærværende vurderinger er kvalitative. Kvantitative vurderinger har , med det foreliggende datagrundlag, ikke været mulige.

Skema med defineringer:

Metode	XX	
Definition af metode	Beskrivelse af metoden	
Materialer (egnethed og anvendelsesbegrænsninger)	Beskrivelse af hvilke materialer og/eller overflader metoden kan benyttes på.	
Anvendelse af metode på stof	Vurdering af hvilke stoffer metoden kan anvendes på ift. effektiv fjernelse	
Effektivitet (til fjernelse af stof)	Skala til vurdering - + ++	Beskriver hvor effektiv metoden er til afrensning af de miljøproblematiske stoffer. Herunder indgår metodens anvendelighed i kritiske områder, fx i hjørner, ved snævre pladsforhold, på lodrette eller nedadvendende vandrette overflader. Derudover indgår hvilke overordnede arbejdsprocesser, der er nødvendige for gennemførelse af de enkelte metoder, samt forventet renhed af underlaget efter gennemførelse af metoden.
Miljøbelastning (affaldsmængder, forureningsgrad, opsamling)	Affaldsmængder og disses forureningsgrad. Risiko for spredning af miljøproblematiske stoffer til jord og omgivelser. Vanskeligheder i forbindelse med opsamling eller transport af de miljøproblematiske stoffer. Der medtages forhold, der gør en metode særdeles skånsom eller særdeles risikofyldt for det nære eller det globale miljø.	
Indeklima (I tilfælde af, at bygningen skal renoveres og ikke nedrives)	Såfremt der er tale om en renoveringssag, vil det være relevant at inddrage kendskab til risiko for støvpåvirkning, afgasning til indeklimaet, svært eliminerbare restprodukter og evt. lugt.	
Energibehov (brændstof, strøm, særlige forhold ved bortskaffelse eller transportbehov)	En overordnet vurdering af brændstof- og strømforbrug i forbindelse med gennemførelse af en miljøsanering med den pågældende metode. Energiforbrug til sikkerhedsforanstaltninger, samt bortskaffelse (herunder transport af det forurenede affald) er ikke medtaget i nærværende vurdering, da dette ikke kun afhænger af metoden, men også af forureningsgraden, afstand til modtagerstationer mm.	
Økonomi	Omkostninger til gennemførelse af den pågældende metode. Derudover afhænger økonomien i en konkret sag af andre faktorer, såsom type af opgave (miljøsanering eller nedrivning), forureningsgraden, indtrængningsdybder, mængden af miljøfarlige stoffer/materiale, der skal fjernes, type af materiale og kvalitet af vedhæftning til eventuelt tilstødende bygningsdele, tilgængeligheden af materialerne/stofferne, indendørs- eller udendørsarbejde, nødvendige sikkerhedsforanstaltninger og ergonomi ved arbejdets udførelse, affaldsafgiftsstrukturen i området, transportlængde til modtagerstationer med flere. I vurderingen angives økonomien derfor kun kvalitativt, og vurderes op imod de øvrige metoder, der indgår i nærværende projekt.	
Tilgængelighed på markedet)*	Omfatter den frie tilgængelighed af metoden på det kommercielle markedet, dvs. om den er omfattet af eventuel patentering, hvor tilgængelig eventuelle maskiner er, hvor udbredt og afprøvet metoden er i praksis samt hvorvidt der kræves speciel uddannelse.	
Arbejds miljø	Herunder forstås de traditionelle belastninger som støv, støj og vibrationer. Derudover beskrives arbejdsmiljøet på basis af behov for personlige værnemidler, ergonomiske stillinger forbundet med udførelsen og begrænsninger i arbejdstider.	
Metoden ikke vurderet for	Angivelse af de miljøproblematiske stoffer, som den pågældende metode ikke er vurderet for. Hvor der ikke er nogen kommentar i dette felt er feltet slettet.	
Bemærkninger	Her indføres særlige kommentarer omkring metodens udfordringer og eventuelle begrænsninger	

4.3.1 Nedtagning

Metode	Nedtagning/selektiv nedrivning	
Definition af metode	(TI/SE) Partiel nedrivning eller selektiv nedrivning – nedtagning/frasortering af bygningsdele, konstruktioner eller elementer, der indeholder eller består af miljøproblematiske stoffer eller materialer.	
Materialer (egnethed og anvendelsesbegrænsninger)	(TI) Metoden er egnet til at nedtage elementer, som kan demonteres hele eller skilt i få dele. Anvendes til fjernelse af fx pladematerialer, brædder, rør, ledninger, inddækninger, elektrisk og elektronisk udstyr, selvstændige komponenter af tekniske installationer, mm.	
Anvendelse af metode på stof	(TI) Asbest, metaller, tungmetaller, PAH'er, bromerede flammehæmmere, CFC'er/HCFE'er indeholdt i hele enheder/løst indbygget isolering. PCB i kondensatorer og transformatorer eller andre selvstændige enheder.	
Effektivitet (til fjernelse af stof)	++	(SE) Meget effektivt, da hele konstruktionsdele fjernes.
Miljøbelastning (affaldsmængder, forureningsgrad, opsamling)	++	(TI) Affaldet er begrænset til de elementer, som indeholder miljøproblematiske stoffer. Forureningsgraden kan derfor være forholdsvis høj i det demonterede materiale.
Indeklima (I tilfælde af, at bygningen skal renoveres og ikke nedrives)	++	(TI) Ved skånsom demontering vil der ikke ske støvspredning eller afgasning, da materialer ikke brydes. (TI) Ved asbestsanering kan renhed og tilbageværende indeklima dokumenteres ved stikprøvekontrol af 3. parts virksomhed.
Energibehov (brændstof, strøm, særlige forhold ved bortskaffelse eller transportbehov)	++	(TI) Forholdsvist lavt, da det ofte foregår manuelt ved hjælp af håndværktøj, batteri- eller 220 V dreven el-håndværktøj. (TI) Ved indendørs asbestmiljøsanering opstår energibehov for drift af miljøboks og undertryk.
Økonomi	++	(TI) Prisen for alm. nedtagning tillægges prisen for miljø- og arbejdsmiljøforanstaltninger samt prisen for håndtering og bortskaffelse af affald. (TI) Ved indendørs asbestmiljøsanering skal der derudover betales for særlige arbejdsmiljøforanstaltninger (undertryk og sluser).
Tilgængelighed på markedet)*	++	(SE) Ingen beskyttelse/patentering af metoden.
Arbejds miljø	+	(SE) Netop acceptabelt iht. lovgivning (TI) Ergonomisk belastende, idet der kan være tale om tungt arbejde og dårlige arbejdsstillinger. (SE) Ved indendørs asbestsanering er der tale om nedsat arbejdstid pga. miljø og arbejdsmiljøforanstaltninger.
Bemærkninger	(TI) Iht. NMK96 dækker selektiv nedrivning alle former for fjernelse af uønskede stoffer/materialer.	

4.3.2 Behugning

Metode	Behugning			
Definition af metode	(TI/SE) Fjernelse af hårde belægninger fra underlag, ved brug af hammer og mejsel eller slaghammer og lignende maskiner. Behugning omfatter fjernelse af mindre konstruktioner af beton og murværk.			
Materialer (egnethed og begrænsninger)	Ringe vedhæftning		Meget god vedhæftning	
	(TI) Fjernelse af fliser, puds og andre belægninger på vægge og gulve, når vedhæftningen til underlaget er ringe.		(TI) Fjernelse af fliseklæb ol. materialer er vanskelig og der er risiko for, at den afrensede overflade ender med at blive ujævn.	
Anvendelse af metode på stof	(TI) Bly i flisebelægninger, asbestholdigt puds, PAH-holdigt støbeasfalt eller hårde membraner, PAH'er i skorstenmurværk, evt. bromerede flammehæmmere i hård isolering, tungmetaller/PCB i maling på pudslag. PCB/asbest i fliseklæb, PCB – forurenede dele af en beton-/teglkonstruktion.			
Effektivitet (til fjernelse af stof)	(TI) Metodens effektivitet afhænger af de enkelte materialernes styrke og styrken af vedhæftningen materialerne imellem. (SE) Hvis forureningsdybden ikke kendes er der risiko for, at behandlingen skal gentages. (TI) Der er risiko for, at den afrensede overflader bliver ujævn og ved renovering skal der påregnes udgifter til opretning af overfladen.			
	++ til +	(SE) Sikrer/muliggør næsten 100 % fjernelse af det oprindeligt forurenede materiale.	+	(TI) Risiko for, at der nedtages mere eller mindre end det forurenede materiale, idet behugningen er vanskelig at gennemføre.
Miljøbelastning (affaldsmængder, forureningsgrad, opsamling)	(TI) Processen med nedtagning og håndtering af affald er meget støvende.			
	++ eller +	(TI) Forholdsvis små mængder affald, idet mængden er begrænset til det oprindeligt forurenede materiale. (TI) Ved maling på pudslag fjernes mere end det oprindeligt forurenede materiale, hvilket forårsager unødigt meget affald (maling + puds).	+	(TI) Risiko for øgede affaldsmængder, fordi behugningen er vanskelig at gennemføre.
Indeklima (I tilfælde af, at bygningen ikke skal nedrives)	(TI) Processen med nedtagning og håndtering af affald er meget støvende. Pga. støvudvikling sker behugning i lukkede rum eller bag opførte støvskillerum. Der er et stort rengøringsbehov. Renheden bør dokumenteres ved uvildig kontrol.			
Energibehov	+	(TI) Forholdsvist lavt, da det oftest foregår manuelt ved hjælp af el-håndværktøj. Største energiforbrug vil være drift af miljø- og arbejdsmiljømæssige foranstaltninger, håndtering og bortskaffelse af affald.		
Økonomi	Fordyrende elementer: (TI) Mandskabstung metode pga. håndholdt værktøj. Nedsat produktivitet på grund af arbejdets karakter. Besparende elementer: (TI) Forholdsvis små affaldsmængder med et indhold af skadelige stoffer tæt på det oprindelige materiales niveau. Bortskaffelsesomkostninger forholdsvis lave.			
Tilgængelighed på markedet)*	++	(SE) Ingen beskyttelse/patentering af metoden. (SE) I dag ingen uddannelseskra v for håndværkerne, hvilket efterlyses af flertallet af de adspurgte. entreprenører.		
Arbejdsmiljø	-	(SE) Netop acceptabelt iht. lovgivning. Arbejdsmiljøet ved behugning er præget af støv, støj, vibrationer, tunge løft og dårlige arbejdsstillinger mm.		
Bemærkninger	Ingen bemærkninger.			

4.3.3 Slibning

Metode	Slibning			
Definition af metode	(TI) Fjernelse af overflade/-behandling ved slibning ved hjælp af slibemaskine med påmonteret sug.			
Materialer (egnethed og anvendelsesbegrænsninger)	Fjernelse af miljøproblematisk stoffer på overflader med indtrængning:		Fjernelse af miljøproblematisk stoffer på overflader uden indtrængning:	
	(TI) Metoden er egnet ved hårdt underlag, såsom beton- eller pudsoverflader, hvor mindre tykke overfladebehandlinger indeholdende miljøproblematisk stoffer skal fjernes, såsom malingslag eller betonslam. Metoden kræver en plan overflade eller flere behandlinger.			
Anvendelse af metode på stof	(TI) PCB, Kviksølv (Hg).		(TI) Tungmetaller (undtagen kviksølv), asbest og klorparaffiner i maling.	
Effektivitet (til fjernelse af stof)	(SE) Metodens effektivitet afhænger af overfladens planhed og om materialet kan slibes. (SE) Metoden har anvendelsesbegrænsninger ved lofter, langs hjørner og kanter, hvor de miljøproblematisk stoffer må fjernes manuelt. (SE) Hvis ikke forureningsdybden kendes, kan der være risiko for, at behandlingen skal gentages.			
	+	(TI) Effektivt, når forureningen er lav og det tilstødende materiale ikke er belastet.	++	(TI) Effektivt.
Miljøbelastning (affaldsmængder, forureningsgrad, opsamling)	(TI) Opsamling af affaldet er afhængigt af kvaliteten af sug.			
	-	(TI) Materialet opvarmes, dermed risiko for afgang og frigivelse af stoffet til miljøet. Stor støvproduktion med stor risiko for støvspredning.	-	(TI) Kun forurenede materiale fjernes. Stor støvproduktion med stor risiko for støvspredning.
Indeklima (I tilfælde af, at bygningen skal renoveres og ikke nedrives)	+	(TI) Opvarmning og (afhængigt af suget) støvspredning af det miljøproblematisk stof og dermed risiko for kontaminering af allerede afrensede overflader. Stort rengøringsbehov. Renheden bør dokumenteres ved uvildig kontrol.	++	(TI) Stort rengøringsbehov på alle overflader efter afsluttet afrensning, idet metoden støver meget. Renheden bør dokumenteres ved uvildig kontrol.
Energibehov (brændstof, strøm, særlige forhold ved bortskaffelse eller transportbehov)	(TI) Lavt ved selve miljøsaneringen, da det oftest foregår manuelt ved hjælp af el-håndværktøj. Største energiforbrug vil være til håndtering og bortskaffelse af affald, drift af miljø- og arbejdsmiljømæssige foranstaltninger.			
Økonomi	Fordyrende elementer: (TI) Mandskabstung metode pga. håndført værktøj. Nedsat produktivitet på grund af arbejdets karakter og værnemidler. Besparende elementer: (TI) Små affaldsmængder med et indhold af skadelige stoffer tæt på det oprindelige materiales niveau. Bortskaffelsesomkostninger forholdsvis lave.			
Tilgængelighed på markedet)*	++	(SE) Ingen beskyttelse/patentering af metoden. (SE) I dag ingen uddannelseskraft for håndværkerne, hvilket efterlyses af flertallet af de interviewede entreprenører.		
Arbejds miljø	-	(SE) Netop acceptabelt iht. lovgivning. Arbejds miljøet ved slibning er præget af støv, støj, vibrationer, Belastning gennem anvendelse af åndedrætsværn og heldragter mm.		
Bemærkninger	(SE) Metoden har begrænsning ift. hjørner og kanter og ved meget ru/ujævne overflader			

4.3.4 Skæring

Metode	Skæring – bløde materialer (fugesanering)			
Definition af metode	(TI) Bortskæring af forurenet materiale ved brug af enten kniv eller hurtiggående skæreværktøj med klinger, fugeskærer/multicutter.			
Materialer (egnethed og begrænsninger)	(SEI) Metoden velegnet til fjernelse af fugemasse og bundstop mm. (TI) Dog kan rester af fugemasse på tilstødende materialer ikke helt undgås.			
Anvendelse af metode på stof	(TI) PCB og klorparaffiner i elastisk fugemasse.			
Effektivitet (til fjernelse af stof)	(TI) Metodens effektivitet afhænger af konsistensen (blød/hård) af det materiale, der skal fjernes, samt materialets vedhæftning til underlaget.			
	+	(TI) Blødt materiale med en god vedhæftning.		
	++	(TI) Hårdere materiale med en mindre god vedhæftning		
		El-værktøj		Manuel kniv
Miljøbelastning (affaldsmængder, forureningsgrad, opsamling)	++ eller + -	(SE) Små mængder affald, med en forholdsvis høj forureningsgrad. (TI) Sekundærkilden i tilstødende materiale fjernes ikke. (TI) Indendørs fugesanering kræver omhyggelig afdækning og etablering af sluser. (TI) Opvarmning fra hurtigskærende værktøj øger risikoen for afgasningen til omgivelserne.	++ eller +	(SE) Små mængder affald, med forholdsvis høj forureningsgrad. (TI) Sekundærkilden i tilstødende materiale fjernes ikke. (TI) Indendørs fugesanering kræver omhyggelig afdækning og etablering af sluser.
Indeklima (I tilfælde af, at bygningen skal renoveres og ikke nedrives)	+	(TI) Risiko for at sekundærkilden stadig belaster indeklimaet. (TI) Opvarmning fra hurtigskærende værktøj øger risikoen for afgasningen til omgivelserne	++	(TI) Ved manuel skæring undgås opvarmning af materialer og risiko for afgasning minimeres.
Energibehov (brændstof, strøm, særlige forhold ved bortskaffelse eller transportbehov)	++	(TI) Lavt, da det oftest foregår ved hjælp af batteri- eller 220 V dreven el-håndværktøj. (TI) Yderligere energiforbrug til etablering af undertryk, drift af miljøbokse, støvsugere og luftrensere.	++	(TI) Intet forbrug til værktøj. (TI) Yderligere energiforbrug til etablering af undertryk, drift af miljøbokse, støvsugere og luftrensere.
Økonomi		Fordyrende elementer: (TI) Mandskabstung metode og ved indendørs sanering er der udgifter til miljø- og arbejdsmiljøforanstaltninger. Besparende elementer: (TI) Små affaldsmængder med et højt indhold af skadelige stoffer. Bortskaffelsesomkostninger er forholdsvis lave grundet små mængder.		
Tilgængelighed på markedet)*	++	(SE) Ingen beskyttelse/patentering af metoden. (SE) I dag ingen uddannelseskrav for håndværkerne, hvilket efterlyses af flertallet af de adspurgte entreprenører.		
Arbejds miljø	-	(SE) Netop acceptabelt iht. lovgivning. Generelt som for nedtagning og udskiftning af døre og vinduer. Ved indendørs sanering er der tale om nedsat arbejdstid pga. arbejdsmiljøforanstaltninger.		
Bemærkninger	(TI) Der kan være risiko for, at en del af materialet, der skal fjernes, sidder tilbage på konstruktioner som følge af, at fugemasse sidder i ujævnheder i overflader.			

Metode	Skæring – hårde materialer	
Definition af metode	(TI) Diamantskæring/vådsækering i hårde materialer (beton/tegl) ved brug af hurtiggående skæreværktøj med høj friktion og varmeudvikling. Oftest diamantskæring med eller uden vandkøling	
Materialer (egnethed og anvendelsesbegrænsninger)	(TI) Skæring af false og fugeflanker i betonelementbyggeri, mursten eller lignende forurenede materiale. Oftest til fjernelse af sekundær forurenede materiale, som støder op til PCB-holdige elastiske fuger er bredt anvendt, da man både arbejder i rent materiale og samtidig får fjernet hele den sekundære forurening. Metoden kan anvendes uden forud at fjerne det PCB-holdige elastiske fugemateriale.	
Anvendelse af metode på stof	(TI) PCB, asbest, tungmetaller. Der ses mulige anvendelsesområder til fjernelse af PAH'er og klorparaffiner.	
Effektivitet (til fjernelse af stof)	++	(SE) Meget effektiv, sikrer næsten 100 % fjernelse af det miljøproblematisk stof. Der skæres i rent materiale, dvs. uden for det forurenede område af konstruktionen.
Miljøbelastning (affaldsmængder, forureningsgrad, opsamling)		(TI) Primært/sekundært forurenede materiale fjernes med en mindre grad af fortynding, som skyldes, at der skæres i rent materiale. (TI) Ved vådsækering, til fjernelse af kviksølv, skal skærevand opsamles, da dette kan indeholde kviksølv efterfølgende.
Indeklima (I tilfælde af, at bygningen skal renoveres og ikke nedrives)	+	(TI) Ved vådsækering kan der være en risiko for fugtskader med efterfølgende risiko for skimmelsvampeangreb.
Energibehov (brændstof, strøm, særlige forhold ved bortskaffelse eller transportbehov)	+	(TI) Forholdsvist lavt, da det foregår ved hjælp af el-drevet diamantskæredstyr, dog afhængigt af størrelse på udstyret. Største energiforbrug vil være håndtering og bortskaffelse af affald, drift af miljø- og arbejdsmiljømæssige foranstaltninger.
Økonomi		(SE) Selve skæringen er stort set uafhængig af om det drejer sig om sanering eller ej. Det meste skæring foretages af specialfirmaer i underentreprise. Fordyrende elementer: (SE) Det er en forholdsvis langsom metode pga. forholdsvis megen tilrigning. Arbejdet med miljø- og arbejdsmiljømæssige foranstaltninger, håndtering og bortskaffelse af affald, foretages normalt af nedriver eller sanitør. Besparende elementer: (TI) Det vurderes, at fortyndingen af affaldet er ringe, så der er ikke behov for yderligere sortering af affaldet inden bortskaffelse.
Tilgængelighed på markedet)*	+	(SE) Ingen beskyttelse/patentering af metoden. (SE) I dag ingen uddannelseskraV for håndværkerne. (SE) Få af de traditionelle entreprenører, inden for området, beskæftiger sig med diamantskæring i egen produktion. Området er domineret af underentreprenører og der er priskonkurrence på området.
Arbejds miljø	-	(SE) Netop acceptabelt iht. lovgivning - Arbejds miljøet ved selve skæringen er præget af støV, støj, vibrationer, tunge løft og dårlige arbejdsstillinger mm.
Bemærkninger	(TI) Metoden er begrænset til konstruktioner og konstruktionsdele, hvor det fysisk er muligt at komme til med værktøjet. (TI) Alternativt ses det, at man eksempelvis lægger vægelementer ned på terrænet for derefter at benytte en vejsav til bortskæring af betonkanter og fuger.	

