



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Kortlægning, sundheds- og miljøvurdering af flammehæmmere i tekstiler

Kortlægning af kemiske stoffer i
forbrugerprodukter nr. 126, 2014

Titel:

Kortlægning, sundheds- og miljøvurdering af
flammehæmmere i tekstiler

Redaktion:

Dorthe Nørgaard Andersen, DHI
Lise Møller, DHI
Poul Bo Larsen, DHI
Pia Brunn Poulsen, FORCE

Udgiver:

Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K
www.mst.dk

År:

2014

ISBN nr.

978-87-93178-22-9

Ansvarsfraskrivelse:

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

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

Forord	5
Konklusion og sammenfatning	6
Forkortelsesliste	12
1. Introduktion	13
1.1 Formål med projektet	13
1.2 Afgrænsning af projektet	13
2. Kortlægning	14
2.1 Metode til kortlægning	14
2.2 Kortlægning af hvilke typer tekstilprodukter indenfor kategorien 'boliginteriør', der indeholder flammehæmmere.....	15
2.2.1 Tekstiler generelt – til bl.a. gardiner og møbelstoffer	15
2.2.2 Tæpper.....	15
2.2.3 Gardiner	16
2.2.4 Møbler	16
2.3 Kortlægning af, hvilke typer flammehæmmere, der anvendes samt hvor i produktionen de anvendes	18
2.3.1 Hvilke typer flammehæmmere anvendes	18
2.3.2 Hvordan tilsættes flammehæmmere.....	20
2.3.3 Hvordan virker flammehæmmere.....	21
2.3.4 Sammenhæng mellem materialevalg og brug af flammehæmmere	21
2.4 Indledende farescreening for sundhed, herunder beskrivelse af flammehæmmernes nedbrydelighed	22
2.4.1 Uorganiske flammehæmmere	22
2.4.2 Fosforbaserede flammehæmmere.....	25
2.5 Eksponeringsscenarier	29
2.5.1 Sundhed.....	29
2.6.1 Miljø.....	32
2.7 Gældende regler i DK.....	32
2.7.1 Standarder for brandsikkerhed for produkter	34
2.7.2 Bygningsreglementet	37
2.7.3 Lovgivning omkring specifikke flammehæmmere	37
2.8 Miljø- og sundhedsmærker i DK, der forholder sig til behandling med flammehæmmere	38
2.8.1 Oeko-Tex 100	38
2.8.2 EU Blomsten	40
2.8.3 Svanen	41
2.8.4 Bra Miljöval	41
2.8.5 Oeko-Tex 1000/100+	42
2.8.6 Dansk Indeklima Mærkning.....	42
2.8.7 Sammenfatning af krav til flammehæmmere i visse mærkningsordninger	43
2.9 Alternativer til flammehæmmere i tekstiler	44
3. Udvælgelse af produkter	45
3.1 Baggrund	45

3.2	Strategi	45
3.3	Indkøbslisten.....	46
3.4	Udvælgelse af produkter	47
4.	Analyser	48
4.1	XRF-screening	49
4.1.1	Analysemetode – XRF-screening	49
4.1.2	Analyseresultater – XRF-screening	52
4.2	GCMS-screening	75
4.2.1	Analysemetode – GCMS-screening	75
4.2.2	Analyseresultater – GCMS-screening	75
4.3	Kvantitativ analyse.....	76
4.3.1	Analysemetode – kvantitativ analyse.....	76
4.3.2	Analyseresultater – kvantitativ analyse	77
4.4	Headspace analyser - afgang	77
4.4.1	Analysemetode – headspace analyser	77
4.4.2	Analyseresultater – headspace analyser	78
5.	Farevurdering	79
5.1.1	Metode til udregning af tolerabelt eksponeringsniveau, DNEL	79
5.2	Farevurdering	80
5.2.1	Sundheds og miljøvurdering af TCPP	80
5.2.2	Sundheds og miljøvurdering af TDCPP	83
6.	Eksponeringsvurdering	87
6.1	Metode til beregning af eksponering fra indeklime	87
6.1.1	Eksponering via støv.....	87
6.1.2	Eksponering via indeluft.....	89
6.2	Metode til beregning af dermal eksponering.....	89
6.3	Metode til beregning af oral eksponering	91
6.4	Eksponering via indeklime.....	92
6.4.1	Koncentrationer af TCPP og TDCPP i støv	93
6.4.2	Koncentrationer af TCPP og TDCPP i indeluften	101
6.4.3	Eksponeringsberegninger for eksponering for TCPP og TDCPP via indånding	102
6.5	Eksponeringsberegninger for eksponering for TDCPP og TCPP via dermal kontakt.....	102
7.	Risikovurdering	104
7.1	Metode til risikovurdering - sundhed	104
7.1.1	Metode til beregning af risiko.....	104
7.2	Metode til risikovurdering – miljø.....	105
7.3	Sundhed	106
7.4	Miljø	110
8.	Konklusion.....	111
	Referencer	112
Bilag 1:	Spørgeskema til brug i kortlægningen	116
Bilag 2:	Kontaktede virksomheder i forbindelse med kortlægningen.....	118
Bilag 3:	Samtlige XRF-resultater.....	120
Bilag 4:	Chromatogrammer fra screeningen af de 13 delprøver	180

Forord

Dette projekt om flammehæmmere i tekstiler er gennemført i perioden august 2012 til december 2013.

Denne rapport beskriver resultaterne af projektet, herunder kortlægningen af markedet, og resultaterne af kortlægningen. Desuden beskriver rapporten hvilke produkter, der blev udvalgt til kemiske analyser for indhold af flammehæmmere. Resultater af de kemiske analyser er præsenteret, og endelig er der blevet foretaget en sundhedsmæssig og miljømæssig vurdering af de identificerede flammehæmmere.

Projektet er gennemført af DHI og FORCE Technology. FORCE Technology har stået for de kemiske analyser af udvalgte boliginteriørprodukter.

Projektets deltagere var:

- Dorthe Nørgaard Andersen (projektleder), DHI
- Lise Møller, DHI
- Poul Bo Larsen, DHI
- Pia Brunn Poulsen, FORCE Technology

Projektet blev fulgt af en følgegruppe bestående af Dorte Bjerregaard Lerche, Lærke Ambo Nielsen og Mette Tingleff Skaanild (overtog projektet fra oktober 2013) fra Miljøstyrelsen.

Projektet blev finansieret af Miljøstyrelsen.

Konklusion og sammenfatning

Flammehæmmere tilsættes nogle produkter med det formål, at en eventuel brand har sværere ved at udvikle sig. Flammehæmmeren tilsættes produkter af brandbare materialer så som tekstiler, skummaterialer og plast, dvs. forbrugerprodukter som f.eks. møbler, plast, tekstiler, gulvtæpper, madrasser og elektronik såsom fjernsyn, computere, mobiltelefoner m.m.

For bestemte produktgrupper (såsom møbler, gulvtæpper, gardiner og madrasser) kan der være direkte krav til brandsikkerheden af produkterne, som betyder, at flammehæmmere kan være nødvendige at anvende i disse produkttyper. Især England og USA (især Californien) har strengere krav til brandsikring, som i nogle tilfælde nødvendiggør brugen af flammehæmmere i produkter. Californien har f.eks. specielle lovpligtige brandsikkerhedsstandarder for polstrede møbler (Technical Bulletin 117). Dette betyder, at der er flammehæmmere i stort set alle polstrede møbler på det amerikanske marked¹. En undersøgelse af 102 polstrede møbler fra hele USA viste, at 85 % af alle de undersøgte møbler indeholdt flammehæmmere (Stapleton et al., 2012). Californien har dog i slutningen af 2013 besluttet at ændre på testkravene i TB 117, hvilket betyder, at kravene kan efterleves uden brug af flammehæmmere. Ændringen i lovgivningen træder dog først i kraft per 1. januar 2015².

Det vides ikke om noget tilsvarende gør sig gældende for Europa, dvs. om polstrede møbler, der bliver importeret til Europa, i praksis også lever op til de britiske brandkrav og dermed indeholder flammehæmmere for at kunne leve op til de engelske brandsikkerhedskrav.

EU Kommissionen er i dag under stærkt pres fra England med hensyn til brandkrav, og dette kan medføre krav om brug af flammehæmmere i resten af EU på et tidspunkt. Herudover er myndighederne i Norge også i gang med at se på øgede brandkrav³.

Formål og afgrænsning

Miljøstyrelsen igangsatte derfor dette projekt i 2012 for at undersøge om, der er flammehæmmere i boliginteriør solgt på det danske marked. Projektets formål har således været at kortlægge og vurdere den sundheds- og miljømæssige risiko ved indhold af flammehæmmere i tekstiler og skumdele, der anvendes til boliginteriør, med hovedvægt på gardiner, møbler, madrasser og tæpper.

Projektets fokus har udelukkende været på tekstiler til boliginteriør. Tekstiler til f.eks. produkter som bilsæder, autostole eller andre transportmidler er således ikke omfattet af kortlægningen.

Historik

Tidligere har brugen af polybromerede diphenylethere (PBDEer – bl.a. penta-, octa- og deca-BDE), været udbredt, men globale restriktioner (i EU og Japan) og udfasning (i USA) på PBDEer omkring 2004 har betydet, at der er sket en efterspørgsel efter alternative flammehæmmere, såsom organofosfat flammehæmmere og nye former for bromerede flammehæmmere.

Brugen af flammehæmmere i boliginteriør Danmark

Kortlægningen af brugen af flammehæmmere i boliginteriør i Danmark foregik dels ved kontakt til branchen og dels ved internetsøgning. I alt blev 64 virksomheder kontaktet og af disse leverede 30

¹ <http://www.ireadlabelsforyou.com/flame-retardant-law-is-about-to-change/>

² <http://www.ireadlabelsforyou.com/flame-retardant-law-is-about-to-change/>

³ Personlig kommunikation med Kjeld Bülow, rådgiver i Møbel+Interiør Brancheforeningen, februar 2013.

virksomheder input til projektet. Der blev kontaktet virksomheder indenfor følgende områder: tekstiler generelt (til bl.a. gardiner og møbler), tæpper (gulvtæpper), gardiner og møbler. En opsummering af brugen af flammehæmmere indenfor disse områder er angivet i Tabel 1.

Område	Kommentarer	Specifikke flammehæmmere nævnt
Tekstiler	Det er primært tekstiler, der skal anvendes til møbler eller gardiner i offentlige bygninger, hvor der er særlige brandkrav, der indeholder flammehæmmere eller bliver efterbehandlet med flammehæmmere. Boligtekstiler/møbeltekstiler, der produceres med flammehæmmere eksporteres især til England. Tekstiler af polyester er typisk altid flammehæmmet, da selve fiberen indeholder en indbygget flammehæmmer.	Trevira CS (fosforbaseret) indbygget i selve fiberen Zirpro (zirkoniumbaseret) Flovan (fosforbaseret) Pekoflam (baseret på fosfor og nitrogen)
Tæpper	Det er primært tæpper solgt til det professionelle marked, der indeholder flammehæmmer. Tæpper solgt til private indeholder typisk ikke flammehæmmer.	Aluminium trihydroxid anvendes i tæppebagsiden
Gardiner	Gardiner er typisk baseret på tekstilstof med flammehæmmer indbygget i fiberen. Trevira CS fiberen ser ud til at være mest udbredt i branchen. Efterbehandling med flammehæmmer kan ske (Zirpro). Gardiner til speciel anvendelse flammehæmmes (f.eks. teatergardiner).	Trevira CS (fosforbaseret) indbygget i selve fiberen FR-fiber (ukendt type) Zirpro (zirkoniumbaseret) Flovan (fosforbaseret) Pekoflam (baseret på fosfor og nitrogen)
Møbler	Flammehæmmere anvendes generelt ikke i dansk-producerede møbler til det danske marked, men udenlandsk producerede møbler kan indeholde flammehæmmere i både tekstilbetræk og polstring (skum). Polstringen i møblerne kan indeholde flammehæmmer, især hvor der stilles særlige brandkrav (f.eks. møbler og madrasser til skibs- og togfart, institutioner m.m.). Især i PUR (polyurethan) skum oplyses der om brug af flammehæmmere (uden for DK).	Trevira CS (fosforbaseret) indbygget i selve fiberen på stoffet TCPP (i PUR skum) TDCPP (i PUR skum) TMCP (i PUR skum) BTMCP/V6 (i PUR skum)

TABEL 1
OVERBLIK OVER BRUGEN AF FLAMMEHÆMMERE IFØLGE BRANCHEN

Kortlægningen viste generelt, at flammehæmmeren enten er ”indbygget” i produktet eller tilsættes efterfølgende til tekstil (betrækket) eller skummet i møblerne. Flammehæmmeren kan være indbygget i selve fiberen i polyester eller indbygget på selve bagsiden af gulvtæpperne.

Analysér af udvalgte produkter

På baggrund af kortlægningens resultater samt overvejelser om eksponering og screening for sundhedsrisici for flammehæmmerne i produkterne, blev det besluttet, at der skulle fokuseres på møbler og madrasser, idet eksponering af eventuelle flammehæmmere i gardiner og bagsiden af gulvtæpper og gardiner blev anset for værende lille. Der blev efterfølgende indkøbt i alt 15 produkter på det danske marked, der blev analyseret for indhold af flammehæmmere.

Ved udvælgelsen af de indkøbte produkter blev der fokuseret på at indkøbe møbler og madrasser, som også var tilgængelige på det engelske marked. Dvs. der blev indkøbt produkter fra forretninger eller producenter, som også producerer til det engelske marked.

I alt blev der indkøbt og analyseret følgende 15 produkter:

- 3 kontorstole
- 8 madrasser
- 3 stole/lænestole
- 1 plaid

For disse 15 produkter blev der indledningsvist udført røntgen screeninger (XRF-grundstofanalyse) af hvert enkelt materialelag (delprøver) i produkterne for at vurdere om, der var indhold af grundstoffer i de enkelte materialelag, der kunne tyde på indhold af flammehæmmere.

Konklusionerne fra XRF-screeningerne var følgende:

- Der blev set aluminium i alle delprøver og i koncentrationer op til 1,8 %, men indholdet af aluminium i flere af de undersøgte delprøver tyder nærmere på et indhold af fyldstof (og ikke flammehæmmer), da indholdet af aluminium og silicium mængdemæssigt følges ad.
- Få af de undersøgte delprøver indeholder titanium i koncentrationer, der kunne indikere, at det kan stamme fra en flammehæmmer. Men indhold af titanium kan også skyldes farvestoffet titandioxid. Da flammehæmmere baseret på titanium ikke udgør et miljø- eller sundhedsmæssigt problem, blev det besluttet ikke at fokusere på titanium i de videre analyser.
- Zirkonium blev kun målt i fem delprøver over detektionsgrænsen og i så små koncentrationer, at der næppe er tale om indhold af zirkoniumbaserede flammehæmmere.
- Der var generelt ikke det store indhold af fosfor eller chlor bortset fra i enkelte delprøver (i alt 5 lag). Koncentrationen af fosfor og chlor følges ad, hvilket kan tyde på en flammehæmmer bestående af både chlor og fosfor, dvs. TCPP, TDCPP eller TCEP.
- Brom blev set i cirka halvdelen af delprøverne (lagene), men generelt i meget små koncentrationer. Enkelte delprøver havde lidt højere koncentrationer, men generelt var niveauerne af brom så små (maksimale indhold er målt til ca. 0,04 %), at det næppe skyldes indholdet af bromerede flammehæmmere.

