



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Byggematerialers bidrag til indeluftens indhold af phthalater

Øien, Turid Borgestrand; Kolarik, Barbara; Gunnarsen, Lars

Publication date:
2015

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Øien, T. B., Kolarik, B., & Gunnarsen, L. (2015). *Byggematerialers bidrag til indeluftens indhold af phthalater*. SBI forlag. SBI Bind 2015:04

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
AALBORG UNIVERSITET KØBENHAVN

BYGGMATERIALERS BIDRAG TIL INDE- LUFTENS INDHOLD AF PHTHALATER

SBI 2015:04



Byggematerialers bidrag til indeluftens indhold af phthalater

Turid Borgstrand Øien
Barbara Kolarik
Lars Gunnarsen

Titel Byggematerialers bidrag til indeluftens indhold af phthalater
Serietitel SBI 2015:04
Udgave 1. udgave
Udgivelsesår 2015
Forfattere Turid Borgstrand Øien, Barbara Kolarik, Lars Gunnarsen
Fagfælle-
bedømmer Jørn Toftum
Sidetal 51
Litteratur-
henvisninger Side 33
Emneord Phthalater, byggematerialer, byggevarer, indeluft, indeklime, indemiljø.

ISBN 978-87-563-1654-5

Omslagfoto Pixabay

Udgiver Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet,
A.C. Meyers Vænge 15, 2450 København SV
E-post sbi@sbi.aau.dk
www.sbi.dk

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



FAGFÆLLE-
BEDØMT

Indhold

Forord	5
1. Indledning, baggrund og formål	6
Baggrund	6
Formål	6
Målgruppe	6
2. Analysemetode	7
2.1. Litteraturgennemgang	7
2.2. Indhentning af producentoplysninger samt stikprøver af produkter	7
2.2.1. NIR-FT Raman Spektroskopi	7
2.3. Phthalatmålinger i bygninger med udbredt forekomst af phthalatholdige byggevarer	8
2.3.1. Phthalatmålinger i luft	8
2.3.2. Phthalatmålinger i støv	9
3. State of the art for phthalater	11
3.1. Emission og eksponering	11
3.2. Forbrug af phthalater i Danmark	13
3.3. Regulering	13
3.3.1. Udvikling	14
3.3.2. Frivillige mærkningsordninger	15
4. Status for byggevarer der traditionelt har indeholdt phthalater	16
4.1. Kabler og ledninger	16
4.1.1. Forbrug	16
4.1.2. Anvendte phthalater or risiko for eksponering	17
4.1.3. Markedsundersøgelse og stikprøver	17
4.1.4. Initiativer og mærkningsordninger	17
4.2. Vinyl gulv-, væg- og loftsbeklædning	17
4.2.1. Forbrug	18
4.2.2. Anvendte phthalater or risiko for eksponering	18
4.2.3. Markedsundersøgelse og stikprøver	18
4.2.4. Initiativer og mærkningsordninger	19
4.3. Tæppefliser med PVC-bagside	19
4.3.1. Forbrug	19
4.3.2. Anvendte phthalater or risiko for eksponering	19
4.3.3. Markedsundersøgelse og stikprøver	19
4.3.4. Initiativer og mærkningsordninger	19
4.4. Tapet/ folie/ klæbefolie/ hyldepapir	20
4.4.1. Forbrug	20
4.4.2. Anvendte phthalater or risiko for eksponering	20
4.4.3. Markedsundersøgelse og stikprøver	20
4.4.4. Initiativer og mærkningsordninger	20
4.5. Spartelmasse, fugemasse og fugeskum	20
4.5.1. Forbrug	21
4.5.2. Anvendte phthalater og risiko for eksponering	21
4.5.3. Markedsundersøgelse og stikprøver	21
4.5.4. Initiativer og mærkningsordninger	21
4.6. Tætningsbånd	21
4.6.1. Forbrug	22
4.6.2. Anvendte phthalater og risiko for eksponering	22
4.6.3. Markedsundersøgelse og stikprøver	22
4.6.4. Initiativer og mærkningsordninger	22
4.7. Lim	22
4.7.1. Forbrug	22

4.7.2.	Anvendte phthalater og risikoen for eksponering.....	22
4.7.3.	Markedsundersøgelse og stikprøver.....	23
4.7.4.	Initiativer og mærkningsordninger.....	23
4.8.	Maling, grunder og lak.....	23
4.8.1.	Forbrug.....	23
4.8.2.	Anvendte phthalater og risikoen for eksponering.....	23
4.8.3.	Markedsundersøgelse og stikprøver.....	24
4.8.4.	Initiativer og mærkningsordninger.....	24
4.9.	Phthalater i udvalgte byggevarer.....	24
5.	Phthalatmålinger i bygninger med udbredt forekomst af phthalatholdige byggevarer.....	26
6.	Diskussion.....	28
6.1.	Forbrug af phthalater i Danmark.....	28
6.2.	Sammenligning af markedsundersøgelse med resultater af Raman Spektroskopi-målinger og indeklimate målinger.....	29
6.3.	Sammenligning af indeklimate målinger med litteratur.....	30
7.	Konklusioner.....	32
8.	Litteratur.....	33
	Bilag A: Forbrug af phthalater i Danmark.....	37
	Bilag B: Stikprøver af byggevarer.....	38
	Bilag C: Eksempel af Raman Spektrum.....	42
	Bilag D: Billeder.....	43
	Bilag E: Analyseresultater.....	46

Forord

Phthalater er en gruppe semi-flygtige kemikalier med attraktive tekniske egenskaber. De anvendes som blødgørere i PVC-gulvbelægning, vægbeklædning og gulvfliser, og de tilsættes til produkter såsom lak, maling, lim. Phthalater bliver konstant afgivet til miljøet, da de ikke er kemisk bundet til PVC-strukturen. Dog er der uklarheder om præcis, hvilke byggematerialer der indeholder phthalater, og hvor mange phthalater der afgives til indemiljøet.

Denne rapport samler aktuel information om anvendelsen af phthalater i danske byggevarer og byggevarernes betydning for vores eksponering for phthalater i bygninger.

Undersøgelsen og rapporten er rekvireret af Energistyrelsen og udarbejdet af seniorforsker Barbara Kolařík, professor Lars Gunnarsen og ph.d.-studerende Turid Borgestrand fra Afdelingen for byggeri og sundhed på SBI.

Vi takker professor Henrik Grum Kjærgaard fra Kemisk Institut på Københavns Universitet, som har foretaget Raman Spektroskopiske analyser af phthalatindholdet i byggevarer, og Teknologisk Institut for hjælp med luft- og støvmålinger. Endvidere takker vi Dag Stinus fra Institut for Byggeri og Anlæg på Danmarks Tekniske Universitet, ledelsen af Gefion Gymnasium og Forbo for tilladelse til at udføre indeklimamålinger.

Rapporten er blevet fagfællebedømt af lektor Jørn Toftum fra Institut for Byggeri og Anlæg og Internationalt Center for Indeklima og Energi på Danmarks Tekniske Universitet.

Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet
Afdelingen for Byggeri og sundhed
Februar 2015

Niels-Jørgen Aagaard
Forskningschef

1. Indledning, baggrund og formål

Phthalater er en gruppe semi-flygtige kemikalier med attraktive tekniske egenskaber. Ved tilsætning til PVC er det muligt at ændre blødheden og fleksibiliteten af plastikken indenfor et bredt spænd. Dermed kan anvendelsesområdet for PVC udvides betydeligt. Langt størstedelen af verdensproduktionen af phthalater på omkring 1 million ton anvendes til blødgøring af PVC.

Phthalater har også attraktive blødgørende skumbegrænsende og fugtregulerende egenskaber ved tilsætning af andre polymerer. Det udnyttes blandt andet i kosmetik, pleje- og rengøringsmidler, farver og lakker samt fugematerialer.

Phthalatholdig PVC kan blandt andet anvendes til fleksible folier, banevarer til gulvbelægning og isolering af kabler og ledninger. Byggevarer der er fremstillet af phthalatfri PVC omfatter blandt andet afløbsrør og hårde fliser til gulvbelægning.

Phthalater har også mange anvendelser i medicinsk udstyr, kosmetik, rengørings- og plejemidler og produkter af PVC som rullegardiner, regntøj og haveslanger. Phthalater i bygninger kommer således både fra byggevarer og forbrugerprodukter.

Baggrund

På grund af de miljø- og sundhedsmæssige effekter, der er identificeret ved en række phthalater, har der de sidste ti år været politisk interesse for at reducere forbruget af disse blødgørere. I dag må man ikke anvende de ifølge EU's REACH forordning klassificerede phthalater i legetøj og forbrugerprodukter til børn under tre år (DEHP, DBP, BBP, DINP, DIDP og DNOP må heller ikke anvendes i legetøj til børn under 14 år). REACH står for Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical substances. Miljøministeriet er kommet med forslag til ny regulering for brug af de klassificerede phthalater DEHP, DBP, BBP og DIBP i en række byggevarer, fx vinylgulve på grund af den eksponering de små børn kan udsættes for gennem bo- og opholdsarealer.

Seneste fokus på forbrugerprodukter i form af bl.a. Miljøstyrelsens undersøgelse (Miljøstyrelsen 2009²) har påvist, at en række af forbrugerprodukter kan indeholde phthalater, som kan afdampe til indeklimaet. Dog er der stadig uklarheder om præcis, hvilke byggematerialer der indeholder phthalater, og hvor mange phthalater som afgives til indemiljøet.

Formål

Det er denne rapports formål at samle aktuel information om anvendelsen af phthalater i danske byggevarer og byggevarernes betydning for vores eksponering for phthalater i bygninger. Videre undersøges byggematerialers bidrag til phthalatkoncentrationen i indeluft og støv på overflader i bygninger.

Målgruppe

Denne rapport er skrevet for at give et overblik over brug og eksponering for phthalater i bygninger. Den henvender sig til bygningsprofessionelle i statslig og kommunal forvaltning i forbindelse med deres udarbejdelse og forvaltning af regler og love samt byggesagsbehandling. Den henvender sig også til interesserede med ansvar for valget af overfladematerialer i byggeriet og andre forskere.

2. Analysemetode

Denne rapport har fokus på de klassificerede phthalater (dvs. de som findes på REACH kandidat- eller autorisationslisten, se kapitel 3.4), øvrigt regulerede samt de mest anvendte phthalater.

2.1. Litteraturgennemgang

Litteraturen er gennemgået for at identificere mulige byggevarer, der kan indeholde phthalater og for at finde viden om koncentrationer i materialer, luft og støv indendørs.

Litteratursøgningen tager udgangspunkt i både national og international litteratur og har både omfattet søgning i forskningsdatabasen Scopus og en bredere søgning på internettet efter litteratur og publikationer fra Danmark og de øvrige nordiske lande samt litteratur der omfatter det europæiske marked. Der er endvidere gennemført søgning i SPIN-databasen (Substances in Products in Nordic Countries) for information om forbrug af de forskellige typer phthalater i henhold til specifikke brancher.

2.2. Indhentning af producentoplysninger samt stikprøver af produkter

Det er gennemført en markedsundersøgelse blandt byggemarkeder og nordiske producenter af plastikbaserede byggevarer med henblik på at specificere, hvilke typer og hvilke mængder af phthalater der bliver anvendt i byggevarer på det danske marked.

Videre har vi gennemført en screening af byggevaremarkedernes udvalg af de plastikbaserede byggevarer på markedernes webshops. Det var oprindelig intentionen at få information fra byggemarkederne vedrørende salgstal for de enkelte byggevaregrupper for at kunne udvælge de mest relevante stikprøveprodukter. Dette har vist sig svært, da mange af byggevaremarkederne har en politik om at ikke give oplysninger om de enkelte producenter, og hvilke produkter der sælger mest.

Markedsundersøgelsens indhentning af tekniske oplysninger er udført både ved søgning på internet og producenternes hjemmesider samt telefon- og mailkorrespondance med kontaktpersoner hos de enkelte producenter. Tekniske informationer, der ikke er lovpligtigt at oplyse, er sjældent tilgængelige på producenternes eller forhandlernes hjemmesider. Men det viste sig, at de danske producenter generelt var meget behjælpelige med de tekniske oplysninger herunder phthalatindhold i produkterne. Resultaterne er vist i kapitel 4.

2.2.1. NIR-FT Raman Spektroskopi

For at få et billede af phthalatindholdet i de muligvis phthalatholdige produkter har vi yderligere gennemført analyser af en række stikprøver fra de byggevarer, hvor producenten ikke oplyses, eller hvor det ikke er lykkedes at få informationerne direkte fra producenten. Gennem NIR- (Near Infrared)-FT (Fourier Transform) – Raman Spektroskopisk analyse har vi kunnet konkludere, om vareprøver var baseret på PVC og om de indeholdt phthalater.

Raman Spektroskopi, som er en analytisk teknik, er egnet til både kvalitativ og kvantitativ analyse af mange typer af kemiske forbindelser i blandinger i flydende, luftformig og fast form.

Spektre af forskellige phthalater blev studeret af Nørbygaard og Berg (2004). De observerede seks karakteristiske Raman-bånd, der kun varierer lidt fra den ene phthalat til den næste. De har også fundet bånd, der er karakteristiske for PVC. Metoden er med succes blevet anvendt til identifikation af PVC og phthalater i bløde gulvbelægnings (Kolarik et al. 2008). Eksempler på Raman-spektre af prøver med og uden phthalater og PVC er vist i Bilag C.

Blandt de identificerede byggevarer har vi valgt 14 til analyse med Raman Spektroskopi. Listen over analyserede byggevarer er vist i Tabel 1. Analyserne blev foretaget ved hjælp af NIR-(Near Infrared)-FT-(Fourier Transform)-Raman Spektroskopi ved Københavns Universitet, Kemisk Institut. Raman-spektre blev optaget på et BRUKER RFS100 Raman-instrument med laser med en bølgelængde på 1064 nm og en effekt varierede fra lille effekt til 280 mW. Resultaterne er vist i kapitel 5.

Tabel 1. Liste over byggevarer analyseret med Raman Spektroskopi.

Byggevarer	Antal af prøver
Kabler/ledninger	2
Vinyl gulvbelægning	2
Vinyl vægbelægning/selvklibende folier	2
Tapet	1
Tæppe	1
Selvklibende tætningsbånd	1
Fugebund	1
Akrylfugemasse	2
Gulvmatte	1
Rullegardin	1

2.3. Phthalatmålinger i bygninger med udbredt forekomst af phthalatholdige byggevarer

Formålet med indeklimamålinger var at vurdere bidrag af de identificerede i litteraturstudie største phthalatkilder i byggevarer til luft og støvkoncentrationer. Målinger af indeluftens og overfladestøvet indhold af phthalater er udført i fem forskellige rum i bygninger med udbredt forekomst af phthalatholdige byggevarer under almindelig brug af bygningerne.

- Skole/kontor/bolig – gulvbelægning
- Kontorrum – bløde kabler
- Lagerrum – bløde kabler
- Kontorrum - reference

Målingerne omfattede desuden indeluftens temperatur, luftfugtighed og luftskifte. Phthalatkoncentrationer blev bestemt både i luft og støv, og prøverne blev indsamlet af SBI og analyseret af Teknologisk Institut.