4.3.5 Fræsning af overflader

Metode	Fræsning af overflader			
Definition af metode	(TI/SE) Fjernelse af overflader i op til 2-3 mm dybde, ved brug af mekanisk fræseværktøj påmonteret sug.			
Materialer (egnethed og anvendelsesbegrænsninger)	Fjernelse af miljøproblematisk stoffer på overflader ved indtrængning <2-3 mm:		Fjernelse af miljøproblematisk stoffer på overflader uden indtrængning:	
	(TI) Metoden er egnet ved hårdt underlag, såsom beton- eller tegloverflader, hvor mindre tykke overfladebehandlinger indeholdende miljøproblematisk stoffer skal fjernes. (TI) Egnet til fjernelse af både hårde og bløde belægninger, såsom malingslag, bitumenmembraner, støbeasfalt, pudslag.			
Anvendelse af metode på stof	(TI) PCB og Kviksølv (Hg).		(TI) Tungmetaller (undtagen kviksølv), klorparaffiner i maling, asbest i lim/klæber, PAH'er.	
Effektivitet (til fjernelse af stof)	(SE) Metodens effektivitet afhænger af overfladens jævnhed og hårdhed. (SE) Metoden har anvendelsesbegrænsninger ved lofter, langs hjørner og kanter, hvor de miljøproblematisk stoffer må fjernes på anden vis. (SE) Hvis ikke forureningsdybden kendes, kan der være risiko for, at behandlingen skal gentages			
	++	(SE) Effektivt.	+	(SE) Effektivt. (TI) Metoden afrenser mere end nødvendigt.
Miljøbelastning (affaldsmængder, forureningsgrad, opsamling)	(TI) Opsamling af affaldet er afhængigt af kvaliteten af sug/sugekop.			
	++	Metoden kan som oftest justeres således, at stort set kun det forurenede materiale fjernes og bliver til forurenede/farligt affald.	+	(TI) Giver forholdsvis små mængder forurenede/farligt affald, der kun er lidt fortyndet.
Indeklima (I tilfælde af, at bygningen skal renoveres og ikke nedrives)	+	(TI) Opvarmning og (afhængigt af suget) støvspreddning af det miljøproblematisk stoffe og dermed risiko for kontaminering af allerede afrensede overflader. Stort rengøringsbehov. Renheden bør dokumenteres ved uvildig kontrol.	++	(TI) Rengøringsbehov på alle overflader efter afsluttet afrensning, idet metoden støver meget. Renheden bør dokumenteres ved uvildig kontrol.
Energibehov (brændstof, strøm, særlige forhold ved bortskaffelse eller transportbehov)		(TI) Forholdsvis lavt ved selve miljøsaneringen, da det oftest foregår manuelt ved hjælp af el-håndværktøj. Største energiforbrug vil være håndtering og bortskaffelse af affald, drift af miljø- og arbejdsmiljømæssige foranstaltninger.		
Økonomi		Fordyrende elementer: (TI) Mandskabstung metode pga. håndført værktøj. Nedsat produktivitet på grund af arbejdets karakter og værnemidler. Besparende elementer: (TI) Små affaldsmængder med et indhold af skadelige stoffer tæt på det oprindelige materiales niveau. Bortskaffelsesomkostninger forholdsvis lave.		
Tilgængelighed på markedet)*	++	(SE) Ingen beskyttelse/patentering af metoden. I dag ingen uddannelseskrav for håndværkerne, hvilket efterlyses af flertallet af de adspurgte entreprenører.		
Arbejds miljø	-	(SE) Netop acceptabelt iht. lovgivning. Arbejds miljøet ved fræsning er præget af støv, støj, vibrationer, tunge løft og dårlige arbejdsstillinger mm.		
Metoden ikke		(TI) Bromerede flammehæmmere i isolering, klæbet på underlag, da det ikke vurderes, at fræsning kan		

vurderet for	benyttes til fjernelse af dette stof
Bemærkning	(TI) Metoden har begrænsninger ift. hjørner og anden særlig geometri. (TI) Det ses, at man, på større gulvoverflader, benytter slyngrenser eller gulvfræser, hvor der er sug på selv fræsedelen, og man kan dermed undgå meget af støvspredningen. Denne teknologi til vandrette overflader er endnu ikke overført til de lodrette overflader og der ses et stort potentiale i at få udviklet en sådan tilsvarende teknologi.

4.3.6 Blæserensning af overflader

Metode	Blæserensning af overflader	
Definition af metode	(TI/SE) Fjernelse af overflade ved brug af forskellige blæsemidler (traditionelt sand, tøris, vand,) udført ved højtryk. Forsøg med nye blæsemidler (stålkugler, svampe, genanvendt sand/slagger) pågår, men er d.d. ikke konkurrencedygtige ift. traditionelle metoder.	
Materialer (egnethed og anvendelsesbegrænsninger)	Fjernelse af miljøproblematisk stoffer på overflader uden indtrængning:	Fjernelse af miljøproblematisk stoffer på overflader ved indtrængning <2-3 mm:
	(SE) Metoden er egnet ved hårdt underlag, såsom beton-, tegl-, pudsoverflader eller på metal, hvor mindre tykke overfladebehandlinger, som indeholder miljøproblematisk stoffer, skal fjernes. Egnet til fjernelse af både hårde og bløde belægninger, såsom malingslag, membraner, betonslam, mm. (SE) Metoden har anvendelsesbegrænsninger ved hjørner og kroge, hvor de miljøproblematisk stoffer må fjernes med en nålehammer, derudover kræves ekstraordinær god afdækning af emner, der ikke kan tåle blæserensning. (SE) Pga. høje anstillingsomkostninger er der krav til størrelsen af det areal, der skal afrens.	
Anvendelse af metode på stof	(TI) Tungmetaller (undtagen kviksølv) og klorparaffiner i maling.	(TI/SE) PCB, kviksølv (Hg), PAH'er.
Effektivitet (til fjernelse af stof)	(SE) Metoden anses for effektiv. Effektiviteten afhænger af underlagets hårdhed – jo hårdere underlag, jo mindre forbrug af blæsemiddel. (SE) Hvis ikke forureningsdybden kendes, kan der være risiko for, at behandlingen skal gentages	
Miljøbelastning (affaldsmængder, forureningsgrad, opsamling)	--	(TI) Metoden giver store affaldsmængder, bestående af dels af den afrensede overflade indeholdende miljøproblematisk stoffer og dels det benyttede blæsemiddel. (SE) Ved sandblæsning benyttes ofte et sted mellem 2-10 kg sand pr. m ² overflade. Der er således tale om en høj grad af fortynding. (TI/SE) Det er set, at der benyttes op imod 25 kg sand pr. m ² overflader, hvilket bekræftes af entreprenører. (TI) Da der arbejdes med højtryk er der risiko for forurening af andre områder. (TI) Ved vandrensning er der behov for opsamling og rensning af spildevandet.
Indeklima (I tilfælde af, at bygningen skal renoveres og ikke nedrives)	-	(TI) Stor støvspreddning af det miljøproblematisk stof og dermed risiko for kontaminering af allerede afrensede overflader. Stort rengøringsbehov. Renheden bør dokumenteres ved uvildig kontrol.
Energibehov (brændstof, strøm, særlige forhold ved bortskaffelse eller transportbehov)	-	(SE) Forholdsvist højt. Eksempelvis benyttes dieseldrevne generatorer for at producere højtryk. (TI) Derudover energiforbrug til håndtering og bortskaffelse af affald, drift af miljø- og arbejdsmiljømæssige foranstaltninger.
Økonomi	(SE) Prisen for selve blæserensning er uafhængigt af, om det drejer sig om miljøsnering af miljøproblematisk stoffer eller almindelig afrensning. Arbejdet med miljø- og arbejdsmiljømæssige foranstaltninger, håndtering og bortskaffelse af affald, foretages normalt af nedriver eller sanitør. Fordyrende elementer (SE) Pga. høje anstillingsomkostninger vil der være et min. krav til størrelsen af det areal, der skal afrens. (TI) De forholdsvise store affaldsmængder betyder, at håndtering og bortskaffelse af affald er et fordyrende element for denne metode.	
Tilgængelighed på	++	(SE) Ingen beskyttelse/patentering af metoden. Forholdsvis store investeringsomkostninger.

markedet)*		<p>(SE) I dag ingen uddannelseskraav for håndværkerne.</p> <p>(SE) F� af de traditionelle entreprenører inden for området beskæftiger sig med blæserensning i egen produktion. Området er domineret af underentreprenører. Der er flere specialister på markedet, s� priskonkurrence er muligt.</p> <p>Sandbl�serne står sjældent for afdækning og affaldshåndtering, dette overlades i de fleste tilfælde til nedriver/sanit�r.</p>
Arbejdsmiljø	–	<p>(SE) Netop acceptabelt iht. lovgivning. Arbejdsmiljøet for sandbl�seren ændres ikke væsentligt, fordi det drejer sig om en saneringsopgave. Arbejdsmiljøet er i forvejen præget af støv, støj, vibrationer, tunge løft og dårlige arbejdsstillinger mm.</p>
Metoden ikke vurderet for		<p>(TI) Bromerede flammehæmmere, da der ikke foreligger oplysninger om brugen af denne metode til fjernelse af dette stof.</p>
Bemærkninger		<p>(YI) Der er store krav til planlægningen af denne typer arbejder i lukkede rum, da der tilføres store mængder luft som følge af bl�serensningen, og st�vbegr�nsningen derfor kan være svær.</p> <p>(TI) Denne tilførte luft skal afbalanceres med den luft, der fjernes fra rummene, da luften skal filtreres inden afkast til det fri.</p> <p>(TI) Der kan være potentiale i at udvikle t�r-is-afrensningen, da denne metode ikke tilfører samme mængder luft eller blæsemiddel som de øvrige blæserensningsmetoder.</p> <p>(TI) Metoderne med stål-kugler, svampe og andre alternative blæsemidler virker lovende, men der mangler valid dokumentation for disse metoder, f�r de endeligt kan vurderes.</p> <p>(TI) Generelt skal der ved alle typer blæserensning være stort fokus på den efterfølgende rengøring, således at støv, med miljøproblematiske stoffer, ikke spredes.</p>

4.3.7 Kemisk rensning med malingsfjerner

Metode	Kemisk rensning med malingsfjerner	
Definition af metode	(SE) Rensning af muret facade for bly ved spartling med malingsfjerner. Spartelmassen inkl. det oplødte malingslag fjernes 1 til 2 døgn efter. Der eksisterer mange typer af malingsfjernere, men iht. dette projekt er der undersøgt den/de metoder/produkter (SmartTrip Heavy Duty Malingsfjerner/Peel-Away 1), der har fundet anvendelse og hvor der er praktiske erfaringer med brugen.	
Materialer (egnethed og anvendelsesbegrænsninger)	(SE) Murede facader med malingslag, hvor murværk skal bevares. (SE) Der oplyses, at metoden ikke er afprøvet i stor skala, da de kemiske procedurer af et specifikt produkt kræver nattetemperaturer i nærheden af 20 °C.	
Anvendelse af metode på stof	(SE) anvendes på bly.	
Effektivitet (til fjernelse af stof)		(SE) Dokumentation for produktet mangler, da der ikke er udført storskalaforøg endnu.
Miljøbelastning (affaldsmængder, forureningsgrad, opsamling)		(SE) Produktet påføres i 6 mm lagtykkelse og der påregnes ca. 6 l spartelmasse på saneret kvadratmeter. Affaldet omfatter selve overfladebehandling, indeholdende de miljøproblematiske stoffer, samt spartelmassen, idet det afrensede stof bliver blandet op i den. Dermed produceres en mængde affald under anvendelse af metoden. (TI) Det angivne produkt indeholder, iht. produktinformationen: Ca(OH) ₂ , Mg(OH) ₂ og NaOH, hvilket iht. producenten ikke skulle sidde tilbage på overfladen, når behandlingen er gennemført. De aktive kemikalier må dog være tilbage i affaldet, der genereres.
Indeklima (I tilfælde af, at bygningen skal renoveres og ikke nedrives)		(SE) Kun anvendelse til udendørs facader.
Energibehov (brændstof, strøm, særlige forhold ved bortskaffelse eller transportbehov)	++	(SE) Anses i dette tilfælde for minimalt.
Økonomi		(SE) Prisen vurderes at være høj, da spartelmidlet er dyrt. Entreprenøren oplyser, at det er dyrere end en traditionel miljøsanering. Derudover skal arbejdet udføres i flere arbejds gange (påføring, fjernelse).
Tilgængelighed på markedet)*	++	(SE) Materialet kan kun købes hos producent/en dansk leverandør. Der er tale om spartelarbejde med et efter producentens oplysninger ikke "farligt" produkt, så enten instrueres mandskabet, eller malere hyres til opgaven.
Arbejds miljø	-	(SE) Umiddelbart ingen særlige forholdsregler, andet end handsker og anden beskyttelse mod hudkontakt. (TI) Altid i flg. leverandørens sikkerhedsdatablad, da der er tale om stærkt ætsende kemikalier.
Metoden ikke vurderet for		(TI) Andre tungmetaller, PCB, asbest, klorparaffiner, PAH'er men der kan være potentiale for benyttelsen af produktet på disse stoffer.
Bemærkning		Ingen yderligere bemærkninger.

4.3.8 Kemisk rensning – NASA-metode/AMTS-metode

Metode	Kemisk rensning – ”NASA metoden”/AMTS-metoden	
Definition af metode	(SE) Rensning ved påsmøring af pasta. Efter 3 uger fjernes pastaen som farligt affald. (TI) Der er tale om en ekstraktion/udtrækning af det pågældende stof (PCB) ved hjælp af en pasta med aktive stoffer og metaller i.	
Materialer (egnethed og anvendelsesbegrænsninger)	(SE) Egner sig til overfladebehandlinger. (SE) Metoden afprøvet i div. pilotprojekter, men dokumentation mangler. (SE) Det viser sig under arbejdet, at der i pastaen er en stor mængde sprit, hvilket afdamper til luften og giver øget antændelsesrisiko. (TI) Ved udendørs brug vurderes ovenstående risiko, for antændelse af dampe, ikke at være lige så høj (TI) Detaljeret kendskab til de kemiske komponenter er ikke tilgængelig, ej heller om der måtte forefindes organiske opløsningsmidler i pastaen.	
Anvendelse af metode på stof	(SE) Ifølge leverandøren er det PCB i maling eller på overflader.	
Effektivitet (til fjernelse af stof)		(SE) Producenten oplyste, at op til 95 % af PCB 'en blev trukket ud ved én behandling. Behandling gentages evt. for at opnå den ønskede renhedsgrad.
Miljøbelastning (affaldsmængder, forureningsgrad, opsamling)		(SE) Produktet påføres som spartellag. Der må regnes med 3 til 6 kg affald pr. saneret kvadratmeter. Affaldet omfatter selve overfladebehandling, indeholdende de miljøproblematiske stoffer, samt spartelmassen, idet det afrensede stof bliver blandet op i den. Dermed produceres en mængde affald under anvendelse af metoden.
Indeklima (I tilfælde af, at bygningen ikke skal nedrives)		(SE) Ingen erfaringer.
Energibehov (brændstof, strøm, særlige forhold ved bortskaffelse eller transportbehov)	++	(SE) Anses for minimalt.
Økonomi		(SE) Prisen vurderes at være høj, da spartelmidlet er dyrt. Derudover skal arbejdet udføres i flere arbejds gange med lang ventetid imellem (påføring, fjernelse).
Tilgængelighed på markedet)*	-	(SE) Produktet er beskyttet ved patent. Materialet kan kun købes hos producent/leverandør med eneret for PCB-Remediation Aps. Tidligere indehaver af eneret i Danmark er nu opløst (status 2014).
Arbejds miljø	-	(SE) Uacceptabelt. Arbejds miljøet vurderes ringe, idet arbejdet med pastaen kræver mange sikkerhedsmæssige og arbejdsmiljømæssige foranstaltninger. Arbejdets karakter og værnemidler medfører nedsat produktivitet for den enkelte medarbejder. Der er risiko for antændelse af luften omkring pastaen som følge af det høje indhold af sprit i pastaen.
Metoden ikke vurderet for	(TI) Asbest, tungmetaller, klorparaffiner, PAH'er.	
Bemærkning	(TI) Det vurderes, at det er muligt at opnå en reduktion på op til 99 % af PCB'en ved behandling (Ref. 6), Denne metode er meget lidt dokumenteret og beskyttet af dens leverandør. Det er derfor svært at vurdere dens potentiale, da konkrete oplysninger omkring indhold ikke er muligt at tilvejebringe. Metoden har ikke vundet indpas på det danske marked, der er dog kendskab til, at den har været benyttet i Danmark. Langt størstedelen af kendskabet til metoden stammer fra USA (Ref. 37).	

4.4 Vurdering af metoder og teknologier

Der er gennem et litteraturstudium, samt en spørgeskemaundersøgelse og interviews med nøglepersoner med branchekendskab, identificeret nedenstående metoder til fjernelse af miljøproblematiske stoffer fra bygninger og/eller byggematerialer:

- Nedtagning
- Behugning
- Slibning
- Skæring
- Fræsning
- Blæserensning/slyngrensning
- Kemisk rensning/adsorberende rensning
- Termisk rensning/udbugning

Der er, fra de benyttede kilder, ikke fremkommet data, som muliggør kvantitativ vurdering og sammenligning af metoderne i forhold til nøgleparametre som effektivitet, miljøbelastning, indeklima/arbejds miljø, energibehov og økonomi. Der er derfor alene foretaget en kvalitativ vurdering af de enkelte metoder, baseret på oplysninger fremkommet ved interviews. Der er fremskaffet data omkring økonomi for enkelte af metoderne. Dette er medtaget for at give en indikation af, hvorledes entreprenørerne vurderer disse metoder.

Det bemærkes, at en metodes egnethed til fjernelse af en given forurening bl.a. afhænger af det forurenede materiales beskaffenhed og det miljøproblematiske stofs egenskaber, hvorfor nedenstående vurderinger alene udtrykker nogle generelle tendenser:

Nedtagning anvendes i stort omfang eksempelvis er medlemmer af Dansk Byggeris Nedrivningssektion, omfattet af NMG96's regler om selektiv nedrivning, hvor nedrivningsarbejder der genererer mere end 10 tons affald er omfattet af aftalen. Der er her tale om fjernelse og håndtering af hele konstruktionsdele indeholdende de miljøproblematiske stoffer og vurderes dermed at være effektivt ift. fjernelse af stofferne fra bygningen. Materialerne indeholdende de miljøproblematiske stoffer skal derefter fjernes fra byggepladsen ved deponering, destruktion eller til genanvendelse. Ved denne proces kan der stilles krav om specielle forhold med mobile anlæg på pladsen til at frasortere de forurenede emner. Herefter kan der med fordel foretages en yderligere sortering i affaldsfraktioner. Den arbejdsmiljømæssige belastning kan i visse tilfælde være u hensigtsmæssig med dårlige arbejdsstillinger, tungt og uhåndterligt materiale/affald.