På baggrund af denne røntgen analyse af hvert enkelt lag i de indkøbte møbler, blev der udvalgt i alt 13 delprøver (lag), hvor der blev foretaget en GCMS-screening (gas chromatography mass spectrometry) for indhold af flammehæmmere. Denne GCMS-screening viste, at der var TCPP og TDCPP i fire af de 13 delprøver, og TDCPP i en meget lille koncentration alene i en enkelt delprøve. Chromatogrammerne fra GCMS-screeningen viste ikke tegn på andre indholdsstoffer, såsom evt. bromerede flammehæmmere.

TCPP og TDCPP, der tilhører gruppen af chlorerede alkylphosphater, blev derfor efterfølgende kvantificeret i de fire delprøver, der alle var skumgranulater fra kontorstole eller stole. En stol havde to skumlag, hvor der blev set TCPP og TDCPP i begge skumlag. Indholdet af TCPP og TDCPP blev kvantificeret til mellem 0,07 og 0,46 % for TCPP og mellem 0,13 og 0,90 % for TDCPP i skumlagene.

Konklusionen på analyserne var således, at:

- 1 ud af 3 undersøgte kontorstole indeholdt flammehæmmere i form af TCPP (0,46 %) og TDCPP (0,9 %).
- 2 ud af 3 undersøgte stole/lænestole indeholdt flammehæmmere i form af TCPP (max 0,44 %) og TDCPP (max 0,61 %). Begge stole havde TDCPP i to lag. En af stolene havde TCPP i to lag.
- Ingen af de undersøgte 8 madrasser eller plaiden indeholdt flammehæmmere.

Risikovurdering

Efterfølgende blev der lavet en farevurdering mht. sundhed og miljø af de to fundne flammehæmmere TCPP og TDCPP i produkter på det danske marked.

TCPP har ikke en EU-harmoniseret fare-klassificering. Ved indtagelse gennem munden absorberes TCPP hurtigt og i stor udstrækning (ca. 80 % af dosis) og fordeles i stor udstrækning til kroppens organer. TCPPs akutte giftighed er lav, og kan ved hudkontakt give anledning til lettere grader af hudirritation. TCPP vurderes ikke at være allergifremkaldende. Studier har vist, at målorganerne for stoffets skadelige effekter ved lang tids påvirkning er lever og skjoldbruskkirtel med en LOEL værdi på 52 mg/kg legemsvægt/dag. Stoffet er ikke mutagent. Der findes ikke noget cancerstudie på stoffet, og der har været og er stadig en igangværende diskussion om stoffet burde klassificeres carcinogent, da det har stor lighed med stofferne TCEP og TDCPP, der begge er klassificerede carcinogene. (Carc. 2; H351). Effekter på foster og forplantningsevne er for TCPP blevet undersøgt i 2-generations reproduktions toksicitetsstudie. Der blev udledt en LOEL-værdi på 99 mg/kg legemsvægt baseret på effekter på uterusvægt set i alle doserede hunner samt forøgede antal af dværgvækst hos afkommet. Ligeledes peger observationer i dette studie på, at TCPP kan give hormonelle forstyrrelser på grund af fund af uterusvægt og forlængelse af østrogencyclus. Disse resultater indikerer, at TCPP kan ændre kønshormon-balancen.

På baggrund af de præsenterede data er der for TCPP blevet beregnet et tolerabelt eksponeringsniveau (en DNEL værdi) på 0,07 mg/kg legemsvægt/dag udledt på baggrund af et LOEL på 52 mg/kg legemsvægt/dag i et 90-dages studie svarende til en intern dosis på 41,6 mg/kg legemsvægt/dag (absorption på 80 % ved indtagelse gennem munden) og under anvendelse af en samlet usikkerhedsfaktor på 600.

M.h.t. effekter i miljøet opfylder TCPP ikke kravene for at være et PBT stof. TCPP anses for at opfylde kriteriet som persistent (P) eller potentielt meget persistent (vP). De tilgængelige oplysninger om bioakkumulering (målt BCF (fisk) på 0,8-4,6) viser, at TCPP ikke opfylder kriteriet for bioakkumulering (B). Kriteriet for toksicitet (T) er heller ikke opfyldt.

TDCPP har en EU-harmoniseret klassificering som Carc.2; H451. TDCPP absorberes hurtigt og i stor udstrækning (ca. 100 % af dosis) efter oral indtagelse og fordeles i stor udstrækning til kroppens organer. TDCPPs akutte giftighed er lav, og kun lettere grader af hudirritation er set. TCPP vurderes ikke at være sensibiliserende. Stoffet er vurderet ikke at være mutagent. Studier har vist, at målorganet er nyrene. I et kronisk 2 årigt cancerstudie blev der fundet nyretumorer efter 24 måneder i mellem- og højdosisgrupperne. En LOEL på 5 mg/kg legemsvægt blev fastlagt baseret på fund af nyrehyperplasi (forøget cellevækst) i alle eksponerede grupper. Hyperplasi i nyretubuli epitellet anses som værende en præ-neoplastisk læsion, der kan føre til adenom og derfra til karcinom.

Effekter på foster og forplantningsevne blev undersøgt i rotter. Der var ingen tegn på embryotoksicitet i fravær af toksiske effekter i moderdyrene. NOAEL for afkommet var 100 mg/kg legemsvægt/dag, baseret på forøget resorption og nedsat levedygtighedsindeks for fostrene ved en dosis på 400 mg/kg legemsvægt/dag. Et 12 uges fertilitetsstudie i hankaniner viste ingen effekter på parring, fertilitet, sæd analyse og de mandlige forplantningsorganer, hvilket indikerer, at TDCPP ikke har effekt på den mandlige fertilitet.

På baggrund af de præsenterede data blev en DNEL værdi på 0,005 mg/kg legemsvægt/dag udledt på baggrund af data fra et kronisk studie med en LOAEL på 5 mg/kg legemsvægt/dag og under anvendelse for en samlet usikkerhedsfaktor på 1000.

Mht miljøfare opfylder TDCPP ikke kravene for at være et PBT stof. TCPP anses for at opfylde kriteriet som persistent (P) eller potentielt meget persistent (vP). De tilgængelige oplysninger om bioakkumulering (målt BCF (fisk) på 31-59) viser, at TCPP ikke opfylder kriteriet for bioakkumulering (B). Kriteriet for toksicitet (T) er heller ikke opfyldt.

Ud over ovenstående farevurdering blev eksponeringen for de to fundne flammehæmmere, TCPP og TDCPP vurderet for derpå at kunne vurdere risikoen ved eksponering for de to stoffer. Eksponering for de to stoffer kan ske dels via inhalation af stofferne via indeluften, dels via hudeksponering ved den direkte kontakt med det produkt, der indeholder flammehæmmeren og endelig via indtagelse af støvpartikler i hjemmet eller på kontoret, der indeholder stoffet. Disse tre eksponeringsveje blev vurderet, og en daglig eksponering blev beregnet for hver af eksponeringsvejene samt en samlet eksponering et 2-3 årigt barn og en voksen person udsættes for. Værdierne ses i tabellen nedenfor. Der er blevet indhentet data i litteraturen på, hvor meget TCPP og TDCPP, der kan være indeholdt i støv i dels hjemmet, dels støv i kontorarealer. Disse data repræsenterer totale koncentrationer af TCPP og TDCPP, hvor kilderne til den fundne mængde ikke nødvendigvis kommer fra boliginteriør, men også kan stamme fra andre kilder.

Stof	Scenarie	Daglig eksp. DERMAL (µg/kg/dag)	Daglig eksp. INDÅND (µg/kg/dag)	Daglig eksp. STØV (µg/kg/dag)	Daglig eksp. SAMLET (µg/kg/dag)
TCPP	Børn	1,68	2,217	1,120	5,015
TCPP	Voksne	1,47	0,95	0,093	2,515
TDCPP	Børn	2,46	0,0875	0,720	3,270
TDCPP	Voksne	2,16	0,0375	0,060	2,258

TABEL 2
DEN BEREGNEDE EKSPONERING FOR TCPP OG TDCPP VIA HENHOLDSVIS DERMAL EKSPONERING, INDÅNDING OG INDTAGELSE AF STØV.

Den beregnede eksponeringen for TCPP og TDCPP gav anledning til følgende risikokoefficienter RCR (eksponering i mg/kg/dag / DNEL værdi):

Stof	Scenarie	DNEL	RCR _{STØV}	RCR _{INDÅND}	RCR _{DERMAL}	RCR _{SAMLET}
TCPP	Børn	70	0,0160	0,0317	0,024	0,07
TCPP	Voksne	70	0,0013	0,0136	0,021	0,04
TDCPP	Børn	5	0,1440	0,0175	0,493	0,65
TDCPP	Voksne	5	0,0120	0,0075	0,432	0,45

TABEL 3
DEN BEREGNEDE RISIKO (RCR) VED EKSPONERING FOR TCPP OG TDCPP

Hvis RCR er under 1 anses eksponeringen ikke for at udgøre en risiko for skadelige effekter. Det største bidrag til den samlede RCR kommer fra den dermale eksponering, som dog højst sandsynligt er stærkt overvurderet i beregningerne idet flammehæmmerne af beregningsmæssige årsager blev antaget at være i det yderste skumlag, mens de i virkeligheden blev målt i de nedre skumlag. I de anførte beregninger er dermal eksponering fundet at være en betydelig eksponeringsvej. Der er imidlertid stor usikkerheder forbundet med vurderingen af migration af flammehæmmeren fra et dybereliggende skumlag og ud til overfladen af stolen, hvorfor mere eksperimentel viden på dette område vil være nødvendig for at kunne foretage en mere nøjagtigt vurdering af den dermale udsættelse og risiko ved brug af stolen. Efter den dermale eksponering er det støvindtagelsen, der bidrager mest til den samlede RCR og en lille fraktion stammer fra indånding. Den samlede RCR er for begge stoffer og for henholdsvis børn og voksne er mindre end 1, hvilket indikerer, at stofferne ikke udgør en uacceptabel risiko for skadelige effekter i de brugsscenarier (worst case scenarier), som er opstillet i dette projekt. Den største RCR opnås for den mest sensitive gruppe, det 2-3 årige barn for stoffet TDCPP, der har en lavere DNEL værdi end TCPP, men også her er RCR værdien under 1 (0,65), og anses derfor ikke for at give anledning til en risiko for sundhedseffekter.

Ligeledes blev der heller ikke fundet risiko for skadelige effekter i miljøet af de to stoffer.

Konklusion

På baggrund af denne kortlægning og undersøgelse af boliginteriør på det danske marked konkluderes det, at der umiddelbart ikke er fundet en risiko for danske forbrugere i forbindelse med udsættelse for evt. flammehæmmere i produkterne. Det skal dog pointeres, at der her kun er undersøgt et lille udsnit af produkter på markedet, og derfor ikke kan udelukke, at der findes andre produkter på det danske marked, der kan indeholde flammehæmmere i højere mængder. I modsætning til, hvad man fx har set i undersøgelser fra USA, hvor 80 % af de undersøgte møbler indeholdt flammehæmmere, giver denne undersøgelse en indikation af, at en mindre procentdel af møbler på det danske marked indeholder flammehæmmere. Dette baseres dels på analyserne, hvor 50 % af de undersøgte møbler (stole og kontorstole) indeholdt flammehæmmer; dels kontakten til industrien, der gav indtryk af, at dansk producerede møbler udelukkende til det danske marked ikke tilsættes flammehæmmer. Derudover har denne undersøgelse også indikeret, at brugen af de skadelige bromerede flammehæmmere i boliginteriør på det danske marked måske ikke er så stort et problem som frygtet, idet der ikke er fundet brom i nogle af de analyserede 15 produkter, men igen skal det pointeres, at undersøgelsen er baseret på et lille udsnit af alle boliginteriør produkter på markedet.

Forkortelsesliste

BTMCP: Bis(kloromethyl) trimethylenbis(bis(kloromethyl)fosfat

CME: Combustient Modified Ether

CMHR: Combustient Modified High Resilient

decaBDE: decabromodiphenylether

DNEL: Derived no effect level

GCMS-screening: Gas chromatography mass spectrometry

HBCDD: Hexabromocyclododecane

HR: High Resilient

LOAEL: Lowest observed effect level

NOAEL: No observed effect level

MDI: Methylen diphenyl isocyanat

octaBDE: Octabromodiphenylether

PET: polyethylentereftalat

PBB: Polybrominerede biphenyler

PBDE'er: Polybromerede diphenylethere

PBT stof: Persistent (P), bioakkumulerende (B), toksisk (T)

pentaBDE: Pentabromodiphenylether

PUR: Polyurethan

QSAR: Quantitative Structure-Activity Relationship

RCR: Risk Characterization ratio

SCCP: Short-Chain Chlorinated Paraffins

TCPP: Tris(2-kloro-1-methylethyl)fosfat

TCEP: Tris(2-kloroethyl)fosfat

TDCPP: Tris (1,3-dikloro-2-propyl)fosfat

TEPA: Tris (1-aziridiny) phosphinoxid

TRIS: Tris(2, 3-dibromopropyl

XRF-screening: X-ray fluorescence screening

1. Introduktion

Et flammehæmmende stof kan gøre, at brand har sværere ved at udvikle sig, end hvis stoffet ikke var til stede. Derfor tilsættes flammehæmmere i nogle forbrugerprodukter, f.eks. møbler, plast, tekstiler, gulvtæpper, madrasser og elektronik såsom fjernsyn, computere, mobiltelefoner m.m. For bestemte produktgrupper (såsom møbler, gulvtæpper, gardiner og madrasser) kan der være direkte krav til brandsikkerheden af produkterne, som betyder, at flammehæmmere kan være nødvendige at anvende i disse produkttyper (Ali et al., 2012; Brommer et al., 2012; Stapleton et al., 2009; Stapleton et al., 2011; Arcadis, 2011).