2.3.1. Phthalatmålinger i luft

Luftprøverne blev udtaget ved hjælp af en pumpe (P-400, E.I. DuPont De Nemars & Company, inc., USA) med et flow på 3,4 l/min \pm 10 %. Pumperne blev placeret i støjrreducerende bokse for at minimere forstyrrelser. Pumperne blev forbundet til XAD-2 adsorberende rør (SKC Inc., Eighty Four, PA, USA) (Figur 1). Luften blev udtaget ca. 1 m over gulvet i løbet af ca. 5-6 ti-

mer, hvilket resulterede i en gennemsnitlig prøveluftmængde på 1,2 m³. Pumpen blev kalibreret før og efter hver prøvetagning med en sæbeboble flowmåler. Alle prøver blev opbevaret ved -20°C grader, indtil de blev sendt til Teknologisk Institut (TI), hvor de blev analyseret ved kapillar gaschromatografi med massespektrometrisk detektion (GC/MS). Luftprøverne blev analyseret for indhold af 18 phthalater, som sammen med deres detektionsgrænser er anført i Tabel 2.



Figur 1. Opsamling af luft. Støjreducerende boks og XAD-2 opsamlingsrør.

Tabel 2. Analyserede phthalater samt detektionsgrænser (LOD) i luft og støv. 1DINP og DIDP er ikke i Teknologisk Instituts standardpakke for phthalater og blev analyseret på vores anmodning, derfor er detektionsgrænserne så høje.

Phthalat	LOD i luft, µg/prøve	LOD i støv, µg/prøve	Phthalat	LOD i luft, µg/prøve	LOD i støv, µg/prøve
Dimethylphthalat (DMP)	0,2	3	Diethylphthalat (DEP)	0,2	1
Diethylphthalat (DEP)	0,2	3	Butylbenzylphthalat (BBP)	0,1	1
Diisobutylphthalat (DIBP)	0,1	1	Dibutoxyethylphthalat (DBEP)	0,2	2
Dibutylphthalat (DBP)	0,1	3	Di-2-ethylhexylphthalat (DEHP)	0,1	2
Di-2-methoxyethylphthalat (D2MEP)	0,2	2	Dicyclohexylphthalat (DCHP)	0,2	4
Di-4-methyl-2-pentylphthalat (D4M2PP)	0,2	1	Dinonylphthalat (DNP)	0,2	4
Di-2-ethoxyethylphthalat (D2EEP)	0,2	2	Diocetylphthalat (DOP)	0,2	2
Dipentylphthalat (DPP)	0,2	0,4	Diisononylphthalat isomere (DINP) ¹	7	14
Hexyl-2-ethylhexylphthalat (HEHP)	0,2	1	Diisodecylphthalat isomere (DIDP) ¹	7	14

2.3.2. Phthalatmålinger i støv

Støv blev indsamlet med hjælp af en 1600 W støvsuger udstyret med en phthalat-fri ALK støvprøveudtagningsanordning (ALK støvindsamler og filter, ALK-Abello, 2004). Kun overfladestøv blev indsamlet; prøverne var taget

over gulvet, fx fra hylder. Efter indsamling blev filtrene indpakket i en polyethylen-pose med lynlås og lagt i køleskab.

Før og efter indsamling blev filtrene vejjet efter konditionering i 3 dage ved 23°C og 40-60 % RH. Analyser samt vejning blev gennemført hos Teknologisk Institut for indhold af de samme 18 phthalater som i luften (Tabel 2). Analyse blev gennemført med GC-MS.

3. State of the art for phthalater

Dette kapitel præsenterer state of the art for phthalater og belyser egenskaber, forbrug, regulering og øvrige indsatser på området, både nationalt og på europæisk niveau.

Phthalater er en fællesbetegnelse for en gruppe forskellige estere af ftal-syren, der tilhører gruppen af semiflygtige organiske stoffer (SVOC) med kogepunkter i området 240-400°C. Phthalater er hovedsagelig brugt til at blødgøre produkter fremstillet af PVC, men anvendes også som blødgørere i akrylbaserede produkter, i plejemidler og som fx fugtighedsbevarende midler, antiskummidler i byggematerialer og forbrugsprodukter. De mest anvendte phthalater står i Tabel 3.

Tabel 3. Liste over de mest anvendte phthalater.

Phthalater	Forkortelse	CAS.nr
Dicyclohexylphthalat	DCHP	84-61-7
Diethylphthalat	DEP	84-66-2
Diisobutylphthalat	DIBP	84-69-5
Dibutylphthalat	DBP	84-74-2
Dinonylphthalat	DNP	84-76-4
Didecylphthalat	DnDP	84-77-5
Butylbenzylphthalat	BBP	85-68-7
Di(2-ethylhexyl) phthalat	DEHP	117-81-7
Di(2-methoxyethyl)phthalat	DMEP	117-82-8
Dioctylphthalat	DNOP	117-84-0
Dimethylphthalat	DMP	131-11-3
Diisodecylphthalat	DIDP	26761-40-0
Diisononylphthalat	DINP	28553-12-0
Diisooctylphthalat	DIOP	27554-26-3

Forskellige phthalater har meget forskellige kemiske og fysiske egenskaber og dermed også brug. De anvendes som blødgørere i PVC-gulvbelægning, vægbeklædning og gulvfliser (fx DEHP, BBP, DNOP), og de tilsættes til produkter såsom lak, maling, lim (fx DEHP, BBP, DBP, DMP). Selvom det er forbudt at bruge de seks regulerede phthalater i legetøj og andre produkter til børn i EU (se Tabel 6), kan de formodentlig stadigvæk bruges i andre lande, hvorfra de risikerer at blive importeret uden kontrol. Både uregulerede produkter, ældre produkter og eventuelle ikke-kontrollerede importerede produkter kan derfor bidrage til indendørskoncentrationer af de regulerede phthalater. Phthalater bruges også som blødgørere i medicinsk udstyr (DEHP), kosmetik (DBP, DEP) og andre forbrugerprodukter såsom håndtag på værktøj, handsker, sikkerhedsbriller, badeforhæng, regntøj, sko osv.

3.1. Emission og eksponering

Phthalater bliver konstant afgivet til miljøet, da de ikke er kemisk bundet til PVC-strukturen. Bløde PVC-materialer vil afgive phthalater, indtil de ikke er bløde længere (Clausen et al. 2003). Phthalater fordampes imidlertid ikke let, da de har et meget lavt damptryk, men spredningen af phthalaters damptryk

er bredt (ved 25°C varierer trykket fra 1,3 Pa for DEP til $1,3 \cdot 10^{-4}$ Pa for DEHP) (Staples et al. 1997). Frigivelseshastigheden af phthalater afhænger bl.a. af procentdel af phthalat i produktet, typen af medie phthalaterne er opløst i og temperaturen. På grund af forskelle i egenskaber mellem de forskellige phthalater, som damptrykket eller tilknyttet til partikel-gas fordelingskoefficienten, findes nogle phthalater mere i gasfase, mens andre er mere tilknyttet partikler og støv. Med stigende molekylvægt og faldende damptryk falder gasfase fraktion, mens fraktionen tilknyttet partikler stiger (Weschler et al. 2008).

Som eksemplificeret i Tabel 4 og Tabel 5 findes større andele af de tunge phthalater (DEHP og BBzP) i indendørsstøv (Becker et al. 2004; Bergh et al. 2011; Bornehag et al. 2004; Clausen et al. 2003; Kolarik et al. 2008; Langer et al. 2010; Øie et al. 1997; Rudel et al. 2003), mens de lette phthalater (DBP, DIBP) findes i større omfang i indeluften (Adibi et al. 2003; Adibi et al. 2008; Bergh et al. 2011; Fromme et al. 2004; Pei et al. 2013; Rudel et al. 2003).

Resultaterne fra overvågningen af koncentrationer af phthalater og deres metabolitter i kropsvæsker, herunder blod og urin, har vist, at mennesker udsættes for flere forskellige phthalater (Adibi et al. 2003; Becker et al. 2004; Calafat et al. 2004; Carlstedt et al. 2013; Green et al. 2005; Koch et al. 2003, 2005), og at små børn ofte er mere udsatte end voksne (Calafat et al. 2004; Green et al. 2005; Heudorf et al. 2007; Koch et al. 2005; Wormuth et al. 2006).

Tabel 4. Median koncentrationer af phthalater i støv ($\mu\text{g/g}$ støv).

Land	Bygningstype	N	DBP	DIBP	BBP	DEHP	Kilde
Danmark	Boliger	497	15	27	3,7	210	Langer et al. 2010
Danmark	Børnehaver	151	38	23	17	500	Langer et al. 2010
Danmark	Boliger	23				858	Clausen et al. 2003
Danmark	Skoler	15				3214	Clausen et al. 2003
Sverige	Boliger	346	150	45	135	770	Bornehag et al. 2004
Norge	Boliger	38	100	10	110	640	Øie et al. 1997
Bulgarien	Boliger	177	9930		340	1050	Kolarik et al. 2008

Tabel 5. Median koncentrationer af phthalater i luft (ng/m^3).

Land	Bygningstype	N	DBP	DIBP	BBP	DEHP	Kilde
Danmark	Kontorer/ institutioner	12	829			258	Miljøstyrelsen, 2003
Sverige	Boliger	10	850	270	21	200	Bergh et al. 2011
Sverige	Kontorer	10	550	230	15	100	Bergh et al. 2011
Sverige	Børnehaver	10	600	190	21	240	Bergh et al. 2011
USA	Boliger	96	480	500	40	190	Adibi et al. 2008
Kina	Boliger	10	1939		3975	2437	Pei et al. 2013

Den omfattende brug af phthalater har bevirket, at vi bliver eksponeret overalt inden døre. Ved omfattende brug af phthalatholdige produkter vil der normalt være høje koncentrationer i indeluft og -støv. Men også bygninger med begrænset brug af phthalatholdige produkter vil have et påviselig phthalatindhold i støv og luft, pga. kemikaliernes allestedsnærværelse.

Korrelationen mellem forekomst af phthalatholdige byggematerialer, anvendelse af phthalatholdige forbrugerprodukter og phthalaters koncentrationer i indeklimaet har været påvist i flere undersøgelser. For eksempel blev der fundet signifikant sammenhæng mellem koncentrationen af BBP og DEHP i overfladestøv i boliger og tilstedeværelsen af PVC-gulve og PVC-vægbeklædning materiale i Sverige (Bornehag et al. 2005). I en bulgarsk undersøgelse blev der fundet signifikant højere koncentrationer af BBP, DEHP og DNOP i indendørs støv i hjem, hvor plejemidler til overflader med

voks og polish blev anvendt. De højeste koncentrationer af DEHP, BBP og DNOP blev fundet i boliger med kombinationen af en lav frekvens af rengøring og omfattende anvendelse af plejemidler (Kolarik et al. 2008). I en nyere undersøgelse fra Sverige blev der endvidere fundet sammenhæng mellem tilstedeværelsen af PVC-gulve i soveværelse og koncentrationer af et BBP-stofskifteprodukt i spædbørns urin (Carlstedt et al. 2013). Situationen er imidlertid anderledes i Danmark, hvor PVC-gulve kun blev fundet i 5% af huse, i forhold til over 50% i Sverige (Langer et al. 2010, Bornehag et al. 2005). Det blev også afspejlet i de relativt lave phthalat-koncentrationer, som blev målt i de danske boliger (Tabel 4; Langer et al. 2010).

3.2. Forbrug af phthalater i Danmark

Selv om der ikke produceres phthalater i Danmark, importeres phthalater og phthalatholdige råvarer til produktion samt færdige produkter, der indeholder phthalater.

Importen af phthalater blev i 2003 estimeret til at ligge omkring 11.500-14.000 ton årligt. Heraf var 6.500 ton rene phthalater, 3.000-5.000 ton var indeholdt i PVC og 2.000-2.500 ton i halvfabrikata (Müller et al 2003). Phthalater brugt som eller til brug som blødgørere i PVC-produkter står for ca. 90 % af importen.

Der produceres omkring en million ton phthalater årligt i Vesteuropa, hvor 90 % af disse går til PVC-produktion (Klima- og forurensningsdirektoratet, Norge, 2011).

DEHP har historisk været en af de vigtigste blødgørere, men stoffet er i EU de seneste tiår i stigende grad blevet erstattet af DINP og DIDP. På globalt plan er brugen af DEHP dog stadig dominerende for blødgørere; mens produktion af DEHP i Vesteuropa faldt til ca. 16 % af det totale phthalatforbrug i 2010, er forbruget af DEHP i fx Asien stadig stabilt og ligger på ca. 60% af total phthalatforbrug (Klima- og forurensningsdirektoratet, Norge, 2011).

3.3. Regulering

Tabel 6. Regulering af de enkeltstående phthalater. Repr. 1B: Kendte eller formodede humane reproduktionstoksiske stoffer med dokumenteret effekt i dyreforsøg. H360Df: Kan skade det ufødte barn. Mis-tænkes for at skade forplantningsevnen. H360FD: Kan skade forplantningsevnen. Kan skade det ufødte barn. H400: Meget giftig for vandlevende organismer. H410: Meget giftig med langvarige virkninger for vandlevende organismer.

Phthalater	CAS.nr	REACH	Klassifikationer
Diisobutylphthalat (DIBP)	84-69-5	Autorisationslisten	Repr. 1B; H360Df
Dibutylphthalat (DBP)	84-74-2	Autorisationslisten	Repr. 1B; H360Df; H400;
Butylbenzylphthalat (BBP)	85-68-7	Autorisationslisten	Repr. 1B; H360Df; H400; H410
Di(2-ethylhexyl) phthalat (DEHP)	117-81-7	Autorisationslisten	Repr. 1B; H360FD
Dihexyl phthalate	84-75-3	Kandidatlisten	Reproduktionsskadelig
Dipentyl phthalate (DPP)	131-18-0	Kandidatlisten	Reproduktionsskadelig
N-pentyl-isopentylphthalate	776297-69-9	Kandidatlisten	Reproduktionsskadelig
Diisopentylphthalate	605-50-5	Kandidatlisten	Reproduktionsskadelig
Bis(2-methoxyethyl) phthalate	117-82-8	Kandidatlisten	Reproduktionsskadelig
1,2-Benzenedicarboxylic acid, di-C7-11-branched and linear	68515-42-4	Kandidatlisten	Reproduktionsskadelig

alkyl esters			
1,2-Benzenedicarboxylic acid, di-C6-8-branched alkyl esters, C7-rich	71888-89-6	Kandidatlisten	Reproduktionsskadelig
Diethylphthalat (DEHP)	117-84-0	EU-forbud i legetøj (som børn vil kunne putte i munden)	
Diisononylphthalat (DINP)	28553-12-0	EU-forbud i legetøj (som børn vil kunne putte i munden)	
Didecylphthalat (DIDP)	26761-40-0	EU-forbud i legetøj (som børn vil kunne putte i munden)	

Liste over EU-klassificerede phthalater som reproduktionsskadelige er vist i Tabel 6 (ECHA, 2014; Miljøministeriet, 2013). DBP, DIBP, BBP og DEHP er endvidere optaget på REACH-forordningens autorisationsliste, hvor der kræves en særlig godkendelse for eventuel anvendelse. Flere phthalater er optaget på REACH-kandidatlisten over særligt problematiske stoffer. Dette betyder blandt andet, at leverandør eller producent ved henvendelse skal oplyse om de klassificerede phthalater, der måtte findes i de aktuelle produkter.

De øvrige phthalater er ikke klassificerede. DINP, DIDP, DNOP er dog i REACH-forordningen omfattet af forbuddet gældende legetøj, som børn kan komme i munden.

3.3.1. Udvikling

Siden 1999 har Danmark haft et nationalt forbud mod alle phthalater i legetøj og småbørnartikler til børn under 3 år i koncentrationer over 0,05 % (Miljøministeriet 2013).