Der er flere teknologier til overfladeafrensning, som ses anvendt i stort omfang. Arbejdsprocesserne ved metoderne behugning, slibning, skæring og fræsning har nogle problemstillinger vedrørende mandskab og arbejdsmiljø. Metoderne kræver meget mandskab og arbejdsmiljøet belastes af støv, støj, afgang og vibrationer samt anvendelse af værnemidler, som betyder nedsat effektiv arbejdstid. Metoderne anvendes ofte ved fjernelse af sekundær/tertiær forurening. Hvor meget materiale der fjernes, fastsættes ud fra opgavetypen; er der tale om nedrivning eller renovering, hvad er koncentrationen i materialet samt stoffets indtrængningsprofil i materialet.

Sandblæsning anses som værende effektivt til fjernelse af miljøproblematiske stoffer, dog genereres der store mængder ekstra affald som følge af tilførslen af blæsemidlet, hvilket vurderes at være en miljømæssig ulempe ved denne teknologi. Ved sandblæsning benyttes en del rent materiale (ofte i form af virgine/jomfruelige materialer), som, opblandet med den, afrensede overflade, skal deponeres eller destrueres. Dette bevirker at affaldsmængderne til deponering og destruktion øges væsentligt, i forhold til den affaldsmængde, som den afrensede overflade i sig selv udgør. For ovenstående metoder gælder det, at der er store krav til afskærmning og styring af rumluften (støvet) i saneringsområdet, så der ikke sker en spredning af kontamineret støv til omgivelserne.

Der ses udviklingspotentialer med henblik på at finde blæserensningsmetoder, der genererer mindre affald samt mindre risiko for spredning af støv og som bevarer eller forbedrer egenskaberne i forhold til de øvrige parametre. Der ses et udviklingspotentialer i teknologierne omkring tør-is-afrensning, vandafrensning i lukkede systemer og afrensning med stål-kugler eller andet genanvendeligt materiale, da det ikke medfører så store affaldsmængder som ved traditionel sandblæsning. Tøris-afrensning anbefales i dag af myndighederne i både Tyskland og Østrig. Denne metode er forsøgt anvendt i Danmark af en enkelt entreprenør i henhold til nærværende undersøgelse, men er ikke fundet egnet på grund af spredning af kontamineret materiale til andre overflader grundet den voldsomme effekt på overfladen afrensningen har. Vandafrensning med tryk er anvendt af en enkelt entreprenør, dog er der udfordringer med bortskaffelse af vandet, hvis ikke alle de miljøproblematisk stoffer bundfældes.

Kemiske metoder benyttes til fjernelse af behandlede overflader såsom malede overflader, oftest på bevaringsværdige bygninger og er forholdsvis effektive. Der er dog risiko for tilførsel af nye kemikalier til konstruktionerne, som derved kontamineres og subsidiært til det omgivende miljø. NASA-metoden, er en metode til ekstraktion af PCB fra sekundære og tertiære forurenede konstruktioner. Metoden er anvendt i enkelte renoveringssager herhjemme. Der foreligger ikke repræsentativ dokumentation for metodens effektivitet, men Teknologisk Institut vurderer at princippet i metoden fungerer, baseret på kendskab til et enkelt projekt, samt på erfaringer fra SBI, hvor der er opnået en reduktion på op til 99% (ref. 6). Metoden er dog ikke fundet velegnet, da der er udfordringer med arbejdsmiljøet samt at metoden er omkostningstung såvel i materialeindkøb samt i arbejdsgange.

Termiske metoder er under fortsat udvikling. Foreliggende, ikke publicerede resultater (ref. 83) viser, at metoden kan være effektiv til fjernelse af restforureninger fra overflader, specielt i nedknust materiale, da varmen har lettere ved at trænge ind i de nedknuste materialer end i konstruktionerne i en bygning og dermed lettere kan drive de flygtige stoffer ud. Dette kan eventuelt anvendes i affaldshåndteringen, hvor lettere forurenede affald kan udsættes for termisk afrensning/udbaggning for fjernelse af flygtige stoffer i nedknust materiale produceret efter nedrivning. Der er dog fortsat en del udviklingsarbejde, inden denne teknologi kan anvendes i praksis bl.a. er der uvished om, hvorvidt metoden reelt fjerner PCB'en eller om PCB'en blot skubbes længere ind i materialerne. Desuden er energiforbruget ved denne metode meget højt og belastningen på bygningens øvrige dele er stort som følge af den høje termiske påvirkning. Termiske metoder til afrensning/udbaggning i eksisterende bygninger vurderes ikke at være dokumenteret tilstrækkeligt, da der fortsat er tvivl om hvorvidt de miljøproblematisk stoffer fjernes eller diffunderer ind i materialerne.

Grundet den utilstrækkelige dokumentationsgrad, omkring de enkelte teknologier, ses der potentialer i at udføre nærmere undersøgelser af metoderne ved indsamling af viden fra praktisk anvendelse, herunder at indsamle valide forsøgsdata for hver enkelt teknologi/metode.

5. Metoder til identificering og prøvetagning

Nærværende afsnit beskriver metoder til identificering og prøvetagning af miljøproblematiske stoffer i bygninger. Ligeledes beskrives hvilke bygningsdele, der skal være fokus på i forbindelse med identificering og prøvetagning. Samtlige af de miljøproblematiske stoffer, der indgår i projektet, er opstillet i skematisk form. Disse er benævnt stofkort. Sammenhængen mellem de enkelte miljøproblematiske stoffer og bygningsdele bliver til sidst i afsnittet angivet i skematisk form i et bygningsatlas.

5.1 Identificeringsprocessen

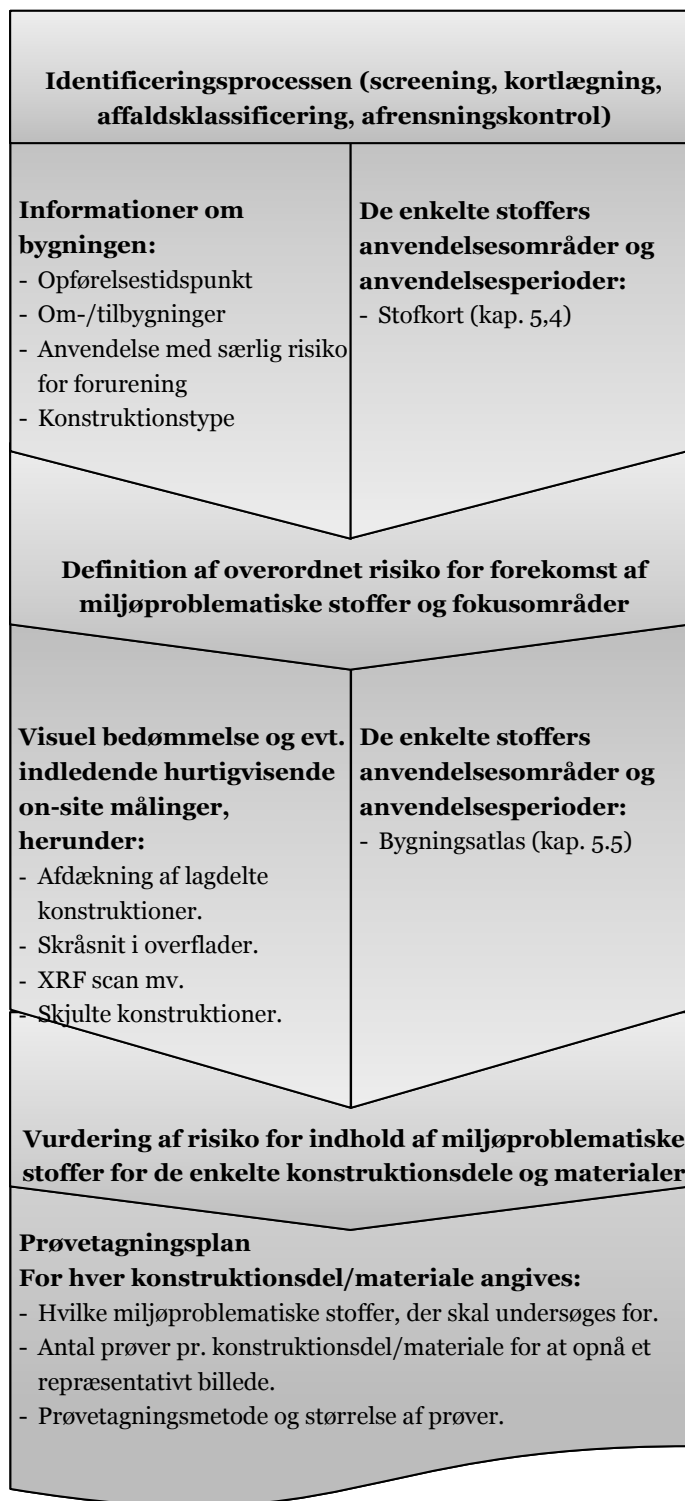
I de danske bygninger indgår mange materialer, som indeholder forskellige stoffer, der er tilsat byggematerialerne i forskellige tidsperioder. Flere af disse stoffer er gennem de seneste 20-30 år blevet kendt i byggebranchen for at være miljøproblematiske ved håndtering, i arbejdsmiljøet, i indeklimaet eller ved affaldshåndteringen.

Baggrunden for en identificering af miljøproblematiske stoffer i en bygning kan være:

- Lovpligtig PCB-screening af bygninger jf. affaldsbekendtgørelsen (*ref. 10*), der skal renoveres eller nedrives
- Nedrivning:
 - kortlægning af problematiske stoffer samt indtrængningsprofiler for de stoffer, som migrerer til tilstødende materialer, med henblik på efterfølgende korrekt håndtering af byggeaffaldet.
- Renovering:
 - kortlægning af problematiske stoffer i de berørte overflader samt tilstødende materialer med henblik på efterfølgende korrekt håndtering af byggeaffaldet.
 - Indeklimamålinger med henblik på at afdække et eventuelt indeklimaproblem med PCB (PCB – vil ikke blive yderligere behandlet iht. definitionen af denne rapports omfang)

Ved en undersøgelse af en bygning til nedrivning eller renovering er det vigtigt at kende den konstruktionsmæssige opbygning, årstal for opførelsen, årstal for ombygninger/vinduesudskiftninger med videre samt anvendelsen af bygningen.

Figur 5 viser et forslag til en identificeringsproces (udarbejdet af Teknologisk Institut)



FIGUR 5: PROCES TIL IDENTIFICERING AF MILJØPROBLEMATISKE STOFFER

5.2 Hurtigvisende metoder til identificering

Hurtigvisende on-site målinger kan forenkle identificeringsprocessen og vil kunne effektivisere screeninger/kortlægninger. Metoder som XRF-scanning, FTIR-analyse og Natriumsulfid dryptest bliver i dag afprøvet/anvendt i felten. Fælles for metoderne er, at de kan give en indikation på forekomst af miljøproblematiske stoffer, men resultaterne er ikke tilstrækkelig til at sikre en endelig klassificering af materialer som ikke forurenede, forurenede eller farligt affald. Dermed kan disse metoder ikke stå alene, og skal altid suppleres med traditionelle laboratorieanalyser af udtagne materialer.

5.2.1 XRF-scanning

XRF-metoden (Røntgen Fluorescens Scanning) arbejder med røntgenscanning, der måler på forekomster af grundstoffer i overflader af materialer. Der kan måles på grundstoffer fra Natrium og opefter i det periodiske system. Metoden er anerkendt inden for jord- og metalanalyser. Målingen foretages med et håndholdt instrument, der sættes på overfladen og skal holdes stille i et givent tidsrum. Derefter kan resultatet aflæses på instrumentets skærm. Anvendelse af instrumentet kræver en anerkendt sikkerhedsinstruktion af personalet, som skal være dokumenteret og registreret hos Sundhedsstyrelsen.

Usikkerhed er stor på resultater, der opnås ved hjælp af udstyret og afhænger i høj grad af underlagets fysiske og kemiske sammensætning, idet XRF-scanningen måler i de yderste millimeter af overfladen, iht. beskrivelser fra producenter af scanneren. Målingen registrerer ikke eventuelle materialeskift. En måling af en tynd malerbehandling på et underlag oplyser dermed indhold af eventuelle tungmetaller i malingen og samtidig indholdet af tungmetallerne i det underliggende materiale. Resultatet angiver således det totale indhold af stoffet i alle, de af røntgenstrålerne, gennemtrængte materialer. Materialet kan alternativt placeres i et stativ, hvorved instrumentet kun måler gennem prøven. Denne metode kræver dog særligt tilbehør, hvorved anvendeligheden som on-site metode indskrænkes betydeligt.

Viden fra Teknologisk Instituts erfaringsbank viser, at XRF-scanningernes måleresultater på samme prøvetagningssted kan variere meget. Der ses ofte en kvalitativ sammenhæng mellem tilstedeværelse af et grundstof konstateret ved XRF-scanning og ved en kontrolprøve analyseret ved klassisk kemisk analyse. Resultaterne kan dog ikke sammenlignes kvantitativt.

Metoden kan derfor ikke anvendes til en endelig vurdering af materialernes affaldsklassificering, hvorfor en laboratorieanalyse som minimum bør udtages til kalibrering af de udførte XRF-scanninger. XRF-scanningen kan være et nyttigt måleværktøj til opsporing af, og supplement ved screening for tungmetalloforekomster i bygninger.

Idet instrumentet udelukkende registrerer grundstoffer, er det ikke egnet til kemiske forbindelser som PCB, PAH, kulbrinter, klorparaffiner, CFC'er/HCFE'er eller bromerede flammehæmmere. Da instrumentet dog kan identificere enkelte grundstoffer såsom klor og brom kan resultaterne fra scanningerne anvendes til at se, om der er indhold af disse stoffer i en given overflade. Dermed kan risikoen vurderes for, om der eventuelt er indhold af de mere komplekse stofsammensætninger, hvoraf de scannede stoffer er en del af. Dette understøttes af viden i BIPRO rapporten (*ref. 71*), hvor det fremgår, at metoden kan være anvendelig i forbindelse med den indledende klassificering af affald.

Viden fra Teknologisk Instituts egen erfaringsbank viser også en tendens til, at forekomst af grundstoffet klor kan være en indikation tilstedeværelse af enten PCB eller Klorparaffiner og at det derfor er relevant at udtage en prøve til traditionel analyse for PCB og/eller Klorparaffiner i disse tilfælde.

5.2.2 FTIR-scanning

FTIR-metoden (Fourier Transformations Infrarød Spektroskopi) er en infrarød analyse, der er egnet til bestemmelse af tungmetaller og halogener. Metoden måler på sammensatte stoffer (molekyler). Tilsvarende XRF-scanneren, er det tale om et håndholdt og direkte visende instrument. I projektet "Udvikling af online-metoder til hurtig detektering af PCB", forsøges metoden anvendt til undersøgelse af andre miljøproblematisk stoffer såsom PCB og klorparaffiner. Projektet er under MUDP programmet (Miljøteknisk og Udviklings- og Demonstrationsprogram), og har deltagelse af Teknologisk Institut. Selve metoden er endnu ikke helt fastlagt, hvorfor den ikke nærmere beskrives. Metoden er dog beskrevet i BIPRO-rapporten (*ref. 71*), men med visse begrænsninger grundet krav til prøveemner og databibliotek.

5.2.3 Natriumsulfid-dryptest

Natriumsulfid-dryptesten udføres med 8 % natriumsulfid i vandig opløsning til bestemmelse af blyforekomster. Væsken påføres en malet overflade. Mørkfarves overfladen, er der indikation på, at malingen indeholder bly på et niveau på over 1000 ppm. Ved flere malingslag skal der dryppes direkte på hver enkelt malingslag. Dette kræver et nøje og til tider tidskrævende forarbejde og der er stor risiko for fejlkilder.

Der er erfaringer for, at dryptesten ikke har givet udslag på trods af højt blyindhold (*ref. 9*). Det vurderes, at denne test kun har begrænset anvendelse grundet den høje detektionsgrænse.

5.3 Metoder til prøvetagning

Prøvetagning af miljøproblematisk stoffer i bygninger er meget komplekst. Bygninger består af mange forskellige konstruktioner og materialer. Tilstedeværelse af miljøproblematisk stoffer er afhængig af såvel årstal som byggestil og ikke mindst renoveringshistorik.

I ældre bygninger, som er renoveret gennem tiderne, kan der forekomme stort set alle de, i nærværende rapport, nævnte miljøproblematisk stoffer. En bygningsdel kan fx bestå af flere lag maling, hvilket betyder, at indholdet af bly i malingen ikke kun kan vurderes ved at tage en prøve af det yderste lag maling, men at der også skal tages prøver af de dybereliggende lag af malingen. I mange renoverede bygninger forekommer der lagdelte konstruktioner, såsom en pudset malet væg indeholdende høje blykoncentrationer, som efterfølgende er beklædt med en gipsplade eller en forsatsplade indeholdende asbest. I dette tilfælde skal der udtages prøver på alle byggematerialer, som efterfølgende skal klassificeres.

Enkelte af de miljøproblematisk stoffer har desuden en tendens til at vandre til de tilstødende materialer eller afgasse til rumluften, hvorefter stoffet findes i samtlige materialer i det nærliggende miljø. Disse stoffer er fx PCB og andre. Afgrænsningen af de kontaminede overflader med disse miljøproblematisk stoffer, er derfor meget omfattende og omkostningstung. Eksempelvis kan PCB, som er anvendt i lukkede systemer såsom kondensatorer, forefindes i bygninger, efter 1977, hvor det er blevet forbudt i åben anvendelse. I visse tilfælde kan der i disse bygninger forekomme PCB i indeklimaet, hvis en kondensator er sprunget læk. Det er derfor ikke altid, at tilstedeværelsen af PCB i indeklimaet kan afgrænses til bygninger fra 1950-1977.

Ved prøvetagning er det meget vigtigt, at der udtages tilstrækkeligt materiale til kemisk analyse. Inden materialet udtages skal der foretages en vurdering, af hvilke stoffer der skal analyseres for at afstemme prøvemængden. Der kan ved prøvetagning af de miljøproblematisk stoffer ske en krydskontaminering, hvis værktøjet ikke rengøres mellem hver prøvetagning. Desuden skal det vurderes, til hvilken dybde prøvetagningen skal foretages – dette også i henhold til eventuelle udfaldskrav til en senere miljøsanering.

Prøvetagningsmetoderne omfatter de konkrete fysiske metoder til udtagning af materialeprøver.

Materialeprøver kan udtages på flere forskellige måder og med flere forskellige værktøjer. Valg af prøvetagningsmetode afhænger af det/de stoffer, der skal analyseres for, samt underlaget.

Prøvetagning foregår på et tidspunkt, hvor forekomst af skadelige stoffer ikke er afklaret endnu. Derfor anbefales det, at prøvetagere beskytter sig under arbejdet. For nærmere anbefalinger, se SBI anvisning 241 (ref. 7).

Følgende prøvetagningsmetodikker, som ligeledes er beskrevet i SBI-anvisning 241, kan oplistes:

Skrabepróver

Ved skrabepróver forstås, at der afskrabes materiale fra en overflade, typisk maling. Afskrabning kan ske med hobbykniv, skalpel, spartel (når malingen sidder løst) samt malingskraber.



FIGUR 6: MALINGSSKRABER

Det er vigtigt at skrabe tilstrækkeligt store mængder, passende til de analyser, man ønsker at foretage.

Anvendes blandt andet ved prøvetagning af følgende stoffer:

- PCB, Klorparaffiner i maling og lak
- Tungmetaller i maling og lak. Man skal være opmærksom på at prøvetagningsudstyr kan kontaminere prøver, hvis der er indhold af tungmetaller i udstyret.
- Bromerede flammehæmmere på overflader

Afhugning

Afhugning foretages med stemmejern/mejsel og hammer.