Generelt beskrives i litteraturen, at globale restriktioner på polybromerede diphenylethere (PBDEer – bl.a. penta-, octa- og deca-BDE) har betydet, at der er sket en efterspørgsel efter alternative flammehæmmere, såsom organophosphat flammehæmmere og nye former for bromerede flammehæmmere (Ali et al., 2012). Med udfasningen/begrænsningen af PBDEer på verdensplan omkring 2004 (begrænset i bl.a. Japan og EU, og udfaset i USA) er det derved nye alternative flammehæmmere, der bliver set anvendt i stedet. Dette ses af undersøgelser af brugen af flammehæmmere i møbler, samt undersøgelser af flammehæmmere i husstøv (Dodson et al., 2012; Stapleton et al., 2012).

Tidligere undersøgelser har specifikt vist at flammehæmmere kan forekomme i tekstil- og skummaterialer (SCHER, 2012; Tænk, 2012; Stapleton et al., 2011; Stapleton et al., 2012). Derfor har kortlægningen fokuseret på de produkter, som består af tekstil- og/eller skummaterialer, dvs. at der f.eks. er kortlagt stole med skumsæde og tekstilbetræk, mens stole af træ og metal ikke blev omfattet.

1.1 Formål med projektet

Projektets formål er at kortlægge og vurdere den sundheds- og miljømæssige risiko ved indhold af flammehæmmere i tekstiler, der anvendes til boliginteriør, med hovedvægt på gardiner, møbler, madrasser og tæpper.

1.2 Afgrænsning af projektet

Der er i denne rapport således udelukkende fokus på tekstiler til boliginteriør. Tekstiler til f.eks. produkter som bilsæder, autostole eller andre transportmidler er således ikke omfattet af kortlægningen.

2. Kortlægning

Der er i dette projekt foretaget en kortlægning af boliginteriørtekstiler, der forventes at kunne indeholde flammehæmmere med henblik på at kortlægge, hvilke flammehæmmere, der anvendes på det danske marked i tæpper, gardiner, møbler, madrasser samt tekstiler til boliginteriør.

2.1 Metode til kortlægning

Kortlægningen er foretaget dels ved en internetsøgning, og dels ved kontakt til en række udvalgte producenter, butikker og leverandører af boliginteriør af tekstiler og af tekstiler til boliginteriør. Ved internetsøgningen blev der søgt på ord som "flammehæmmere", "brandhæmmer", "flame retardant", "flame resistant" samt specifikke bromerede og klorerede flammehæmmere for at afdække dels produkttyper og dels specifikke produkter, som var flammehæmmet samt virksomheder, som leverer produkterne. Der er desuden udført en litteratursøgning, for at afdække tidligere undersøgelser af flammehæmmere i forbrugerprodukter.

Som supplement til ovenstående blev der søgt efter producenter og forhandlere af tæpper, gardiner, møbler samt tekstiler, garn og skum for at få indkredset de flammehæmmere, som anvendes i de udvalgte produktgrupper. Da der findes strengere brandkrav i England er der desuden søgt efter firmaer, som både leverer til det danske og engelske marked, da disse produkter vurderes i højere grad at kunne indeholde flammehæmmere end produkter, der kun sælges på det danske marked.

For at dække virksomhederne som producerer og leverer boliginteriør af tekstiler bredt ind er der søgt på produktgrupperne på internettet. Dermed blev det sikret, at også internetbutikker blev omfattet og såvel nyetablerede som ældre virksomheder på markedet blev dækket ind. Desuden har der været fokus på at dække store Europæiske leverandører af tekstiler med flammehæmmere, som Trevira. Blandt de kortlagte i alt 92 virksomheder blev 64 kontaktet på mail/og eller telefon (se bilag 1 for eksempel på mail). De kontaktede virksomheder er udvalgt så de både dækker mindre og større virksomheder samt nyere og ældre. Desuden er der fokuseret på at dække de virksomheder som er leverandører til den største del af det danske marked samt virksomheder, som også leverer til andre lande, som f.eks. UK. Informationssøgning på virksomhedernes hjemmesider har været anvendt dels til at lokalisere virksomhedernes aktiviteter, produktgruppe og markedsandele og dels til at supplere informationerne fra telefon- og mailkorrespondancerne.

Der er modtaget respons fra i alt 30 ud af de 64 kontaktede virksomheder. Virksomhederne, der har svaret dækker over tæpper, gardiner, møbler (herunder senge og madrasser) samt tekstilproducenter og leverandører. Den samlede liste af virksomheder, der er indgået i kortlægningen fremgår af bilag 2. Der er ikke taget kontakt til alle virksomhederne på denne liste; for nogle af virksomhederne er det udelukkende oplysninger på deres hjemmeside, som er anvendt i kortlægningen. Årsagen til, at ikke alle virksomheder er kontaktet er, at der hurtigt viste sig et mønster i, hvilke typer af virksomheder som kunne og ville levere informationer til projektet. Der blev derfor fokuseret på denne type af virksomheder (fremstillere/producenter). Herudover har det selvfølgelig også været et spørgsmål om ressourcer, dvs. hvad der kunne nås inden for projektets rammer.

2.2 Kortlægning af hvilke typer tekstilprodukter indenfor kategorien 'boliginteriør', der indeholder flammehæmmere

2.2.1 Tekstiler generelt – til bl.a. gardiner og møbelstoffer

Denne kategori dækker over boligtekstiler, der anvendes til f.eks. møbler (betræk o. lign.) eller gardiner og dækker derfor bredt de forskellige produkttyper, der er medtaget i kortlægningen.

Kortlægningen viste, at de danske butikker generelt ikke har nogen viden om deres produkters indhold af flammehæmmere. Producenter og leverandører af boligtekstiler blev kontaktet for information om brug af flammehæmmere. 18 virksomheder indgik i kortlægningen. Tre producenter leverede information om brugen af flammehæmmere i deres boligtekstiler. Deres informationer gav følgende indblik i markedet:

Det er primært tekstiler, der skal anvendes til møbler eller gardiner i offentlige bygninger, som indeholder flammehæmmer eller som bliver efterbehandlet med flammehæmmer. Dette skyldes brandkrav, der stilles til offentlige bygninger såsom sygehuse, hoteller, teatre osv. Et eksempel på en flammehæmmed produkttype kan være kontorstole. (Brandkrav er beskrevet i afsnit 2.7

"Gældende regler i DK"):

- De boligtekstiler, der produceres med flammehæmmer, er til eksportmarkedet, især det engelske marked, der har særligt strenge brandkrav.
- Der er ikke efterspørgsel efter flammehæmmere i boligtekstiler til private hjem. Dog oplyser en tekstilproducent, at polyester altid er flammehæmmed, fordi det er selve tekstilfiberen, der er flammehæmmed, dvs. at flammehæmmeren er indbygget i selve tekstilfiberen. Her vælger tekstilproducenten således at producere polyestertekstilerne med de indbyggede flammehæmmere som standard uanset om der er tale om tekstiler til offentlige bygninger eller private hjem.
- Af andre tekstiler udenfor kategorien af boligtekstiler kan nævnes at sengelinned til plejesektoren (sygehuse, pleje- og handicaphjem) og arbejdstøj er flammehæmmed.

2.2.2 Tæpper

Denne kategori dækker over gulvtæpper, tæppefliser og løse tæpper (f.eks. mindre tæpper til sofa/spisebordsmiljøer og ægte tæpper).

Seks tæppe- og tæppefliseproducenter blev kontaktet og leverede information omkring brugen af flammehæmmere i deres tæpper. I alt 13 virksomheder indgik kortlægningen. Det generelle billede af dette område (som bekræftes af informationen fra fem tæppeproducenter og tæppeleverandører) er, at:

Det primært er tæpper solgt til det professionelle marked (hoteller, offentlige bygninger m.m.), der indeholder flammehæmmere. Dette skyldes typisk brandkrav, da f.eks. tæpper lagt i flugtveje skal overholde visse brandkrav, dvs. at brug af flammehæmmere er nødvendigt. Tæppebranchen oplyser, at tekstil gulvbelægninger generelt anses for at være et byggeelement, hvorfor også gulvtæpper skal overholde visse brandkrav i visse situationer (brandkrav er beskrevet afsnit 2.7

"Gældende regler i DK"):

- Tæpper solgt til private indeholder typisk ikke flammehæmmere - hverken løse tæpper eller væg-til-væg tæpper.
- Ifølge tæppeproducenterne er brugen af flammehæmmere med til at gøre produktet dyrere. Dvs. det typisk vil være de dyrere tæpper, der indeholder flammehæmmere. Ifølge tæppeproducenterne anvendes der derfor ikke flammehæmmere i tæpper til det private marked, da det vil gøre tæpperne dyrere. Prisen på flammehæmmere eller hvor meget dyrere produkterne bliver, blev ikke oplyst.
- Den type flammehæmmere, som anvendes i gulvtæpper (når flammehæmmer anvendes) er aluminium trihydroxid også kaldet aluminium trihydrat ($\text{Al}(\text{OH})_3$, CAS 21645-51-2). Aluminium trihydroxid er et pulver, der bliver blandet i den pasta man anvender til tæppebagsider.

- Aluminium hydroxid anses i branchen for at være den bedste type flammehæmmer set ud fra et indeklimaperspektiv. Alternativ kan uld anvendes, når der ønskes fokus på godt indeklima, da uld naturligt har en vis flammehæmmende effekt.

2.2.3 Gardiner

Gardiner omfatter bl.a. rullegardiner, plisségardiner, lamelgardiner, foldegardiner og persienner. Sytten forskellige producenter og importører af gardiner indgik i kortlægningen. Fire gardinproducenter leverede information om brugen af flammehæmmere i deres gardiner. I supplement til informationerne, som er nævnt under tekstiler generelt gav deres respons følgende indblik i markedet:

- Der anvendes certificeret flammehæmmet stof og/eller Oekotex-mærkede tekstiler, ofte fra Tyskland (f.eks. Drapilux og Hoechst) til rullegardiner, lamelgardiner, plisségardiner og Duette ® fra f.eks. Hunter Douglas (US). Duette ® er gardiner med et energieffektivt foldesystem. Svarene fra branchen viser samstemmende, at de er meget opmærksomme på at indkøbe certificerede mærkevarer til det danske marked og har meget fokus på de Oekotex-mærkede tekstiler.
- Det oplyses, at mange flammehæmmede gardiner på det danske marked er produceret af tekstilfibre med reaktive flammehæmmere, ofte Trevira CS (fosforbaserede, fast bundet i tekstilet) og FR-fibren (Flame Retardant, men ingen oplysninger om hvilken type flammehæmmer der er tale om). Andre gardiner efterbehandles i stedet med Zirpro, baseret på zirkonium salte som er en flammehæmmende coating, der anvendes på det færdige tekstil. Ifølge en internetsøgning kan Zirpro også være baseret på titanium salte (Csiro, 2012), men gardinbranchen i DK angiver, at deres Zirpro er baseret på zirkonium salte.
- Til enkelte specielle anvendelser, f.eks. teatergardintæpper efterbehandles der konsekvent med flammehæmmer, men der var ikke kendskab til, hvilken type flammehæmmer som påføres tekstilerne.
- En dansk gardinproducent nævner, at de netop af frygt for, at der kan være blandet alle mulige flammehæmmere i tekstilerne fra østen, udelukkende importerer ren bomuld, viskose og polyester fra Østen, så de selv kan styre, hvad der tilsættes gardinerne.

Baseret på svarene fra branchen har det ikke været muligt at afklare, hvor udbredt hhv. fastbundede flammehæmmer kontra coatings er, men svarene indikerer, at Trevira fiberen er den mest anvendte, når gardinerne flammehæmmes.

2.2.4 Møbler

Denne kategori dækker over møbler, der indeholder en eller anden form for tekstil og/eller skumplast. Det kan f.eks. være sofaer, stole, senge, madrasser og skamler.

Producenter og importører af møbler, skumplast til møbelproduktion samt møbelhuse blev kontaktet for at høre om brugen af flammehæmmere i deres produkter. 41 forskellige virksomheder var omfattet af kortlægningen.

Dette gav følgende billede af tekstiler til møbler:

- I Danmark anvendes flammehæmmere generelt ikke i møbler. To af de store tekstilproducenter til møbelindustrien oplyser, at omkring 20 % af deres produktion af tekstiler indeholder flammehæmmere, og denne produktion primært er til det engelske eller tyske marked, hvor der er andre regler omkring brandsikkerhed, der gør, at produkter til disse markeder typisk er flammehæmmet for at kunne leve op til kravene.
- Møbler, indeholdende flammehæmmere fra danske producenter, produceres udelukkende, hvis kunden ønsker det. Det er typisk udenlandske kunder, der ønsker et flammehæmmet produkt. Tre af de kontaktede virksomheder, beskrev, at de i disse tilfælde anbefaler uld, da det naturligt har en vis flammehæmmende effekt.
- En producent angiver, at de for omkring 10 % af produktionen anvender tekstiler baseret på de syntetiske fibre fra Trevira CS, som har indbygget flammehæmmer.

Tekstiltyper, som anvendes til møbelstoffer er f.eks. uld, polyester, bomuld og polyurethan⁴. Der findes flere forskellige typer af skum, der anvendes til møbler og madrasser bl.a. polyurethan (PUR) skum, polyetherskum, koldskum, viskoelastisk skum, skumlatex af naturgummi og methylen diphenyl isocyanat (MDI) skum (s-ms, 2012; B6 gruppen, 2012, KBE, 2012 og Skandinavisk Skum, 2012).

Kortlægningen gav følgende billede af skum til polstring af møbler:

- Danske producenter af PUR-skum til møbler informerer på deres hjemmesider om, at flammehæmmet skum især anvendes til madrasser og møbler i skibs- og togfarten, institutioner m.m., hvor brandsikkerheden ofte stiller særlige lovkrav.
- Koldskum af typen HR (High Resilient) er et polstermaterialer, som typisk anvendes til møbler og madrasser og kan være brandhæmmet, mens typen, der benævnes HRu ikke er tilsat flammehæmmende midler.
- Polyetherskumtypen CME (Combustient Modified Ether) og HR koldskumtypen CMHR (Combustient Modified High Resilient) er skum, der er gjort brandhæmmende så de opfylder de engelske brandkrav. Disse to typer anvendes til møbler og madrasser.
- Søgningen på internettet viste på udenlandske sites bl.a. polstrede kontorstole, havemøbler/liggestole og spisestue og stuestole samt madrasser til medicinsk brug med flammehæmmet CMHR-skum. Produkterne blev dog ikke identificeret på danske internetsider.

Kjeld Bülow, der er rådgiver i Møbel+Interiør Brancheforeningen oplyser i en artikel i Ingeniøren⁵, at der generelt ikke er nogen detaljeret viden om flammehæmmere i polstrede møbler i de danske hjem og butikker. Kjeld Bülow angiver dog, at de virksomheder, der producerer i Danmark, er meget opmærksomme på ikke at benytte bromerede flammehæmmere. Men det er anderledes for importerede polstermøbler, som udgør en stadig større del af salget herhjemme. En meget stor del af polstermøblerne kommer fra Polen eller Fjernøsten, og det vides ikke, hvilke flammehæmmere, der kan være i dem.