1999: EU-regulering af phthalater (EF, 1999). Blandt andet forbud mod markedsføring af legetøj og småbørnsartikler indeholdende DINP, DEHP, DBP, DIDP, DNOP og BBP, der er beregnet til at blive puttet i munden af børn under tre år.

1999: Miljø- og energiministeriet udvikler strategi og handlingsplan for PVC og phthalater (Miljø- og Energiministeriet, 1991+2).

2000: PVC-afgift (Skatteministeriet, 1999). Loven om afgifter på polyvinylklorid og phthalater omfatter blandt andet:

- bløde rør,
- gulvbelægningsmaterialer, vægbeklædning og loftsbeklædning
- selvklæbende folier og tape i ruller eller strimler
- tagfolier, membranfolier, tagplader og ovenlysvinduer
- presenninger
- isolerede elektriske ledninger, kabler og andre isolerede elektriske ledere
- tagrender, nedløbsrør, stålplader og -profiler.

"Hele phthalat-stofgruppen, herunder stofferne diethylhexylphthalat (DEHP), dibutylphthalat (DBP) og butylbenzylphthalat (BBP), er omfattet af loven." I praksis er også de mindre farlige phthalater afgiftspålagte.

2002: DEHP og DBP er på EU's harmoniserede liste over klassificerede farlige stoffer (Miljøministeriet 2003).

2007: EU-forbud for fremstilling, import og salg af småbørnsartikler til børn indeholdende > 0,1 % vægt DEHP, BBP, DBP skærpes til at også gælde børn i alderen 0-14 år, samt DINP, DIDP, DNOP i legetøj, der kan komme i munden (EF, 2005).

2009: DEHP, DBP, BBP, DMEP og DIBP på Miljøstyrelsens liste over uønskede stoffer (Miljøstyrelsen, 2009). Listen er vejledende signalliste til industrien over stoffer, som Miljøstyrelsen ønsker udfaset og substitueret.

2010: Medicinsk udstyr med indhold af DEHP, BBP og DBP skal særligt mærkes (EF, 2007).

2011: Miljøstyrelsen sender Forslag om at forbyde DEHP, DBP, BBP og DIBP i blandt andet vinylgulve til Det Europæiske Kemikalie Agentur. Dette med henblik på at indføre et fælles europæisk forbud mod import og salg af produkter, der indeholder de fire phthalater (Miljøministeriet, 2011).

2014: Gældende fra 1. december 2015 bekendtgørelse omfatter det danske forbud mod import og salg af varer til indendørs brug, som indeholder ftalaterne DEHP, DBP, BBP og DIBP, og varer hvor dele med disse stoffer kan komme i kontakt med hud eller slimhinder (Miljøministeriet, 2012). Denne bekendtgørelse ophæves dog med virkning fra 15. september 2014. Ophævelsen af Ftalatbekendtgørelsen sker på baggrund af en nylig afgørelse fra EU-Domstolen, som begrænser medlemslandenes mulighed for at fastsætte nationale regler om kemiske stoffer i varer, hvor EU i forvejen har reguleret på det samme område (Miljøministeriet, 2014).

3.3.2. Frivillige mærkningsordninger

Flere af mærkningsordningerne på det danske marked forbyder de farligste phthalater og har udarbejdet kravspecifikationer for en hel række byggevarer. Blomsten udelukker brug af phthalater i indendørs maling og lak. Svane-mærket udelukker brug af phthalater i blandt andet gulve, tekstiler og møbler, ledninger og kabler, der indgår i fx elinstallationer.

4. Status for byggevarer der traditionelt har indeholdt phthalater

Litteraturen viser, at man har anvendt phthalater i rigtig mange produktgrupper på markedet, og eksponeringen afhænger i høj grad af, hvilke forbrugsvarer vi omgiver os med, og hvordan vi omgås disse produkter. Vi kan også se, at enkelte klassificerede phthalater er ved at blive erstattet af mindre skadelige phthalater eller andre blødgørere.

For at få et billede af den mulige eksponering til indeklimaet i dag har vi valgt at kigge nærmere på en række produkter, der traditionelt har indeholdt phthalater. Der er i nærværende projekt fokuseret på byggematerialer og byggevarer til indendørs brug med direkte eksponering via berøring, men også byggevarer med indirekte eksponering via afgang til indeluften eller frigjorte phthalater, der ophobes i støv.

I det følgende gennemgås kort en status for otte af de identificerede byggevarer eller byggevaregrupper:

- Kabler og ledninger
- Gulv-, loft- og vægvinyler
- Tæppefliser med PVC-bagside
- Tapet, klæbefolie og hyldepapir
- Spartel, fugemasse og fugeskum
- Tætningsbånd
- Lim
- Maling, grunder og lak

Med udgangspunkt i litteraturen og den gennemførte markedsundersøgelse (se Bilag B) beskrives hver byggevaregruppe: kort om produktgruppen, phthalatanvendelse, forbrug og udvikling.

Som sidste afsnit vises resultater fra en række byggevares stikprøver, som blev analyseret med Raman Spektroskopi.

4.1. Kabler og ledninger

Grundet sine egenskaber i form af styrke, holdbarhed og fleksibilitet, samt på grund af at materialet er vejrbestandigt og særligt modstandsdygtig overfor kemisk og termisk påvirkning har PVC vundet udbredelse indenfor ledninger og kabler. Produktgrupperne inden for byggeriet omfatter signal- og telekabler, bøjelige ledninger (synlige ledninger) samt installationskabler (Miljøstyrelsen, 2002³).

4.1.1. Forbrug

Kabler og ledninger har traditionelt stået for en stor del af anvendelsen af phthalater som blødgørere blandt de identificerede byggevarer. Omkring halvdelen af den bløde PVC i det danske byggeri anvendes i isolerings- og kappemateriale i elektriske ledninger og kabler (Miljøstyrelsen, 2002³). 25 % af de anvendte blødgørere i Europa kan relateres til ledninger og kabler (ECPI, 2011). Der blev i 2005-07 i gennemsnit importeret 483.976 ton kabler og ledninger til EU, hvoraf phthalatindholdet estimeres til 31.000 ton og DEP estimeres til 6.200 ton (ECHA, 2009¹). I 1999 stod produktion af elkabler for 3.500 ton af phthalat-forbruget i Danmark (Miljø- og Energiministeriet 1999).

4.1.2. Anvendte phthalater og risiko for eksponering

Der er registreret fire typer phthalater i elkabler, herunder DEHP, DBP, DINP og DIDP (Müller et al 2003). Traditionelt har DEHP været den mest anvendte phthalat indenfor kabelindustrien (Miljøstyrelsen, 2002¹). Denne varegruppe har stået for 18,5 % af det totale DEHP forbrug i EU, hvor forbruget estimeres til 52.600 ton (ECHA, 2009¹). Man forventer dog, at forbruget af DEHP og DBP vil falde, da disse er klassificerede som reproduktionstoksiske (Müller et al 2003). Kabelbranchens tidligere udbredte brug af DEHP til blødgøring af PVC er ved at være erstattet af DINP i industrikabler og DIDP i ledninger til kommunikation. Indendørskabler er i en vis udstrækning blevet erstattet af andre materialer end PVC, herunder halogenfri kabler med PE-isolering (Miljøstyrelsen, 2011). DIDP udgør omkring 80 % af dagens blødgørere brugt i ledninger og kabler produceret i EU (Miljøstyrelsen, 2011).

Import af kabler og ledninger sker hovedsagelig fra andre EU-lande (Klima- og forurensningsdirektoratet, 2011), mens kabler i mindre omfang også bliver importeret fra fx Kina.

Kigger man på det europæiske marked udgør import af kabler og ledninger omkring 20 % af produktionen i EU (Miljøstyrelsen, 2011).

Kablers og ledningers bidrag til total eksponering for phthalater fra byggematerialer vurderes som relativt højt på grund af den anvendte mængde og direkte afgivelse til indeklimaet. Der er dog kun enkelte bygninger/rum med særligt stort omfang af kabler, hvor deres bidrag til koncentrationen af phthalater vil være væsentlig.

4.1.3. Markedsundersøgelse og stikprøver

Markedsundersøgelsen for kabler og ledninger har omfattet telefoninterview med to kabelproducenter, hvor den ene får størstedelen af sine kabler og ledninger produceret i Kina og Tyskland (Bilag B). Undersøgelsen underbygger litteraturens oplysninger om udfasning. Den danske produktion af kabler og ledninger har i dag udfaset brug af de klassificerede phthalater og anvender alternative blødgørere. Man ser dog stadig phthalatholdige PVC-kabler og ledninger på markedet. Stikprøverne underbygger, at det er de importerede produkter, der indeholder phthalater, hvor et produkt fra byggevaregruppen importeret fra Kina indeholder DINP.

4.1.4. Initiativer og mærkningsordninger

Der er ikke svanemærkning af kabler og ledninger, men de nordiske svanemærkekriterier for elinstallationer udelukker anvendelse af phthalater, hvilket betyder at kabler og ledninger i svanemærkede elinstallationer ikke må indeholde phthalater.

4.2. Vinyl gulv-, væg- og loftsbeklædning

Phthalater er blevet brugt som blødgørere i PVC-gulve, samt PVC-væg- og loftsbeklædninger og anvendes i en lang række byggerier herunder skoler, sygehuse, kontorer, butikker og boliger (Miljøstyrelsen, 2002³). Disse vinylmaterialer bliver produceret med og uden tekstil eller polyurethan (PUR) som bagsidemateriale (Miljøstyrelsen, 2011). Vinylgulve fås som banevare i ruller eller som fliser, mens vægbeklædning primært fås som banevare. Vinylgulve bliver markedsført som slidstærke, nemme at rengøre og gode steder, hvor det typisk bliver snavset og hårdt belastet som entré og køkken, men også som en lydsvag løsning til børneværelset. Videre kan svejset vinyl holde vandtæt, og det bliver brugt som både gulv- og vægbeklædning i vådrum.

4.2.1. Forbrug

Forbruget af blødgjort PVC til gulv- og vægbeklædning udgjorde i 1991 omkring 16 % (5.300 ton/ år) af det samlede forbrug af blødgjort PVC i Danmark (Miljøstyrelsen, 1991).

Gulv- og vægvinyler er i EU-sammenhæng ansvarlig for en stor del af forbruget af blødgørere. De står for 14 % af de anvendte blødgørere i EU (ECPI, 2011).

Miljø- og Energiministeriet rapporterer i sin handlingsplan fra 1999, at der på det tidspunkt blev importeret 2000 ton phthalater i gulv- og vægbeklædninger til Danmark om året (Miljø- og Energiministeriet 1999). Import af vigtige byggevarer som gulvbelægning og vægbeklædning sker hovedsagelig fra andre EU-lande (Klima- og forurensningsdirektoratet, 2011). I 2008 blev der produceret 1.436.357 ton PVC-gulve inden for EU's medlemslande, mens der blev importeret 111.709 ton PVC-gulve til EU, hvilket svarer til under 10 % af mængden produceret i EU (Miljøstyrelsen, 2011).

4.2.2. Anvendte phthalater og risiko for eksponering

Der er i litteraturen registreret brug af DINP, BBP, DEHP, DIBP og DBP i vinylerne på det danske marked gennem det sidste tiår.

Boligvinyler har ofte indeholdt flere forskellige blødgørere i samme produkt, hvor der i en rapport fra 2003 er registreret tre typer phthalater i gulv-, væg- og loftsbeklædning, herunder DINP, BBP og DEHP (Müller et al 2003). En anden undersøgelse af 15 vægbeklædningsvinyler og 16 gulvbelægningsprodukter på det danske marked (Miljøstyrelsen, 2010) viser, at 11 af vægbeklædningerne indeholdt DIBP, DBP og DEHP, henholdsvis 1-2 phthalater per produkt, dog i meget lave koncentrationer (0,001- 0,005 % (m/m)). Af 16 gulvbelægningsprodukter har man i undersøgelsen fundet tilstedeværelse af DIBP, DBP, BBP eller DEHP i fem af produkterne, hvoraf det ene produkt indeholdt hele tre phthalater, og et andet produkt indeholdt DIBP over 1 % (m/m). I flere af vægbeklædningerne og gulvbelædningerne var der påvist DINP, men dette blev ikke kvantificeret (Miljøstyrelsen, 2010).

Gulvbelægninger på det europæiske marked estimeres til at udgøre et forbrug på 30.200 ton DEHP og 4.290 ton BBP (ECHA, 2009¹). Det er estimeret, at denne byggevaregruppe (gulve og vægbeklædning) har stået for 14,1 % af DEHP-forbruget i EU (ECHA, 2009¹), men de senere år har der udbredt sig en frivillig substituering i branchen af DEHP til alternative blødgørere. Til vinyler godkendt af brancheorganisationen Gulvbranchen anvendes fx udelukkende DINP som blødgører (Gulvbranchen, 2008). Også de større europæiske producenter af vinylgulve rapporterer i dag, at omfanget af phthalater i deres produkter begrænser sig til DINP (Miljøstyrelsen, 2011).

Koncentrationen af blødgørere varierer meget efter gulvtype, hvor de billigere alternativer for privatkunder traditionelt har indeholdt større koncentrationer. En undersøgelse af 25 vinylgulve på det tyske marked viste samlet phthalatkoncentrationer fra 6,3 % - 36,5 % (Miljøstyrelsen, 2011).

Vinylgulv-, væg- og loftsbeklædninger bidrager væsentlig til total eksponering for phthalater fra byggematerialer på grund af den anvendte mængde, større overflader og direkte afgivelse til indeklimaet.

4.2.3. Markedsundersøgelse og stikprøver

Markedsundersøgelsen for vinyler har omfattet indhentning af tekniske specifikationer for en hel række produkter fra to vinylproducenters hjemmesider, samt telefon- og mailkorrespondance med en importør af vinyler fra Kina.

Ingen af de undersøgte produkter indeholder i dag de klassificerede phthalater DEHP, BBP, DBP eller DIBP, hvor de nordiske producenter hovedsagelig anvender DINP i sine vinyler.

4.2.4. Initiativer og mærkningsordninger

I efteråret 2012 er der fremsat et forslag om at forbyde DEHP, DBP, DIBP og BBP i blandt andet vinylgulve på det europæiske marked – også de importerede produkter

(http://www.mst.dk/Nyheder/Nyhedsarkiv/Forbud_mod_farlige_ftalater.htm).

De nordiske svanemærkekriterier for gulv- og vægbeklædninger udelukker anvendelse af phthalater.

4.3. Tæppefliser med PVC-bagside

Tekstile gulvtæpper anvendes i opholdsrum, der ikke er udsat for fugtpåvirkning, og tæppefliser er ofte en løsning for lokaler og miljøer, der kræver stor fleksibilitet som fx adgang til gulv og installationer under tæpperne. Fliserne er videre nemmere at fragte og montere end et heldækkende tæppe. PVC bliver anvendt i limsystemer og PVC-bagside ved hårde tæppefliser. I dag er der i høj grad brugt alternative bagsidematerialer for tæppefliserne produceret i EU, hvor kun 10 – 15 % af tæppefliserne har PVC bagside (Miljøstyrelsen, 2011). Det er typisk de billigste alternativer, der indeholder phthalater.

4.3.1. Forbrug

Produktion af tæppefliser har stået for et årligt forbrug på omkring 75 ton phthalater (Miljøstyrelsen 1999). Det er svært at få et billede af omfanget af tæppefliser importeret til EU, da disse produkter i mange tilfælde kommer under varekategorien tæpper, hvor det antages, at denne import er minimal (Miljøstyrelsen, 2011).