Anvendes blandt andet ved prøvetagning for følgende stoffer:

- Asbest fx i fliseklæb og afretningslag
- PAH i fx membraner eller sod ved murværk omkring skorsten
- PCB og kviksølv, fx for bestemmelse af indtrængningsdybde i tilstødende materialer
- CFC og HCFC

Udtagning med metalrør

Et rør bankes eller skrues ind med boremaskine i et hårdt materiale. Materialet opsamles i røret, røret lukkes i begge ender og fremsendes til laboratoriet til analyse. Rørene er ikke egnet til genbrug, da de er svære at rengøre.



FIGUR 7: METALRØR TIL PRØVETAGNING (BILLEDE FRA (ref. 7))

Anvendes blandt andet til

- Hård fugemasse til prøvetagning for PCB/KP.

Afskæring

Der anvendes hobbykniv med udskiftelige blade eller anden egnet kniv. Kniven rengøres mellem prøvetagningerne. Anvendes til prøvetagning i bløde materialer af forskellig art. Der kan være tale om malingslag, tapet, træværk, gulvbelægnings, isoleringsblokke mv.

Anvendes blandt andet til

- PCB, Klorparaffiner, Bromerede flammehæmmere i fx fugemasse, tapet, træværk, gulvbelægning mm.
- HCFC/CFC i isoleringsmateriale

Kerneboring

Kerneboring anvendes til udboring af beton, teglsten eller andre hårde materialer. Boreværktøjet rengøres efter hver prøvetagning. Anvendes især, hvor der skal bestemmes et migrationsprofil i materialer.

Anvendes blandt andet til

- Undersøgelse for vandring af PCB eller kviksølv i materialerne.

Boremelsesmetoden

Der arbejdes på udvikling af en mindre destruktiv prøvetagningsmetode, benævnt boremelsesmetoden. Dens anvendelighed bliver undersøgt i MUDP projektet "PCB renovering med ny miljørigtig luftdræningsmetode". Der laves forsøg på Teknologisk Institut i samarbejde med SBI og et nedrivningsfirma. Resultater forventes offentliggjort i 2015. Metoden skal gøre det nemmere at udtage prøver af beton eller mursten, således at kerneboring kan udelades. Metoden gør det muligt for håndværkere eller rådgivere selv at udtage prøver, endvidere er metoden mindre destruktiv end klassisk kerneboring.

5.4 Stofkort

Nedenstående er udarbejdet som en læsevejledning til de enkelte stofkort. Der gøres opmærksom på, at stofkortene ikke kan anses for at være fuldstændige, hvorfor de i praksis bør anvendes med forsigtighed.

Stoffets navn	Her nævnes det navn, som stoffet almindeligvis kendes under. Det kan dreje sig om kemisk betegnelse og handelsnavne.	
Stoffets kemiske betegnelse	Ud over den kemiske betegnelse nævnes, for visse af stofferne, også den kemiske formel for stoffet.	
Anvendelsesområder generelt	Byggematerialer	Øvrige anvendelser
	Her oplystes byggematerialer hvori stoffet forekommer – listen kan ikke påregnes at være fyldestgørende, da alle stoffer ikke er lige godt kortlagt. Informationer her er sammensat af viden fra litteratur, eksperter og erfaringer.	Som orientering noteres her andre materialer, hvor stoffet kan forekomme, men som ikke er direkte relateret til et byggemateriale. Informationer her er sammensat af viden fra litteratur, eksperter og erfaringer.
Anvendelsestidspunkt i DK	Start/slut- tidspunktet for stoffets brug i Danmark angives ud fra dokumentation i litteratur og oplysninger fremkommet under dataindsamlingen. Hvor der ikke med rimelig sikkerhed kan angives start eller slutdato, er dette udeladt.	
Bemærkninger	Det angives, hvis der er kendskab til særlige forhold omkring stofferne i forhold til indeklima, affald eller det eksterne miljø, som ikke kan henføres til de øvrige felter i skemaet.	
Risiko for forurening af andre materialer herunder vandring og afgangning	Det angives, om forekomst af det miljøproblematiske stof kan medføre, at andre dele af bygningen bliver forurenede via vandring eller afgangning.	
Prøvetagning og håndtering af prøver	Der angives egnede prøvetagningsmetoder (for beskrivelse af de enkelte metoder se kap. 5.3), særlige sikkerhedsforanstaltninger og særligt om emballering, opbevaring eller aflevering af prøveemner.	
Supplerende litteratur	Der listes kilder, som indeholder yderligere relevante oplysninger om det pågældende stof. Samlet benyttes alle referencer til det senere bygningsatlas.	

Det bemærkes at stoffer, der er omfattet af Stokholmkonventionen, er underlagt særlige regler om affaldshåndtering og at salg af produkter eller artikler, der indeholder disse stoffer, som udgangspunkt er forbudt. For nærmere detaljer om reglerne, henvises til Kommissionens forordning (EF) nr. 850/2004 om persistente organiske Miljøgifte, der implementerer Stockholmkonventionen i EU.

Arsen

Stoffets navn	Arsen	
Stoffets kemiske betegnelse	As	
Anvendelsesområder generelt	Byggematerialer	Øvrigt
	Cellegummi til Rørisolering (ref. 73) Tapet Keramiske glasurer Pigmenter til maling Imprægneret træ Elastiske fuger Fugeskum	Halvledere Transistorer Kobberlegeringer Støbejern Hagl Akkumulatorer Glidelejer
Anvendelsestidspunkt i DK	Frem til 1997 (ref. 65)	
Bemærkninger	-	
Risiko for forurening af andre materialer herunder vandring og afgang	Nej	
Prøvetagning og håndtering af prøver	Foretages med skraber. Malingen opsamles i fx alufolie og emballeres i plast. Der anvendes nitrilhandsker ved håndteringen.	
Supplerende litteratur	(ref. 19, 21, 25, 27, 29, 49, 54, 62, 63, 68, 69, 74, 76, 77)	

Asbest

Stoffets navn	Asbest	
Stoffets kemiske betegnelse	Silikat bestående af 6 former: chrysotil, amosit, crocidolit, tremolit actinolit og anthophyllit	
Anvendelsesområder	Byggematerialer	Øvrigt
	Tagpap Eternit Membraner Understrygning Aftrækskanaler Beklædningsplader Papir og pap Elastiske fuger Isolering og snore til brandisolering Loftsplader Fliseklæber Malinger Vinyl Terrazzogulve Gulvspartler Støbegulve Puds Magnesitgulve Rørisolering Trykrør Luftvarmere Elevatorbremse Beholderisolering Kabelisolering Fatninger Tekstiler	Klæde Papir Tape Topstykkepakninger Bremsebelægninger Oliefyr
Anvendelsestidspunkt i DK	1920-1990 iht. SBI- anvisning nr. 228 – 229 (ref. 13,14).	
Bemærkninger	Asbest er lunge kræftfremkaldende ved inhalation.	
Risiko for forurening af andre materialer herunder vandring og afgangning	Nej, dog kan asbestfibre sprede sig til andre materialer via luften.	
Prøvetagning og håndtering af prøver	Asbeststøv opsamles i lukket beholder f.eks. 2 plastposer med lynlås. Der anvendes partikelfilter P3 og handsker.	
Supplerende litteratur	(ref. 15, 29, 23, 27, 68, 76, 77)	

Bly

Stoffets navn	Bly	
Stoffets kemiske betegnelse	Pb	
Anvendelsesområder	Byggematerialer	Øvrigt
	Taginddækninger Kabelkapper Pakninger i afløbsrør PVC stabilisatorer Tagfolier (indtil 2003) (ref. 2) Maling Vinyl Plastfodlister Linoleum Lakker Blyindfattede ruder Glaseret tegl Farvepigmenter i byggematerialer Keramiske produkter Glasurer	Messing Metallegeringer Krystalglas Elektroniske komponenter Maling til både Batterier Additiv til benzin
Anvendelsestidspunkt i DK	Er frit anvendt frem til 2001, hvorefter begrænsninger indføres (ref. 3). Er tilladt i visse byggematerialer til bevaringsværdige bygninger i form af malinger og inddækninger (ref. 3).	
Bemærkninger	Stoffet er problematisk i forhold til arbejdsmiljøet ved nedrivning og i forhold til det eksterne miljø, hvis det spredes i naturen, da det ophobes i fødekæden (ref. 3).	
Risiko for forurening af andre materialer herunder vandring og afgang	Nej	
Prøvetagning og håndtering af prøver	Malingsprøver foretages med skraber. Malingen opsamles i fx alufolie og emballeres i plast. Der anvendes nitrilhandsker ved håndteringen.	
Supplerende litteratur	(ref. 8, 9, 16, 17, 19, 29, 21, 23, 25, 27, 49, 54, 58, 62, 63, 69, 73, 74, 76, 77)	

Bromerede flammehæmmere (hexaBB)

Stoffets navn	Bromerede flammehæmmere (hexaBB)
Stoffets kemiske betegnelse	Hexabrombiphenyl (hexaBB)
Anvendelsesområder	Flammehæmmer i plast til elektronik
Anvendelsestidspunkt i DK	Hovedsageligt i 1970'erne (<i>ref. 51</i>). Anvendelse i elektrisk og elektronisk udstyr er begrænset siden 2006 (RoHS Direktivet).
Bemærkninger	Er omfattet af Stockholmkonventionen
Risiko for forurening af andre materialer herunder vandring og afgangning	-
Identificering	-
Prøvetagning og håndtering af prøver	-
Supplerende litteratur	(<i>ref. 44</i>)

Bromerede flammehæmmere (PBDE's)

Stoffets navn	Bromerede flammehæmmere (PBDE's)	
Stoffets kemiske betegnelse	Kommercielle blandinger: C-PentaBDE's og C-OktaBDE's. Enkeltkomponenter: Tetra-, Penta-, Hexa- og Hepta-bromdiphenylether.	
Anvendelsesområder generelt	Byggematerialer	Øvrigt
	C-PentaBDE's forefindes i: PVC gulvbelægninger Stiv PUR-skumisolering	C-PentaBDE's forefindes i: 95 % af tilfældene: Fleksibel polyuretanskum for møbler og biler, evt. til rørisolering (2-18 % tilsætning af stoffet) Øvrige 5 % af tilfældene: Elektrisk og elektronisk udstyr (TV, Radio, ...) Kabler Plastik Marine- og industrilak til beskyttelse/coating af containers Tekstiler Hydraulik olie (Off Shore, Coal mining) Gummi i transportbånd Hvidevarer C-Okta-BDE's forefindes i: ABS plast i EEE (Electrical and electronical equipment) – 100 % forekomst af C-OktaBDE's Kabler Elektrisk- og elektronisk udstyr.
Anvendelsestidspunkt i DK	1970-2005 (ref. 51)	
Bemærkninger	Er omfattet af Stockholmkonventionen. Kendskabet til forekomster af bromerede flammehæmmere i danske byggematerialer er meget lille. De mest kendte forekomster er i elektroniske artikler/komponenter (ref. 45).	
Risiko for forurening af andre materialer herunder vandring og afgangning	Bromerede flammehæmmere er kendt for at kunne afgasse fra elektronisk udstyr og møbler. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter (ref. 45)	
Identificering	-	
Prøvetagning og håndtering af prøver	-	
Supplerende litteratur	(ref. 44, 71)	

Bromerede flammehæmmere (HBCD eller HBCDD)

Stoffets navn	Bromerede flammehæmmere – HBCD eller HBCDD	
Stoffets kemiske betegnelse	Hexabromcyclododecane (HBCD eller HBCDD) C ₁₂ H ₁₈ Br ₆	
Anvendelsesområder	Byggematerialer	Øvrigt
	Isoleringsmaterialer EPS og XPS i ind- og udvendige bygningskonstruktioner, samt isoleringspaneler/sandwichelementer.	-
Anvendelsestidspunkt i DK	Siden 1960'erne (ref. 71).	
Bemærkninger	Er omfattet af Stockholm konventionen EPS & XPS – ca. 88 % af forekomst af HBCDD, fx i bygge- og anlægskonstruktioner, i transportkøretøjer og emballage. HIPS (High Impact Polystyrene) i elektrisk og elektronisk udstyr – ca. 2 % af forekomst af HBCDD Polymer dispersion for tekstiler i møbler, gardiner, vægbeklædning i stof, rullegardiner, stof i biler – ca. 10 % forekomst af HBCDD (ref. 71).	
Risiko for forurening af andre materialer herunder vandring og afgang	Afgasning mulig ved opvarmning.	
Prøvetagning og håndtering af prøver		
Supplerende litteratur	(ref. 44)	

Cadmium

Stoffets navn	Cadmium	
Stoffets kemiske betegnelse	Cd	
Anvendelsesområder	Byggematerialer	Øvrigt
	Overfladebehandling af metaller Stabilisator til plast Glaseret tegl /Keramiske glasurer Vinyl Linoleum Farvepigmenter i byggematerialer Følgestof i cement	Batterier (<i>ref. 58</i>) Akkumulatorer/Genopladelige batterier Legeringer til køreledninger Loddemetaller Forefindes i fosforholdig gødning Følgestof til Zink Cadmiering (<i>ref. 58</i>) Elektroniske komponenter
Anvendelsestidspunkt i DK	Anvendes stadig i begrænset omfang, da det er følgestof til zink, som fortsat anvendes.	
Bemærkninger	Cd kan optages i jorden og dermed indgå i fødekæden.	
Risiko for forurening af andre materialer herunder vandring og afgangning	Nej, ikke i byggematerialer.	
Prøvetagning og håndtering af prøver	Foretages med skraber. Malingen opsamles i fx alufolie og emballeres i plast. Der anvendes nitrilhandsker ved håndteringen.	
Supplerende litteratur	<i>(ref. 19, 21, 23, 25, 27, 29, 49, 54, 62, 69, 73, 74, 76, 77)</i>	

CFC

Stoffets navn	CFC	
Stoffets kemiske betegnelse	ChloroFluoroCarbon. Vigtigste eksempler på de ozonnedbrydende typer er: <ul style="list-style-type: none"> • Trichlorfluormethan, CFCl_3 (CFC-11) • Difluordichlormethan, CF_2Cl_2 (CFC-12 eller F-12) • 1,1,2 trichlortrifluorethan, $\text{CF}_2\text{ClCFCl}_2$ (CFC-113). 	
Anvendelsesområder generelt	Byggematerialer	Øvrigt
	Isoleringspaneler, sandwichelementer i Pur og i XPS Fjernvarmerør Bygningsisolering Porte og døre Fugeskum Konstruktionsskum Varmepumper Termostater	Kølemiddel Isoleringsskum i køleskabe og fryser Isoleringsskum i kølemøbler til detailhandel Isoleringsskum i mobile anlæg Som aerosoler (sprays) (ref. 43 (s. 14))
Anvendelsestidspunkt i DK	Start 1960'erne til 1994 (ref. 40) - Brugen ophører i 1990'erne (ref. 43 (s. 61)), idet erstatningsstoffet HFC blev markedsført i 1992. Isoleringsmaterialerne forventes nedtaget inden ca. 2026 (ref. 40).	
Bemærkninger	Er omfattet af Montreal Protocol 1987 (ref. 73). Ved skæring i eller brud på isoleringsmaterialer med CFC-indhold, er der risiko for, at de bundne gasser frigives.	
Risiko for forurening af andre materialer herunder vandring og afgang	CFC'erne er forholdsvis lavmolekylære og kan derfor migrere og fordampe.	
Prøvetagning og håndtering af prøver	Prøvetagning vil typisk være udskæring af store sammenhængende stykker med hobbykniv eller stiksav. Nedknusning af materialet skal undgås, idet gasserne herved bliver frigivet. Prøverne emballeres i gastætte poser eller tætte glas- og metalbeholdere. Der bruges nitrilhandsker ved håndteringen.	
Supplerende litteratur	-	

HCFC

Stoffets navn	HCFC	
Stoffets kemiske betegnelse	HydroChloroFluoroCarbon HCFC-22, HCFC-141b, HCFC-142b (ref. 73)	
	Byggematerialer	Øvrigt
	Bygningsisolering XPS PUR Isoleringspaneler, sandwichelementer (ref. 40) Fjernvarmerør Bygningsisolering Porte og døre Fugeskum Konstruktionsskum	Kølemiddel Isoleringsiskum i køleskabe og fryser Isoleringsiskum i kølemøbler til detailhandel Isoleringsiskum i mobile anlæg
Anvendelsestidspunkt i DK	1991-1994 (ref. 40). 1985-2002 (ref. 43 (s. 61)).	
Bemærkninger	Er omfattet af Montreal Protocol 1987 (ref. 73). Ved skæring i eller brud på isoleringsmaterialer med HCFC-indhold er der risiko for, at de bundne gasser frigives, og efterfølgende medvirker til at nedbryde ozonlaget.	
Risiko for forurening af andre materialer herunder vandring og afgangning	-	
Prøvetagning og håndtering af prøver	Prøvetagning vil typisk være udskæring af store sammenhængende stykker med hobbykniv eller stiksav. Nedknusning af materialet skal undgås, idet gasserne herved bliver frigivet. Prøverne emballeres i gastætte poser eller tætte glas- og metalbeholdere. Der bruges nitrilhandsker ved håndteringen.	
Supplerende litteratur	-	

Klorparaffiner, kortkædede

Stoffets navn	Klorparaffiner, kortkædede	
Stoffets kemiske betegnelse	SCCP	
Anvendelsesområder	Byggematerialer	Øvrigt
	Maling og lak Lim og fugemasse (acryl, butyl, polyuretan, polysulfid) I visse PVC materialer som blødgørere og flammehæmmere	Køle-/skæremidler Garvning af læder Læderfedt Svømmebassin coatingsdekorativ Plastic (som blødgørere) Flammehæmmer i gummi for underground mining Lava-lamper Tekstiler Teltstof Polymere materialer
Anvendelsestidspunkt i DK	Anvendelsesstart skønnet til 1975 (ref.73). Stadig i brug.	
Bemærkninger	Er omfattet af Stockholmkonventionen. Kortkædede klor paraffiner er fundet kræftfremkaldende i rotter og mus. Begrænset viden i flere kommunerne om dette stof og affaldssortering	
Risiko for forurening af andre materialer herunder vandring og afgang	Ja, pga. lav molekylvægt kan stoffet vandre og fordampe.	
Prøvetagning og håndtering af prøver	Materialeprøver udtages med kniv, skrabeprøver, afhugning eller kerneboring. Værktøjet rengøres efter hver prøvetagning. Prøven indpakkes i aluminiumfolie, glas- eller metalbeholder. Der anvendes nitrilhandsker ved håndtering af prøver.	
Supplerende litteratur	(ref. 42, 51 (tabel 17), 71 (kap. 6.5, kap. 6.5.8, 6.5.9))	

Kobber

Stoffets navn	Kobber	
Stoffets kemiske betegnelse	Cu	
Anvendelsesområder	Byggematerialer	Øvrigt
	Inddækninger Tage Ledninger Trykimprægneret træ Pigmenter i maling Keramiske produkter Vandrør Radiatorer	Imprægneringsmidler til fx. træ Malinger specielt til både Trykfarver (<i>ref. 58</i>) Rusbeskyttelsesmidler Bindemidler (<i>ref. 58</i>) Kunstgødning El-artikler
Anvendelsestidspunkt i DK	Anvendes fortsat	
Bemærkninger	Problematisk i vandmiljøet, giftigt for vandorganismer.	
Risiko for forurening af andre materialer herunder vandring og afgangning	-	
Prøvetagning og håndtering af prøver	Foretages med skraber. Malingen opsamles i f.eks. alufolie og emballeres i plast. Der anvendes nitrilhandsker ved håndteringen.	
Supplerende litteratur	<i>(ref. 19, 21, 25, 27, 29, 49, 54, 62, 63, 68, 69, 74, 76, 77)</i>	