Det har ikke været muligt at få oplysninger om, hvilke typer af flammehæmmere, der anvendes i de forskellige typer af skum i møbelindustrien, men den Europæiske flammehæmmer forening (EFRA) oplyser på deres hjemmeside (www.cefic-efra.com), at det hovedsagligt er fosforbaserede flammehæmmere som Tris(monokloropropyl)fosfat (TMCP eller TCPP), tris(dikloropropyl)fosfat (TDCPP) og Bis(kloromethyl)trimethylenbis(bis(kloromethyl)fosfat (BTMCP eller V6) der anvendes ligesom melaninsalte også anvendes som flammehæmmer i skum til møbler. Dette stemmer overens med amerikanske undersøgelser af møbler, der viser, at der primært ses brug af TDCPP i møbler på det amerikanske marked (Stapleton et al., 2012).

Generelt gav kortlægningen følgende oplysninger om møbler (både tekstil og skum):

- En leverandør, oplyser at de kun importerer stole og sofaer, som er flammehæmmet og at disse møbler produceres i Asien og leveres direkte til UK, dvs. ikke kommer på det danske marked.
- 3 virksomheder i branchen nævner, at selvom de ikke selv sælger møbler med flammehæmmere til det danske marked, så er der formentlig flammehæmmere i skum og tekstiler fra tredjeverdenslande såsom Kina.
- Det ses af spørgeskemaet i bilag 1, at kortlægningen desuden har søgt at afdække, hvor i produkterne flammehæmmere forekommer. Der er ikke indkommet oplysninger om dette gennem de kontaktede virksomheder, men analyser fra Tænk af autostole til børn viser at flammehæmmere kan forekomme i såvel betræk og seler som polstring (Tænk, 2012).

Generelt synes anvendelsen af flammehæmmere ikke at være udbredt i dansk producerede møbler. Tidligere analyser af skum i møbler og betræk viser dog, at der er målt flammehæmmere (SCHER,

⁴ http://www.kvadrat.dk/fileadmin/user_upload/downloads/Maintenance/Anvendelsesvejledning_for_mobelstoffer.pdf

⁵ <http://ing.dk/artikel/total-uvidenhed-om-giftige-flammehaemmere-i-mobler-134601>

2012; Stapleton et al., 2012), så det må formodes at flammehæmmere vil kunne forekomme i såvel tekstil som skumdele i møbler, dog nok fortrinsvis i importerede produkter.

2.3 Kortlægning af, hvilke typer flammehæmmere, der anvendes samt hvor i produktionen de anvendes

2.3.1 Hvilke typer flammehæmmere anvendes

Kemisk set er de stoffer, som virker flammehæmmende, ganske forskellige. De kan inddeles i fire grupper⁶:

- Uorganiske flammehæmmere f.eks. borsyre og borsyresalte, magnesium hydroxid og aluminium trihydroxid.
- Organisk halogenerede flammehæmmere, dvs. blandt andet bromerede og klorerede flammehæmmere som f.eks. tetrabromobisphenol A (TBBPA) og decabromodiphenylether (deca-BDE).
- Fosforbaserede flammehæmmere f.eks. tris(1,3-diklor-2-propyl)fosfat (TDCPP), tris(klorpropyl)fosfat (TCPP), tris(2-kloroethyl)fosfat (TCEP) og tris(2-butoxyethyl)fosfat (TBEP).
- Kvælstofbaserede flammehæmmere f.eks. melamin.

Baseret på kortlægningen vurderes det, at de organisk halogenerede flammehæmmere og de kvælstofbaserede flammehæmmere ikke anvendes i tekstiler eller skum til boliginteriør, der er produceret i Danmark eller af danske producenter.

Kortlægningen gav kun sparsom information om, hvilke specifikke flammehæmmere, der anvendes i tekstiler til boliginteriør på det danske marked (tæpper, møbler, gardiner, madrasser). Branchen oplyste forskellige handelsnavne for de flammehæmmere, de anvender mest. De specifikke kemiske navne er forretningshemmeligheder.

Tabel 4 viser hvilke flammehæmmere, eller grupper af flammehæmmere, der specifikt er oplyst være indeholdt i produkter på det danske marked. Udover de nævnte blev der givet oplysninger om en FR fiber (flammehæmmet tekstilfiber), uden dog at få oplysninger om, hvilken type flammehæmmer, der anvendes i tekstilet så denne er ikke medtaget i tabellen. Der eksisterer undersøgelser af indhold af flammehæmmere i amerikanske møbler (Stapleton et al., 2012), men det vides ikke om disse møbler forekommer på det danske marked. Derfor er disse flammehæmmere ikke angivet i tabel 4 nedenfor.

⁶ Kilder: Informationscenter for Miljø & Sundhed's hjemmeside om flammehæmmere (www.forbrugerkemi.dk) og EFRAs hjemmeside (The European Flame Retardants Association) (http://www.cefic-efra.com/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=1&lang=en).

Type flammehæmmer	Identifikation af flammehæmmeren	Produkt indeholdt i
Uorganiske	Aluminium trihydrat (Al(OH) ₃) (indholdet ligger generelt på 3 % (af bagsiden af tæppet) eller mere)	Tæpper
	Zirpro (flammehæmmeren er baseret på zirkonium salte eller titanium salte ⁷ såsom zirkonium eller titanium hexafluorid ⁸ . Zirpro er en samlet betegnelse for brugen af denne type af salte.)	Boligtekstiler til f.eks. gardiner/møbelstof. Zirpro anvendes typisk på uld eller tekstilblandinger, der indeholder uld. Denne type af flammehæmmer anvendes udelukkende til tekstiler med særlige høje brandkrav, f.eks. sæder i tog.
Organisk halogenerede	Ingen identificerede	-
Fosforbaserede	Trevia .(Indholdet af fosfor ligger typisk på 0,5 – 1 %. Den er godkendt til brug i Oeko-Tex 100.)	Boligtekstiler til f.eks. gardiner, møbelstof
	Flovan (flammehæmmeren er baseret på fosfor. Der bruges typisk 50-100 g/kg tekstil. Den er godkendt til brug i Oeko-Tex 100.)	Boligtekstiler til f.eks. gardiner, møbelstof
	Pekoflam (flammehæmmeren er baseret på fosfor og nitrogen. Der bruges typisk 50-100 g/kg tekstil. Den er godkendt til brug i Oeko-Tex 100.)	Boligtekstiler til f.eks. gardiner og møbelstof.
Kvælstofbaserede	Ingen identificerede	-

TABEL 4

FLAMMEHÆMMERE, DER I KORTLÆGNINGEN ER UDPEGET TIL AT VÆRE INDEHOLDT I PRODUKTER
(TÆPPER/MØBLER/GARDINER/BOLIGINTERIØR) PÅ DET DANSKE MARKED

I 2011 blev der publiceret en stor undersøgelse af flammehæmmere i forbrugerprodukter udarbejdet for EU kommissionen (Arcadis, 2011). I undersøgelsen er der fundet mere end 700 forskellige anvendelser af flammehæmmere i forbrugerprodukter, herunder tekstil og møbler. I alt er 42 specifikke flammehæmmere undersøgt nærmere mht. at belyse deres risiko for miljø og sundhed.

Kommissionens undersøgelse angiver, at en række forskellige fosforbaserede flammehæmmere anvendes i polyuretanskum til møbler som f.eks. flere klorerede alkylfosfater (tris (1,3-dikloro-2-propyl)fosfat (TDCPP), tris(2-kloro-1-methylethyl)fosfat (TCPP) og tris(2-kloroethyl)fosfat (TCEP)). Det nævnes desuden i rapporten at også magnesiumhydroxid og melaninfosfat anvendes som flammehæmmer i tekstiler (Arcadis, 2011).

Den Europæiske flammehæmmer forening (EFRA) oplyser ligeledes på deres hjemmeside (www.cefic-efra.com), at det hovedsagligt er fosforbaserede flammehæmmere som

⁷ <http://www.csiro.au/files/files/p9z9.pdf>

⁸ http://www.wool.com/Topmaking_Fibre-Modification_Treatment-Methods.htm

Tris(monokloropropyl)fosfat (TMCP eller TCPP), tris(dikloropropyl)fosfat (TDCPP) og Bis(kloromethyl)trimethylenbis(bis(kloromethyl)fosfat (BTMCP eller V6) samt melaninsalte, der anvendes i skum i møbler.

Undersøgelser i USA har analyseret indholdet af flammehæmmere i polyuretanskummet i 102 amerikanske sofaer. Sofaerne blev solgt mellem 1985 og 2010. I de 41 sofaer fra før 2005 er polybromerede flammehæmmere de mest udbredte. I de 61 sofaer, som blev købt efter 2005, er TDCPP den mest udbredte flammehæmmer (Stapleton *et al*, 2012).

Ligeledes har man i Danmark fundet flammehæmmere i autostole til børn indeholder såvel TDCPP, TCPP og TCEP samt triphenylphosphat og decabromdiphenylether i betræk, seler og polstring (Tænk, 2012). I en stol blev der f.eks. målt 7 mg tris (1,3-dikloro-2-propyl)fosfat (TDCPP)/kg og 190 mg triphenylphosphat/ kg i betrækket samt 5,5 mg tris(2-kloro-1-methylethyl)fosfat (TCPP)/kg og 15,9 g TDCPP/kg i selerne. I en anden stol blev der målt 7,3 mg triphenylphosphat/ kg og 723 mg decabromdiphenylether/kg i betrækket samt 4,6 g tris(2-kloroethyl)fosfat (TCEP)/kg, 302 mg TCPP/kg og 12 mg TDCPP/kg i polstringen.

Ud fra ovenstående vurderes det, at de mest almindelige fosforbaserede flammehæmmere i de produkter, der kortlægges i dette projekt, er følgende forbindelser:

- Tris (1,3-dikloro-2-propyl)fosfat (TDCPP)
- Tris(2-kloro-1-methylethyl)fosfat (TCPP)
- Tris(2-kloroethyl)fosfat (TCEP)
- Bis(kloromethyl) trimethylenbis(bis(kloromethyl)fosfat (BTMCP eller V6)
- Tris(isopropylphenyl)fosfat
- Melaninfosfat
- Bisphenol A-bis(diphenylfosfat)

2.3.2 Hvordan tilsættes flammehæmmere

Flammehæmmere indgår i de behandlede produkter på to forskellige måder: 1) Enten som reaktive flammehæmmere, der er kemisk bundet i produkterne/materialet. Dvs. at flammehæmmeren indbygges i produktionen af produktet eller 2) som additive flammehæmmere, der tilføres produktet til sidst i produktionen. Additive flammehæmmere er mere løst bundet, og frigives derfor nemmere fra produkterne end de, der er kemisk bundet.

Flammehæmmere, der anvendes til boligtekstiler kan både være indbygget i selve tekstilfiberen eller påført det færdig tekstil⁹. For nogle af flammehæmmerene, der er identificeret i kortlægningen, ses følgende form for tilsætning:

Uorganiske:

- Zirpro anvendes på det færdige tekstil, men absorberes til dels i tekstilfiberen på samme måde som farvestoffer gør det.

Fosforbaserede:

- Trevira CS er en polyesterfiber (polyethylentereftalat (PET)), som indeholder en indbygget (reaktiv) fosforbaseret flammehæmmer.
- Flovan anvendes på det færdige tekstil.
- Pekoflam¹⁰ anvendes på det færdige tekstil.

Når der er tale om syntetiske tekstiler såsom polyester er der mulighed for at indbygge flammehæmmeren i selve tekstilfiberen, men det er også muligt at anvende en traditionel

⁹ <http://www2.dupont.com/personal-protection/en-us/dpt/article/flame-resistant-technology.html>

¹⁰

[http://www.clariant.com/C12575E4001FB2B8/vwLookupDownloads/20110922_ITMA_Pekoflam.pdf/\\$FILE/20110922_ITMA_Pekoflam.pdf](http://www.clariant.com/C12575E4001FB2B8/vwLookupDownloads/20110922_ITMA_Pekoflam.pdf/$FILE/20110922_ITMA_Pekoflam.pdf)

overfladebehandling, dvs. hvor flammehæmmeren påføres tekstilet efterfølgende. For naturlige fibre som bomuld og uld, er det ikke muligt at indbygge flammehæmmeren i selve fiberen. Her er en efterbehandling med flammehæmmer nødvendig¹¹. Hvilken metode, der anvendes til at tilsættes flammehæmmeren afhænger selvfølgelig af, hvilket materiale produktet skal udføres i, samt evt. brandkrav til produktet. Ifølge producenter af tekstiler med indbygget flammehæmmer har disse den fordel, at flammehæmmeren ikke kan vaskes ud eller slides væk, som er tilfældet med flammehæmmer, der er tilført produktet til sidst¹².

Der er identificeret et eksempel på, at selve tekstilfiberen fremstilles med indbygget flammehæmmer (polyester). Herved er det i selve produktionen af tekstilfiberen, at flammehæmmeren anvendes. Når der er tale om gulvtæpper er flammehæmmeren tilsat reaktivt, dvs. er indbygget i bagsidematerialet af gulvtæppet. For de resterende boligtekstiler er det generelle billede, at flammehæmmeren tilsættes additivt til det færdige tekstil.

FIRA (2011) beskriver den lidt usædvanlige situation, at urethan skum (anvendt til møbelpolstring) ikke behøver at være behandlet med flammehæmmer for at være flammehæmmende. Men hvis der som betræk anvendes tekstil med indbygget flammehæmmer ovenpå urethan skum som polstring, så kan det betyde, at det er nødvendigt med et ekstra flammehæmmet lag på bagsiden af betrækket – et såkaldt "backcoat" – for at danne en brandsikret barriere mellem betræk og polstring. Betræk med indbygget flammehæmmer kan nemlig have en tendens til at smelte ved udsættelse for flammer, hvilket kan betyde, at møbelpolstringen kan antændes. Dette betyder, at det ikke er nok, at hvert enkelt lag i et møbel er flammehæmmet for at det samlede produkt (møbelet) er brandsikret.

2.3.3 Hvordan virker flammehæmmere

Flammehæmmere virker ved at stoppe eller dæmpe de processer, der er med til at udvikle en brand, dvs.:

- Flammehæmmere kan virke kølende, f.eks. ved at flammehæmmeren danner vand ved brand. Derved stoppes udviklingen af brandbare gasser, når materiale på fast form udsættes for varme.
- Flammehæmmere kan danne et lag, der er med til at indkapsle materialet og dermed hæmme tilførelsen af ilt og/eller varme, der er nødvendig for at branden kan finde sted.
- Flammehæmmerne kan virke ved at udvikle ikke brandbare gasser, der fortynder de brandbare gasser.