4.3.2. Anvendte phthalater og risiko for eksponering

Der er registreret tre typer phthalater i tæppefliser med PVC-bagside, herunder DINP, DBP og DEHP (Müller et al 2003). Man forventer at forbruget af DBP og DEHP i fliserne vil falde, da disse er klassificerede som reproduktionsstoksiske.

Produktets betydning for total eksponering for phthalater indendørs er væsentlig mindre end for de to grupper beskrevet under kapitel 4.1 og 4.2 pga. mindre mængde phthalater og ikke-direkte kontakt med indeluften. Indendørs anvendelse af tæppefliserne med PVC-bagside er imidlertid en mulig phthalatkilde i bygninger.

4.3.3. Markedsundersøgelse og stikprøver

Markedsundersøgelsen for tæppefliser har omfattet indhentning af oplysninger fra fire europæiske producenter med produkter på det danske marked.

Der har været stort fokus i branchen på at udfase de klassificerede phthalater, hvor de undersøgte tæppefliser i dag enten fremstilles uden phthalater eller indeholdende DINP. Samtlige af de undersøgte producenter har udviklet PVC-frie alternativer, hvor der fx anvendes tekstiler og bitumen. Flere af produkterne benytter genanvendte materialer som tæppebagside, hvilket kan være problematisk med hensyn til at de muligvis kan indeholde phthalater, også de nu klassificerede. Genanvendelsen indebærer en støbning, hvor man blandt andet anvender PVC materiale fra elektronik eller bilindustri, og det kan være svært at finde ud af, om og i hvilket omfang disse kan indeholde de klassificerede stoffer.

4.3.4. Initiativer og mærkningsordninger

Nogle af de undersøgte tæppefliser er i dag indeklimatemærket. Denne mærkningsordning stiller krav om, hvor meget produkterne må påvirke indeklimaet med f.eks. lugtstoffer og kemikalier, der kan irritere hud eller øjne.

Det stiller dog ikke specifikke krav til fx hormonforstyrrende og reproduktionsstoksiske stoffer.

4.4. Tapet/ folie/ klæbefolie/ hyldepapir

Vinyltapeter fremstilles i glat og opskummet udgave (Miljø-Kemi 2001), hvor skumtapeter med struktur bliver brugt som underslag for maling, mens de glatte vinyltapeter derimod ikke skal efterbehandles. Vinyltapeter markedsføres som værende "modstandsdygtigt mod slid, fugt og fedtede børnefinger og kan nemt vaskes af. Denne type tapet er blandt andet velegnet til køkkenet. Skal man have tapet i vådrum, vil det også typisk være et vinyltapet.

Klæbefolie og hyldepapir bliver i Danmark kun brugt i begrænset omfang som dekoration eller beskyttelse af fx ubehandlet træ.

4.4.1. Forbrug

PVC-tapeter omfatter en stor del af tapetmarkedet i EU, men anvendes kun i mindre grad i Skandinavien (Miljøstyrelsen, 2011).

Der blev i 1999 importeret 50 tons phthalater til selvklæbende folier og tape, herunder også til udendørs brug i reklamer og skiltning (Miljøstyrelsen 1999). Import af vinyltapeter til EU er lille sammenlignet med omfanget, der bliver produceret indenfor EU, hvor import af PVC-holdig tapet udgør mindre end 2 % af den europæiske produktion af tapeter generelt (Miljøstyrelsen, 2011).

4.4.2. Anvendte phthalater og risiko for eksponering

Brugen af DEHP og DBP i PVC-tapeter er på det Vesteuropæiske marked ved at blive erstattet af DINP eller andre alternativer som polymerer og adipater.

Det vurderes, at denne gruppe har lille betydning for total eksponering for phthalater indendørs pga. mindre mængde phthalater og begrænset brug af disse produkter i Danmark. Indendørs anvendelse og direkte afgivelse til indeklimaet klassificerer tapeter, folier, klæbefolier og hyldepapirer som en muligt phthalatkilde i bygninger. I særlige tilfælde, hvor produkterne er brugt i store omfang, kan eksponering være væsentlig.

4.4.3. Markedsundersøgelse og stikprøver

Markedsundersøgelsen for tapeter m.m. har omfattet indhentning af oplysninger for tre producenter, henholdsvis fra den ene producents hjemmeside og via telefon- og mailkorrespondance til de to øvrige producenter. Generelt er udmeldingen fra branchen, at de større europæiske producenter i dag producerer tapeter uden phthalater. Den ene producent markedsfører dog et skumtapet, der indeholder phthalater (ønsker ikke at oplyse hvilken), men denne udgår af sortimentet per 1. maj 2013.

4.4.4. Initiativer og mærkningsordninger

Der er ikke udformet svanemærkekriterier for tapeter.

4.5. Spartelmasse, fugemasse og fugeskum

Spartelmasse anvendes til at udjævne og udfylde en overflade før malearbejde fx i samlinger ved gipsplader.

Fugemasse anvendes til tætning af samlinger mellem forskellige materialer, fx i overgang mellem væg og loft, mellem væg og vindue/døre, men også ved rørsamlinger og rørgennemføringer. Det findes forskellige typer fugemasse, hvor nogle er mere elastiske og kan optage bevægelse og er vandtætte.

Fugeskum er også til isolering og tætning fx om rør, vinduer og døre, hvor skummet ekspanderer og udfylder et givent hulrum. Fugeskummet kan i modsætning til fugemassen ikke optage bevægelse, da det bliver hårdt, når det tørrer.

4.5.1. Forbrug

I 1996 blev der anvendt 6-8.000 ton fugemasser årligt, hvor silikonefugemasser (der ikke indeholder phthalater) udgjorde størstedelen efterfulgt af fugemasser af Polyurethan (PUR), Silantermineret polyether (MS) og akryl (Statens Byggeforsknings institut, 1999).

4.5.2. Anvendte phthalater og risiko for eksponering

Phthalater i fugemasse og lim udgør i Danmark 590 ton (Skårup & Skytte 2003) og der er registreret fem typer phthalater i spartelmasse, herunder DINP, DIDP, BBP, DBP og DEHP, hvor man forventer at forbruget af de tre sidstnævnte vil falde, da disse er klassificerede som reproduktionstoksiske (Müller et al. 2003).

Produktion og slutprodukter af lim og fugemasser står for 19 % af BBP forbruget, 1,4 % af DEHP-forbruget og 1 % af DBP-forbruget for varer markedsført i EU (ECHA, 2009¹).

En undersøgelse af 54 fugemasser på det danske marked fandt phthalater i tre. Den ene akrylfugemasse indeholdt 3 % DBP og en anden 16 % DINP samt en MS-polymer fugemasse med 32 % DIDP og 4 % DEHP (Miljøstyrelsen, 2004²). Akrylfugemasser kan typisk indeholde 5-10 % DIDP, mens polysulfid fugemasser er blødgjort med BBP (Miljøstyrelsen, 2000). Fugemasser af MS- polymer har tidligere indeholdt 10- 30 % phthalater, men der arbejdes henimod at fjerne disse. En rapport fra 2004 viser dog stadig 32 % DIDP og 4 % DEHP i målinger af denne type fugemasse (Miljøstyrelsen, 2004).

Selv om phthalatindhold i fugemasser kan være højt, anses produkterne ikke som en væsentlig phthalatkilde blandt byggevarer pga. små produktmængde i forhold til bygningers volumen.

4.5.3. Markedsundersøgelse og stikprøver

Markedsundersøgelsen for spartel, fugemasse og fugeskum har omfattet indhentning af oplysninger fra otte producenter, hvor vi i alt har hentet oplysninger om 40 produkter. Oplysningerne for otte af stikprøverne stammer fra en laboratorietest af akrylfugemasse gennemført af Informationscenter for Miljø og Sundhed (IMS, 2008²). De øvrige oplysninger er hentet fra producenterne hjemmeside eller via korrespondance til producenterne på telefon eller mail.

Fem af produkterne analyseret af IMS indeholdt mellem 3 og 10 procent DINP, og to af produkterne indeholdt DIBP. Phthalatindholdet blev oplyst for fire af de øvrige stikprøver. Oplysninger viste < 10 % DINP for to produkter og < 10 % DIDP for to andre produkter. Producenten oplyste, at den aktuelle DIDP forventes substitueret til phthalatfri blødgørere inden for de næste 2-3 måneder.

4.5.4. Initiativer og mærkningsordninger

De nordiske svanemærkekriterier for Kemiske Byggeprodukter (fugemasser, lim, spartel og udendørs maling) udelukker anvendelse af phthalater.

4.6. Tætningsbånd

Denne produktkategori omfatter en hel række produkter, herunder fugebånd, fugeprofiler, selvklæbende tætningsbånd, tætningslister. De steder, hvor fu-

gen skal kunne optage bevægelse fra den øvrige konstruktion, er det et krav, at fugen er elastisk.

Fugebånd til vandtætning der indstøbes i beton må antages at have begrænset afgasning til det beboede areal og tages ikke med i denne rapport. Fugeprofiler anvendes til glasindsætning og som regnskærme (Miljøstyrelsen, 2002³).

Tætningsbånd bliver typisk brugt for at tætnes fuger eller åbninger i ydervægge i forbindelse med vinduer og døre, men også for at sikre overgang mellem to materialer i et vådrum.

4.6.1. Forbrug

Der er fundet meget begrænset litteratur, som omhandler denne byggevare og ikke noget vedrørende forbrug af disse produkter

4.6.2. Anvendte phthalater og risiko for eksponering

Der er blevet anvendt DEHP, DINP, DBP og DOP som blødgørere i PVC tætningslister (Miljøstyrelsen, 1984).

På linje med fugemasser er produktmængde i forhold til bygningers volumen lille, derfor vurderes på trods af begrænset viden om phthalatindhold i tætningsbånd, at der er ringe risiko for eksponering for phthalater fra disse produkter.

4.6.3. Markedsundersøgelse og stikprøver

Markedsundersøgelsen for tætningsbånd har omfattet indhentning af oplysninger fra fire producenter, henholdsvis via teknisk specifikation af produkterne hos diverse forhandlere, men også via korrespondance per mail. Tætningslisterne i undersøgelsen var gummibaserede, og de indeholdt ikke phthalater.

4.6.4. Initiativer og mærkningsordninger

De nordiske svanemærkekriterier for faste tætningsprodukter udelukker anvendelse af phthalater.

4.7. Lim

Det findes mange forskellige typer lim og produktgruppen inddeles i dispersionslim, lime med organiske opløsningsmidler og hærdende lime (Miljøstyrelsen, 2000). Man har en hel række limtyper, der kommer under betegnelsen konsumentlim eller forbrugerlim, som ikke kan betragtes som en byggevare i denne undersøgelse.

I denne rapport har vi kigget nærmere på lim, der indgår i montering af bygningsdele, og her vil især elastisk lim, der skal kunne optage bevægelse, indeholde blødgørere. Dette kan være montagelim til fliser, akustikplader, gulv- eller vægbeklædning. Blødgørerne gør limen stærkere og smidigere, mere modstandsdygtig over for varme, kulde, vand og olie, samt giver hurtigere limningstid.

4.7.1. Forbrug

En undersøgelse fra 2001 viser et forbrug i phthalater i lim på 220 ton i 2000 og i 2001 (Skårup & Skytte 2003).

4.7.2. Anvendte phthalater og risikoen for eksponering

Phthalater har været anvendt i alle typer limprodukter på det danske marked med hovedvægt på industrilime. Der er registreret fem typer phthalater i lim, herunder DINP, DIDP, BBP, DBP og DEHP, hvor man forventer, at forbruget af de tre sidstnævnte vil falde, da disse er klassificerede som reproduktionstoksiske (Müller et al 2003). Dibutylphthalat (DBP), og i mindre omfang DMP,

DEHP og BBP, anvendes som blødgørere og opløsningsmiddel til polyvinylacetat (PVA), som anvendes i lime, trykfarver og gulvmaterialer samt i cellulose-derivater, der anvendes i lak til overfladebehandling (Plastindustriens uddannelser, 2010). Polyvinylacetat tilsættes blødgørere for at få en fleksibel limfilm, og der kan anvendes op til ca. 20 % DBP i limen (www.miljønet.org).

I 2000 var phthalater stort set udfaset i lime til privat brug, og 90 % af forbruget af phthalater lå inden for industrilime. Afsætningen af phthalater til produktion af lim var på dette tidspunkt domineret af DBP (Miljøstyrelsen, 2000).

For varer markedsført i EU estimeres lim at stå for 5 % af BBP-forbruget (ECHA, 2009²) og 23 % af DBP-forbruget (ECHA, 2009³) samt at lim og fugemasser står for 1,4 % af DEHP forbruget (ECHA, 2009¹).

Selv om phthalatindhold i lim kan være temmelig højt, vurderes, at limprodukter har lille betydning for total eksponering for phthalater indendørs pga. lille produktmængde i forhold til bygningsens volumen, ikke-direkte kontakt med indeluften og begrænset brug af disse produkter i Danmark. I særlige tilfælde, fx i industribygninger, kan eksponering være væsentlig.

4.7.3. Markedsundersøgelse og stikprøver

Markedsundersøgelsen for lim har omfattet indhentning af oplysninger fra tre producenter og i alt 13 produkter. Ingen af produkterne indeholder de klassificerede phthalater, men ét enkelt af produkterne indeholder 20-50 % DPHP (DI-2-Propyl Heptyl phthalat). Dette produkt forventes dog at blive phthalatfrit inden for det næste år ifølge producenten.

4.7.4. Initiativer og mærkningsordninger

Lime med mere end 5 % DBP skal mærkes sundhedsskadelige, og de nordiske svanemærkekriterier for Kemiske Byggeprodukter (fugemasser, lim, spartel og udendørs maling) udelukker anvendelse af phthalater.

4.8. Maling, grunder og lak

Plast- og akrylmaling er betegnelsen for en stor gruppe malinger, der er en af de mest anvendte typer maling i dag. Malingstyper baseret på polyvinylacetat (PVA), epoxy og akryl, samt nitrocelluloselak har tidligere ofte indeholdt phthalater i varierende mængder (Miljøstyrelsen, 2000).

Tilsætning af phthalater gør akrylmaling mere sej og elastisk end ren plastmaling. Epoxy (kunstharpiks) tilsættes phthalater for at blive særlig slidstærkt, og anvendes til blandt andet betongulve.

Grunder bliver brugt i forbindelse med malearbejde, enten som forankring for at hindre at malingen bliver suget ind i materiale, eller på træ og plast for at malingen skal sidde fast.

Nitrocelluloselak bliver hovedsagelig brugt til lakering af træ og har et højt indhold af opløsningsmiddel.

4.8.1. Forbrug

En undersøgelse fra 2001 viser et estimeret forbrug af phthalater i maling og lak på 70 ton i 2000 og i 2001 (Skårup & Skytte 2003).

Producenterne har via Danmarks farve- og limindustri kortlagt forbruget af phthalater og ifølge denne produktkortlægning anvendes phthalatblødgørere ikke længere i vandbaserede bygningsmalinger (Miljøstyrelsen, 2002²).

4.8.2. Anvendte phthalater og risikoen for eksponering

Epoxy malinger har indeholdt ca. 3 % phthalat, primært DBP og hærdere til epoxy-produkter kan indeholde 15-35 % phthalater (Miljøstyrelsen, 2000). Nitrocelluloselak har indeholdt 1-5 % blødgørere (Hoffmann 1996).

En laboratorietest gennemført af IMS i 2008 viser ligeledes ingen phthalater i de 17 undersøgte vægmalinge med MAL-kode 00-1 (IMS, 2008¹). Samme undersøgelse viser et lavt indhold af DMP hos en af de seks grunde, der blev testet.