Krom

Stoffets navn	Krom	
Stoffets kemiske betegnelse	Cr forekommer i flere varianter eksempelvis Cr (III) og Cr(VI)	
Anvendelsesområder	Byggematerialer	Øvrigt
	Cement, beton og mørtel Rustfrit stål Forkromning af metal Imprægneringsmidler	Bestik Elektrisk og elektronik udstyr
Anvendelsestidspunkt i DK	Anvendes fortsat i byggematerialer, som tilsætninger i maling samt som metallegeringer.	
Bemærkninger	Problem for vandmiljøet ved udvaskning, da stoffet er giftigt for vandorganismer. Allergifremkaldende ved hudkontakt, kræftfremkaldende og mutationsfremmende.	
Risiko for forurening af andre materialer herunder vandring og afgang	Nej	
Prøvetagning og håndtering af prøver	Foretages med skraber (krom og nikkelfri). Malingen opsamles i f.eks. alufolie og emballeres i plast. Der anvendes nitrilhandsker ved håndteringen.	
Supplerende litteratur	(ref. 19, 21, 23, 25, 27, 29, 49, 54, 63, 68, 69, 74, 76, 77)	

Kulbrinter

Stoffets navn	Kulbrinter (C₆-C₃₆)	
Stoffets kemiske betegnelse	Alifatiske kulbrinter (ligekædede kulbrinter)	
Anvendelsesområder	Generelt	Byggematerialer
	-	-
Anvendelsestidspunkt i DK	-	
Bemærkninger	<p>Forekomst af kulbrinter er især nævnt og undersøgt i (ref. 41). De foretagne prøver og testmetoder vurderes ikke at være tilstrækkeligt selektiv, således, at hverken forureningskilden eller -graden, samt konkret type af kulbrinter kan identificeres. I den forbindelse skal det nævnes, at kulbrinter er en meget stor stofgruppe, hvoraf mange af typerne er uproblematisk, mens det er særlige typer, som må betragtes som miljøproblematisk i henhold til denne rapport's definitioner.</p> <p>Kulbrinter forefindes i mineralisk olie, som bliver anvendt blandt andet til formlipmiddel ved betonstøbning. Dette kan betyde, at der på de fleste betonoverflader vil kunne detekteres en højre forekomst af kulbrinter end i fx jord.</p> <p>Dermed vurderes, at der på baggrund af det foreliggende materiale ikke kan angives nærmere oplysninger om de miljøproblematisk dele af stofgruppen.</p>	
Risiko for forurening af andre materialer herunder vandring og afgang	Kulbrinter er flygtige og kan derfor afgasse – især de lette/lavt nummererede.	
Prøvetagning og håndtering af prøver	Som for PAH'er. Det må forventes, at de mest flygtige kulbrinter op til C ₁₀ er fordampede. Opsamling skal ske i glas eller metaldåser med tætsluttende låg. Der bruges nitrilhandsker ved håndteringen.	
Supplerende litteratur	(ref. 19, 27, 54, 58)	

Kviksølv

Stoffets navn	Kviksølv	
Stoffets kemiske betegnelse	Hg	
Anvendelsesområder	Byggematerialer	Øvrigt
	Cement Maling	Elektrisk udstyr (<i>ref. 73</i>) Måleudstyr Lavenergipærer Lysstofrør
Anvendelsestidspunkt i DK	Anvendes fortsat i måleudstyr og lavenergipærer.	
Bemærkninger	Risiko for at stoffet vandrer fra primærkilden til tilstødende materialer. Visse kviksølvforbindelser kan også være flygtige, hvilket oftest ses i elektroniske produkter.	
Risiko for forurening af andre materialer herunder vandring og afgang	Ja, kan trænge ind i tilstødende materialer.	
Prøvetagning og håndtering af prøver	Foretages med skraber. Malingen opsamles i f.eks. alufolie og emballeres i plast. Der anvendes nitrilhandsker ved håndteringen.	
Supplerende litteratur	<i>(ref. 19, 21, 23, 25, 27, 29, 49, 54, 58, 62, 63, 67, 68, 74, 76, 77)</i>	

Nikkel

Stoffets navn	Nikkel	
Stoffets kemiske betegnelse	Ni	
Anvendelsesområder	Byggematerialer	Øvrigt
	Keramiske produkter Rustfrit stål Kobberlegeringer Pigmenter i maling Fornikling af metaller	Smykker Knapper Lynlåse Briller Batterier Mønter
Anvendelsestidspunkt i DK	Anvendes fortsat.	
Bemærkninger	Allergifremkaldende ved kontakt.	
Risiko for forurening af andre materialer herunder vandring og afgang	-	
Prøvetagning og håndtering af prøver	Foretages med skraber (krom og nikkelfri).. Malingen opsamles i fx alufolie og emballeres i plast. Der anvendes nitrilhandsker ved håndteringen.	
Supplerende litteratur	(ref. 19, 23, 25, 27, 49, 54, 58, 62, 63, 68, 69, 76)	

PAH'er

Stoffets navn	Tjærestoffer	
Stoffets kemiske betegnelse	Polyaromatiske hydrocarboner PAH'er	
Anvendelsesområder	Byggematerialer	Øvrigt
	Tagpap Tjærepap Tjæreprodukter til fugtspærre Tjære til tætning af sokler Tjæreholdige overfladebehandlinger til tætning af tag- og klæder Tjæreholdige klæber til parketgulve Tjærebundet kork som isoleringsmateriale af kølerum, tag- og vægkonstruktioner Plast Sod fra skorstene (på mursten)	Vejasfalt Tjæreolie til træbeskyttelse (fx jernbanesveller)
Anvendelsestidspunkt i DK	Frem til midten af 1970'erne (<i>ref. 1</i>).	
Bemærkninger	Afhængig af brugen kan der opstå indeklimamæssige problemer pga. afgangning ved normal rumtemperatur. Ved afrensning med varmeudviklende metoder kan der muligvis være risiko for migration eller afgangning, dette er dog ikke fundet dokumenteret endnu. PAH'er er kræftfremkaldende, mutation fremmende og teratogen.	
Risiko for forurening af andre materialer herunder vandring og afgangning	Mulig for især de mest lavmolekylære PAH'er.	
Prøvetagning og håndtering af prøver	Materialeprøver udtages med kniv, skrabeprøver, afhugning eller kerneboring. Værktøjet rengøres efter hver prøvetagning. Prøven indpakkes i aluminiumfolie, glas- eller metalbeholder. Der anvendes nitrilhandsker ved håndtering af prøver. Luftprøver: Udtages med pumper og opsamles på tenaxrør.	
Supplerende litteratur	<i>(ref. 19, 23, 25, 27, 29, 51, 54, 62, 63, 68, 73, 76, 77)</i>	

PCB

Stoffets navn	PCB (Polychlorerede biphenyler)	
Stoffets kemiske betegnelse	PCB - Kan optræde som forskellige varianter med 209 congener (varianter)	
Anvendelsesområder generelt	Byggematerialer	Øvrige anvendelser
	Fugemateriale Malinger Lim Vinylbelægnings Forseglingslim	Industrikemikalier Køle og isoleringsvæsker Kondensatorer Transformatorer Olieholdige ledninger
Anvendelsestidspunkt i DK	1950-1977 i byggematerialer og anden åben anvendelse (ref. 6). Lukket anvendelse op til 1986 i fx olieholdige transformatorer og kabler (ref. 6).	
Bemærkninger	Er omfattet af Stockholmkonventionen. PCB (total) = PCB7 (målt) x 5 (Korrektionsfaktor) (ref. 6) PCB er toksisk og potentiel kræftfremkaldende.	
Risiko for forurening af andre materialer herunder vandring og afgang	Indtrængning (migrering) i tilstødende materialer (sekundære forureninger). Absorption af PCB fra rumluft (tertiære forureninger).	
Prøvetagning og håndtering af prøver	Materialeprøver udtages med kniv, skraber, afhugning eller kerneborring. Værktøjet rengøres efter hver prøvetagning ved afvaskning i acetone. Prøven indpakkes i aluminiumfolie og opbevares i lukket glas- eller metalbeholder. Der anvendes nitrilhandsker ved håndtering af prøver.	
Supplerende litteratur	(ref. 2, 4, 5, 7, 11, 12, 17, 22, 26, 55, 56, 46, 47, 50, 53, 58, 59, 60, 62, 63)	

Zink

Stoffets navn	Zink	
Stoffets kemiske betegnelse	Zn	
Anvendelsesområder	Byggematerialer	Øvrigt
	Konserveret træværk Galvaniseret og varmforzinket materialer Maling Messing Inddækninger Tagrender Tagedløb	Medicin, salver, vitaminpiller Mønter Batterier Galvanisering Varmforzinkning Deodoranter
Anvendelsestidspunkt i DK	Anvendes fortsat.	
Bemærkninger	Metallisk zink leveres til skrothandel. El-artikler – Indsamles via en central ordning for el-artikler - <i>Waste from Electrical and Electronic Equipment</i> (https://www.dpa-system.dk/da/WEEE). Elektronikaffaldsbekendtgørelsen af 2014.	
Risiko for forurening af andre materialer herunder vandring og afgangning	Mulig i tilfælde, hvor zink foreligger som et opløseligt salt eller er omdannet til et salt som følge af syre/basepåvirkning.	
Prøvetagning og håndtering af prøver	Foretages med skraber. Malingen opsamles i fx alufolie og emballeres i plast. Der anvendes nitrilhandsker ved håndteringen.	
Supplerende litteratur	(ref. 8, 19, 23, 25, 27, 49, 54, 62, 63, 68, 69, 76, 77)	

5.5 Bygningsatlas

I nedenstående bliver sammenhængen mellem de enkelte miljøproblematiske stoffer og bygningsdele angivet i skematisk form (Bygningsatlas). Data i skemaerne er baseret på viden indsamlet under stofkort (kap. 5.4).

Der kan forekomme tilfælde, hvor flere forskellige konstruktionsdele med indhold af miljøproblematiske stoffer sidder sammen, og man derved har en ”komposit”. Dette kan være med til at vanskeliggøre både identificeringen af de miljøproblematiske stoffer samt den efterfølgende håndtering. Dette forhold er ikke illustreret eller behandlet i nærværende bygningsatlas. Eksempler på ovennævnte kan være tjære på asbesttag, blyholdige fliser med asbest i fliseklæb samt maling med indhold af bly, PCB og kviksølv.

Farvekoder anvendt i bygningsatlas

Til rubricering af de materialer i den miljøtekniske bygningsatlas er der anvendt følgende farvekode:

- Mørkegrøn farvekode:
Den mørkegrønne farve angiver, at der er stor sandsynlighed for, at der forekommer miljøproblematiske stoffer i de nævnte konstruktioner og materialer. For prøvetagningen betyder det, at der altid bør udtages prøver af den pågældende konstruktion eller det pågældende materiale. Alternativt, hvis der ikke er udtaget prøve til analyse, skal den pågældende konstruktion eller det pågældende materiale betragtes som værende forurenet med det pågældende stof svarende til farligt affald.
- Lysegrøn farvekode:
Den lysegrønne farvekode angiver, at der kan forekomme miljøproblematiske stoffer i de nævnte konstruktioner og materialer. For prøvetagningen betyder det, at der bør tages prøver af konstruktionerne/materialerne, for at fastlægge indholdet af det/de miljøproblematiske stof/stoffer, for efterfølgende at kunne vurdere, om konstruktionerne/materialerne skal håndteres som farligt, forurenet eller rent affald.
Denne kategori omfatter også tilfælde, hvor der er sket afsmitning fra et materiale til et andet.
- Hvid farvekode:
Den hvide farvekode angiver, at der, ifølge praktiske erfaringer og litteraturen, ikke er kendskab til anvendelse af det pågældende stof i konstruktioner eller materialer. For prøvetagningen betyder det, at der på nuværende tidspunkt ikke vurderes at være behov for prøvetagning for de pågældende stoffer i de nævnte konstruktioner eller materialer.
Det gøres opmærksom på, at der kan forekomme forurening med miljøproblematiske stoffer fra afsmitning, migration, afgang eller anden form for spredning, som ikke stammer fra bygningens konstruktioner/materialer, men derimod fra inventar eller tekniske installationer. En nærmere undersøgelse af dette forhold bør især igangsættes, hvis der detekteres PCB- eller kviksølvforurening i en bygning.

Tagkonstruktion

Stoffer	Tidsperiode	Asbest	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Arsen	Kviksølv	Chlorparaffiner	PAH'er	CFC	HCFC	Kulbrinter	PCB	Bromerede flammehæmmere	
Tagpap	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Skifereternit	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Bølgepladeeternit	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Tagplader	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Glaserede teglsten	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Tagfolier	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Membraner	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	

Tagkonstruktion

Stoffer	Tidsperiode	Asbest	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Arsen	Kviksølv	Chlorparaffiner	PAH'er	CFC	HCFC	Kulbrinter	PCB	Bromerede flammehæmmere
Asfalt-produkter	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977																
	1978 - 1986																
	1987- 2020																
Under-strygning	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977																
	1978 - 1986																
	1987- 2020																
Tagklæber, bitumen	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977																
	1978 - 1986																
	1987- 2020																
Imprægneret træ	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977																
	1978 - 1986																
	1987- 2020																
Inddækninger	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977																
	1978 - 1986																
	1987- 2020																
Aftrækskanaler	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977																
	1978 - 1986																
	1987- 2020																

Tagkonstruktion

Stoffer	Tidsperiode	Asbest	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Arsen	Kviksølv	Chlorparaffiner	PAH'er	CFC	HCFC	Kulbrinter	PCB	Bromerede flamme hæmmere	
Tagrender og nedløb	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Isolerings- skum	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	

Facader

Stoffer	Tidsperiode	Asbest	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Arsen	Kviksølv	Chlorparaffiner	PAH'er	CFC	HCFC	Kulbrinter	PCB	Bromerede flamme hæmmere	
Elastiske fuger	0 - 1919		■															
	1920 - 1949		■															
	1950 - 1977	■	■								■						■	■
	1978 - 1986		■								■							■
	1987- 2020		■								■							■
Fugeskum	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																■	■
	1978 - 1986												■	■			■	■
	1987- 2020											■	■				■	■
Maling	0 - 1919		■	■	■	■	■	■	■	■	■							
	1920 - 1949		■	■	■	■	■	■	■	■	■							
	1950 - 1977		■	■	■	■	■	■	■	■	■						■	■
	1978 - 1986		■	■	■	■	■	■	■	■	■						■	■
	1987- 2020		■	■	■	■	■	■	■	■	■							
Inddækninger	0 - 1919		■					■										
	1920 - 1949		■					■										
	1950 - 1977	■	■					■										
	1978 - 1986	■	■					■										
	1987- 2020							■										
Isolering	0 - 1919																	
	1920 - 1949	■																
	1950 - 1977	■																
	1978 - 1986																	
	1987- 2020												■	■				
Papir/pap	0 - 1919																	
	1920 - 1949	■																
	1950 - 1977	■																
	1978 - 1986	■																
	1987- 2020																	
Sprøjteasbest	0 - 1919																	
	1920 - 1949	■																
	1950 - 1977	■																
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	

Facader

Stoffer	Tidsperiode	Asbest	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Arsen	Kviksølv	Chlorparaffiner	PAH'er	CFC	HCFC	Kulbrinter	PCB	Bromerede flamme hæmmere	
Stålplader, Robertson	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Beklædning s-plader	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Teglsten	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Mørtel	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Træ- beklædning	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Sålbænke, eternit	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Tryk- imprægneret træ	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	

Vinduer_døre

Stoffer	Tidsperiode	Asbest	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Arsen	Kviksølv	Chlorparaffiner	PAH'er	CFC	HCFC	Kulbrinter	PCB	Bromerede flammehæmmere	
Termoruder	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1986 - 2020																	
Kantforsegling	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1986 - 2020																	
Maling	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1986 - 2020																	
Elastiske fuger	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1986 - 2020																	
Vindueskit	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Isolering og tætning i branddøre	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Støj-isolerende ruder	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	

Vinduer_døre

Stoffer	Tidsperiode	Asbest	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Arsen	Kviksølv	Chlorparaffiner	PAH'er	CFC	HCFC	Kulbrinter	PCB	Bromerede flammehæmmere
---------	-------------	--------	-----	---------	------	--------	--------	------	-------	----------	-----------------	--------	-----	------	------------	-----	-------------------------

Vindues- og dørrammer	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977																
	1978 - 1986																
	1987- 2020																

Fundament

Stoffer	Tidsperiode	Asbest	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Arsen	Kviksølv	Chlorparaffiner	PAH'er	CFC	HCFC	Kulbrinter	PCB	Bromerede flamme hæmmere	
Eternitind- dækninger	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Sokkelpuds	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Tjære- behandling	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Membran	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Tryk- imprægneret træ	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	

Terrændæk

Stoffer	Tidsperiode	Asbest	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Arsen	Kviksølv	Chlorparaffiner	PAH'er	CFC	HCFC	Kulbrinter	PCB	Bromerede flammehæmmere
Slagger	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977																
	1978 - 1986																
	1987- 2020																
Tjære	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977																
	1978 - 1986																
	1987- 2020																
Asfalt	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977																
	1978 - 1986																
	1987- 2020																
Membran	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977																
	1978 - 1986																
	1987- 2020																
Epoxy	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977																
	1978 - 1986																
	1987- 2020																
Isolering	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977																
	1978 - 1986																
	1987- 2020																

Lofter_dæk

Stoffer	<i>Tidsperiode</i>	Asbest	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Arsen	Kviksølv	Chlorparaffiner	PAH'er	CFC	HCFC	Kulbrinter	PCB	Bromerede flammehæmmere
Loftplader	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977	■															
	1978 - 1986	■															
	1987- 2020																
Akustikplader	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977	■															
	1978 - 1986	■															■
	1987- 2020																■
Sprøjte--isolering	0 - 1919																
	1920 - 1949	■															
	1950 - 1977	■															
	1978 - 1986												■	■			■
	1987- 2020												■	■			■
Plader/fyld i dæk-konstruktion	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977	■											■	■			
	1978 - 1986												■	■			
	1987- 2020												■	■			
Polystyren	0 - 1919																■
	1920 - 1949																■
	1950 - 1977												■	■			■
	1978 - 1986												■	■			■
	1987- 2020												■	■			■
Isolering - hvide asbestplader	0 - 1919																
	1920 - 1949	■															
	1950 - 1977	■															
	1978 - 1986	■															
	1987- 2020																
Maling	0 - 1919		■	■	■	■	■	■	■								■
	1920 - 1949		■	■	■	■	■	■	■								■
	1950 - 1977		■	■	■	■	■	■	■							■	■
	1978 - 1986		■	■	■	■	■	■	■							■	■
	1987- 2020			■	■	■	■	■	■								■

Lofter_dæk

Stoffer	Tidsperiode	Asbest	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Arsen	Kviksølv	Chlorparaffiner	PAH'er	CFC	HCFC	Kulbrinter	PCB	Bromerede flamme hæmmere

Plader i loft over gasinstallation	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977																
	1978 - 1986																
	1987- 2020																

Indvendige vægge

Stoffer	Tidsperiode	Asbest	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Arsen	Kviksølv	Chlorparaffiner	PAH'er	CFC	HCFC	Kulbrinter	PCB	Bromerede flamme hæmmere	
Fliseklæb	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Puds	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Maling	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Vinyl	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Plademateriale	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Plader bag radiator/ kakkelovn	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Keramiske fliser	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	

Stoffer	Tidsperiode	Asbest	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Arsen	Kviksølv	Chlorparaffiner	PAH'er	CFC	HCFC	Kulbrinter	PCB	Bromerede flamme hæmmere		
		0 - 1919																	
Glaserede fliser	1920 - 1949																		
	1950 - 1977																		
	1978 - 1986																		
	1987- 2020																		
	0 - 1919																		
Elastiske fuger	1920 - 1949																		
	1950 - 1977																		
	1978 - 1986																		
	1987- 2020																		
	0 - 1919																		
Tapeter	1920 - 1949																		
	1950 - 1977																		
	1978 - 1986																		
	1987- 2020																		