Aluminium trihydroxid i tæpper virker ved at danne vand, når tæppet brænder. Flammehæmmeren anvendes i en koncentration på ca. 3 % (vægtprocent i forhold til hele gulvtæppets vægt), men det afhænger af produktet. Koncentrationen kan meget vel også være højere.

2.3.4 Sammenhæng mellem materialevalg og brug af flammehæmmere

Brugen af flammehæmmer afhænger af materialet, som anvendes. Kunststoffer som polypropylen (PP) har lavere smeltepunkt end f.eks. polyamid (PA) eller polyester (PES), og vil derfor være lettere antændeligt. Modsat er tæpper med luvmateriale af 100 % uld meget vanskelige at antænde.

Ifølge Cefic (Cefic, 2012) bliver den enkelte flammehæmmer valgt afhængigt af det tekstil den skal bruges til:

- Til brandhæmning af bomuld bruges der bromerede flammehæmmere og fosforbaserede flammehæmmere i synergi med nitrogen derivater
- Til brandhæmning af uld bruges en kombination af uld og andre fibre som polyamid, polyester eller polyakryl, hvorved mikset er naturligt flammehæmmende i sig selv.
- Til brandhæmning af syntetiske fibre som f.eks. polyester kan der bruges halogenerede flammehæmmere. Der er mulighed for at indbygge flammehæmmeren direkte i selve tekstilfiberen, men traditionel overfladebehandling er også muligt

¹¹ <http://www2.dupont.com/personal-protection/en-us/dpt/article/flame-resistant-technology.html>

¹² <http://www2.dupont.com/personal-protection/en-us/dpt/article/flame-resistant-technology.html>

For de kortlægte flammehæmmere gælder for de

Uorganiske:

- Zirpro anvendes på uld eller tekstilblandinger, der indeholder uld, hvis der er behov for at øge de naturlige flammehæmmende egenskaber af uld.

Fosforbaserede:

- Flovan er velegnet til brug på cellulose, polyester, uld, polypropylen og polyethylen fibre og blandinger af disse¹³.
- Pekoflam¹⁴ er specielt velegnet til brug i bomuld eller bomuldsholdige tekstilblandinger.

2.4 Indledende farescreening for sundhed, herunder beskrivelse af flammehæmmernes nedbrydelighed

De flammehæmmere, der baseret på kortlægningen kan forekomme i tekstiler og skum til boliginteriør, tæpper, møbler, gardiner eller madrasser er screenet for sundhedsfare. Herved kan der opnås en viden om stoffernes sundhedsskadelige potentiale, der kan benyttes i vurderingen af hvilke produkter og materialer det vil være mest relevant at indkøbe til analyse.

2.4.1 Uorganiske flammehæmmere

Ifølge kortlægningen kan aluminium trihydroxid findes som flammehæmmer i boliginteriør på det danske marked. Der er indhentet oplysninger om, at zirkonium forbindelser også bruges (ingen oplysninger om deres præcise form). Derudover angiver undersøgelsen foretaget for EU kommissionen i 2011 (Arcadis, 2011) at magnesiumhydroxid (CAS nr. 1309-42-8) også anvendes som flammehæmmer i møbler.

Sammenfattende vurderes det på baggrund af nedenstående screening af de tre uorganiske flammehæmmere, at de ikke vil udgøre nogen stor risiko for sundheden i forbindelse med brug som flammehæmmer i boliginteriør. De uorganiske flammehæmmere vurderes dels at have en lav toksicitet, en lav optagelse ved dermal eksponering og en hård binding i tekstilfiberen, hvilket minimerer eksponeringen.

2.4.1.1 Aluminium trihydroxid (aluminium trihydrat) Al(OH)₃ CAS 21645-51-2

I kortlægningen er der specifikt kommet viden frem om at aluminium trihydroxid anvendes i gulvtæpper. Aluminium trihydroxid er et pulver, der bliver blandet i den pasta man anvender til tæppebagsider.

Klassificering

Stoffet er ikke klassificeret ifølge Regulering (EC) No 1272/2008 (Annex VI, del 3, Tabel 3.1). Stoffet er registreret i den europæiske kemikalielovgivning REACH. Ifølge "C&L Inventory"-databasen på ECHA's hjemmeside over industriens selvklassificeringer er det hovedsagligt øjen- og hudirriterende klassificeringer, der er meldt ind af virksomhederne (ECHA, 2012).

Toksicitet

Der findes begrænset viden om stoffets sundhedsskadelige effekter, men der kan anvendes data fra andre lignende aluminiumsforbindelser som fx. aluminium hydroxid (CAS nr. 1318-23-7) til at vurdere stoffet.

Den akutte toksicitet for metallisk aluminium og aluminiumsforbindelser er lav. Stofferne giver heller ikke anledning til hud- eller øjenirritation, ligesom allergi anses som sjældent baseret på den brede brug af aluminiumsforbindelser i kosmetik (Arcadis, 2011).

¹³ <http://www.expresstextile.com/20040205/dyeschemicals03.shtml>

¹⁴

[http://www.clariant.com/C12575E4001FB2B8/vwLookupDownloads/20110922_ITMA_Pekoflam.pdf/\\$FILE/20110922_ITMA_Pekoflam.pdf](http://www.clariant.com/C12575E4001FB2B8/vwLookupDownloads/20110922_ITMA_Pekoflam.pdf/$FILE/20110922_ITMA_Pekoflam.pdf)

Der er fastsat en DNEL værdi for aluminium trihydroxid ud fra et 28 dages inhalationsstudie i rotter (se tabel 5). Aluminiumforbindelser er fundet ikke at være mutagene eller kræftfremkaldende i dyreforsøg (Arcadis, 2011).

Studie	Art/varighed/dosis	NOAEC	DNEL*
Inhalation – gentagen dosis toksicitetsstudie	Rotte/28 dages inhalation/ 0; 2,15; 2,45 mg/m ³	2,45 mg Al/m ³	0,14 mg/m ³ *

* En omregningsfaktor er anvendt for at omregne fra aluminium til aluminiumhydroxid baseret på molekylvægt (Arcadis, 2011)

TABEL 5

BEREGNEDE DNEL VÆRDI FOR ALUMINIUM TRIHYDROXID BASERET PÅ INHALATIONSSTUDIE

Biotilgængelighed / Eksponering

Ved eksponering for aluminium trihydroxid vurderes en lav optagelse både via inhalation og ved dermal eksponering (se Tabel 6).

Eksponeringsvej	
Inhalation	Damptrykket for aluminium trihydroxid vurderet at være meget lavt (værdi ikke opgivet) og derfor antages det, at eksponering via inhalation kun vil være ifm. med indånding af støv med indhold af aluminium
Inhalation – luftbårne partikler	Worst case regnes med 52,5 µg/m ³ i form af luftbårne partikler i indeklimaet, og støvet indeholder som et urealistisk worst case scenarium 1 gram aluminium hydroxid pr gram støv da måledata ikke findes. De 52,5 µg/m ³ er baseret på data for diantimony trioxide.
Dermal	Aluminium trihydroxid optages kun i begrænsede mængder gennem huden (1 %)

TABEL 6

EKSPONERINGSVEJE (DATA FRA ARCADIS, 2011)

Konklusion af screening

På basis af sammenligning mellem DNEL for inhalation (0,14 mg/m³) med koncentrationen af aluminium trihydroxid i støv i luften (52,5 µg/m³) vurderes stoffet ikke at udgøre en stor risiko for sundhedsskade (RCR = 0,37). Desuden optages stoffet i ringe grad over huden og via inhalation.

2.4.1.2 Zirkonium (Zr)

Zirkonium kan anvendes som flammehæmmer som ZrO₃ alene eller i kombination med enten H₃BO₂ eller NH₄B₅O₈. Litteraturen viser også at ZrOCl₂ anvendes som flammehæmmer bl.a. i forbindelse med behandling af uld (Csiro, 2012).

Kortlægningen har ikke præcist klarlagt, hvilken zirkonium forbindelse der anvendes i Zirpro flammehæmmeren.

Klassificering

Gruppen af zirkoniumforbindelser er ikke klassificeret ifølge Regulering (EC) No 1272/2008 (Annex VI, del 3, Tabel 3.1). Zirkoniumdioxid og zirkoniumdikloridoxid er registreret i den europæiske kemikalielovgivning REACH. Ifølge "C&L Inventory"-databasen på ECHA's hjemmeside over industriens selvklassificeringer er det hovedsagligt øjen- og hudirriterende klassificeringer, der er meldt ind af virksomhederne samt at zirkoniumdioxid kan forårsage irritation af luftvejene (ECHA, 2013).

Toksicitet

Der findes kun begrænsede data på zirkoniumforbindelsernes sundhedsskadelige potentiale.

Zirkonium og zirkoniumforbindelser er ikke fundet mutagene i *in vitro* tests og er ikke klassificeret som kræftfremkaldende (HSDB, 2006).

Biotilgængelighed / Eksposering

Har ikke kunnet identificere data om stoffernes absorption over huden, men det vurderes at stofferne kun i ringe grad absorberes over huden.

Konklusion af screening

Det vurderes at stofferne bindes hårdt i tekstilfiberen, hvilket vurderes at betyde en begrænset eksposering for dem, og derfor vurderes risikoen for et toksikologisk potentiale som værende lille.

2.4.1.3 Magnesium hydroxid (CAS nr 1309-42-8)

Der er ikke fremkommet specifik viden i kortlægningen om at magnesium hydroxid anvendes i produkter på det danske marked, men magnesium hydroxid angives som flammehæmmer i tekstiler i rapporten om flammehæmmere udført for EU kommissionen i 2011 (Arcadis, 2011).

Klassificering

Stoffet er ikke klassificeret ifølge Regulering (EC) No 1272/2008 (Annex VI, del 3, Tabel 3.1). Stoffet er registreret i den europæiske kemikalielovgivning REACH. Ifølge "C&L Inventory"-databasen på ECHA's hjemmeside over industriens selvklassificeringer har de fleste virksomheder meldt ind, at stoffet ikke skal klassificeres. Enkelte virksomheder melder ind at stoffet skal klassificeres som øjen- og hudirriterende (ECHA, 2013).

Toksicitet

Der findes kun få informationer om toksikologiske effekter af magnesium hydroxid, men der findes data på andre uorganiske magnesiumforbindelser, hvorfra 'read-across' kan foretages.

Magnesium hydroxid har en lav akut toksicitet. Stoffet kan være, baseret på oplysninger fra leverandører af stoffet, hud- og øjenirriterende (ARCADIS, 2011). Stoffet er ikke mutagent og det vurderes ikke at være kræftfremkaldende (baseret på data for magnesium klorid hexahydrat), ligesom det heller ikke anses som værende reproduktionsskadende (EBCR, 2011).

Studietype	Art/varighed/dosis	DNEL*
Inhalation – gentagen dosis toksicitetsstudie	mennesker/lifetime / 250 mg/person svarende til 3.6 mg/kg lgv/dag for en 70 kg person	4.56 mg/m ³ *

TABEL 7

BEREGNEDE DNEL VÆRDI FOR MAGNESIUM HYDROXID BASERET PÅ INHALATIONSSTUDIE

Biotilgængelighed / Eksposering

Ved eksposering for magnesium hydroxid vurderes en lav optagelse både via inhalation og ved dermal eksposering (se tabel 8).

Eksponeringsvej	Ved eksponering via tekstil i tæpper og møbler
Dermal	På grund af den potentielle irriterende effekt af magnesium hydroxid bør vedvarende kontakt med stoffet undgås. Hvis magnesium hydroxid er indbygget i f.eks. tekstilfibren er det usandsynligt, at magnesium hydroxid stadig eksisterer som sådan og kan migrere ud af matricen. Det er mest sandsynligt, at det i stedet er magnesium ioner, der migrerer ud af matricen, hvis nogen. På grund af den ubetydelige dermal absorption af magnesium (1 %) og da ingen systemiske effekter forventes for magnesium kationer efter eksponering for huden, anses dermal eksponering derfor som ubetydelig.
Inhalation	Flammehæmmere kan slides under normal brug af polstring eller gulvtæppet og nogle af partiklerne kan være små nok til at blive hvirvlet op i luften i rummet og blive inhaleret. Gardner et al (2000) har estimeret en luftbåren partikelkoncentration på 1,5 µg magnesiumhydroxid/m³ i et værelse som følge af slid af polstring.

TABEL 8

EKSPONERINGSVEJE (DATA FRA ARCADIS)

Konklusion af screening

På baggrund af en screening af de sundhedsskadelige effekter ved eksponering for magnesium hydroxid vurderes stoffet ikke at udgøre en stor risiko for sundhedsskade da stoffet i ringe grad optages over huden og via inhalation (som støvpartikler).

2.4.2 Fosforbaserede flammehæmmere

Der findes en lang række fosforbaserede flammehæmmere og kortlægningen har vist, at det ofte er denne type flammehæmmer, der anvendes i de kortlagte produktgrupper uden at der dog er oplyst, hvilken fosforbaseret flammehæmmer de enkelte producenter anvender. Da kortlægningen ikke har genereret en viden om, hvilke specifikke fosforbaserede flammehæmmere, der anvendes er der lavet søgninger på internettet for at identificere enkeltstoffer som vides at blive anvendt til tekstiler/skum.

Baseret på data fra Cefic (Cefic, 2012) og fra den store europæiske undersøgelse (Arcadis, 2011) samt andre undersøgelser (se evt. afsnit 2.3.1) vurderes det, at de mest almindelige fosforbaserede flammehæmmere i de produkter, der kortlægges i dette projekt, er følgende forbindelser:

- Tris (1,3-dikloro-2-propyl)fosfat (TDCPP)
- Tris(2-kloro-1-methylethyl)fosfat (TCPP)
- Tris(2-kloroethyl)fosfat (TCEP)
- Bis(kloromethyl) trimethylenbis(bis(kloromethyl)fosfat (BTMCP eller V6)
- Tris(isopropylphenyl)fosfat
- Melaninfosfat
- Bisphenol A-bis(diphenylfosfat)

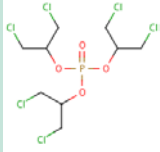
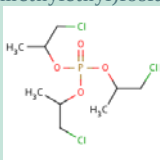
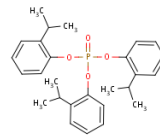
Da kortlægningen ikke har identificeret de konkrete fosforbaserede flammehæmmere i produkter på det danske marked, vil der på nuværende tidspunkt ikke blive lavet en screening af alle kendte fosforbaserede forbindelserne, men udelukkende de forbindelser som anses som mest anvendte. I tabel 9 og 10 ses en oversigt over stoffernes fysisk-kemiske egenskaber samt deres harmoniserede klassificering, indmeldte klassificeringer fra industrien samt NOAEL/DNEL værdier for stofferne. Disse oplysninger kan i første omgang give en oversigt over deres sundhedsskadelige potentiale og dermed en ide om hvilke af stofferne, der skal analyseres for i fase 2 af projektet.