Brugen af DEHP alene, udgjorde i 1994 omkring 5 ton, men var ifølge brancheorganisationen Danmarks Farve- og limindustri (DLF) ved at ophøre i år 2000 (Miljøstyrelsen, 2000). DBP er ifølge malingsbranchen i Danmark ikke indeholdt i de malingsprodukter, der benyttes inden for vandbaseret væg- og loftsmaling. Produktregistret oplyser dog, at DBP kan indgå i specialprodukter eller i importerede produkter. Maling og lak markedsført i EU estimeres at stå for kun 0,2 % af DEHP-forbruget (ECHA, 2009¹), maling og blæk markedsført i EU estimeres at stå for 2 % af BBP forbruget (ECHA, 2009²), mens maling markedsført i EU estimeres at stå for 2 % af DBP forbruget (ECHA, 2009³).

Da maling og grunde bliver brugt på store overflader, bør disse produkter overvejes som muligvis væsentlige phthalatkilder blandt byggematerialer. Der er dog kun en del af produkterne, hvor phthalater anvendes.

4.8.3. Markedsundersøgelse og stikprøver

Markedsundersøgelsen for maling, grunde og lak har omfattet indhentning af oplysninger fra otte malingsproducenter og stikprøver for i alt 27 produkter. Oplysningerne blev indhentet fra telefon- og mailkorrespondance, men også fra IMS laboratorietest.

Ingen af de undersøgte lakker og malinger indeholder phthalater, mens en af grunde i IMS-laboratorietest indeholdt en lille mængde DMP.

4.8.4. Initiativer og mærkningsordninger

De europæiske blomsten- og nordiske svanemærkekriterier godkender ikke brug af DNOP, DINP og DIDP i maling, grunde eller lakker. Og øvrigt godkender mærkningsordningerne kun brug af phthalater, der på ansøgningstidspunktet er risikovurderet og ikke er klassificeret med en af følgende risikosætninger (eller kombinationer heraf), R60, R61, R62, R50, R51, R52, R53, R50/53, R51/53 og R52/53 ifølge direktiv 67/548/EØF.

4.9. Phthalater i udvalgte byggevarer

Fem af de 14 valgte produkter er lavet i Danmark, fem er importeret fra andre europæiske lande, og vi kunne ikke identificere oprindelse af fire produkter (Tabel 8). I de fleste tilfælde var information om produktets indhold af PVC eller phthalater ikke tilgængeligt, heller ikke for de produkter, hvor producenten kunne identificeres, og hjemmeside kunne findes.

Som vist i Tabel 8 indeholdt de valgte vægbelægninger og gulvbelægninger både PVC og phthalater. Analyser udført med henblik på denne rapport tillader os imidlertid ikke at konkludere, hvilke phthalater produkterne indeholder og i hvilke mængder. Blandt de andre undersøgte materialer indeholdt forlængerledninger også en del PVC og phthalater, selv om det ikke var deres hovedkomponenter.

Tabel 7. Resultater af Raman Spektroskopi-analyser.

	Import	PVC ifølge producenten	PVC ifølge Raman Spektrum	Phthalater ifølge Raman Spektrum
Vægbelægning	Ja/Italien	Ja	Ja	Ja
Selvklebende folie	Ja/Tyskland	Ingen oplysninger	Ja	Ja
Tapet	Ja/Tyskland	Ingen oplysninger	Ja	Ja
Vinyl gulv 1	Nej	Ingen oplysninger	Ja	Ja
Vinyl gulv 2	Nej	Ingen oplysninger	Ja	Ja
Forlængerledning 1	Nej	Ingen oplysninger	Muligvis, men ikke den vigtigste komponent	Ja, lidt
Forlængerledning 2	Ved ikke	Ingen oplysninger	Muligvis, men ikke den vigtigste komponent	Ja, lidt
Tæppe-måtte	Ved ikke	Ingen oplysninger	Nej	Nej
Underlag til parket- og laminatgulv	Ved ikke	Ingen oplysninger	Nej	Nej
Selvklebende tætningsbånd	Ja/EU	Ingen oplysninger	Nej	Nej
Fugebund	Nej	Nej	Nej	Nej
Akrylfugemasse 1	Nej	Nej	Nej	Muligvis (eller en anden polyester)
Akrylfugemasse 2	Ved ikke	Ingen oplysninger	Nej	Muligvis (eller en anden polyester)
Rullegardin	Ja/Norge	Ingen oplysninger	Nej	Muligvis (eller en anden polyester)
	Import	PVC ifølge producenten	PVC ifølge Raman Spektrum	Phthalater ifølge Raman Spektrum
Vægbelægning	Ja/Italien	ja	ja	Ja
Selvklebende folie	Ja/Tyskland	ingen oplysninger	ja	Ja
Tapet	ja/Tyskland	ingen oplysninger	ja	Ja
Vinyl gulv 1	nej	ingen oplysninger	ja	Ja
Vinyl gulv 2	nej	ingen oplysninger	ja	Ja
Forlængerledning 1	nej	ingen oplysninger	muligvis, men ikke den vigtigste komponent	ja, lidt
Forlængerledning 2	ved ikke	ingen oplysninger	muligvis, men ikke den vigtigste komponent	ja, lidt
Tæppe-måtte	ved ikke	ingen oplysninger	nej	Nej
Underlag til parket- og laminatgulv	ved ikke	ingen oplysninger	nej	Nej
Selvklebende tætningsbånd	ja/EU	ingen oplysninger	nej	Nej
Fugebund	nej	nej	nej	Nej
Akrylfugemasse 1	nej	nej	nej	muligvis (eller en anden polyester)
Akrylfugemasse 2	ved ikke	ingen oplysninger	nej	muligvis (eller en anden polyester)
Rullegardin	ja/Norge	ingen oplysninger	nej	muligvis (eller en anden polyester)

5. Phthalatmålinger i bygninger med udbredt forekomst af phthalatholdige byggevarer

Målinger af phthalater i støv og luft blev gennemført i fem rum med mulige (ledninger) eller kendte (gulv) phthalatkilder og i et referencerum. Kildekarakterisering samt gennemsnitlig temperatur, luftfugtighed og luftskifte er vist i Tabel 9. For en bedre visualisering af rummenes karakteristik er billeder vist i Bilag D.

Tabel 8. Kilderkarakteristik, temperatur, luftfugtighed og luftskifte i de målte rum.

Rum	Phthalatkilde	Temperatur, °C	RH, %	Luftskifte, h ⁻¹
Referencerum, DTU	Ingen	20,3	31	0,4
Lager, DTU	Bløde kabler og ledninger	17,1	35	1,0
Ph.d.-kontor, DTU	Bløde kabler og ledninger	23,0	37	0,2
Kantine, Forbo	PVC gulv med 18% DINP	25,9	30	0,4
Bryggers, privat hus	PVC gulv med DINP	20,9	29	0,3
Studenterrum, Gefion Gymnasium	PVC gulv og muligvis PVC tapet	17,2	45	0,7

Resultater af phthalatmålinger i støv og luft er vist i Tabel 10 og i Tabel 11. Der vises kun resultater for de phthalater, hvor koncentrationer blev målt over detektionsgrænser. Alle resultater er vist i Bilag E.

Tabel 9. Koncentrationer af phthalater i luft (i ng phthalat/m³). LOD – detektionsgrænsen.

	DMP	DIBP	DBP	DEHP
Referencerum, DTU	1365	481	263	<LOD
Lager, DTU	3907	205	195	<LOD
Ph.d.-kontor, DTU	5623	830	330	123
Kantine, Forbo	1117	375	163	<LOD
Bryggers, privat hus	1863	2059	275	<LOD
Studenterrum, Gefion Gymnasium	8175	<LOD	<LOD	<LOD

Tabel 10. Koncentrationer af phthalater i støv (i µg phthalat/g støv). LOD – detektionsgrænsen. ^A I de tilfælde, hvor begge phthalater var i prøven, var det umuligt at bestemme koncentration af hvert enkelt stof.

	DIBP	DBP	BBP	DEHP	DINP	DIDP
Referencerum, DTU	57	75	16	293	<LOD	<LOD
Lager, DTU	62	68	142	1475	<LOD	<LOD
Ph.d.-kontor, DTU	114	47	16	518	863	<LOD
Kantine, Forbo	116	49	28	186	813 ^A	
Bryggers, privat hus	88	48	13	224	<LOD	<LOD
Studenterrum, Gefion Gymnasium	32	53	5	105	1211 ^A	

Koncentrationerne af de fleste phthalater i luften var under detektionsgrænsen. De eneste phthalater, som blev målt i alle prøver, var DMP, som også er den mest flygtige phthalat. Resultaterne skal imidlertid tolkes forsigtigt, da der var påvist høj kontaminering med DMP i den blanke prøve, som var analyseret sammen med de eksponerede luftprøver (Bilag E). Ingen af de andre analyserede phthalater blev fundet i den blanke prøve.

To andre phthalater, DIBP og DBP, blev målt i 5 ud af 6 luftprøver, og DEHP blev fundet i enkelte prøver, nemlig i ph.d.-kontoret med bløde kabler som mulig phthalatkilde. Koncentrationer af DIBP havde en stor spredning og var højest i privathus med vinylgulv og lavest i lager med bløde kabler. Luftkoncentrationen af DBP havde ikke så stor spredning, men tendensen lignede DIBP med den laveste værdi i lagerrum. Den lave koncentration af phthalater i luften i lagerrum kan imidlertid skyldes det meget højere luftskifte (1,5-6,5 gange højere end i de andre rum) og den lave temperatur. Koncentrationen af både DIBP og DBP i referencerummet ligger i midten.

I denne lille undersøgelse kan vi ikke se en klar sammenhæng mellem luft-koncentrationer af phthalater og deres mulige kilder. De tungtflygtige phthalater, som også findes i gulvbelægninger og kabler (fx DINP), var under detektionsgrænsen, bortset fra DEHP i en enkelt prøve. Det kan skyldes et højt DEHP-indhold i de anvendte kabler og ledninger i kontoret. For DIBP og DBP var der ingen klar tendens, bortset fra hvad der kunne skyldes forskellen i luftskifte. Udover plast er de to phthalater nemlig anvendt i maling, lak, lim og en række af forbrugsprodukter. Det skal også understreges, at det i højt omfang er de tungtflygtige phthalater, som anvendes i byggevarer. De phthalater har et lavt damptryk og en høj partikel-gas fordelingskoefficient. Derfor er det heller ikke overraskende, at der ikke findes klar sammenhæng mellem luftmålinger og byggevarers phthalatindhold.

Fire phthalater blev målt i alle støvprøver, dvs. DIBP, DBP, BBP og DEHP. DINP blev endvidere fundet i 3 prøver, og DIDP i 2 prøver. Alle phthalater var under detektionsgrænsen i den blanke prøve (Bilag E). Koncentrationerne af de mere flygtige phthalater, DIBP og DBP, var lave i de fleste prøver. Højeste DIBP-koncentrationer blev målt i kantine med vinylgulv og i ph.d.-kontor med kabler. Ph.d.-kontoret havde også en af de højeste DIBP-luftkoncentrationer, hvilket ikke var tilfældet for kantinen. I et privathus med meget høj DIBP-luftkoncentrationer var støvkoncentrationen ikke særlig høj.

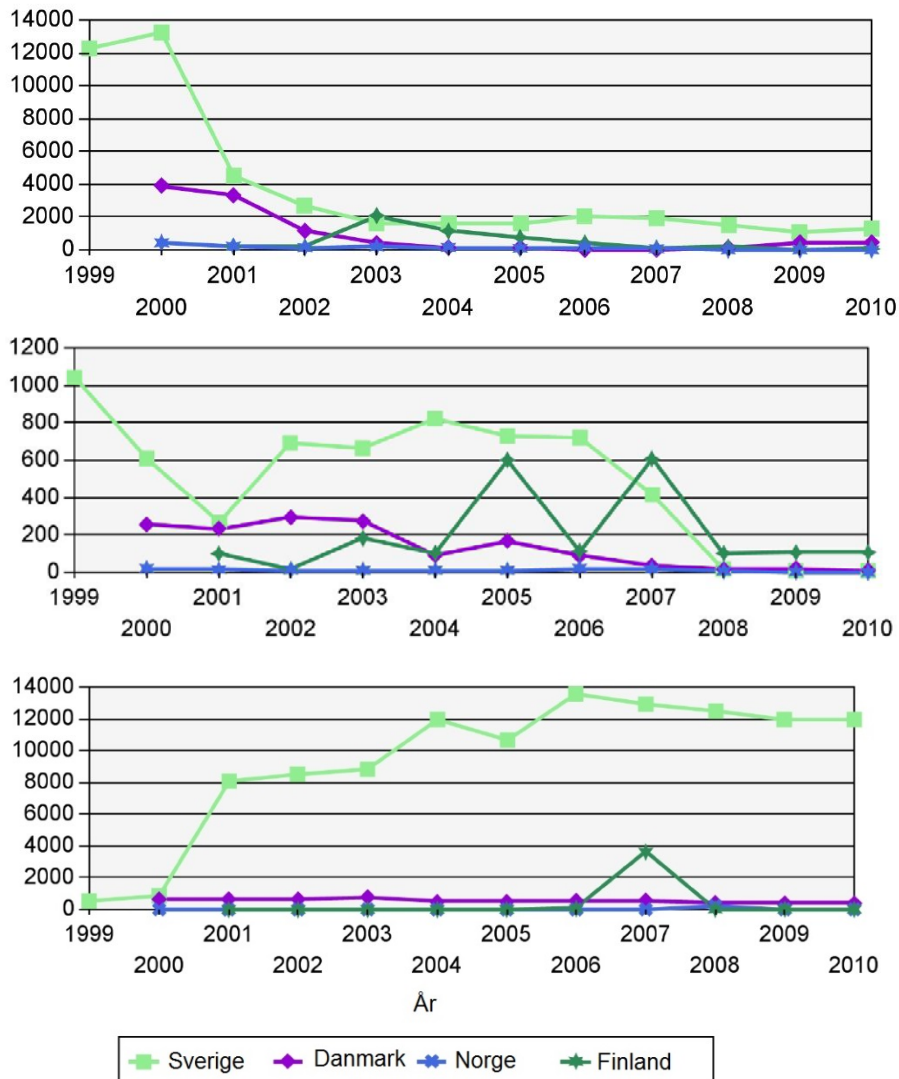
Koncentrationen af de andre fire phthalater, BBP, DEHP, DINP og DIDP, tyder på en sammenhæng med kilderne. Den eneste høje BBP-koncentration blev målt i lagerrummet, hvor der også blev fundet den højeste DEHP-koncentration. Det kunne måske tilbageføres til kabler og ledninger som kilder. Det bekræftes af målinger i ph.d.-kontoret, hvor der også blev målt højere DEHP-koncentrationer i støvet og i luften, og hvor kabler og ledninger var de formodede phthalatkilder. DINP og DIDP blev målt over detektionsgrænsen i to af tre rum med vinylgulv. Endvidere blev DINP fundet i ph.d.-kontoret. Det passer godt med rummenes karakteristik, hvor de anvendte vinylgulve skulle indeholde DINP. Overraskende blev der ikke fundet DINP i det private hus med DINP-holdigt vinylgulv. Det ser også ud som de to vinylgulve med DINP (i kontoret og i skolen) indeholdt DIDP. Det var imidlertid ikke oplyst af producenten. På grund af meget begrænset omfang af denne undersøgelse skal resultaterne tolkes forsigtigt. Undersøgelsen viser, at højere koncentrationer af de phthalater, som anvendes i de udvalgte byggematerialer, findes i støvet i rummene med tilstedeværelse af phthalatholdige byggevarer. Et større studie med et systematisk forsøgsdesign vil imidlertid være nødvendigt for at kunne vurdere betydningen for koncentrationen af phthalater i støv og luft af forskellige produkter.