Gulve

Stoffer	Tidsperiode	Asbest	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Arsen	Kviksølv	Chlorparaffiner	PAH'er	CFC	HCFC	Kulbrinter	PCB	Bromerede flammehæmmere
Fliseklæb	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977																
	1978 - 1986																
	1987- 2020																
Lim	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977																
	1978 - 1986																
	1987- 2020																
Gulvspartel - klæbeprodukt til vinyl	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977																
	1978 - 1986																
	1987- 2020																
Fugemasse	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977																
	1978 - 1986																
	1987- 2020																
Gulvmørtel	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977																
	1978 - 1986																
	1987- 2020																
Støbegulve	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977																
	1978 - 1986																
	1987- 2020																
Puds	0 - 1919																
	1920 - 1949																
	1950 - 1977																
	1978 - 1986																
	1987- 2020																

Gulve

Stoffer	Tidsperiode	Asbest	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Arsen	Kviksølv	Chlorparaffiner	PAH'er	CFC	HCFC	Kulbrinter	PCB	Bromerede flammehæmmere	
		Linoleum	0 - 1919		■	■	■	■	■	■	■							
	1920 - 1949		■	■	■	■	■	■	■									
	1950 - 1977		■	■	■	■	■	■	■								■	■
	1978 - 1986		■	■	■	■	■	■	■								■	■
	1987- 2020			■	■	■	■	■	■									■
Vinyl	0 - 1919		■	■	■	■	■	■	■									
	1920 - 1949		■	■	■	■	■	■	■									
	1950 - 1977	■	■	■	■	■	■	■	■		■						■	■
	1978 - 1986	■	■	■	■	■	■	■	■		■						■	■
	1987- 2020			■	■	■	■	■	■									
Skridsikre gulve	0 - 1919	■	■	■	■	■	■	■	■									
	1920 - 1949	■	■	■	■	■	■	■	■									
	1950 - 1977	■	■	■	■	■	■	■	■								■	■
	1978 - 1986	■	■	■	■	■	■	■	■								■	■
	1987- 2020		■	■	■	■	■	■	■									
Gulvmaling	0 - 1919		■	■	■	■	■	■	■	■								
	1920 - 1949		■	■	■	■	■	■	■	■								
	1950 - 1977	■	■	■	■	■	■	■	■	■							■	■
	1978 - 1986	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						■	■
	1987- 2020		■	■	■	■	■	■	■	■	■							■
Lakeret trægulv	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																■	■
	1978 - 1986																■	■
	1987- 2020																	■
Slagge_Støbeasfalt	0 - 1919		■	■	■	■	■	■	■	■		■						
	1920 - 1949		■	■	■	■	■	■	■	■		■						
	1950 - 1977		■	■	■	■	■	■	■	■		■						
	1978 - 1986		■	■	■	■	■	■	■	■		■						
	1987- 2020		■	■	■	■	■	■	■	■		■						
Keramiske fliser	0 - 1919		■	■	■	■	■	■	■	■								
	1920 - 1949		■	■	■	■	■	■	■	■								
	1950 - 1977		■	■	■	■	■	■	■	■								
	1978 - 1986		■	■	■	■	■	■	■	■								
	1987- 2020		■	■	■	■	■	■	■	■								

Gulve

Stoffer	Tidsperiode	Asbest	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Arsen	Kviksølv	Chlorparaffiner	PAH'er	CFC	HCFC	Kulbrinter	PCB	Bromerede flammehejmere	
Glaserede fliser	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Elastiske fuger	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Magnesitgulve	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Isolering - hvide asbestplader	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Terrazzogulv	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	

Installationer

Stoffer	Tidsperiode	Asbest	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Arsen	Kviksølv	Chlorparaffiner	PAH'er	CFC	HCFC	Kulbrinter	PCB	Bromerede flammehæmmere	
Pakninger	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Affaldsskakte	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Vandvarmere/ varmepumper	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Luftvarmere	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Elevatorbremse	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Faldstammer og kloakrør af støbejern	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Beholderisolering (kedel, kanaler, pakninger)	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	

Installationer

Stoffer	Tidsperiode	Asbest	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Arsen	Kviksølv	Chlorparaffiner	PAH'er	CFC	HCFC	Kulbrinter	PCB	Bromerede flamhæmmere	
Køleanlæg	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Maling på diverse installationer	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	

Elektronik

Stoffer	Tidsperiode	Asbest	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Arsen	Kviksølv	Chlorparaffiner	PAH'er	CFC	HCFC	Kulbrinter	PCB	Bromerede flammehæmmere		
Kabler/ elektronik	0 - 1919		■			■												■	
	1920 - 1949		■			■													■
	1950 - 1977		■			■													■
	1978 - 1986		■			■													■
	1987- 2020		■			■													■
Kabelisolering	0 - 1919	■	■																■
	1920 - 1949	■	■																■
	1950 - 1977	■	■																■
	1978 - 1986		■																■
	1987- 2020		■																■
Fatninger	0 - 1919	■																	■
	1920 - 1949	■																	■
	1950 - 1977	■																	■
	1978 - 1986	■																	■
	1987- 2020																		■
Kondensatorer	0 - 1919																		
	1920 - 1949																		
	1950 - 1977																		
	1978 - 1986																■		
	1987- 2020																■		
Transformatorer	0 - 1919																		
	1920 - 1949																		
	1950 - 1977																		
	1978 - 1986																		
	1987- 2020																		
Akkumulatorer	0 - 1919		■	■			■												
	1920 - 1949		■	■			■												
	1950 - 1977		■	■			■												
	1978 - 1986		■	■			■												
	1987- 2020		■	■			■												
Oliefyldte kabler	0 - 1919																		
	1920 - 1949																		
	1950 - 1977																		
	1978 - 1986																		
	1987- 2020																		

Elektronik

Stoffer	Tidsperiode	Asbest	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Arsen	Kviksølv	Chlorparaffiner	PAH'er	CFC	HCFC	Kulbrinter	PCB	Bromerede flamme hæmmere	
Hydraulikolie	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Termometre/ manometre/ termostater/ flydekontakter	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	
Lyskilder og instrumenter	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1987- 2020																	

Andet

Stoffer	Tidsperiode	Asbest	Bly	Cadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Zink	Arsen	Kviksølv	Chlorparaffiner	PAH'er	CFC	HCFC	Kulbrinter	PCB	Bromerede flamme hæmmere	
Farvet sanitet og porcelæn	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1986 - 2020																	
Beslag	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1986 - 2020																	
Oliefyr	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1986 - 2020																	
Tekstiler	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1986 - 2020																	
Rustfast stål	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1986 - 2020																	
PVC	0 - 1919																	
	1920 - 1949																	
	1950 - 1977																	
	1978 - 1986																	
	1986 - 2020																	
Knust beton	1990	2014																
Genbrugsstabil	1990	2014																
Genbrugsballast	1990	2014																

5.6 Vurdering af metoder til identificering og prøvetagning

Nedenstående miljøproblematiske stoffer, der kan forekomme i bygninger, er behandlet i nærværende projekt.

- Polychlorede biphenyler, PCB (omfattet af Stockholmkonventionen)
- Asbest
- Metallerne bly, cadmium, krom, kobber, nikkel, zink, arsen, kviksølv
- Klorparaffiner, herunder specifikt SCCP (kortkædede), (omfattet af Stockholmkonventionen)
- Tjærestoffer; PAH'er (Fluoranthen; Benzo(b+j+k)fluoranthen; Benz(a)pyren; Ideno(1,2,3-cd)pyren; Dibenz(a,h)anthracen.
- Hydrochlorofluorocarbons (HCFC'er) og Chlorofluorocarbons (CFC'er) (omfattet af Montreal konventionen)
- Kulbrinter (C6-C36)
- Bromerede flammehæmmere (Hexabromobiphenyl, Hexabromodiphenyl ether og heptabromodiphenyl ether, Tetrabromodiphenyl ether og pentabromodiphenyl ether, Hexabromocyclododecane (HBCD eller HBCDD) (omfattet af Stockholmkonventionen)

Projektet har **bekræftet**, at mange forskellige materialer, anvendt i danske bygning, kan indeholde ovennævnte stoffer, samt at nogle af stoffernes anvendelse har fundet sted i en afgrænset en tidsperiode.

Der er, via interviews med nøglepersoner med branchekendskab, identificeret en hensigtsmæssig tilgang til identifikation og prøvetagning af disse miljøproblematiske stoffer i bygninger/byggematerialer.

Informationer om de miljøproblematiske stoffers anvendelsesperiode og anvendelsesområder sammenholdt med oplysninger om bygningens historie, herunder eventuelle renoveringer og ombygninger kan give et billede af hvilke miljøproblematiske stoffer, der kan forekomme i bygningen. På baggrund af dette kan der udpeges risikoområder for hvor stofferne kan forekomme, og der kan foretages en effektiv screening eller kortlægning af de miljøproblematiske stoffer i disse områder af bygningen.

Identifikation og prøvetagning af miljøproblematiske stoffer i bygninger er baseret på erfaringsbaseret viden, hvilket fremgår af ovenstående og er dermed afhængig af de erfaringer de personer, som er ansvarlige for nedrivningen eller renoveringen, har vedrørende disse forhold. Det bygningsatlas, der er udarbejdet, som en del af nærværende projektet, har samlet viden om hvilke byggematerialer en række miljøproblematiske stoffer har været anvendt i samt hvilke perioder materialerne har været anvendt i. Det vurderes at bygningsatlasen, kan være en hjælp ved identificeringen af miljøproblematiske stoffer i bygninger.

Erfaringer viser, at de hurtigvisende on-site-metoder er en værdifuld støtte i screenings- og kortlægningsprocesser, idet metoderne kan anvendes til opsporing af miljøproblematiske stoffer i bygninger. Anvendes XRF- eller FTIR-scanneren i en bygning vil flere overflader kunne screenes direkte og prøveantallet til laboratorieanalyser vil kunne reduceres samtidig med at undersøgelsen bliver mere omfattende. Umiddelbart viser de hurtigvisende metoder sig bedst egnede til tungmetaller. Usikkerheden på resultaterne er dog så stor, at metoderne ikke kan stå alene men skal suppleres med traditionelle kemiske laboratorieanalyser.

6. Konklusion

Der er i projektet ikke fremkommet data, som muliggør kvantitativ vurdering og sammenligning af metoder til fjernelse af miljøproblematisk stoffer fra bygninger i forhold til parametrene: effektivitet, miljøbelastning, indeklima/arbejds miljø, energibehov og økonomi. Oplysninger om de enkelte metoder og teknologier er oftest udarbejdet af producenter af specialudstyr eller stammer fra den erfaring entreprenører har fra anvendelse af metoderne i praksis.

Metoder som nedtagning, fræsning og sandblæsning er meget udbredte, da disse metoder effektivt fjerner de miljøproblematisk stoffer i en evt. overfladebehandling samt i de yderste lag af det underliggende materiale. Fraskæring af beton eller tegl, med sekundærforurening, er også bredt anvendt, da man både arbejder i rent materiale og samtidig får fjernet hele den sekundære forurening.

Især sandblæsning af overflader anvendes i stort omfang. Denne metode genererer imidlertid meget affald, som følge af at der anvendes store mængder blæsemiddel, der under afrensningen opblandes med det/de problematiske stoffer, der indgår i den overflade, som fjernes med blæsemidlet. Sandblæsning indebærer endvidere udfordringer omkring støvudvikling og håndtering af dette støv under saneringsprocessen, så der sikres et sikkert arbejdsmiljø, og så spredning af støvet til omgivelserne hindres.

Kemisk afrensning af overflader anvendes hovedsageligt i forbindelse med renovering af bevaringsværdige huse, da der i disse tilfælde kan være konstruktioner, som ikke tåler den mere destruktive behandling, som fræsning og sandblæsning.

NASA-metoden er forsøgt anvendt til fjernelse af PCB, som er trængt ind i beton. Der foreligger ikke repræsentativ dokumentation for metodens effektivitet, men Teknologisk Institut vurderer at selve princippet i metoden fungerer, ud fra erfaringer fra to projekter, hvor metoden har været afprøvet. Metoden er dog ikke fundet egnet, da der er udfordringer med arbejdsmiljøet samt at metoden er omkostningstung såvel i materialeindkøb samt i arbejds gange.

Termiske metoder er under fortsat udvikling. Upublicerede resultater viser, at metoden kan være effektiv til fjernelse af restforureninger af PCB fra nedkøbt beton. Der er dog usikkerhed, om hvorvidt PCB-fjernelse ved termiske metoder brugt i bygninger, reelt fjernes fra materialet eller om PCB i en vis udtrækning fjernes fra overfladen fordi det trænger længere ind i det opvarmede materiale.

De beskrevne metoder/teknologier anvendes, hvor entreprenøren i samarbejde med bygherrer og rådgiver finder dem egnede. Egnetheden af metoden afhænger bl.a. af om bygningen skal renoveres eller nedrives. Ved renovering af bygningen er kravene til restforureningen (udfaldskravene) i indeklimaet afgørende for valget af metoden. Ved nedrivning afgøres valget af metoden, hvad der er mest rentabelt for den udførende.

Det vurderes, at der er et potentiale i at udvikle metoderne til blæserensning, som alternativt til den traditionelle sandblæsning, der genererer meget affald og støv. Affaldsmængder vil kunne reduceres, hvis der benyttes et genanvendeligt blæsemiddel, og dette kan måske også bidrage til reduceret støvudvikling.

Mange forskellige materialer, anvendt i danske bygning, kan indeholde miljøproblematiske stoffer. Nogle af stoffernes anvendelse har fundet sted i en afgrænset tidsperiode.

Til identificering af miljøskadelige stoffer i en bygning, er det hensigtsmæssigt at informationer om forekomst af miljøskadelige stoffer kobles med oplysninger om den historiske anvendelse af bygningen, herunder oplysninger om eventuelle renoveringer eller ombygninger. Disse oplysninger kan benyttes til udpegning af risikoområder for, hvor der kan forekomme miljøproblematiske stoffer.

Identificeringen foretages som en kombination af en screening med de hurtigvisende on-site-metoder som XRF og FTIR og traditionelle laboratorieanalyser.

De hurtigvisende on-site-metoder er en værdifuld støtte i screenings- og kortlægningsprocesser, idet metoderne kan anvendes til opsporing af miljøproblematiske stoffer i bygninger. Anvendes XRF- eller FTIR-scanneren i en bygning vil flere overflader kunne screenes direkte og prøveantallet til laboratorieanalyser vil kunne reduceres samtidig med at undersøgelsen bliver mere omfattende og brugbar ved affaldshåndtering. Usikkerheden på resultaterne er dog så stor, at metoderne ikke kan stå alene men skal suppleres med traditionelle kemiske laboratorieanalyser.

Referencer

DK vejledninger og anvisninger

-
- 1 Styr på stofferne. Fortidens synder. Tjære.
Branchearbejdsmiljørådet for Byggeri og Anlæg. København. Senest revideret d. 2.10.2014.
http://www.styrpaastofferne.dk/fortidens_synder/tjaere#.VKzoqdp7yUk

 - 2 PCB vejledning (mini-udgaven).
Københavns Kommune. Byens Anvendelse Jord of Affald. København. 2014.

 - 3 Branchevejledning om håndtering af bly i bygninger.
BAR – Branchemiljørådet for Bygge- og Anlæg. København. 06/2014.

 - 4 Vejledning om håndtering af PCB-holdige termoruder, vejledning fra MST, nr. 3, 2014.
Miljøstyrelsen. København. 2014.

 - 5 Håndtering og fjernelse af mørtelfuger indeholdende PCB i forbindelse med udskiftning af mørtelfuger.
Teknologisk Institut. Danmark. 2014.

 - 6 Renovering af bygninger med PCB (SBI anvisning 242).
SBI. Ålborg Universitet København. 2013.

 - 7 Undersøgelser og vurdering af PCB i bygninger (SBI anvisning 241).
SBI. Ålborg Universitet København. 2013.

 - 8 Blyvejledning.
Dansk Asbestforening. 2012.

 - 9 Bly i byggeriet – Kompendium, håndtering og sanering.
Triarc A/S Arkitekter. 2012.

 - 10 Bekendtgørelse om affald.
BEK nr. 1309 af 18/12/2012. Miljøministeriet. 2012.

 - 11 Branchevejledning om Håndtering og fjernelse af PCB-holdige bygningsmaterialer.
BAR – Branchemiljørådet for Bygge- og Anlæg. København. 07/2010.

 - 12 PCB-vejledning.
Dansk Asbestforening. 2010.

 - 13 Asbest i bygninger (SBI anvisning 228).
Rasmussen (red.), Torben Valbjørn. SBI. 2010.

 - 14 Byggematerialer med asbest (SBI anvisning 229).
Rasmussen (red.), Torben Valbjørn. SBI. 2010.

 - 15 Asbestvejledning.
Dansk Asbestforening. 2010.

 - 16 At-vejledning - Metallisk bly og blyforbindelser C.o.8.
Arbejdstilsynet. 03/2002.

 - 17 Bekendtgørelse om arbejde med stoffer og materialer.
Retsinformation. 2001.

 - 18 NMK 96 – Nedbrydningsbranchens Miljøkontrolordning 1996.
Miljø- og Energiministeren. Entreprenørforeningens Nedbrydersektion. København. Nov. 1996.