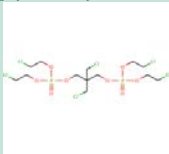
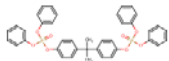
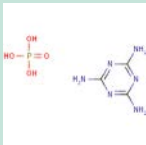
Flammehæmmer	CAS nr.	Damptryk	Vandopløselighed
TDCPP	13674-87-8	5,6 x 10 ⁻⁶ Pa ved 25°C,	18,1 ± 1,1 mg/l ved 20°C
TCEP	115-96-8	0,00114 Pa ved 20 °C	7820 mg/l ved 20 °C
TCPP	13674-84-5	1,4 x 10 ⁻³ Pa ved 25°C	1080 mg/l ved 20°C
V6	38051-10-4	2,75 x 10 ⁻⁶ Pa ved 25°C*	232 ± 4 mg/l ved 20°C
Tris(isopropylphenyl)fosfat	26967-76-0	-	-
Bisphenol A-bis(diphenylfosfat)	5945-33-5	-	-
Melaninfosfat	415836-09-9	-	-

* Baseret på QSAR'

TABEL 9

UDVALGTE FOSFORBASEREDE FLAMMEHÆMMERES FYSIS-KEMISKE EGENSKABER. "-" ANGIVER AT INGEN DATA ER FUNDET

Flammehæmmer	Anvendelse	CAS nr.	Klassificering*	CLP Inventory	NOAEL / DNEL (mg/kg lgv/dag)	Vurderet sundhedsrisiko ved brug i tekstil/skum til møbler
Tris (1,3-dikloro-2-propyl)fosfat (TDCPP) 	Anvendes hovedsagligt i PUR skum til møbler, men anvendes også i tekstiler	13674-87-8	Forslag til harmoniseret klassificering: Carc.2, H351	47 indmeldinger; hovedsagligt H302, H315, men også H351 og H411	Gentagen dosis toksicitet/carcinogenicitet/reproduktions-skadende: LOAEL på 5 mg/kg lgv/dag	Risikoen ved brug af TDCPP vurderes som lille baseret på eksponeringsscenarier ved brug bl.a. i møbler, hvor også oral eksponering er medtaget (børn).
Tris(2-kloroethyl)fosfat (TCEP) 	Mindre anvendelse i PUR skum til møbler.	115-96-8	H302; H351; H360F; H411	2742 indmeldinger; hovedsagligt som harmoniseret klassificering	Gentagen dosis toksicitet/carcinogenicitet: LOAEL på 12 mg/kg lgv/dag Reproduktion: NOAEL på 5 mg/kg lgv/dag	Risikoen ved brug af TCEP vurderes for voksne som begrænset baseret på eksponeringsscenarier ved brug i møbler. For børn bør der laves en grundigere risikovurdering for den specifikke brug i dette projekt.
Tris(2-kloro-1-methylethyl)fosfat (TCPP) 	Anvendes hovedsagligt i PUR skum til møbler.	13674-84-5	-	587 indmeldinger; hovedsagligt H302, men også H412	Gentagen dosis toksicitet/carcinogenicitet: NOAEL på 42 mg/kg lgv/dag Reproduktion: NOAEL på 79 mg/kg lgv/dag Her tages højde for absorption på 80 % ved oral eksponering	Risikoen ved brug af TCPP vurderes som lille baseret på eksponeringsscenarier ved brug i møbler, hvor også oral eksponering er medtaget (børn).
Tris(isopropylphenyl)fosfat 	Anvendes som caoting af tekstil	26967-76-0	-	-	Dermal DNEL baseret på gentagen dosis toksicitet: 0,08 mg/kg lgv/dag	På baggrund af en lav DNEL for dermal eksponering vurderes risikoen ved dermal eksponering for stoffet via kontakt med f.eks. møbler at være uacceptabel høj. (I REACH registreringen er nye data indleveret, der kan resultere i en højere DNEL værdi)
Bis(kloromethyl)	Anvendes	38051-10-4	-	Kun 6 indmeldinger; ikke	Gentagen dosis toksicitet: NOAEL på	Risikoen ved brug af V6 vurderes som lille

trimethylenbis(bis(kloromethyl)fosfat (BTMCP eller V6)) 	hovedsagligt i PUR skum til møbler, samt som coating i tekstiler			klassificeret	15 mg/kg lgv/dag Reproduktion: NOAEL på 29 mg/kg lgv/dag	baseret på eksponeringsscenarier ved brug i møbler (inhalation/dermal/oral eksponering medtaget).
Bisphenol A-bis(diphenylfosfat) 	Anvendes bl.a. til flammehæmning af tekstilfibre	5945-33-5	H413	98 indmeldinger; hovedsagligt H413	Gentagen dosis toksicitet (28 dages studie i rotter): DNEL _{Dermal} : 4,2 mg/kg lgv/dag DNEL _{Oral} : 0,6 mg/kg lgv/dag DNEL _{Inhalation} : 1,5 mg/kg lgv/dag	Der vurderes at være en risiko ved eksponering for (Bisphenol A-bis(diphenylfosfat) fra møbler (dermal kontakt), hvor en risikokoefficient > 1 findes. Det konkluderes dog at risikovurderingen er foretaget ud fra få data og må betragtes som værende konservativ.
Melaninfosfat 	Anvendes til tekstil 'backcoating'	415836-09-9	-	128 indmeldinger; ikke klassificeret	Gentagen dosis toksicitet (90 dages studie i rotter): DNEL _{Dermal} : 1,12 mg/kg lgv/dag DNEL _{Inhalation} : 1,96 mg/kg lgv/dag	Der vurderes at være en risiko ved eksponering for melaninfosfat fra møbler (dermal kontakt), hvor en risikokoefficient > 1 findes. Det konkluderes dog at risikovurderingen er foretaget ud fra få data (ekstrapolering) og må betragtes som værende konservativ.
* '-' angiver, at stoffet ikke har nogen harmoniseret klassificering H302: Farlig ved indtagelse H315: Forårsager hudirritation H351: Mistænkt for at fremkalde kræft (Carc 2)		H360: Kan skade forplantningsevnen eller det ufødte barn H411: Giftig for vandlevende organismer, med langvarige virkninger				H412: Skadelig for vandlevende organismer, med langvarige virkninger H413: Kan forårsage langvarige skadelige virkninger for vandlevende organismer

TABEL 10

HARMONISERET OG INDMELDTE KLASIFICERING FOR FOSFORRBASEREDE FLAMMEHÆMMERE, DER I EU ER IDENTIFICERET SOM FLAMMEHÆMMER I TEKSTILER ELLER MØBLER (KAN VÆRE I SKUMKOMponentEN OG IKKE TEKSTILET). RISIKOEN ER VURDERET BASERET PÅ DATA FRA (ARCADIS, 2011)

2.5 Eksponeringsscenarier

Som udgangspunkt laves et worst case scenarie til beregning af risikoen ved eksponering. Findes der ved dette scenarie ikke er nogen risiko kan man stoppe, og konkludere, at der ikke er risiko ved eksponeringen. Hvis der derimod findes en risiko ved worst case scenariet underlægges scenariet en kritisk gennemgang for at man kan sige noget mere nuanceret om hvor stor risikoen egentlig er.

2.5.1 Sundhed

Der er i kortlægningen medtaget følgende produkter: tekstiler til gulvtæpper, gardiner, møbler (inklusiv skum til polstring) og madrasser. Der er derfor opstillet eksponeringsscenarier for disse brugssituationer.

I forbindelse med eksponeringsberegninger overvejes det, hvilke eksponeringsscenarier de kortlagte produktgrupper vil indgå i og dermed hvor lang tids eksponering målgruppen potentielt udsættes for (Tabel 11).

Følgende eksponeringsveje er af betydning ved eksponering for flammehæmmere i de kortlagte produkter:

- Den direkte hudkontakt med et flammehæmmet produkt
- Inhalation; indholdet af flammehæmmere i indeklimaet kan have betydning for den samlede eksponering
- Eksponering for støvpartikler indeholdende flammehæmmer; dette kan både være oral eksponering fra hånd-til-mund kontakt med støvpartikler i hjemmet. Små børn må forventes at indtage en større mængde støvpartikler f.eks. i forbindelse med leg på gulvet end voksne indtager. Data indikerer, at børn indtager 100 mg støv dagligt (EU RAR, 2009).
- Derudover vurderes det, at små børn i enkeltstående tilfælde kan sutte på møbler, gardiner samt tæpper. De vurderes derfor som værende den nok mest kritiske gruppe; f.eks. er flere af de klorerede alkylfosfater vandopløselige, hvorved de kan frigives fra tekstilerne ved f.eks. at sutte på dem (EU RAR, 2008).

Generelt er det vanskeligt at finde konkrete data på hvor meget støv, der bliver frigivet fra et møbel, et tæppe eller et gardin. Der findes data på, at flammehæmmere forekommer i indeklimaet og i støvpartikler i hjemmet (f.eks. Kalachova *et al*, 2012), men den specifikke kilde er ikke kortlagt. En metode hvorved man kan estimere hvor meget en sofa støver er dog beskrevet af Gardner *et al* (2000) (se tabel 11).

Produkt-grupper	Eksponeringsperiode (anvendelse/kontakt/hvor længe)	Hvilken/hvor stor del af kroppen eksponeres
Tæpper	Børn kan blive eksponeret i forbindelse med leg på gulvtæppet. Voksne forventes ved normal brug kun at have minimal kontakt med gulvtæppet (fodsåler), men i situationer, hvor en voksen leger med et barn vil større kontakt forekomme. Den dermale kontakt med flammehæmmeren i tæppet vurderes dog at være minimal, hvis flammehæmmeren findes på bagsiden af tæppet som kortlægningen indikerer Spise/indånde støv, der findes på gulvet vurderes at være den største kilde. Det har ikke været muligt at finde data på hvor meget støv, der specifikt kommer fra tæpper.	Vægt: 10 kg (1-2-årigt barn) Dermal kontakt: numse, halv side af ben samt underarme og håndflader svarende til worst-case en halv kropsoverflade svarende til 2400 cm². Kontaktetid: 5 timer
Gardiner	Der vil forekomme dermal kontakt når gardiner hænges op eller tages ned samt ved nedtagning i forbindelse med vask. Ud over dette er der kun begrænset men hyppigere dermal kontakt med håndfladen i forbindelse med at trække for/fra. Det vurderes at små børn i enkeltstående tilfælde kan sutte på gardinet og derved få en oral eksponering for vandopløselige flammehæmmere i tekstilet. Spise/indånde støv, der opstår i indeklimaet vurderes også at bidrage til eksponeringen. Det har ikke været muligt at finde data på, hvor meget støv, der frigives fra gardiner. Endvidere vurderes det, at flotte gardinrester til tider anvendes til andre formål evt. børns leg (men denne eksponering vurderes udenfor dette projekts rammer).	Hovedsagligt vokse, der vil have kontakt Vægt: 60 kg Håndflader: 430 cm² (hænder er 860 cm², så to håndflader svarer til det halve af dette areal) Kontaktetid: få minutter Det vurderes, at kravlebørn kan sutte på gardinet, hvorved en oral eksponering vil finde sted. Eksponeringen her afhænger i høj grad af den tilsatte flammehæmmer; og om den er indlejret i tekstilfiberen eller om den er coatet på tekstilet. Derudover har flammehæmmerens vandopløselighed stor betydning for om stoffet frigives ved sutning på tekstilet.
Møbler	Der kan være stor forskel på hvor mange timer af døgnet et voksent menneske er i kontakt med et møbel. Det kan i høj grad være afhængig af jobtype da en kontoransat vil have væsentlig mere kontakt end f.eks. en gartner. Som worst-case sættes tiden derfor til 10 timer for voksne. For møbler med polstring indeholdende flammehæmmet skum findes der forskellige data på, hvor meget af dette der kan migrere ud og dermed blive tilgængelig for dermal eksponering på overfladen. For TDCPP beskrives eksponeringen for flammehæmmere bundet i PUR skum at være minimal (EU RAR, 2008), mens der for TCEP er observeret en eksponering fra PUR skum (EU RAR, 2009).	Børn: 10 kg (2-3-årig) Voksne: 60 kg 2.6 <u>Sofa:</u> Dermal kontakt: worst-case er en halv kropsoverflade i kontakt med sofaen svarende til: Børn: 2400 cm² Voksne: 9000 cm² Kontaktetid: 5 (børn) - 10 timer (voksne)

Produkt-grupper	Eksponeringsperiode (anvendelse/kontakt/hvor længe)	Hvilken/hvor stor del af kroppen eksponeres
	Ilfg. målinger frigives 130 µg TCEP/25 cm² pr 24 timer (=0.217 µg/cm²/time) fra polstring indeholdende 8 mg TCEP/cm². Det areal som en person, der sidder i en armstol dækket med tekstil dækker omk. 1000 cm² (halvdelen af begge underarme og hænder). Personen antages at sidde i stolen i 4-8 timer, hvilket fører til en mængde på min 870 µg/event (= 0.217 µg/cm²/time * 4 timer * 1000 cm²). Hvis man antager, at man sidder i stolen 100 gange om året i 4 timer vil den årlige totale mængde af TCEP, der migrerer fra stolen til huden være 87000 µg. Denne mængde vil resultere i en gennemsnitlig eksponering på ~ 3.9 µg/kg lgv/dag for en 60 kg person. For 1-3 årige børn vil det samme scenarie føre til en gennemsnitlig eksponering på 10 µg/kg lgv/dag for et barn på 9,1 kg. Spise/indånde støv, der opstår i indeklimaet vurderes også at bidrage til eksponeringen.	<u>Kontorstol:</u> Dermal kontakt: worst-case er kontakt med bare ben og noget af en bar ryg (sommerperiode) svarende til: Børn: 380 cm² Voksne: 1000 cm² Kontaktid: 8 timer (voksne) – 4 timer (børn)
Madrasser	I gennemsnit sover voksne 7-9 timer i døgnet, mens børn på 1-3 år sover 12-14 timer¹⁵. I denne periode vil man være eksponeret for flammehæmmere via dermal kontakt med madrassens overflade (dog kun indirekte da der normalt bruges et lagen oven på madrassen) Spise/indånde støv, der opstår i indeklimaet vurderes også at bidrage til eksponeringen. Det har ikke været muligt at finde data på hvor meget støv, der i gennemsnit kommer fra madrasser, men der findes f.eks. data på, hvor meget TCP, der frigives fra en madras med PUR skum til indeluft i EU RAR (2008)	Voksne: 60 kg Børn: 10 kg (2-3-årig) Dermal kontakt: En halv kropsoverflade eksponeres worst-case svarende til: Børn: 2400 cm² Voksne: 9000 cm² Kontaktid: 9 (voksne) – 14 (børn) timer

TABEL 11

OVERSIGT OVER RELEVANTE EKSPONERINGSSCENARIER FOR DE KORTLAGTE PRODUKTGRUPPER: TÆPPER, GARDINER, MØBLER OG MADRASSER. OVERFLADEAREALERNE ER BASERET PÅ (NORDIC EXPOSURE GROUP, 2011)

Ved den specifikke eksponeringsvurdering, der foretages i fase 3 af projektet vil REACH Guidance dokumenterne R.15 og R.17 blive anvendt til beregning af optagelse af flammehæmmere via de relevante eksponeringsruter (ECHA, 2012a; ECHA, 2012b).