6. Diskussion

6.1. Forbrug af phthalater i Danmark

Der produceres ikke phthalater i Danmark, men de bliver importeret i form af rene stoffer eller phthalatholdige produkter. Phthalatforbruget er faldende i Danmark, og den sammenfattende litteratur er nogle år gammel. For ca. 10 år siden blev der importeret ca. 14 000 ton phthalater årligt til Danmark (Müller et al. 2003), hvor kabler og ledninger samt gulv- og vægbeklædninger havde det største indhold med et samlet phthalatindhold på ca. 5500 ton (Miljø- og Energiministeriet 1999). Andre phthalatholdige byggevarer inkluderer tæppefliser, tapeter, folier, fugeprodukter, lim, maling, grunder og lak, med phthalat forbrug på mindre end 200 ton årligt i hver produktgruppe. Denne rapport antyder således, at byggevarer alene indeholder cirka halvdelen af det årlige phthalatforbrug i Danmark.

Generelt er phthalatforbruget i byggevaresektoren mindre i Danmark end i andre europæiske lande. Hvis man sammenligner forbrug af phthalater i Danmark med andre nordiske lande, ligger Danmark på linje med Finland og Norge. Phthalatforbruget i Sverige er til gengæld meget større end i Danmark (Figur 2). Dette kan i nogen grad forklares med, at Sveriges eksport af phthalatholdige produkter også er større end de andre landes. Men det afspejler også forskelle i forekomsten af PVC-gulvbelægninger i de danske og de svenske huse, hvor vinylgulv var fundet i 54 % af 400 undersøgte børneværelser i Sverige (Bornehag et al. 2005) og kun i 0,8 % af 500 undersøgte børneværelser i Danmark (Clausen et al. 2012). Figur 2 viser også en tydelig tendens til substitution af DEHP med DINP i årene 2001 til 2004 og en udfasning af BBP i årene 2005 til 2009, der dog tilsyneladende ikke gælder i Finland.



Figur 2. Totalforbrug af phthalater i de Nordiske Lande i ton. Fra toppen: DEHP, BBP, DINP. Kilde: Spin-database.

6.2. Sammenligning af markedsundersøgelse med resultater af Raman Spektroskopi-målinger og indeklimate målinger

Gulv- og vægbeklædninger er ifølge vores undersøgelse den største phthalatkilde blandt byggevarer i Danmark og kabler og ledninger ligger på en anden plads. Både den udførte markedsundersøgelse og stikprøveanalysen med Raman Spektroskopi bekræfter, at der stadigvæk findes PVC og phthalater i de bløde vinylgulve, selvom de klassificerede phthalater blev erstattet med andre, i de fleste tilfælde med DINP. Det kan endvidere bekræftes med resultater af phthalatmålinger i støv, hvor væsentligt højere koncentrationer af DINP blev fundet i rum med vinylgulve.

I forhold til kabler og ledninger oplyser de danske producenter, at produkterne til indendørs brug ikke længere indeholder PVC og phthalater. Det gælder imidlertid ikke altid de importerede kabler og ledninger, og især den del, som kommer fra lande uden for EU, kan have et højt phthalatindhold. Et lille indhold af phthalater blev fundet i de to forlængerledninger, som blev analyseret med Raman Spektroskopi i dette projekt. Det var imidlertid ikke muligt at konkludere, om det var størrelsen af PVC-indholdet pga. højt indhold af en anden forbindelse, der forstyrrede målingen. Hvis de undersøgte ledninger indeholdt PVC, var det i hvert fald ikke i høj koncentration.

Indeklimate målinger i lagerrum og ph.d.-kontor med stort omfang af bløde kabler og ledninger (Figur 6 og 7, bilag D) viser imidlertid høje DEHP-koncentrationer i støv (Tabel 11) samt høj DINP-koncentration i støv i et af

rummene (ph.d.-kontor) og høj BBP-koncentration i det andet (lagerrum). Det bekræfter, at i hvert fald en del af disse produkter stadigvæk bidrager væsentligt til phthalaters indekoncentrationer.

De undersøgte vægbelægningsmaterialer som tapet og selvklæbende folie viste sig også at indeholde både PVC og phthalater, selvom de fleste europæiske produkter i denne kategori skulle være phthalatfri ifølge markedsundersøgelsen.

Ingen af de andre materialer, som blev undersøgt med Raman Spektroskopi, dvs. tæppe-måtte, fugeskum og tætningsbånd, indeholdt phthalater, mens resultatet var uklart i forhold til akrylfugemasser, hvor det var umuligt at konkludere, om de viste analytiske bånd svarede til phthalater eller andre polyestere. Ifølge markedsundersøgelsen har 10-15 % af tæppefliserne på det danske marked blød PVC-bagside. Phthalater findes også blandt nogle fugeprojekter, især de importerede varer.

Tidligere kemiske undersøgelser af de mest anvendte malinger, grundere og lakker i Danmark viste, at der normalt ikke findes phthalater i disse produkter (IMS, 2008¹). Resultatet er i overensstemmelse med producentoplysninger indsamlet i dette projekt.

6.3. Sammenligning af indeklimate målinger med litteratur

De tre phthalater, der er afbilledet i Figur 2, forbruges i store mængder, men de har lille flygtighed og dermed lave koncentrationer i indeluften. De phthalater, man finder i de højeste koncentrationer i indeluften, er generelt også de phthalater, der har den største flygtighed. Generelt er koncentrationer af phthalater i luft ikke højere i vores lille undersøgelse end i litteraturen, selv om vores målinger blev gennemført i udvalgte rum med særligt mange produkter, som muligvis kan indeholde phthalater. DEHP-koncentration i ph.d.-kontoret ligner meget det, der er fundet i andre undersøgelser (Tabel 5). Koncentrationerne af DIBP er noget højere i vores undersøgelse end i litteraturen, mens DBP koncentrationerne er lidt lavere. Generelt ligger de alle i samme størrelsesorden. Der er kun få undersøgelser med målinger af DMP i luften. I Tyskland blev der målt median på 436 ng/m³ i 59 lejligheder (Fromme et al. 2004). I Sverige var koncentrationerne meget lavere, og medianen var mellem 4 og 15 ng/m³ afhængig af bygningstype (boliger, arbejdsplads og børnehaver) (Bergh et al. 2011). Til gengæld var koncentrationerne meget højere i Kina, hvor en median på 1455 ng/m³ blev målt i 10 boliger (Pei et al. 2013). Vores målinger af DMP ligger endnu højere end de kinesiske, men som diskuteret i kapitel 6 skal resultaterne tolkes forsigtigt pga. mulig kontaminering af prøverne.

I forhold til støvkoncentrationer af phthalater er der også enighed mellem vores resultater og litteraturen. Koncentrationer målt i referencerummet er i den samme størrelsesorden som støvkoncentrationer målt for nylig i 500 danske boliger og 150 danske børnehaver (Langer et al. 2010, Tabel 4) og er generelt lavere end i andre internationale undersøgelser. Ligesom med koncentrationen i luft ligger vores DIBP-værdier lidt højere end i andre undersøgelser (Bornehag et al. 2005; Clausen et al. 2003; Langer et al. 2010; Øie et al. 1997). DBP-koncentrationerne målt i vores lille undersøgelse svarer til koncentrationerne målt i Danmark (Langer et al. 2010), men er i nogen grad lavere end svenske og norske målinger (Bornehag et al. 2004; Øie et al. 1997). Forskellen for begge phthalater er imidlertid ikke markant, og de ligger i den samme størrelsesorden som resultaterne fra andre undersøgelser. Det skal også bemærkes, at DBP er på REACH-autorisationslisten, og DIBP er på kandidatlisten. Derfor er en faldende tendens over tid forventet for disse stoffer, og dette kunne måske allerede afspejles i vores nye DBP resultater.

Hvis man sammenligner resultater fra vores undersøgelse (Tabel 11) med andre studier (Tabel 4) for de to andre phthalater fra REACH- autorisationslisten, BBP og DEHP, er situationen tilsvarende. I fire af seks undersøgte rum ligner DEHP-koncentrationerne dem, der blev målt i de danske boliger (Langer et al. 2010), og de er markant lavere end i andre undersøgelser (Bornehag et al. 2004; Clausen et al. 2003; Kolarik et al. 2008; Øie et al. 1997). Det gælder også BBP-koncentrationerne målt i alle undtagen et rum. I de to rum med højere DEHP-koncentrationer og i et rum med højere BBP koncentrationer har vi antaget, at det skyldes tilstedeværelsen af store mængder af bløde kabler og ledninger. Disse værdier skal derfor sammenlignes med andre studier, hvor der også var identificeret DEHP- og BBP-kilder. I en bulgarsk undersøgelse gennemført i 177 boliger blev der målt en median BBP-koncentration på 340 µg/g støv og en median DEHP på 1050 µg/g støv (Kolarik et al. 2008). Disse værdier kunne delvist tilbageføres til vinylgulv og i højere grad til brug af polishmidler. I den svenske undersøgelse, der blev gennemført i 400 boliger, var median BBP- og DEHP-koncentrationerne henholdsvis 135 µg/g og 770 µg/g (Bornehag et al. 2004). Endvidere blev en signifikant forskel for begge stoffer set mellem boliger med og uden PVC-gulvbelægning. Selv om kilderne var forskellige i vores undersøgelse og i undersøgelserne i Bulgarien og Sverige, ligner koncentrationerne i støv vores undersøgelse de koncentrationer, der blev fundet i de to udenlandske undersøgelser.

Vores markedsundersøgelse viser, at der ikke længere bruges DEHP og BBP i gulvbelægninger i Danmark og mange andre lande, hvor stofferne blev udskiftet med DINP. Resultaterne peger imidlertid på, at kabler og ledninger kan være lige så stærk kilde til DEHP og BBP som en gammel gulvbelægning.

Skiftet til DINP og DIDP kunne også observeres vores undersøgelse, hvor støvkoncentrationer på 800-1200 µg/g blev målt i tre rum, to med PVC-gulvbelægning og et med kabler. Koncentrationerne af disse stoffer var meget større end i de få andre undersøgelser, hvor stofferne blev målt. I Sverige var DINP median-koncentrationen på 41 µg/g, mens DIDP ikke blev målt (Bornehag et al. 2005). I en tysk undersøgelse i 30 boliger var medianen for DINP- og DIDP-koncentrationer henholdsvis 129 µg/g og 33,6 µg/g. Hverken DINP eller DIDP blev målt i den tidligere danske undersøgelse (Langer et al. 2010).

7. Konklusioner

I markedsundersøgelsen blev følgende byggevarer identificeret som mulige phthalatkilder:

- Kabler og ledninger
- Gulv-, loft- og vægvinyler
- Tæppefliser med PVC-bagside
- Tapet, klæbefolie og hyldepapir
- Spartel, fugemasse og fugeskum
- Tætningsbånd
- Lim
- Maling, grunder og lak

Markedsundersøgelsen viser samtidig, at størstedelen af de danskproducerede byggevarer i dag er uden phthalater. Kilden til phthalater er i høj grad de importerede varer. Det gælder især de, der er produceret udenfor EU.

I produkter, som er fremstillet i EU, hvor der stadigvæk anvendes phthalater, bliver de klassificerede phthalater erstattet med andre. I de fleste tilfælde substitueret med DINP.

De vigtigste phthalatkilder, som er identificeret i vores undersøgelse, er gulvbelægninger og kabler. Indeklimamålinger viser, at de kan bidrage væsentligt til indeklimakoncentrationer. Det gælder også nogle af de klassificerede phthalater som DEHP og BBP.

De gamle klassificerede phthalater DBP, BBP og DEHP, findes stadig i indeluften i danske boliger, men koncentrationerne er 2-10 gange lavere end i fx Sverige.

I danske bygninger med særligt omfattende brug af PVC i form af kabler eller PVC-gulve er phthalatkoncentrationen i luft og støv på linje med udenlandske mere repræsentative undersøgelser.

8. Litteratur

Adibi et al. (2003). *Prenatal exposures to phthalates among women in New York City and Krakow, Poland*. Environmental Health Perspectives 111:1719-1722.

Adibi et al. (2008). *Characterisation of phthalate exposure among pregnant women assessed by repeated air and urine samples*. Environmental Health Perspectives 116:467-473.

Arbejdsmiljøinstituttet. (2000). *Allergi og plastblødgørere – Et bedre arbejdsliv*.

Becker et al. (2004). *DEHP metabolites in urine of children and DEHP in house dust*. International Journal of Hygiene and Environmental Health 207:409-417.

Bergh et al. (2011). *Organophosphate and phthalate esters in air and settled dust – a multi-location indoor study*. Indoor Air 21:67-76.

Bornehag et al. (2005). *Phthalates in indoor dust and their association with building characteristics*. Environmental Health Perspectives 113:1399-1404.

Bornehag et al. (2004). *The association between asthma and allergic symptoms in children and phthalates in house dust: a nested case-control study*. Environmental Health Perspectives 112:1393-1397.

Calafat et al. (2004). *Exposure to Di-(2-Ethylhexyl) phthalate among premature neonates in a neonatal intensive care unit*. Pediatrics 113:429-434.

Carlstedt et al. (2013). *PVC flooring is related to human uptake of phthalates in infants*. Indoor Air 23: 32-39.

Clausen et al. (2003). *Simultaneous extraction of di(2-ethylhexyl) phthalate and non-ionic surfactants from house dust. Concentrations in floor dust from 15 Danish schools*. Journal of Chromatography A 986:179-190.

Clausen et al. (2003). *Eksposering for phthalater*. Miljø og Sundhed. Supplement 2, maj 2003. Helbredseffekter af luftforurening.

ECHA. (2009¹). *Data on manufacture, import, export, uses and releases of Bis(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) as well as information on potential alternatives to its use*. COWI, Entec og IOM.

ECHA. (2009²). *Data on manufacture, import, export, uses and releases of Benzylbutyl phthalate (BBP) as well as information on potential alternatives to its use*. COWI, Entec og IOM.

ECHA. (2009³). *Data on manufacture, import, export, uses and releases of Dibutyl phthalate (DBP) as well as information on potential alternatives to its use*. COWI, Entec og IOM.

ECHA. (2014). *Candidate List of Substances of Very High Concern for Authorisation*. Sidst opdateret 16. juni. 2014.

<http://echa.europa.eu/web/guest/candidate-list-table>

ECPI. (2011). *Applications*. European Council of Plasticisers and Intermediates, Brussel. <http://www.plasticisers.org/applications>

EF. (2007). Europa-parlamentets og rådets direktiv 2007/47/EF af 5. september 2007 om ændring af Rådets direktiv 90/385/EØF om indbyrdes tilnærmelse af medlemsstaternes lovgivning om aktivt, implantabelt medicinsk udstyr, 93/42/EØF om medicinsk udstyr og direktiv 98/8/EF om markedsføring af biocidholdige produkter EF (1999) Kommissionens beslutning af 7. december 1999 om forbud mod markedsføring af legetøj og småbørnsartikler, der er beregnet til at blive puttet i munden af børn under tre år, og som er fremstillet af blød PVC indeholdende et eller flere af stofferne diisononylphthalat (DINP), di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP), dibutylphthalat (DBP), diisodecylphthalat (DIDP), di-n-octylphthalat (DNOP) og butylbenzylphthalat (BBP). 1999/815/EF.