International vejledninger og anvisninger

- 19 Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften) Kapitel 2 Opprydding i forurenset grunn ved bygge- og gravearbejder. Lovdata. Norge.
- 20 Resurs- och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning. Kredslovsrådets riktlinjer uppdaterade maj 2013. Sveriges Byggeindustrier. Stockholm. 2013.
- 21 Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (Altholzverordnung). Verordnung des Bundes Deutschland. 2002. Rev. Feb. 2012.
- 22 Verordnung über die Entsorgung polychlorierter Biphenyle, polychlorierter Terphenyle und halogenerter Monomethyldiphenylmethane – PCB/PCT Abfallverordnung 2000. Rev. feb. 2012. Verordnung des Bundes Deutschland. Fra 06/2000, revision 02/2012.
- 23 Selektiver Abbruch und verwendungsorientierter Rückbau - Checklisten zum präventiven Arbeitsschutz für die am Abbruch Beteiligten. Wangler, O.; Opitz, J.. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Dortmund. Deutschland . 5. Auflage 2010.
- 24 Baurestmassen – Trennung auf der Baustelle. Ein Leitfaden für die Baustelle. 4. Auflage. Hrsg.: Geschäftsstelle Bau. Wien, Österreich. 2006.
- 25 Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung von 1.2 Bodenmaterial (TR Boden). LAGA Länderarbeitsgemeinschaft Abfall. Deutschland. 11.2004.
- 26 Die sachgemäße Entfernung und Entsorgung PCB-haltiger Fugendichtungsmassen und Anstriche; Werkzeuge, Verfahren, Schutzmaßnahmen (Wegleitung für die Bau- und Sanierungspraxis). Amt für Umweltschutz und Energie. Liestal, Schweiz. 06/2004.
- 27 Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln. Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20. Deutschland. 11.2003.
- 28 Richtlinie PCB-haltige FDM. Vollzug Umwelt, BUWAL, Bestell-Nummer VU-4013 2003. Schweiz. 2003.
- 29 Merkblatt zur Durchführung gewerblicher Abbrüche. Stadt Nürnberg, Umweltamt, Abteilung Luft-Lärm_Boden_Wasser_Abfall. Deutschland.
- 30 Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCB-Richtlinie NRW). Ministerialblatt für das Land NRW Nr. 52 8/1996.
- 31 Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCB-Richtlinie). ARGEBAU. Deutschland. 9/1994.
-

DK litteratur fra producenter/patenthavere

- 32 Rensningsmetoder. Cortex Facaderens ApS.
<http://www.facaderens.dk/>
- 33 Valg af rensemetoder. Omø Miljø & Facaderens.
<http://omifa.dk/valg-af-rensemeter/>
-

International litteratur fra producenter/patenthavere

- 34 The Heart of the Sponge-Jet System.
<http://www.spongejet.com/technology.php>
- 35 NLB Water Jet Crawler Now Wireless. 24.03.2011.
<http://www.paintsquare.com/news/>
- 36 Yankee Surface Technologies. Lead Removal. Yankee Fiber Control, INC.
<http://www.yankeefiber.com/leadremoval.php>
- 37 John F. Kennedy Space Center's Activated Metal Treatment System (AMTS) for Paints.
http://technology.ksc.nasa.gov/documents/Tops/TOPS12878_AMTS.pdf
-

DK litteratur baggrund

- 38 PCB-afrensning i Champions League klassen.
Svith, M.. Århus Stiftstidende netavis. 29. august 2014.
<http://stiften.dk/aarhus/pcb-afrensning-i-champions-league-klassen>
- 39 Fakta ark for Miljøsanering.
Københavns Kommune, Jord og Affald. København. Maj/2014.
- 40 Håndtering af isoleringsskum ved nedrivningsarbejder – Note til DAKOFA Netværk for bygge- og anlægsaffald.
Kjeldsen, P.. DAKOFA. 03/2014.
- 41 Øget kvalitet i genanvendelsen af bygge- og anlægsaffald fra genbrugspladserne – Hovedrapport.
Rosendahl, R. M. Dansk Affaldsforening. Frederiksberg. 2014.
- 42 CONSULTATION DRAFT: Survey of short-chain and medium chain chlorinated paraffins – Part of the LOUS-review.
Lassen, C.; mm. Danish Ministry of the Environment. 2014.
- 43 CONSULTATION DRAFT: Survey of selected fluorinated greenhouse gasses – Part of the LOUS-review.
Hansen, E.; mm. Danish Ministry of the Environment. 2014.
- 44 Survey of brominated flame retardants. Part of the LOUIS-review. Environmental Project No. 1536.
Miljøstyrelsen. Copenhagen. 2014.
- 45 Kortlægning, sundheds- og miljøvurdering af flammehæmmere i tekstiler.
Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter nr. 126, 2014.
Nørgaard Andersen, D.; mm. Miljøstyrelsen. 2014.
- 46 Oversigt over miljøproblematiske stoffer – udført af DAKOFA Netværk for bygge- og anlægsaffald.
DAKOFA, 11/2013.
- 47 Kortlægning af PCB i materialer og indeluft.
Langeland, Majbrith; Jensen, Marie K., Konsortium Grontmij A/S/COWI A/S. 12/1013.
- 48 Detection and use of Xenobiotic Compounds.
Jensen, C. V.. Esbjerg Institute of Technology. Aalborg University. 2013.
- 49 Klassiske Pigmenter – Spottest.
Simonsen, K. P., Det Kongelige Danske Kunstakademis Skoler for Arkitektur, Design og Konservering.
Konservatorskolen. Elektronisk. 2013.
- 50 Kortlægning af eksisterende viden om indtrængning af PCB fra fuger til beton- en litteraturgennemgang - Miljøprojekt nr. 1464.
Andersen, H.V., Gunnarsen, L., Kampmann, K., Miljøstyrelsen. København: 2013.
-

51	Opdateret national implementeringsplan for Stockholm Konventionen 2012 om persistente organiske miljøgifte. Redegørelse fra Miljøstyrelsen nr. 2, 2013. Lassen, C.; mm. Miljøstyrelsen. 2013.
52	Sponge-Jet eller sandblæsning – hvad siger nedriverne? Becker, P.. Under Hjelmene nr. 1/2013. s.7. 2013.
53	PCB – fugefjernelse løser ikke problemet. Kolarik, B., Gunnarsen, L. & Grarup, A., Teknik & Miljø, Stads og Havneingeniøren, 9, 46-49. Danmark. 2012.
54	IKKE OFFENTLIGGJORT: Deponering af affald – Prøvetagning og testing. DHI. Miljøstyrelsen. Internt Teknisk Notat. Hørsholm. 2011.
55	Afhjælpningstiltag ved forhøjede PCB-niveauer i indeklimaet. Haven, R.; Langeland, M., Erhvervs- og Byggestyrelsen og Socialministeriet. 2011.
56	PCB i bygninger – opførsel og fysik. Haugaard, Thomas (Golder Associates). Foredrag ved arrangement fra Selskab for Bygningsfysik, IDA: København. 05/2011.
57	Chlorerede paraffiner – Miljø, arbejdsmiljø og affaldshåndtering. Olsen, Ole. Dansk Miljø Analyse. Vedbæk. 05/2011.
58	Listen over uønskede stoffer 2009 – LOUS 2009. Orientering fra Miljøstyrelsen Nr. 3 2010.
59	Forekomst af PCB i en- og tofamiliehuse. Jensen, A. A.; Schleicher, O.; Sebastian, W.; Trap, N.; Zeuthen, F.. Erhvervs- og byggestyrelsen nr. 09/02028. 12/2009.
60	Sundhedsmæssige vurdering af PCB-holdige bygningsfuger – Orientering fra Miljøstyrelsen Nr. 1 2009. Gunnarsen, L.; Larsen, J. Ch.; Mayer, P.; Sebastian, W., Miljøstyrelsen. 2009.
61	Supplement til B-værdivejledningen 2008. Miljøprojekt nr. 1252, 2008. Miljøstyrelsen. 2008.
62	At-vejledning - Stoffer og materialer C.o.1. Arbejdstilsynet. 08/2007.
63	Kortlægning af forurenende stoffer i bygge- og anlægsaffald, Miljøprojekt 1083, 2006. Miljøstyrelsen. København. 2006.
64	Kulbrinte i betonslam. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 17. 2006. Bødker, J.. Miljøministeriet. 2006.
65	Problematiske stoffer i bygge- og anlægsaffald - kortlægning, prognose og bortskaffelsesmuligheder. Miljøprojekt Nr. 1084 2006. Trap, N., et al. Miljøstyrelsen. København. 2002.
66	Kortlægning af substitutionsmuligheder inden for maling-/lakfjernere. Miljøprojekt nr. 530, 2000. Havelund, S.. Miljøministeriet. 2000.
67	Bortskaffelse af kviksølvforurenet jord. Teknik og Administration Nr. 4 1999. Amternes videncenter for Jordforurening. 1999.
83	Termisk stripning af PCB fra sekundært og tertiært forurenede byggematerialer Miljøprojekt 1623, 2014 Hougaard, T. og Mortensen, J. Miljøstyrelsen. 2014

International litteratur baggrund

- 68 Optimierung des Rückbaus /Abbruchs von Gebäuden zur Rückgewinnung und Aufbereitung von Baustoffen unter Schadstoffentfrachtung (insbes. Sulfat) des RC-Materials sowie ökobilanzieller Vergleich von Primär- und Sekundärrohstoffeinsatz inkl. Wiederverwertung.
Weimann, K.; Maytschik, J.; Adam, Ch.; Schulz, T.; Linss, E.; Müller, A., Texte 05/2013.
Umweltbundesamt. Deutschland. 2013.
- 69 Disponering av betongavfall. Faktaark M14 – 2013.
Miljødirektoratet. Trondheim, Norge. 2013.
- 70 Management of C&D waste from generation to final sink - do we forget the volatile harmful substances?
Kjeldsen, P., 2nd International Conference on Final Sinks. Espoo. Finland. 2013
- 71 Study on waste related issues of newly listed POPs and candidate POPs - No
ENV.G.4/FRA/2007/0066.
Consortium ESWI. European Commission. 2011.
- 72 Brug af blæsning med tørre og rensning af finmekanik udstyr og elektronik efter brandskader.
Hagens, T.. Hagens Consult for Arepa Benelux b.v.. Amersfoort. 2011.
- 73 Kartlegging av nyere Fraksjoner av farlig avfall i bygg.
Amlo, S. Norconsult. Klima- og forurensningsdirektoratet. Oslo, Norge. Mars 2010.
- 74 Prioriterte miljøgifter årsrapport - Prioriterte miljøgifter i produkter – data for 2008. TA-2743/2010.
Klima- og forurensnings direktoratet. Oslo, Norge. 2010.
- 75 PCB als Weichmacher in Betonfarben und Fugendichtungen.
Dietschi, M.. Stadt Zürich. Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich UGZ. Zürich. 2008.
- 76 Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften).
Norsk, Miljødirektorat, 2006.
- 77 Abfallvermeidung und -verwertung: Baurestmassen.
Scheibengraf, M.; Reisinger, H. Bundesumweltamt Report. Wien, Österreich. 2005.
- 78 Flame retardants under fire.
Environmental Building News. Volume 13, Number 6. www2.buildinggreen.com. June 2004.
<http://www2.buildinggreen.com/article/flame-retardants-under-fire>
- 79 Forskrift om begrensning i bruk af helse- og miljøfarlige kjemikalier og andre produkter (produktforskriften).
Lovdata. Norge. 2004 (rev. 2014).
- 80 Kurzkettige chlorierte paraffine – Stoffflussanalyse. Schriftenreihe Umwelt Nr. 354.
Bolliger, R.; Randegger-Vollrath, A. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL). Bern, Schweiz. 2003.
- 81 Emissions of organophosphate and brominated flame retardants from selected consumer products and building materials.
Kemmlin, S.; Hahn, O.; Jann, O.. Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM) iv.22.
Berlin, Deutschland. 2003.
- 82 Analyse der Rahmenbedingungen und Identifikation von Hemmnissen für den selektiven Rückbau von Gebäuden in Schleswig-Holstein. Endbericht.
Rentz, O.; Seemann, A.; Pitzini-Duée, B.; Schultermann, F.. Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein. Karlsruhe, Deutschland. 2000.
-

Interviews

	Dato	Firma	Person
S1	02-09-2014	Søndergaard	Kasper Sørensen
S2	04-09-2014	J. Jensen	Thomas Sinding
S3	09-09-2014	BSG miljø	Thomas Olsen
S4	09-09-2014	G. Tscherning A/S	Peter Kongsted
S5	09-09-2009	Willy C	Frank Schultz Petersen
S6	09-09-2014	Brandis	Morten Brandis
S7	10-09-2014	Hockerup	Johnnie Arvidsen
S8	10-09-2014	Teknologisk Institut	Jørn Bødker
S9	15-09-2014	WR-damp	Henrik Nielsen
S10	17-09-2014	Peter Glindemann, Tyskland	Lars Glindemann
S11	18-09-2014	Ømifa	Allan Knudsen
S12	19-09-2014	Abvac	Andreas Jørgensen
S13	22-09-2014	Teknologisk Institut	Eva Pedersen
S14	22-09-2014	DJ Miljø	Janus Poulsen
S15	25-09-2014	WSP Management, Sverige	Per Jonsson
S16	28-09-2014	Golder Associates A/S	Thomas Hougaard
S17	30-09-2014	KLIF/Miljødirektion Norge	Jon Fonnli Larsen
S18	06-10-2014	Dansk Miljøanalyse	Kristoffer Kampmann
S19	20-10-2014	Teknologisk Institut	Nils H. Nilsson
S20	12-12-2014	LearnMark Horsens	Erik U. Hansen
S21	12-12-2014	Arbejdstilsynet	Keld Guldager Pedersen

Bilag 1: Dataindsamling

- 1.1 Spørgeskema, version 1
- 1.2 Spørgeskema, version 2
- 1.3 Interviewramme, udførende
- 1.4 Interviewramme, rådgivere
- 1.5 Interviewramme, laboratorier
- 1.6 Interviewramme, affaldsmottagere
- 1.7 Interviewramme, kommuner

1.2 Spørgeskema, version 2

Spørgsmål	Ansvaret	Hjælpemiddel	Nedrivning		Overtagelsearbejdning						Kemisk rensning				Termisk rensning	Forsøgning	Andet
			Indtagning	Schlagens	Slutning	Skæring	Fræsning	Slutrensning	Slutrensning	Slutrensning	Slutrensning	Slutrensning	Slutrensning	Slutrensning				Slutrensning
	Indtagning		Indtagning af støv og støvpartikler	Indtagning af støv og støvpartikler	Indtagning af støv og støvpartikler	Indtagning af støv og støvpartikler	Indtagning af støv og støvpartikler	Indtagning af støv og støvpartikler	Indtagning af støv og støvpartikler	Indtagning af støv og støvpartikler	Indtagning af støv og støvpartikler	Indtagning af støv og støvpartikler	Indtagning af støv og støvpartikler	Indtagning af støv og støvpartikler	Indtagning af støv og støvpartikler	Indtagning af støv og støvpartikler	Indtagning af støv og støvpartikler
A - Mønstre	Indtagning af støv og støvpartikler																
	Indtagning af støv og støvpartikler																
	Indtagning af støv og støvpartikler																
	Indtagning af støv og støvpartikler																
<p>1. Indtagning af støv og støvpartikler</p> <p>2. Indtagning af støv og støvpartikler</p> <p>3. Indtagning af støv og støvpartikler</p> <p>4. Indtagning af støv og støvpartikler</p> <p>5. Indtagning af støv og støvpartikler</p> <p>6. Indtagning af støv og støvpartikler</p> <p>7. Indtagning af støv og støvpartikler</p> <p>8. Indtagning af støv og støvpartikler</p> <p>9. Indtagning af støv og støvpartikler</p> <p>10. Indtagning af støv og støvpartikler</p> <p>11. Indtagning af støv og støvpartikler</p> <p>12. Indtagning af støv og støvpartikler</p> <p>13. Indtagning af støv og støvpartikler</p> <p>14. Indtagning af støv og støvpartikler</p> <p>15. Indtagning af støv og støvpartikler</p> <p>16. Indtagning af støv og støvpartikler</p> <p>17. Indtagning af støv og støvpartikler</p> <p>18. Indtagning af støv og støvpartikler</p>																	

1.3 Interviewramme, udførende

Udredning af teknologier til identifikation og fjernelse af Miljøproblematiske stoffer og materialer fra bygninger til nedrivning og renovering:

- Skabe overblik over hvilke teknologier, der findes til at fjerne og udsortere materialer, der er forurenede med miljøproblematiske stoffer i bygninger inden, under og efter nedrivning.
- Tillige skal projektet anskueliggøre metoder og tilgange til at identificere og prøvetage bygningsdele, der er forurenede med miljøproblematiske stoffer.
- Projektets resultater skal kunne bruges til at vurdere om der stilles mere specifikke krav til metoder for udsortering af bygningsdele forurenede med miljøproblematiske stoffer ved renovering og inden, under og efter nedrivning.
- Resultaterne skal tillige kunne udgøre en solid del af grundlaget for Miljøstyrelsens kommende regelarbejde i forbindelse med identifikation af miljøskadelige stoffer i bygninger ved renovering og forud for nedrivning.

Byggematerialer

	Fliser	Spartelmasse	Linoleum	Vinyl	Malinger	Afretningslag	Gipsplader	Let beton	Fugemasser 50-77	Fugemasser 30-00	Isoleringsmaterialer	Elektriske apparater	Tjæreprodukter	Membraner
Asbest		x		x		x					x			
Bly	x		x	x	x									
Cadmium	x				x									
Krom	x		x	x	x									
Kobber	x				x									
Nikkel	x				x									
Zink	x		x	x	x									
Arsen	x		x	x	x									
Kviksølv					x									
Chlorparaffiner				x	x			x	x					
PAH'er													x	x
CFC											x	x		
HCFC											x	x		
Kulbrinter													x	x
PCB		x		x	x			x	x		x			

Metoder (fjernelse af miljøproblematiske stoffer og materialer = sanering)

	Nedrivning
	Nedtagning
A – Metoder Er du enig i definitionen?	I klassisk forstand total eller partiel/delvis nedrivning?
B1 - Energi	Brændstofforbrug? Strømforbrug? Energiforbrug til affaldsbortskaffelse?
B2 - Miljø	Affaldsmængder kg/m ² ? Forureningsgrad? Transport omkostninger?
B3 -Materiale	Evt. anvendelsesbegrænsninger? Evt. udfordringer vedr. håndtering af affaldsmaterialet?
B4 - Effektivitet	Vurdering af arbejdsprocesserne? Vurdering i forhold til bygningsdele?
B5 - Økonomi	Omkostningsniveau?
B6 - Tilgængelighed	Er metoden fri/beskyttet? Kan den betale sig (for dig)? Vurdering af uddannelseskraft mm.?
B7 - Arbejdsmiljø	Er metoden arbejdsmiljøvenlig? Støv, støj og vibrationer? Værnemidler?
B8 - Indeklima	Metodens langsigtede effekt på indeklimaet?

Metoder

	Overfladebearbejdning
	Behugning
A – Metoder Er du enig i definitionen?	Fjernelse ved brug af hammer og mejsel eller kango-hammer el. lign.
B1 – Energi	Brændstofforbrug? Strømforbrug? Energiforbrug til affaldsbortskaffelse?
B2 – Miljø	Affaldsmængder kg/m ² ? Forureningsgrad? Transport omkostninger?
B3 – Materiale	Evt. anvendelsesbegrænsninger? Evt. udfordringer vedr. håndtering af affaldsmaterialet?
B4 - Effektivitet	Vurdering af arbejdsprocesserne? Vurdering i forhold til bygningsdele?
B5 - Økonomi	Omkostningsniveau?
B6 – Tilgængelighed	Er metoden fri/beskyttet? Kan den betale sig (for dig)? Vurdering af uddannelseskra v mm.
B7 - Arbejds miljø	Er metoden arbejdsmiljøvenlig? Støv, støj og vibrationer? Værnemidler?
B8 – Indeklima – se nedrivning	Metodens langsigtede effekt på indeklimaet?

Metoder

	Overfladebearbejdning
	Slibning
A – Metoder Er du enig i definitionen?	Fjernelse af overflade ved brug af slibepapir el. lign evt. påmonteret maskine med mekanisk sug?
B1 – Energi	Brændstofforbrug? Strømforbrug? Energiforbrug til affaldsbortskaffelse?
B2 – Miljø	Affaldsmængder kg/m ² ? Forureningsgrad? Transport omkostninger?
B3 – Materiale	Evt. anvendelsesbegrænsninger? Evt. udfordringer vedr. håndtering af affaldsmaterialet?
B4 - Effektivitet	Vurdering af arbejdsprocesserne? Vurdering i forhold til bygningsdele?
B5 - Økonomi	Omkostningsniveau?
B6 – Tilgængelighed	Er metoden fri/beskyttet? Kan den betale sig (for dig)? Vurdering af uddannelseskraft mm.?
B7 - Arbejdsmiljø	Er metoden arbejdsmiljøvenlig? Støv, støj og vibrationer? Værnemidler?
B8 – Indeklima	Metodens langsigtede effekt på indeklimaet?

Metoder

	Overfladebearbejdning
	Skæring
A – Metoder Er du enig i definitionen?	Bortskæring af materiale/tilstødende konstruktion/-materiale ved brug af enten kniv eller hurtigtgående skæreværktøj? -
B1 – Energi	Brændstofforbrug? Strømforbrug? Energiforbrug til affaldsbortskaffelse?
B2 – Miljø	Affaldsmængder kg/m ² ? Forureningsgrad? Transport omkostninger?
B3 – Materiale	Evt. anvendelsesbegrænsninger? Evt. udfordringer vedr. håndtering af affaldsmaterialet?
B4 - Effektivitet	Vurdering af arbejdsprocesserne? Vurdering i forhold til bygningsdele?
B5 - Økonomi	Omkostningsniveau?
B6 – Tilgængelighed	Er metoden fri/beskyttet? Kan den betale sig (for dig)? Vurdering af uddannelseskraft mm.?
B7 - Arbejdsmiljø	Er metoden arbejdsmiljøvenlig? Støv, støj og vibrationer? Værnemidler?
B8 – Indeklima	Metodens langsigtede effekt på indeklimaet?