¹⁵ Kilde: <http://www.netbaby.dk/show.asp?ID=3793>

2.6.1 Miljø

Flammehæmmere, der anvendes som additiv, vil kunne fordampe fra de materialer, hvori de anvendes. For nogle af stofferne gælder, at de er meget stabile i atmosfæren (f.eks. PBDE forbindelserne), og er de først emitteret til luft, vil de kunne spredes over store afstande, og vil blive afsat til jord og vandmiljøet.

Flammehæmmere anvendt reaktivt i produkterne kan emitteres i det omfang, at der er sket en ufuldstændig reaktion. Den samlede mængde der frigives fra ufuldstændigt reagerede forbindelser, vurderes i det samlede billede at være ubetydelig.

Det vurderes, at den væsentligste kilde til spredning af flammehæmmere til miljøet vil være fordampning fra produkter¹⁶.

For de kortlagte produkttyper kan der være en direkte kontakt mellem det flammehæmmede materiale og vand. Tekstilvask vurderes at kunne udgøre en kilde til flammehæmmere i spildevand. Det vurderes dog, at man i mindre grad vasker større møbler og madrasser og kun sjældent vasker sine gardiner (vurderes at være ca 1 gang årligt) ligesom faste gulvtæpper også vaskes sjældent. Små kludetæpper kan vaskes og kan dermed afgive flammehæmmer ved vask. På grundlag af de fysisk/kemiske egenskaber (især de halogenerede) af stofferne må det formodes, at flammehæmmerne i spildevand hovedsageligt vil ende op i slammet.

Alle produkter indeholdende flammehæmmere vil i den sidste ende blive bortskaffet til affaldsforbrændingsanlæg eller deponeret på lossepladser. I forbindelse med affaldsforbrændingen vil forbindelserne lang overvejende blive destrueret, men der er mulighed for, at en lille del vil kunne passere forbrændingskammeret og ende i restprodukter. Flammehæmmere, der med produkter ender på losseplads vil på længere sigt kunne afgives fra produkterne. I hvilken grad forbindelserne vil nedbrydes i forbindelse med afgivelsen eller vil kunne spredes til luft eller vandmiljøet vides ikke.

2.7 Gældende regler i DK

Der er ikke i Danmark direkte krav om, at flammehæmmere skal anvendes i specifikke produkter (IMS, 2011; Arcadis, 2011). I EU eksisterer imidlertid Produktsikkerhedsdirektivet (General Product Safety Directive 2001/95), som i Danmark er indført via Produktsikkerhedsloven (LOV nr. 1262 af 16/12/2009). Produktsikkerhedsloven angiver, at der udelukkende må bringes *sikre produkter* på markedet. Det er producenterens ansvar, at deres produkter er sikre for forbrugeren.

Definition af sikre produkter ifølge Produktsikkerhedsloven (LOV nr. 1262 af 16/12/2009)

"Et produkt, hvor der ikke opstår risiko eller kun opstår begrænset og acceptabel risiko for sikkerheds- eller sundhedsmæssig fare for forbrugere, når produktet anvendes under almindelige eller forudsigelige omstændigheder og inden for produktets forventede levetid".

Selvom der findes en definition af *sikre produkter* er der ikke tale om nogen fuldstændig entydig definition, hvorfor opfyldelse af Produktsikkerhedsloven i praksis i både EU og Danmark sikres ved bl.a. overholdelse af relevante sikkerhedsstandarder. De sikkerhedsstandarder, der gælder indenfor boligtekstilområdet er angivet nedenfor. Hvorvidt producenterne kan leve op til standarderne uden

¹⁶ Kilde: Rapport fra Miljøstyrelsen: Bromerede flammehæmmere - massestrømsanalyse og vurdering af alternativer, 1999 (<http://www2.mst.dk/common/Udgivramme/Frame.asp?http://www2.mst.dk/udgiv/publications/1999/87-7909-416-3/html/samfat.htm>)

at bruge flammehæmmere, afhænger blandt andet af, hvilke materialer produktet er lavet af og i hvilken sammenhæng produktet skal anvendes. Definitionen af sikre produkter i Produktsikkerhedsloven omfatter også ”kemisk sikkerhed”. Dvs. hvis et produkt indeholder skadelige stoffer, der udgør en risiko for forbrugeren, kan det ligeledes være Produktsikkerhedsloven, der gør, at produktet ikke er lovligt.

Kjeld Bülow, der er rådgiver i Møbel+Interiør Brancheforeningen oplyser i en artikel i Ingeniøren¹⁷, at der ikke findes lovkrav til brandsikkerheden af polstrede møbler i hverken Danmark eller på europæisk niveau. Derimod har f.eks. Storbritannien særligt strenge krav, som kræver, at polsterskum i møbler til private boliger tilføres flammehæmmere. Ifølge Kjeld Bülow er de danske producenter naturligvis nødt til at rette sig efter disse krav, hvis de vil eksportere til Storbritannien. Dette stemmer overens med det billede kontakten til producenterne har vist i dette projekt.

Kjeld Bülow gør opmærksom på, at i USA har Californien strengere brandkrav til polstrede møbler end de øvrige delstater via deres Technical Bulletin 117 (TB 117). I praksis betyder denne lovgivning TB 117, at der anvendes flammehæmmere i polstrede møbler for at leve op til brandkravene, selvom det ikke direkte står angivet, at flammehæmmere skal anvendes¹⁸. Ifølge Stapleton et al. (2012) er der kun en lille forskel mellem indholdet af flammehæmmere i møblerne i de forskellige delstater. Det får forskerne bag undersøgelsen til at konstatere, at den californiske standard de facto er udbredt i hele USA, da Californien er et af de største markeder i USA og i verden i det hele taget. Californien har dog i slutningen af 2013 besluttet at ændre på testkravene i TB 117, hvilket betyder, at kravene kan efterleves uden brug af flammehæmmere. Ændringen i lovgivningen træder dog først i kraft per 1. januar 2015¹⁹.

Kjeld Bülow gør opmærksom på, at der ikke er noget overblik over om noget tilsvarende gør sig gældende i Europa, dvs. om polstrede møbler, der bliver importeret til Europa, i praksis også lever op til de britiske brandkrav og dermed indeholder flammehæmmere.

Ifølge Kjeld Bülow er EU Kommissionen imidlertid under stærkt pres fra England med hensyn til brandkrav, og dette kan i værste fald medføre krav om brug af flammehæmmere. Herudover er Norge også i gang med at se på øgede brandkrav²⁰.

Kontakten til de 61 udvalgte relevante virksomheder indenfor møbelbranchen/boligtekstilbranchen i forbindelse med denne kortlægning har vist, at de danske producenter bliver stillet over for krav om flammehæmmede produkter i to situationer:

1. Når der er tale om udenlandske kunder, dvs. salg til markeder uden for Danmark.
 - F.eks. har USA, England, Frankrig, Irland, Sverige, Finland og Tjekkiet særlige brandsikkerhedsregler når det gælder visse typer af møbler/boliginteriør (Arcadis, 2011).
 - Men tekstil- og tæppeproducenterne i Danmark oplever oftest krav fra især England og USA, når det gælder brandsikkerhed²¹. Især England har høje krav, når det gælder brandsikkerhed, og USA (især Californien) har specielle brandsikkerhedsstandarder for møbler (Stapleton et al., 2012).
2. Når der er tale om produkter til offentlige bygninger, såsom hoteller eller institutioner.

I og med, at Danmark er et forholdsvis lille marked, hvad angår salg af forbrugerprodukter såsom møbler og andre boligtekstiler, betyder dette, at der ikke nødvendigvis fremstilles specielle møbler eller boligtekstiler specifikt til det danske marked, hvis der er strengere krav, hvad angår brandsikkerhed i andre europæiske lande. Da England af de kontaktede virksomheder, nævnes som

¹⁷ <http://ing.dk/artikel/total-uvidenhed-om-giftige-flammehaemmere-i-mobler-134601>

¹⁸ <http://www.ireadlabelsforyou.com/flame-retardant-law-is-about-to-change/>

¹⁹ <http://www.ireadlabelsforyou.com/flame-retardant-law-is-about-to-change/>

²⁰ Personlig kommunikation med Kjeld Bülow, rådgiver i Møbel+Interiør Brancheforeningen, februar 2013.

²¹ Oplysninger modtaget ved kontakt med tekstil- og tæppeproducenter i forbindelse med kortlægningen i dette projekt.

et af de lande med de højeste krav, hvad angår brandsikring, beskrives de engelske regler vedrørende brandsikkerhed kort herunder.

Ifølge FIRA (2011) stiller englænderne ikke kun krav om brandsikrede møbler/boligtekstiler i det offentlige rum, men også til produkter til private hjem. Reglerne går overordnet ud på, at

- Fyldet skal kunne modstå specifikke antændingskrav
- Polstringen skal være modstandsdygtigt overfor en tændt cigaret
- Betrækket skal være modstandsdygtigt overfor en tændt tændstik
- Der skal være en mærkat på alle møbler, der beskriver hvilke krav produktet opfylder

Ifølge Kjeld Bülow, der er rådgiver i Møbel+Interiør Brancheforeningen, kræver disse strengere brandsikringskrav i Storbritannien, at der tilføres flammehæmmere til polsterskum i møbler til private boliger ²². Det er angivet i FIRA (2011), at tekstiler med indbygget flammehæmmere kan have en tendens til at smelte ved udsættelse for flammer/cigaret og derved være i stand til at antænde evt. polstringsmateriale. Derfor er det kombinationen af polstring, betræk m.m., der skal testes overfor tændt cigaret og tændstiksflamme for at være sikker på, at det samlede produkt (møblet) er brandsikret. Evt. kan det være nødvendigt med et ekstra flammehæmmet lag på bagsiden af betrækket – et såkaldt ”backcoat” – for at danne en brandsikret barriere mellem betræk og polstring.

Det er yderligere angivet i FIRA (2011), at det ikke anbefales at bruge ”spray-on” flammehæmmere, dvs. efterbehandling af flammehæmmere, til produkter, der skal opfylde de engelske brandsikringskrav, da det ofte ikke er muligt at sikre en ensartet brandsikring af hele produktet. Det anbefales i stedet at anvende materialer med indbyggede flammehæmmere eller materialer, der i sig selv har flammehæmmende egenskaber.

2.7.1 Standarder for brandsikkerhed for produkter

På tekstilområdet er der følgende produktområder, hvor der findes europæiske standarder for brandsikkerhed (Arcadis, 2011 – Tabel 8-3):

- Møbler
- Madrasser
- Tekstiler
- Gardiner
- Tæpper
- Nattøj til børn (er ikke omfattet af dette projekts kortlægning, da fokus er på boliginteriør)
- Sengetøj (er ikke omfattet af dette projekts kortlægning, da fokus er på boliginteriør)

Der eksisterer en lang række standarder vedrørende brandsikkerhed, som er gældende i både Danmark og Europa. Nedenfor er angivet de standarder, der er fremkommet ved en søgning på Dansk Standards hjemmeside. Der er søgt på ordene ”antændelighed”, ”brand og tekstil”, ”flamme og tekstil”, samt i kategorierne ”13.220.40 - Materialers og produkters antændelighed og modstandsevne over for brand”, ”97.140 – Møbler” og ”59.080.30 – Textilstoffer”. Denne søgning skulle ifølge Dansk Standard sikre en kompletliste af relevante standarder på området. Desuden er angivet de standarder, der indeholder krav til brandsikkerhed, som de kontaktede virksomheder har angivet, at de får krav om at leve op til ved produktion af boligtekstiler til det udenlandske marked. Det skal bemærkes, at standarderne generelt stiller krav til antændeligheden, og dermed kun indirekte stiller krav om brugen af flammehæmmere.

²² <http://ing.dk/artikel/total-uvidenhed-om-giftige-flammehaemmere-i-mobler-134601>

Relevante standarder for tekstiler/boliginteriør

DS/EN 597-1:1995 - Møbler. Bestemmelse af antændeligheden af madrasser og sengebunde.
Del 1: Antændelseskilde: Glødende cigaret

DS/EN 597-2:1995 - Møbler. Bestemmelse af antændeligheden af madrasser og sengebunde.
Del 2: Antændelseskilde: Tændstikflamme

DS/EN 1021-1:2006 - Møbler - Bestemmelse af antændeligheden af polstrede møbler - Del 1:
Antændelseskilde svarende til glødende cigaret

DS/EN 1021-2:2006 - Møbler - Bestemmelse af antændeligheden af polstrede møbler - Del 2:
Antændelseskilde svarende til tændstikflamme

DS/EN 1058.3:1977 - Brandteknisk prøvning. Materialer. Beklædninger og overflader.
Antændelsestemperatur og flammespredning

DS/EN 1101:1996 - Tekstiler - Brandtekniske egenskaber - Gardiner - Prøvning af
antændelighed med lodrette prøvestykker (lille flamme)

DS/EN 1101/A1:2005 - Tekstiler - Brandtekniske egenskaber - Gardiner - Prøvning af
antændelighed med lodrette prøvestykker (lille flamme)

DS/EN 1102:1996 - Tekstiler. Brandtekniske egenskaber. Gardiner. Prøvning af
flammespredning med lodrette prøvestykker

DS/EN 1103:2005 - Tekstiler - Beklædningstextiler med brandtekniske egenskaber - Prøvning
af antændelighed af beklædningstextiler

DS/EN 1624:2000 - Textilvarer. Brandforhold, tekniske tekstiler. Bestemmelse af
flammespredningsegenskaber af lodret anbragte prøvestykker

DS/EN 1625:2000 - Textilvarer. Brandforhold, tekniske tekstiler. Bestemmelse af
antændelighed af lodret anbragte prøvestykker

DS/ISO 4880:2003 - Textil og tekstilprodukter - Brandtekniske egenskaber – Ordliste

DS/ISO 6925:1985 - Textile gulvbelægnings. Brændbarhed. Prøvning med tablet ved
rumtemperatur

DS/EN ISO 6940:2004 - Textilprøvning - Brandforhold - Bestemmelse af antændelighed af
lodret placerede prøvestykker