EF. (2005). Europa-parlamentets og rådets direktiv 2005/84/EF af 14. december 2005 om 22. ændring af Rådets direktiv 76/769/EØF om indbyrdes tilnærmelse af medlemsstaternes administrativt eller ved lov fastsatte bestemmelser om begrænsning af markedsføring og anvendelse af visse farlige stoffer og præparater (phthalater i legetøj og småbørnsartikler).

Fromme et al. (2004). *Occurrence of phthalates and musk fragrances in indoor air and dust from apartments and kindergartens in Berlin (Germany)*. Indoor Air 14:188-195.

Green et al. (2005). *Use of Di(2-ethylhexyl) phthalate-containing medical products and urinary levels of mono(2-ethylhexyl) phthalate in neonatal intensive care unit infants*. Environmental Health Perspectives 113:1222-1225.

Gulvbranchen. (2008). *Gulvbranchens informationspjece om vinyl*.

Heudorf et al. (2007). *Phthalates: Toxicology and exposure*. International Journal of Hygiene and Environmental Health 210(5):623-34.

Hoffmann. (1996). Massestrømsanalyse for phthalater, Miljøprojekt nr. 320, Miljøstyrelsen.

Informationscenter for Miljø og Sundhed, IMS. (2008¹). *Laboratorietest af maling og grundere*. <http://www.forbrugerkemi.dk/nyheder/hjemmet/test-og-rad/testarkiv/test-af-maling-og-grundere-1>

Informationscenter for Miljø og Sundhed. IMS (2008²). *Laboratorietest af akrylfugemasse* <http://www.forbrugerkemi.dk/test-og-rad/testarkiv/test-af-akrylfugemasse>

Jensen, F. S. (2008). *Sundhedsskadelige phthalater i byggematerialer*. Specialrapport på bygningskonstruktørstudiet.

Klima- og forurensningsdirektoratet. (2011). *Survey of the phthalate DEHP in articles imported to Norway*.

Koch et al. (2003). *An estimation of the daily intake of di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) and other phthalates in the general population*. International Journal of Hygiene and Environmental Health 206:77-83.

- Koch et al. (2005). *Exposure of nursery school children and their parents and teachers to di-n-butylphthalate and butylbenzylphthalate*. International Archives of Occupational and Environmental Health 78:223-229.
- Kolarik et al. (2008). *The concentrations of phthalates in settled dust in Bulgarian homes in relation to building characteristic and cleaning habits in the family*. Atmospheric Environment 42 (37):8553-8559
- Langer et al. (2010). *Phthalate and PAH concentrations in dust collected from Danish homes and daycare centers*. Atmospheric Environment 44: 2294-2301.
- Miljøministeriet. (2014). *Forbud mod fire ftalater ophæves*. Pressemeddelelse 01.07.2014.
<http://mst.dk/service/nyheder/nyhedsarkiv/2014/jul/forbud-mod-fire-ftalater-ophaeves/>
- Miljøministeriet. (2013). *Ftalatstrategi*. Miljøprojekt nr. 1488, 2013. 26. november.2014.
<http://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/2013/jul/ftalat-strategi/>
- Miljøministeriet. (2012). *Bekendtgørelse om forbud mod import og salg af varer til indendørs brug, som indeholder ftalaterne DEHP, DBP, BBP og DIBP, og varer hvor dele med disse stoffer kan komme i kontakt med hud eller slimhinder*.
- Miljøministeriet. (2011). *Miljøminister vil forbyde fire farlige ftalater*. Pressemeddelelse 30. april.2011.
http://www.mim.dk/Nyheder/2011/20113004_forbud_mod_ftalater.htm
- Miljø- og Energiministeriet. (1999¹). *Handlingsplan for at reducere og afvikle anvendelsen af phthalater i blød plast*.
- Miljø- og Energiministeriet. (1999²). *Strategi for PVC-området. Statusredegørelse og fremtidige initiativer*. BEK nr 1113 af 26/11/2012.
- Miljøstyrelsen. (2011). *Background data for Annex XV dossier – DEHP, BBP, DBP and DIBP*. Miljøprojekt nr 1362.
- Miljøstyrelsen. (2010). *Ftalater i produkter med store overflader. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter*. Nr. 109. Udarbejdet af Kathe Tønning, Eva Jacobsen, Eva Pedersen og Nils H. Nilsson
- Miljøstyrelsen. (2009¹). *Listen over uønskede stoffer 2009*.
- Miljøstyrelsen. (2009²). *Ftalater i afgiftsbelagte produkter*. Miljøprojekt nr.1290. Udarbejdet af Brandt og Hansen, COWI for Miljøministeriet.
- Miljøstyrelsen. (2004). *Kortlægning og afgivelse af kemiske stoffer i fugemasser*. Teknologisk institut. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter nr. 38 Udarbejdet af Nilson et al. for Miljøministeriet.
- Miljøstyrelsen. (2003). *Status for phthalater*. Miljøministeriet.
- Miljøstyrelsen. (2002¹). *Miljøvejledning 4, Kabler og ledninger*.
- Miljøstyrelsen. (2002²). *Vurdering af malings miljøbelastning i anvendelsesfasen*. Miljøprojekt nr. 662. Miljø- og energiministeriet.

- Miljøstyrelsen. (2002³). *Formidlingsprojekt om alternativer til blød PVC i byggebranchen*. Arbejdsrapport nr. 24. 2002. Udarbejdet af Andersen, S. for Miljøministeriet.
- Miljøstyrelsen. (2000). *Kortlægning og vurdering af substitutionsmuligheder for phthalater i udvalgte produkter*. Miljøprojekt nr. 560. Miljø- og energiministeriet.
- Miljøstyrelsen. (1991). *Alternativer til PVC i gulv- og vægbeklædning*. Miljøministeriet.
- Miljøstyrelsen. (1984). *Brugen af ftalater i Danmark*. Miljørapport.
- Müller et al. (2003). *Human exposure to selected phthalates in Denmark*. Fødevarerdirektoratet. Ministeriet for fødevarer, landbrug og fiskeri.
- Nørbygaard and Berg. (2004). *Analysis of phthalate ester content in poly(vinyl chloride) plastics by means of Fourier transform Raman spectroscopy*. Applied Spectroscopy 58(4):410-413.
- Øie et al. (1997). *Residential exposure to plasticizers and its possible role in the pathogenesis of asthma*. Environmental Health Perspectives 105:972-978.
- Pei et al. (2013). *Concentrations and risk assessment of phthalates present in indoor air from newly decorated apartments*. Atmospheric Environment 68:17-23.
- Plastindustriens uddannelser. (2010). *Anvendelse af termoplastmaterialer*.
- Rudel et al. (2003). *Phthalates, alkylophenols, pesticides, polybrominated diphenyl ethers, and other endocrine-disturbing compounds in indoor air and dust*. Environmental Science and Technology 37:4543-4553.
- Skatteministeriet (1999). *Lov om afgift af polyvinylklorid og ftalater (PVC og visse blødgøringsmidler)*. LOV nr 954 af 20/12/1999.
- Skårup, S. og Skytte, L. (2003). *Forbruget af PVC og phthalater i Danmark år 2000 og 2001*. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter nr. 35 2003. COWI A/S.
- Staples et al. (1997). *The environmental fate of phthalate esters: a literature review*. Chemosphere 4:6677-749.
- Statens Byggeforskningsinstitut. (1999). *Problematiske stoffer i byggevarer*. SBI-meddelelse 122.
- Wormuth et al. (2006). *What are the sources of exposure to eight frequently used phthalic acid esters in Europeans?* Risk Analysis 26:803-820.
- Weschler et al. (2008). *Partitioning of phthalates among the gas phase, airborne particles and settled dust in indoor environments*. Atmospheric Environment 42:1449-1460.

Bilag A: Forbrug af phthalater i Danmark.

CAS nr.	Phthalat	Total forbrug i Danmark; i ton			Forbrug i byggesektoren; i ton			Klæbemidler og bindemidler; i ton			Maling, lak og fernis; i ton			Fuger; i ton		
		2010	2008	2000	2010	2008	2000	2010	2008	2000	2010	2008	2000	2010	2008	2000
84-61-7	DCHP	0,5	5,4	3,1	0	0,4	2,1	0	2,6	0,1				0	0	0,2
84-66-2	DEP	14,5	6,5	6												
84-69-5	DIBP	8,9	52,4	9,1	1	0,4	7,2	0	0,4	0,5	1	0,8	0,1	1	0,8	
84-74-2	DBP	108,7	94,3	586,1	64	64	199,2	11	13,3	38,5	68	68,3	63,4	1	0,4	50,2
84-77-5	DDP	0	0	11,4				8,7	0	0						
85-68-7	BBP	12,1	17,5	256,3	5	12,4	9,2	0	0,1	4,2	2	6	45,8	1	4,1	79,3
117-81-7	DEHP	466,3	134	3932	0	4,8	24,3	0	0,1	0,4	0	0,1	18,5	2	4,9	8,2
117-82-8	DMEP	74,1	72,6	111,8	59	58,3	172,8			14,5			23,4			46,7
117-84-0	DnOP	74,2	72,7	157,8	64	63,3	174		0,2	15			24,7	1	0,1	49,9
131-11-3	DMP	72,5	79,1	24,5	0	0	0,2			0	0	0		0	0	
26761-40-0	DIDP	6,8	24,4	92,1	4	19	47,8		0,2	14,1	0	0,1		5	16,8	20,9
27554-26-3	DIOP			8,1			0,1									
28553-12-0	DINP	397,2	425,5	650,3	4	5,4		1	2,9	248,8	0	0,1		30	62,1	1,8

Tabel 11. Forbrug af phthalater i Danmark fra 2000 - 2010. Tabellen viser, hvordan forbruget af de forskellige phthalater i Danmark har ændret sig i løbet af 10 år, både når det gælder total forbrug og brug i byggesektoren. Alle tal kommer fra SPIN-databasen (Substances in Preparations in the Nordic countries), som er en database, der indeholder forskellige informationer om kemiske stoffer, der indgår i produkter, der markedsføres i de nordiske lande. SPIN indeholder imidlertid kun ikke-fortrolige oplysninger om stoffer, derfor bør oplysningerne snarere ses som en tendens gennem de 10 år end som det totale forbrug.

Bilag B: Stikprøver af byggevarer.

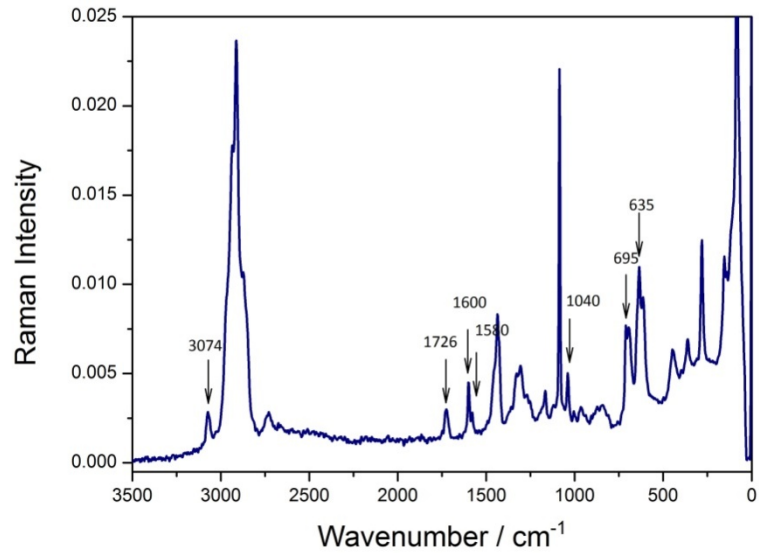
Byggevarer	Producent	Produkt	Specificering	Phthalater	Kommentar
Kabler	NKT			NEJ	
	Elworks		Import fra Ki-na	18,5 %DINP	
Vinyl	Everfloor			ingen klassificerede	
	Forbo	Allura	48	14 % DINP	
	Forbo	Colorex EC / SD	44	12 % DINP	
	Forbo	Eternal	45	21 % DINP	
	Forbo	Nordstar	58	20 % DINP	
	Forbo	Safestep R11, R12 och Grip	42	15 % DINP	
	Forbo	Surestep & Surestep Star	40	16 % DINP	
	Tarkett				
	Tarkett	Acczent Compact	28	10 % DINP	
	Tarkett	Acczent Loose Lay	29	9 % DINP	
	Tarkett	Acczent Acoustic	28	10 % DINP	
	Tarkett	Acczent Acoustic	28	10 % DINP	
Tæppefliser	Ege			NEJ	
	Forbo	Westbond	Recirkuleret vinyl		
	Forbo	Tessera	Bitumen		
	Interface			Bitumen	
	Interface			< 17 % DINP	
	Tarkett	Tecsom	Recirkuleret vinyl		
Tapet	Flügger	Fiona skumtapet		JA	Udgår fra sortimentet maj 2013
	Arte/ hooked on Wall			NEJ	
	Duro			NEJ	

Byggevarer	Producent	Produkt	Specificering	Phthalater	Kommentar
Spartel	Flügger	Acrylspartel		NEJ	
	Basic	akryltætningsmasse		0,39 % DIBP	*fra IMS 2008
	Bostik	Multi Filler	akryldispersion	NEJ	
	Bostik	Hurtigspartel	akryldispersion	NEJ	
	Bostik	Snedkerspartel	akrylbaseret	NEJ	
	Danalim	Finspartel 615	akrylbaseret	NEJ	
	Danalim	Træfiller 617		NEJ	
	Danalim	Filler Standard 618	Acrylbaseret	NEJ	
	Danalim	Filler Extra 619	Acrylbaseret	NEJ	
	Danalim	620-22, 624-26, 628 -31		NEJ	
	Danalim	Spartelmasserne 623, 627,		NEJ	
	Jotun	Jotun Spartel til Træ Akryl		NEJ	
Fugemasse	Bostik	VENTI-BOND AKRYL 1600		NEJ	
	Bostik	AKRYLTÆTNINGSMASSE 820	Akryllatex	NEJ	
	Bostik	Akrylfugemasse 835	Akryllatex	NEJ	
	Bostik	Akrylpolymer	Akrylpolymer	NEJ	
	Bostik	DECO SEAL LATEX 825	akryldispersion	NEJ	
	Bostik	Mini seal	akryldispersion	NEJ	
	Bostik	FIRE-BOND ACRYLIC 1 PROFF	Akrylmasse	NEJ	
	Bostik	MULTIFUGE 2640	SMP	NEJ	
	Casco	Div Seal (3960-68, 4067, 4047-59, 4021-27, 5949)	SMP	ingen klassificerede	
	Casco	Casco MalerFuge 3914	Akrylbaseret	ingen klassificerede	
	Casco	Acryl Basic		3,9 % DIBP	*fra IMS 2008
	Danalim	502		<10% DIDP	forventes substitueret til phthalatfri blødgørere medio 2013
	Danalim	503		NEJ	
	Danalim	509		NEJ	
	Danalim	Da Mastic 551		NEJ	
	Danalim	Gulvfuge 553	MS-polymer	<10% DINP	Pt. ingen substitutionsplaner.
	Danalim	Acrylfugemasse 557		<10% DIDP	forventes substitueret til phthalatfri blødgørere medio 2013
Danalim	Malerfinish 558	Akrylfugemasse	NEJ		
Danalim	Brandfuge A 560		<10% DINP	Pt. ingen substitutionsplaner.	
Fugemasse	Danalim	Brandfuge 565		NEJ	
	Danalim			10,1 % DINP	*fra IMS 2008
	Danalim	Acrylfugemasse, budget		8,9 % DINP	*fra IMS 2008
	Danalim			DINP, 7,1%	*fra IMS 2008
	Droppen	Akrylfugemasse 7380 + 7388		DINP, 8%	*fra IMS 2008
	Jotun	Akrylfugemasse		ingen klassificerede	
	Sika	Sikacryl-S		DINP 2,8 %	*fra IMS 2008
	Sika	Sikacryl-HM		NEJ	*fra IMS 2008
Fugeskum	Bostik		PUR eller STP	NEJ	
	Danalim	Byggeskum 580	STP skum	NEJ	