Metoder

	Overfladebearbejdning
	Fræsning
A – Metoder Er du enig i definitionen?	Fjernelse af overflade samt en del af underliggende konstruktion/-materiale ved brug af mekanisk fræseværktøj påmonteret sug?
B1 – Energi	Brændstofforbrug? Strømforbrug? Energiforbrug til affaldsbortskaffelse?
B2 – Miljø	Affaldsmængder kg/m ² ? Forureningsgrad? Transport omkostninger?
B3 -Materiale	Evt. anvendelsesbegrænsninger Evt. udfordringer vedr. håndtering af affaldsmaterialet?
B4 - Effektivitet	Vurdering af arbejdsprocesserne? Vurdering i forhold til bygningsdele?
B5 - Økonomi	Omkostningsniveau?
B6 – Tilgængelighed	Er metoden fri/beskyttet? Kan den betale sig (for dig)? Vurdering af uddannelseskraft mm.?
B7 - Arbejdsmiljø	Er metoden arbejdsmiljøvenlig? Støv, støj og vibrationer? Værnemidler?
B8 – Indeklima	Metodens langsigtede effekt på indeklimaet?

Metoder

	Overfladebearbejdning
	Blæserensning
A – Metoder Er du enig i definitionen?	Fjernelse af overflade ved brug af forskellige blæsemidler udført ved højtryk herunder også tørisrensning?
B1 – Energi	Brændstofforbrug? Strømforbrug? Energiforbrug til affaldsbortskaffelse?
B2 – Miljø	Affaldsmængder kg/m ² ? Forureningsgrad? Transport omkostninger?
B3 -Materiale	Evt. anvendelsesbegrænsninger? Evt. udfordringer vedr. håndtering af affaldsmaterialet? Nej
B4 - Effektivitet	Vurdering af arbejdsprocesserne? Vurdering i forhold til bygningsdele?
B5 - Økonomi	Omkostningsniveau?
B6 – Tilgængelighed	Er metoden fri/beskyttet? Kan den betale sig (for dig)? Vurdering af uddannelseskraft mm.?
B7 - Arbejdsmiljø	Er metoden arbejdsmiljøvenlig? Støv, støj og vibrationer? Værnemidler?
B8 – Indeklima	Metodens langsigtede effekt på indeklimaet?

Metoder

	Kemisk rensning
	Brug af opløsningsmidler
A – Metoder Er du enig i definitionen?	Fjernelse af materiale ved brug af opløsningsmidler, organiske som uorganiske
B1 - Energi	Brændstofforbrug? Strømforbrug? Energiforbrug til affaldsbortskaffelse?
B2 - Miljø	Affaldsmængder kg/m ² ? Forureningsgrad? Transport omkostninger?
B3 -Materiale	Evt. anvendelsesbegrænsninger? Evt. udfordringer vedr. håndtering af affaldsmaterialet
B4 - Effektivitet	Vurdering af arbejdsprocesserne Vurdering i forhold til bygningsdele
B5 - Økonomi	Omkostningsniveau?
B6 - Tilgængelighed	Er metoden fri/beskyttet? Kan den betale sig (for dig)? Vurdering af uddannelseskraft mm.?
B7 - Arbejds miljø	Er metoden arbejdsmiljøvenlig? Støv, støj og vibrationer? Værnemidler?
B8 - Indeklima	Metodens langsigtede effekt på indeklimaet?

Metoder

	Kemisk rensning
	Rengøring
A – Metoder Er du enig i definitionen?	I klassisk forstand grundrengøring af alle overflader evt. med specialprodukter
B1 - Energi	Brændstofforbrug? Strømforbrug? Energiforbrug til affaldsbortskaffelse?
B2 - Miljø	Affaldsmængder kg/m ² ? Forureningsgrad? Transport omkostninger?
B3 -Materiale	Evt. anvendelsesbegrænsninger? Evt. udfordringer vedr. håndtering af affaldsmaterialet
B4 - Effektivitet	Vurdering af arbejdsprocesserne Vurdering i forhold til bygningsdele
B5 - Økonomi	Omkostningsniveau?
B6 - Tilgængelighed	Er metoden fri/beskyttet? Kan den betale sig (for dig)? Vurdering af uddannelseskraft mm.?
B7 - Arbejds miljø	Er metoden arbejdsmiljøvenlig? Støv, støj og vibrationer? Værnemidler?
B8 - Indeklima	Metodens langsigtede effekt på indeklimaet?

Metoder

	Kemisk rensning
	Ventilering
A – Metoder Er du enig i definitionen?	Reducering af indeklimaproblem ved hjælp af øget/ formindsket ventilation
B1 - Energi	Brændstofforbrug? Strømforbrug? Energiforbrug til affaldsbortskaffelse?
B2 - Miljø	Affaldsmængder kg/m ² ? Forureningsgrad? Transport omkostninger?
B3 -Materiale	Evt. anvendelsesbegrænsninger? Evt. udfordringer vedr. håndtering af affaldsmaterialet
B4 - Effektivitet	Vurdering af arbejdsprocesserne Vurdering i forhold til bygningsdele
B5 - Økonomi	Omkostningsniveau?
B6 - Tilgængelighed	Er metoden fri/beskyttet? Kan den betale sig (for dig)? Vurdering af uddannelseskraft mm.?
B7 - Arbejds miljø	Er metoden arbejdsmiljøvenlig? Støv, støj og vibrationer? Værnemidler?
B8 - Indeklima	Metodens langsigtede effekt på indeklimaet?

Metoder

	Kemisk rensning
	Lermaling/ NASA-metoden
A – Metoder Er du enig i definitionen?	Påføring/-tilføring af kemiske substanser på overflader/ materialer for fjernelse af miljøproblematiske stoffer+ - Metoden kategoriseres som absorberende
B1 - Energi	Brændstofforbrug? Strømforbrug? Energiforbrug til affaldsbortskaffelse?
B2 - Miljø	Affaldsmængder kg/m ² ? Forureningsgrad? Transport omkostninger?
B3 -Materiale	Evt. anvendelsesbegrænsninger? Evt. udfordringer vedr. håndtering af affaldsmaterialet
B4 - Effektivitet	Vurdering af arbejdsprocesserne Vurdering i forhold til bygningsdele
B5 - Økonomi	Omkostningsniveau?
B6 - Tilgængelighed	Er metoden fri/beskyttet? Kan den betale sig (for dig)? Vurdering af uddannelseskra v mm.?
B7 - Arbejds miljø	Er metoden arbejdsmiljøvenlig? Støv, støj og vibrationer? Værnemidler?
B8 - Indeklima	Metodens langsigtede effekt på indeklimaet?

Metoder

	Termisk rensning
	Udbagning
A – Metoder Er du enig i definitionen?	Udtrækning/-fjernelse af miljøproblematiske stoffer ved hjælp af
B1 - Energi	Brændstofforbrug? Strømforbrug? Energiforbrug til affaldsbortskaffelse?
B2 - Miljø	Affaldsmængder kg/m ² ? Forureningsgrad? Transport omkostninger?
B3 -Materiale	Evt. anvendelsesbegrænsninger? Evt. udfordringer vedr. håndtering af affaldsmaterialet? -
B4 - Effektivitet	Vurdering af arbejdsprocesserne? Vurdering i forhold til bygningsdele? -
B5 - Økonomi	Omkostningsniveau?
B6 - Tilgængelighed	Er metoden fri/beskyttet? Kan den betale sig (for dig)? Vurdering af uddannelseskraft mm.?
B7 - Arbejdsmiljø	Er metoden arbejdsmiljøvenlig? Støv, støj og vibrationer? Værnemidler?
B8 - Indeklima	Metodens langsigtede effekt på indeklimaet?

Metoder

	Forsegling
A – Metoder Er du enig i definitionen?	Påføring af forseglere eller indkapsling på materialer der indeholder miljøproblematiske stoffer?
B1 – Energi	Brændstofforbrug? Strømforbrug? Energiforbrug til affaldsbortskaffelse?
B2 – Miljø	Affaldsmængder kg/m ² ? Forureningsgrad? Transport omkostninger?
B3 – Materiale	Evt. anvendelsesbegrænsninger? Evt. udfordringer vedr. håndtering af affaldsmaterialet
B4 - Effektivitet	Vurdering af arbejdsprocesserne? Vurdering i forhold til bygningsdele?
B5 - Økonomi	Omkostningsniveau?
B6 - Tilgængelighed	Er metoden fri/beskyttet? Kan den betale sig (for dig)? Vurdering af uddannelseskraft mm.?
B7 - Arbejdsmiljø	Er metoden arbejdsmiljøvenlig? Støv, støj og vibrationer? Værnemidler?
B8 - Indeklima	Metodens langsigtede effekt på indeklimaet?

Metoder

A – Metoder Er du enig i definitionen?	
B1 - Energi	Brændstofforbrug? Strømforbrug? Energiforbrug til affaldsbortskaffelse?
B2 - Miljø	Affaldsmængder kg/m ² ? Forureningsgrad? Transport omkostninger?
B3 -Materiale	Evt. anvendelsesbegrænsninger? Evt. udfordringer vedr. håndtering af affaldsmaterialet
B4 - Effektivitet	Vurdering af arbejdsprocesserne Vurdering i forhold til bygningsdele
B5 - Økonomi	Omkostningsniveau?
B6 - Tilgængelighed	Er metoden fri/beskyttet? Kan den betale sig (for dig)? Vurdering af uddannelseskraft mm.?
B7 - Arbejdsmiljø	Er metoden arbejdsmiljøvenlig? Støv, støj og vibrationer? Værnemidler?
B8 - Indeklima	Metodens langsigtede effekt på indeklimaet?

1.4 Interviewramme, rådgivere

Telefoninterview

Rådgivere:

Hvilke metoder anbefaler I typisk til nedrivning/sanering?

Har I kendskab til andre (eksempelvis fra udlandet) som burde implementeres i DK?

Hvilke miljøproblematiske stoffer vurderer I er de sværeste at fjerne?

Hvilke miljøproblematiske stoffer anser I for at være de "hotte" i fremtiden?

1.5 Interviewramme, laboratorier

Interview

Laboratorier:

Hvilke miljøskadelige stoffer støder I på i byggematerialer, ved de gængse analysemetoder?

Har I kendskab til andre miljøskadelige stoffer, som normalt ikke analyseres for i byggematerialer, som ses som interfererende stoffer ved disse analysemetoder (Bromerede flammehæmmere, andre tungmetaller, PAH'er osv.)

Hvilke miljøproblematiske stoffer anser I for at være de "hotte" i fremtiden?

Analysemetoder hvilke anvendes og hvorfor?

Har I kendskab til hurtigvisende analysemetoder? Hvad er sikkerheden/usikkerheden ved disse målinger?

Er tilsendte prøveemner udtaget og emballeres korrekt?

Har I retningslinjer for hvordan prøverne skal udtages?

Rådgiver I som laboratorie jeres kunder om affaldssortering, arbejdsmiljø og gængse grænseværdier for byggemateriale osv.?

1.6 Interviewramme, affaldsmodtagere

Telefoninterview

Affaldsmodtagere (ARI + kommunale):

Hvilke miljøproblematiske stoffer ser I oftest ikke kortlagt?

Hvilke miljøproblematiske stoffer anser I for at være de "hotte" i fremtiden?

Hvorledes håndteres de forskellige miljøproblematiske stoffer i jeres regi?

Hvad ser I som de største udfordringer ift. affaldshåndtering i fremtiden?

Der bør spørges ind til punkterne B1+B2 i vores spørgeskema (evt. eftersende det til dem)

Nordgroup:

Hvad ser I som de største udfordringer ift. affaldshåndtering i fremtiden?

Hvilke miljøproblematiske stoffer anser I for at være de "hotte" i fremtiden?

Hvilke er de største udfordringer for jer når affaldet bliver leveret?

Hvorledes håndteres de forskellige miljøproblematiske stoffer i jeres regi? Her tænkes især på hvorledes restprodukter håndteres.

Der bør spørges ind til punkterne B1+B2 i vores spørgeskema (evt. eftersende det til dem)

1.7 Interviewramme, kommune

Telefoninterview

Københavns Kommune:

Hvilke metoder ser I typisk benyttet ved nedrivninger/saneringer?

Anbefaler I nogle metoder selv?

Hvilke miljøproblematiske stoffer ser I oftest ikke kortlagt?

Hvilke miljøproblematiske stoffer anser I for at være de "hotte" i fremtiden?

Bilag 2: Resultater

2.1 workshop TI, Casereview

2.1 Workshop TI, Casereview

Emne: Udpluk af referencer
Teknologisk Instituts workshop.

Teknologisk Instituts cases												
		Tidspunkt	PCB/Klorparafiner	Asbest	Bly, øvrige metaller	Håndtering, bygge- og anlægsaffald	Fugt/skimmel	Øvrige miljøproblematiske stoffer	Strategi/planlægning	Rådgivning	Arbejds miljø-koordination	Input og bidrag fra Workshop d. 3/9-2014
Teknologisk Institut												
Case 1. Screening af brandtomt for miljøproblematiske stoffer mhp affaldshåndtering og genanvendelsesmuligheder		2014	•	•	•	•		•		•		Cd+Hg+Pb+KP'er+Asbest+PCB Benyttet XRF og Kemisk laboratorium Brandtomt
Case 2. Screening af affaldsfraktioner for miljøproblematiske stoffer		2014	•	•	•	•		•		•		XRF-scanner til metaller samt Kemisk laboratorium Træ: naturligt forekomne metaller og Klor
Case 3. Træaffald til genbrug i spånplader		2014	•		•			•		•		Traditionel analyser af : Klor, arsen, chrom, kviksølv, cadmium, bly, kobber, nikkel, zink, flour, lindan, PCB og PCP
Case 4. Træaffald til genbrug		2014	•		•			•		•		Se kommentarer til case 3.
Case 5. Screening og kortlægning		2014	•	•	•	•	•	•		•		Metaller, fokus på prøvetagningsmetodik ved indledende screening
Case 6. Kortlægning, koordinering af nedrivning samt miljøsanering		2013-2014	•	•	•	•			•	•	•	Kortlægning samt styring og tilsyn under udførelse. Metoder til afrensning frit for entreprenør der valgte sandblæsning. Denne metode kunne ikke få fjernet PCB'en i overfladerne og slutteligt måtte der fræses. Sand giver meget affald
Case 7. Total screening af kommunes ejendomme (400 enheder) samt udarbejdelse af risikovurdering samt strategi, kommunikationsplan		2012-2014	•			•			•	•	•	PCB i gulvbelægninger som følge af kondensator læk. Saneringsmetode var at fjerne gulvbelægninger og rengøre.
Case 8. Kortlægning af skadelige stoffer, samt strategioplæg vedr. nedrivning, Sygehus		2013-2014			•	•	•	•		•	•	Fokus på prøvetagningsmetodik, da der var tale om store arealer der skulle kortlægges. Formål med undersøgelser skal italesættes inden omfang defineres således at det er klart for alle hvad undersøgelserne og resultaterne efterfølgende skal benyttes til.

Byggesag og rekvirent		Tidspunkt	PCB/Klorparafiner	Asbest	Bly, øvrige metaller	Håndtering, bygge- og anlægsaffald	Fugt/skimmel	Øvrige miljøproblematiske stoffer	Strategi/planlægning	Rådgivning	Arbejds miljø-koordinering	Input og bidrag fra Workshop d. 3/9-2014
Teknologisk Institut												
Case 9. Arbejdsplan og koordinering ved miljøsanering		2012-2014	.	.	.	.	.	.	.	.	.	PCB-Forsøglings pilot forsøg stor som lille skala. Metode valgt på baggrund af økonomiske overvejelser ift. fredet bygning
Case 10. Miljøscreening af 240 lejemål		2013-2014	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Metodebeskrivelser for skadelige stoffer og affaldshåndtering
Case 11. Kortlægning af skadelige stoffer i 3 institutioner forud for renovering/nedrivning		2013	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Hvilke stoffer kunden vælger der skal prøvetages for er afgørende for resultaterne og til hvorledes disse benyttes ved den videre proces
Case 12. Overordnet strategi for screening af bygninger for skadelige stoffer samt paradigmer for håndtering		2013-2014	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Prøvetagningsmetodik, APV-beskrivelser til drift, tilsyn efter færdigsanering, metoder til sanering valgt
Case 13. Uvildigvurdering af restforurening efter nedrivning ved stikprøvekontrol		2013	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Vurdering om valgt afrensingsmetode (sandblæsning) var tilstrækkelig ift. PCB-forurening
Case 14. Indledende kortlægning samt affaldssorteringsplan		2013	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Indledende kortlægning for rådgiver samt yderligere prøvetagning for entreprenør for nedklassificering af ikke-prøvetagne materialer
Case 15. Indeklimateknisk undersøgelse, samt kortlægning af primærkilder samt arbejdsbeskrivelse ved miljøsanering, fagspecifik beskrivelse af renovering		2013	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Afværgetiltag ved ventilation og rengøring samt fagspecifik beskrivelse af renovering ud fra tilgængelige vejledninger
Case 16. Indeklimateknisk undersøgelse, samt kortlægning		2013	.	.	.	.	.	.	.	.	.	PCB-nedbringelse ved rengøring og særlig ventilation – dokumentation for dettes effekt
Case 17. Indeklimateknisk undersøgelse		2013	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Forsøgning på primærkilder – metode valgt af kunden men yderligere foreslåede tiltag fra valgt
Case 18. Uvildighedsvurdering af metoder til fjernelse af miljøproblematiske stoffer		2013	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Metodebeskrivelse for miljø og arb.miljø ift. håndtering af lave koncentrationer PCB og bly ved små indgreb i konstruktionen. Entreprenør vælger en dyr metode der kræver en masse foranstaltninger og bygherre ønsker hjælp til en mere pragmatisk tilgang til udførelsen for at nedbringe omkostningerne
Case 19. Kortlægning af miljøproblematiske stoffer		2013	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Benyttelse af XRF for større screening ud fra traditionelle prøver
Case 20. Screening for skadelige stoffer, 400 lejemål		2013	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Benyttelse af XRF sammenholdt med traditionelle analysemetoder – også undersøgt for olier
Case 21. Indeklimatekniskundersøgelse.		2013	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Metodebeskrivelse ift. arbejdsprocedurer ved PCB-sanering samt tilsyn hermed. Tilsyn konstaterer at arbejdsprocedurer ikke overholdes.

Vedr. bromerede flammehæmmere	Risiko for forurening af andre materialer herunder vandring og afgangning	Mulig i elektriske og elektroniske produkter, da flammehæmmerne netop anvendes hvor apparaterne bliver mest varme. Afgasning fra kabinetter kan også finde sted men vandring lavere pga. lavere temperatur.
Vedr. CFC'er	Risiko for forurening af andre materialer herunder vandring og afgangning	CFC'erne er forholdsvis lavmolekulære og kan derfor migrere og fordampe.

Metoder til fjernelse af miljøproblematiske stoffer

Der er i projektet ikke fremkommet data, som muliggør kvantitativ vurdering og sammenligning af metoder til fjernelse af miljøproblematiske stoffer fra bygninger.

Projektet peger på, at metoder som nedtagning, fræsning og sandblæsning er meget udbredte, da disse metoder effektivt fjerner de miljøproblematiske stoffer fra overflader. Fraskæring af beton og tegl med sekundærforurening er også bredt anvendt.

Sandblæsning af overflader genererer meget affald og indebærer udfordringer omkring støvudvikling, arbejdsmiljø, og spredning af støvet til omgivelserne. Det vurderes, at der er et potentiale i at udvikle metoderne til blæserensning.

Kemisk afrensning af overflader anvendes hovedsageligt i forbindelse med renovering af bevaringsværdige huse.

Hurtigvisende on-site-metoder som XRF- eller FTIR-scannere er en værdifuld støtte i screenings- og kortlægningsprocesser til opsporing af miljøproblematiske stoffer i bygninger. Usikkerheden på resultaterne er dog så stor, at metoderne ikke kan stå alene, men skal suppleres med traditionelle kemiske laboratorieanalyser.

Indsamlede oplysninger om, hvilke materialer de 15 stoffer eller stofgrupper, der er omfattet af projektet, kan forekomme i, er samlet i stofkort og i oversigtsskemaer, som også angiver, hvilke perioder stofferne antages at have været anvendt i.



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Strandgade 29
1401 København K
Tlf.: (+45) 72 54 40 00

www.mst.dk