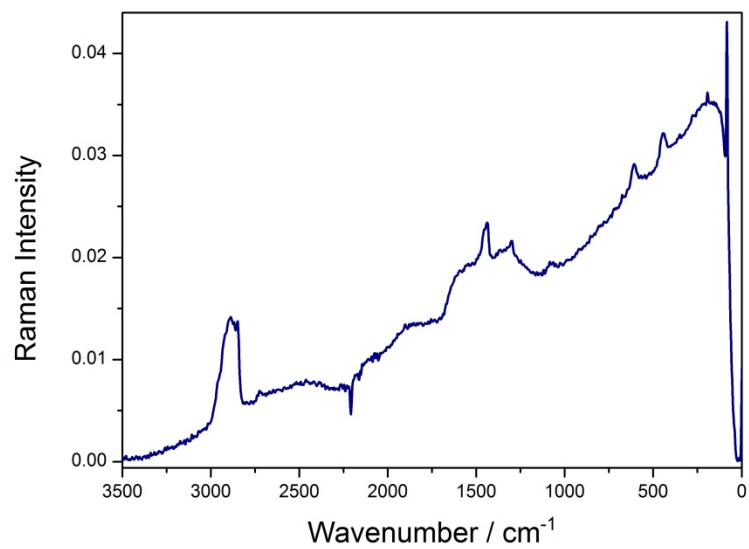
Byggevarer	Producent	Produkt	Specificering	Phthalater	Kommentar
Fugebånd	Würth	Tætningsbånd	Gummi		
	Tesa	Tætningsliste e-profil	Gummi		
	Bostik	Tætningsprofiler	Gummi	NEJ	
	Bygmax	Alfix Sealstrip	Gummi		
Lim	Bostik	MAXIBOND X-TREME	SMP	NEJ	
	Bostik	MAXIBOND	SMP	NEJ	
	Bostik	Fix-Bond	Akrylat disper- sion	NEJ	
	Bostik	Clear-Bond	SMP	20-50% DPHP	*phthalatfrit inden- for det næste år
	Bostik	Gipspladelim	Acrylatbaseret lim	NEJ	
	Casco	SuperFix 3890-92	SMP	ingen klassifice- rede	
	Casco	XtremFix 3895	SMP	ingen klassifice- rede	
	Casco	Fix-In 3888	Akrylat disper- sion	ingen klassifice- rede	
	Casco	Aqua Tæt 3873	Acrylpolymer	ingen klassifice- rede	
	Danalim	Aqua Montage 295		NEJ	
	Danalim	293		NEJ	
	Danalim	Stuklim 296		NEJ	
	Danalim	Folieklæber 298	dispersionslim	NEJ	
Maling	Beck & Jør- gensen	796 Loft Mat	PVA	NEJ	
	Beck & Jør- gensen	760 Byg 5 Vægmalning	Plastdispersion	NEJ	
	Beck & Jør- gensen	766 Akryl 6 vægmaling		NEJ	
	Beck & Jør- gensen	738 vådrumsmaling	Akryl	NEJ	
	Beck & Jør- gensen	781 Prima floor	Akryl	NEJ	
	Dyrup	6270 IsoPro – Spær- rende Loft-og Vægma- ling	Akryl	NEJ	
	Dyrup	7850/68805 Hygæa SUPER Prof Væg 5, 7, 10	Akryl	NEJ	
	Flügger	Flutex 5		NEJ	
	Flügger	Flügger Vægmalning, mat		NEJ	
	Flügger	Fluganyl Acrylgulvma- ling		NEJ	
Flügger	EP-V Gulvmaling		NEJ		
Grunder	Beck & Jør- gensen			NEJ	*fra IMS 2008
	Domestic			DMP, 0,0015%	
	Dyrup			NEJ	*fra IMS 2008
	Flügger			NEJ	
	Jotun	Jotun Knast- og Spærregrundning		NEJ	
	Naturmaling			NEJ	*fra IMS 2008
	Sadolin			NEJ	*fra IMS 2008
Lak	Dyrup	GORI Træpleje	Akryl	NEJ	

		Transparent			
	Dyrup	GORI Træpleje Dæk- kende	Akryl	NEJ	
	Flügger			NEJ	
	Jotun	Lady Vådum	Akryl	NEJ	
	Jotun	Trestjerner Betonma- ling	Akryl	NEJ	
	Jotun	Trestjerner Betonolie	Akryl	NEJ	
	Jotun	Sigural gulvmaling	Epoxy	NEJ	
	Jotun	Trestjerner Gulvlak	Akryl	NEJ	
	Jotun	Jotun Kridering Akryl		NEJ	

Bilag C: Eksempel af Raman Spektrum



Figur 3. Eksempel af Raman Spektrum af prøve, som indeholder både PVC og phthalater. Spidser ved frekvenser 635 og 695 cm⁻¹ samt karakteristisk form viser at der er PVC i prøven. Spidser ved frekvenser 1040, 1580, 1600, 1726 og 3074 er karakteristiske for phthalater.



Figur 4. Eksempel af Raman Spektrum af prøve uden PVC og uden phthalater.

Bilag D: Billeder



Figur 5. Referencerum. Ingen kendte store phthalatkilder.



Figur 6. Lagerrum med stor mængde af ledninger.



Figur 7. Ph.d.-kontor med stor mængde af ledninger.



Figur 8. Kantine med vinylgulv (med 18 % DINP).



Figur 9. Bryggers i et privat hus med vinylgulv (med DINP).



Figur 10. Studenterrum med vinylgulv og muligvis vinyltapet.

Bilag E: Analyseresultater

Analyserapport fra Teknologisk Institut som indeholder resultater af:

- Analyse af støvprøver for indhold af phthalater
- Analyse af luftprøver opsamlet på XAD-2 filtre for indhold af phthalater.



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

SBI / AAU
Att.: Barbara Kolarik
A.C. Meyers Vænge 15
2450 København

Teknologiparken
Kongsvang Allé 29
DK-8000 Aarhus C
Telefon 72 20 10 00
Telefax 72 20 10 19

info@teknologisk.dk
www.teknologisk.dk

Analyserapport nr. 515959

Opgave: Analyse af 6 stk. ALK-filtre for indhold af støv og 16 phthalater og 6 stk. OVS med XAD-II for indhold af 16 phthalater.

Prøvetagning ved: Rekvirenten


Prøvemodtagelse: 12. marts 2013

Analyseperiode: 12. marts – 11. april 2013

Bemærkninger: Resultaterne af analysen samt redegørelse for anvendt(e) metode(r) vedrører kun de(t) analyserede emne(r) eller de(n) til analyse udtagne delprøve(r).

Analysen er udført i henhold til Teknologisk Instituts almindelige vilkår for rekvirerede opgaver. Analyserapporten må kun gengives i uddrag, hvis Kemisk og Mikrobiologisk Laboratorium skriftligt har godkendt uddraget.

Kemisk og Mikrobiologisk Laboratorium, Aarhus


Kristina D. Sørensen
Konsulent


Ulla Christensen
Konsulent

Prøvemærkning*ALK-sampler*

Lab. mrk.	Rekvirent mrk.
37451-1	515959-2
37451-2	515959-3
37451-3	515959-4
37451-4	515959-5
37451-5	515959-10
37451-6	515959-12, Blind
37451-7	515959-13

OV-sampler med XAD-II

Lab. mrk.	Rekvirent mrk.	Opsamlet luftmængde l liter
37451-8	4328400936	1075
37451-9	4328401004	1060
37451-10	4328401393	1370
37451-11	4328400120	1415
37451-12	4328400773	1020
37451-13	4328400055	1440
37451-14	4328400153, Blind	

Prøveemballage

ALK-sampler og OV-sampler med XAD-II (SKC 226-30-16)

Resultater for totalstøv

Lab. mrk.	Rekvirent mrk.	Totalstøv
		g/sampler
37451-1	515959-2	0,174
37451-2	515959-3	0,0861
37451-3	515959-4	0,162
37451-4	515959-5	0,278
37451-5	515959-10	0,228
37451-7	515959-13	0,380

Analysemetode

Vejning med blindkorrektion.

Metoden er ikke omfattet af akkrediteringen.

Detektionsgrænse på vægt: 0,1 mg.

Analyseresultater for støvprøver

Lab. nr.	37451-1	37451-2	37451-3	37451-4	37451-5	37451-6 bl	37451-7	L.O.D.
Rekvirent nr.	515959-2	515959-3	515959-4	515959-5	515959-10	515959-12	515959-13	
Komponent	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg
CAS-nr.								
Dimethylphthalat (DMP)	131-11-3	-	-	-	-	-	-	3
Diethylphthalat (DEP)	84-66-2	-	-	-	-	-	-	3
Diisobutylphthalat (DIBP)	84-69-5	57	116	62	144	88	32	1
Dibutylphthalat (DBP)	84-74-2	75	49	68	47	48	53	3
Di-2-methoxyethylphthalat (D2MEP)	117-82-8	-	-	-	-	-	-	2
Di-4-methyl-2-pentylphthalat (D4M2PP)	146-50-9	-	-	-	-	-	-	1
Di-2-ethoxyethylphthalat (D2EEP)	605-54-9	-	-	-	-	-	-	2
Dipentylphthalat (DPP)	131-18-0	-	-	-	-	-	-	0,4
Dihexylphthalat (DHP)	84-75-3	-	-	-	-	-	-	1
Butylbenzylphthalat (BBP)	85-68-7	16	28	142	16	13	5	1
Hexyl-2-ethylhexylphthalat (HEHP)	75673-16-4	-	-	-	-	-	-	1
Dihydroxyethylphthalat (DHEP)	117-83-9	-	-	-	-	-	-	2
Di-2-ethylhexylphthalat (DEHP)	117-81-7	293	186	1475	518	224	105	2
Dicyclohexylphthalat (DCHP)	84-61-7	-	-	-	-	-	-	4
Dinonylphthalat (DNP)	84-76-4	-	-	-	-	-	-	4
Diethylphthalat (DOP)	117-84-0	-	-	-	-	-	-	2
Diisononylphthalat isomere (DINP)	68515-48-0	-	-	-	-	-	-	40*
	28553-12-0	-	-	-	-	-	-	
Disodocetylphthalat isomere (DIDP)	68515-49-1	813	-	-	863	-	1211	40*
	26761-40-0	-	-	-	-	-	-	

*-: Koncentrationen er mindre end detektionsgrænsen (L.O.D.)

(*) L.O.Q. = 14 µg

Kommentarer

37451-2: Sum af DINP og DIDP er anført.

37451-7: Sum af DINP og DIDP er anført.

Analyseresultater for luftprøver

Lab. nrk.	37451-8	37451-9	37451-10	37451-11	37451-12	37451-13	37451-14	L.O.D.
Rekultivent nrk.	432840093 6	432840100 4	432840139 3	432840012 0	432840077 3	432840005 5	432840015 3 blind	
Komponent	CAS-nr.	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	µg
Dimethylphthalat (DMP)	131-11-3	0,0039	0,0013	0,0011	0,0019	0,0082	0,0064**	0,2
Diethylphthalat (DEP)	84-66-2	-	-	-	-	-	-	0,2
Diisobutylphthalat (DIBP)	84-69-5	0,00020	0,00083	0,00048	0,00037	-	-	0,1
Dibutylphthalat (DBP)	84-74-2	0,00020	0,00033	0,00026	0,00016	-	-	0,1
Di-2-methoxyethylphthalat (DZMEP)	117-82-8	-	-	-	-	-	-	0,2
Di-4-methyl-2-pentylphthalat (D4MP2PP)	146-50-9	-	-	-	-	-	-	0,2
Di-2-ethoxyethylphthalat (DZEEP)	605-54-9	-	-	-	-	-	-	0,2
Dipentylphthalat (DPP)	131-18-0	-	-	-	-	-	-	0,2
Dihexylphthalat (DHP)	84-75-3	-	-	-	-	-	-	0,2
Butylbenzylphthalat (BBP)	85-68-7	-	-	-	-	-	-	0,1
Hexyl-2-ethylhexylphthalat (HEHP)	75673-16-4	-	-	-	-	-	-	0,2
Dibutoxyethylphthalat (DBEP)	117-83-9	-	-	-	-	-	-	0,2
Di-2-ethylhexylphthalat (DEHP)	117-81-7	-	0,00012	-	-	-	-	0,1
Dicyclohexylphthalat (DCHP)	84-61-7	-	-	-	-	-	-	0,2
Dinonylphthalat (DNP)	84-76-4	-	-	-	-	-	-	0,2
Dicylphthalat (DOP)	117-84-0	-	-	-	-	-	-	0,2
Diisonylphthalat isomere (DINP)	68515-48-0 28553-12-0	-	-	-	-	-	-	20*
Disodecylphthalat isomere (DIDP)	68515-49-1 26761-40-0	-	-	-	-	-	-	20*

*,-: Koncentrationen er mindre end detektionsgrænsen (L.O.D.)

** Teoretisk luftmængde (1000L) brugt til beregning af blindværdier.

(*) L.O.Q. = 7 µg

Metodebeskrivelse

Bestemmelse af phthalater i støvprøver

Ref.: DS/CEN/ISO/TS 16181

Filter og støv blev analyseret samlet.

Ekstraktion med hexan/acetone (80:20) tilsat deuteriummærkede interne standarder af DBP-d₄ og DEHP-d₄ på ultralydsbad og mekanisk rystning i henholdsvis 30 og 30 minutter. Analyse ved kapillar gaschromatografi med massespektrometrisk detektion (GC-MS).

Bestemmelse af phthalater på XAD-2 filtre (luftprøver)

Hovedsektion og kontrolsektion blev analyseret separat.

Glasfiberfilter foran hovedsektionen blev analyseret sammen med denne.
PUF-filter mellem hovedsektion og kontrolsektion blev analyseret med kontrolsektionen.
Det bageste PUF-filter blev ikke analyseret.

Ekstraktion med hexan/acetone (80:20) tilsat deuteriummærkede interne standarder af DBP-d₄ og DEHP-d₄ ved mekanisk rystning i 30 minutter. Analyse ved kapillar gaschromatografi med massespektrometrisk detektion (GC-MS).

Gennem de seneste 10 år er brugen af sundheds-skadelige klassificerede phthalater i byggevarer og forbrugerprodukter i stigende grad blevet reguleret i Danmark og EU. Imidlertid bliver vi stadig eksponeret for de regulerede phthalater. Denne rapport giver et overblik over, hvilke byggevarer, der indeholder phthalater, og i hvilke koncentrationer phthalaterne findes i indeluften og støvet. Indeklimamålinger viser, at kabler og vinylgulvbelægninger er de byggevarer, der bidrager mest med phthalater til indeklimaet. Rapporten viser, at kilderne til de regulerede phthalater både omfatter gamle byggevarer og i nogen grad også nye importerede byggevarer. Nye byggevarer produceret i Danmark og EU i dag er enten uden phthalater, eller de regulerede phthalater er erstattet af andre.

1. udgave, 2015
ISBN 978-87-563-1654-5