DS/EN ISO 6941:2003 - Textilprøvning - Brandforhold - Måling af
flammespredningsegenskaber for lodret placerede prøvestykker

DS/EN ISO 9239-1:2010 - Prøvning af gulvbelægnings brandreaktion - Del 1: Bestemmelse
af brandegenskaber ved hjælp af en strålevarmekilde

DS/ISO 9239-2:2003 - Reaktion på brand-prøvning af gulvbelægning - Del 2: Bestemmelse af
flammespredning ved 25 kW/m²

DS/EN 10528:1996 - Tekstiler. Vaskemetoder til brug ved bedømmelse af holdbarheden af
flamme hæmmende imprægneringer på tekstilvarer

DS/ISO 12949:2011 - Standardprøvningsmetoder til måling af varmeafgivelse fra madrasser og
madrassæt med lav brændbarhed

DS/EN ISO 12952-1:2010 - Tekstiler - Vurdering af sengeudstyrs antændelighed - Del 1:
Antændelseskilde: glødende cigaret

DS/EN ISO 12952-2:2010 - Tekstiler - Vurdering af sengeudstyrs antændelighed - Del 2:

Antændelseskilde: tændstikflamme

DS/EN 13501-1 + A1:2009 - Brandklassifikation af byggevarer og bygningsdele - Del 1: Klassifikation ud fra resultater opnået ved prøvning af brandreaktion

DS/EN 13772:2011 - Textiler og tekstilprodukter – Brandtekniske egenskaber – Gardiner og forhæng – Måling af vertikalt orienterede prøvestykkers flammespredning med stor antændelseskilde

DS/EN 13773:2003 - Textilvarer - Brandforhold, gardiner og forhæng – Klassificering

DS/EN 14041/AC:2007 - Elastiske gulvbelægninger, textilgulvbelægninger og laminatgulve - Essentielle karakteristika

DS/EN 14533:2003 - Textilprøvning - Sengeudstyrs brandforhold - Klassificering

De 17 danske tekstil og tæppeproducenter, der har været kontaktet i forbindelse med kortlægningen, angiver desuden, at deres kunder stiller krav om også at overholde andre udenlandske standarder angående brandsikkerhed (de standarder, der blev oplyst via kortlægningen er angivet nedenfor). Dette gælder dog primært til tekstiler, der eksporteres til de respektive udenlandske markeder. Hvor skrappe krav, der stilles til brandsikkerhed i offentlige bygninger i disse udenlandske markeder afhænger af, hvor tekstilerne skal bruges. Der stilles f.eks. langt større krav til brandsikkerhed af tekstiler i fængsler eller offshore sammenlignet med kontorer, skoler og museer. Generelt stiller England dog langt skrappe krav vedrørende brandsikring i forhold til Danmark eller andre europæiske lande²³ (se beskrivelsen ovenfor).

Relevante standarder på udenlandske markeder (beskrevet af de kontaktede virksomheder)

USA:

- CAL TB117/California Technical Bulletin 117 - Requirements, Test Procedure and Apparatus for Testing the Flame Retardance of Resilient Filling Materials Used in Upholstered Furniture

England:

- BS EN 1021-1:2006 – Furniture. Assessment of the ignitability of upholstered furniture. Part 1: Ignition source smouldering cigarette.
- BS EN 1021-2:2006 - Furniture. Assessment of the ignitability of upholstered furniture. Part 2: Ignition source match flame equivalent.
- BS 5852:2006 - Methods of test for assessment of the ignitability of upholstered seating by smouldering and flaming ignition sources.
- ISO/BS EN 14465:2003 - Textiles. Upholstery fabrics. Specification and methods of test.
- BS 476-33:1993, ISO 9705:1993 - Fire tests on building materials and structures. Full-scale room test for surface products
- BS 7176:1995 - Specification for resistance to ignition of upholstered furniture for non-domestic seating by testing composites

²³ http://www.cefic-efra.com/index.php?option=com_content&view=article&id=370&Itemid=271&lang=en

Tyskland:

- DIN 4102-1:2011 - Fire behaviour of building materials and elements Part 1: Classification of building materials Requirements and testing

Schweiz:

- SN 198 898:1987

Frankrig:

- NF P 92

Italien:

- UNI 9175

2.7.2 Bygningsreglementet

Bygningsreglementet af 29.8.2011 (BR10, 2011) indeholder kravene til byggeriet i Danmark.

Reglement er udstedt med hjemmel i Byggeloven. Ifølge bygningsreglements kapitel 5.5. om "Brand- og røgspredning" stk. 1, står der beskrevet, at bygninger skal opføres og indrettes, så en brand kan begrænses. Det er samtidigt defineret, at gulvbelægnings er del af bygningerne, og der stilles således indirekte brandtekniske krav til gulvbelægnings ved opførelse af bygninger. Bygninger, der opføres med gulvtæpper som gulvbelægning må derfor opfattes som en del af bygningen, og skal overholde disse krav til brandspredning (Energistyrelsen, 2012).

Ifølge bygningsreglementet er der ingen specifikke krav om at produkter, der anvendes i byggeriet skal være flammehæmmede.

Bygningsreglementets (BR10) kapitel 5.5. om "Brand- og røgspredning" stk. 1 (www.bygningsreglementet.dk)

"Bygninger skal opføres og indrettes, så en brand kan begrænses til den brandmæssige enhed, hvor branden er opstået. Spredning af brand og røg til andre brandmæssige enheder skal forhindres i den tid, som er nødvendig for evakuering og redningsberedskabets indsats."

2.7.3 Lovgivning omkring specifikke flammehæmmere

På tekstilområdet er følgende flammehæmmere begrænset via lovgivning:

- TRIS (tris(2, 3-dibromopropyl)) – må ikke anvendes i tekstiler, der er bestemt til at komme i berøring med huden. Er begrænset via REACH appendix XVII.
- TEPA (tris (1-aziridinyl) phosphinoxid) – må ikke anvendes i tekstiler, der er bestemt til at komme i berøring med huden. Er begrænset via REACH appendix XVII.
- PBB (polybrominerede biphenyl) – må ikke anvendes i tekstiler, der er bestemt til at komme i berøring med huden. Er begrænset via REACH appendix XVII.
- OctaBDE (octabrom diphenylether) – grænseværdi på 0,1 % i artikler (produkter). Er begrænset via REACH appendix XVII.
- PentaBDE (pentabromo diphenylether) – grænseværdi på 0,001 % i artikler (produkter). Er begrænset via Stockholm Konventionen.

Flammehæmmerne HBCDD, kortkædede klorparaffiner, TCEP, borsyre (og visse salte heraf), boroxid samt visse borax forbindelser (natrium tetraborat decahydrat og natrium tetraborat pentahydrat) er på EU's kandidatliste under REACH. Dvs. at der er oplysningspligt (REACH artikel 33) i leverandørkæden, hvis produkter indeholder mere end 0,1 % af disse stoffer. Sælges produkter til forbrugere derimod er der udelukkende pligt til at informere om et indhold af disse stoffer, hvis forbrugerne efterspørger informationen.

2.8 Miljø- og sundhedsmærker i DK, der forholder sig til behandling med flammehæmmere

I dette afsnit gennemgås, hvilke krav forskellige miljø- og sundhedsmærker, der anvendes i Danmark stiller til brugen af flammehæmmere. Der er taget udgangspunkt i de miljø- og sundhedsmærker, der er gennemgået i projektet "Kortlægning af kemiske stoffer i tekstiler" (Poulsen et al., 2011), men der er kun fokuseret på mærker, som anses for at være relevante for produktgruppen. Dvs. at økologimærker såsom (GOTS, IVN, Soil Association, KRAV og Demeter) ikke er blevet gennemgået, og ej heller andre mærker såsom Fairtrade, da disse mærker udelukkende findes for rene tekstiler (eller tøj) og ikke boligtekstilprodukter. Herudover gennemgås desuden det danske indeklimamærke. De mærker, der gennemgås er angivet i tabel 12 nedenfor.

Type af mærke	Relevante mærker
Sundhedsmærker	Oeko-Tex 100/TILTRO TIL TEKSTILER
Miljømærker	EU Blomsten Svanen Bra Miljöval Oeko-Tex 1000/100+
Andre mærker	Dansk Indeklima Mærkning

TABEL 12

RELEVANTE MILJØ OG SUNDHEDSMÆRKER PÅ BOLIGTEKSTILOMRÅDET I DANMARK

2.8.1 Oeko-Tex 100

Oeko-Tex 100 mærket eller "TILTRO TIL TEKSTILER" som det hedder i Danmark, kan ikke opnås, hvis der anvendes specifikke flammehæmmere²⁴. De specifikke flammehæmmere, som ikke må anvendes er: PBB, TRIS, TEPA, pentaBDE, octaBDE, decaBDE, HBCDD, SCCP og TCEP. Der er dog visse flammehæmmere, der er tilladt. Disse er specifikt angivet på Oeko-Tex hjemmesiden ved deres specifikke handelsnavne²⁵ og er angivet i tabel 13 nedenfor. F.eks. er flere af Treviras flammehæmmere tilladt at anvende til Oeko-Tex 100 mærkede tekstiler.

Oeko-Tex 100 mærket forbyder således generelt brugen af flammehæmmere og også specifikke flammehæmmere, samtidigt med at visse andre flammehæmmere er tilladt. Hvad dette skyldes vides ikke, men en årsag kunne være, at der har været modstrid mellem det generelle forbud af flammehæmmere og opfyldelse af generelle brandsikringskrav på nogle europæiske markeder. Det er beskrevet i Oeko-Tex 100 kravene, at de flammehæmmere, der tillades skal opfylde følgende krav:

- Fibermaterialer med indbygget flammehæmmer: Fibrene skal ud fra en human/miljømæssig vurdering foretaget af Oeko-Tex kunne anvendes uden begrænsninger. Der er ikke nærmere beskrevet, hvad dette indebærer.
- Færdige tekstiler behandlet med flammehæmmere: Behandlingen skal ud fra en grundig human/miljømæssig vurdering foretaget af Oeko-Tex være uskadelig mht. menneskers sundhed.

²⁴ https://www.oeko-tex.com/oekotex100_PUBLIC/content1.asp?area=hauptmenue&site=grenzwerte&cls=02

²⁵ https://www.oeko-tex.com/en/manufacturers/certified_products/active_chemical_products/flamm_retardant_products/flamm_retardant_products.html

Type af flammehæmmer	Handelsnavne	Producent
Fiber materialer med flammehæmmende egenskaber	Dacron® T483	DuPont Sabanci Polyester GmbH, Hamm (D)
	ESFRON	Woongjin Chemical Co. Ltd., Seoul (Korea)
	FR-Adhesive (Type N)	W.L. Gore & Associates GmbH, Putzbrunn (D)
	FR-Adhesive Type X	W.L. Gore & Associates GmbH, Putzbrunn (D)
	FR-Membrane (Type 11)	W.L. Gore & Associates GmbH, Putzbrunn (D)
	FR-Membrane Type 23	W.L. Gore & Associates GmbH, Putzbrunn (D)
	Lenzing FR®	Lenzing AG, Lenzing (A)
	Trevira CS	Trevira GmbH, Bobingen (D)
	Trevira CS bioactive	Trevira GmbH, Bobingen (D)
	Trevira CS/FR Polyesterrohstoff A2	Trevira GmbH, Bobingen (D)
	Visil AP	Kuitu Finland Oy, Valkeakoski (FN)
Precursors til produktion af flammehæmmede polymerer	UKANOL® FR50/1	Schill + Seilacher Aktiengesellschaft, Böblingen (D)
	UKANOL® ES	Schill + Seilacher Aktiengesellschaft, Böblingen (D)
Flammehæmmere til brug på det færdige tekstil	AFLAMMIT® KWB	Thor GmbH, Speyer (D)
	AFLAMMIT® SAP	Thor GmbH, Speyer (D)
	APYROL CEP-ECO	CHT R. Beitlich GmbH, Tübingen (D)
	Avora® Polymer 2370	Invista Resins & Fibers GmbH & Co. KG (D)
	Avora® Polymer 2630	Invista Resins & Fibers GmbH & Co. KG (D)
	Avora® Polymer 2750	Invista Resins & Fibers GmbH & Co. KG (D)
	Burnblock	Burnblock ApS, Copenhagen (DK)
	DanAi-H	Jiangsu Sheng Dan Ai Chemical Co., Ltd., Yangzhong (CN)
	ECO-FLAM PU	NV DEVAN Chemicals, Ronse (BE)
	ECO-FLAM SU	NV DEVAN Chemicals, Ronse (BE)
	Finifire Pro	Finifire BV, El Haarlem (NL)
	Flacavon ARP	Schill + Seilacher, Böblingen (D)
	Flacavon WP	Schill + Seilacher, Böblingen (D)
	FLAMENTIN® MSG	Thor GmbH, Speyer (D)
	FLOVAN® CGN	Huntsman Textile Effects, Basel (CH)

Type af flammehæmmer	Handelsnavne	Producent
	Fyrol PCF	ICL-IP Europe BV, Amsterdam (NL)
	Pekoflam® ECO liquid	Clariant International Ltd., Muttentz (CH)
	PEKOFLAM® MSP liquid	Clariant Produkte (Schweiz) AG, Muttentz (CH)
	Pekoflam® SYN liquid	Clariant International Ltd., Muttentz (CH)
	PROBAN® POLYMER	Rhodia UK Limited, West Midlands (GB)
	PYROVATEX® CP new	Huntsman Textile Effects, Basel (CH)
	PYROVATEX® CP-LF	Huntsman Textile Effects, Basel (CH)
	RUCO-FLAM PCE	Rudolf GmbH, Geretsried (D)
	X-Guard 3-HPP-N	Chempia Co., Ltd, Ansan City (Korea)

TABEL 13

TILLADTE FLAMMEHÆMMERE IFØLGE OEKO-TEX 100 (KILDE: OEKO-TEX 100)

2.8.2 EU Blomsten

EU Blomsten stiller krav om, at kun flammehæmmere, der er kemisk bundet i polymerfibre eller til fiberoverfladen (reaktive flammehæmmere) må benyttes i tekstilproduktet. Additive flammehæmmere må ikke anvendes. Desuden stilles krav om, at hvis de anvendte flammehæmmere har fået tildelt en eller flere af nedenstående H-sætninger, skal disse reaktive flammehæmmere ved anvendelsen ændre deres kemiske struktur, så de ikke længere bør klassificeres med nogen af disse H-sætninger. Og derudover må højst 0,1 % af flammehæmmeren bibeholde sine oprindelige egenskaber i det behandlede garn eller stof (Kommissionens Beslutning 567, 2009).

Disse klassificeringskrav som EU Blomsten stiller, betyder, at 4 af de 9 flammehæmmere, der er identificeret i kortlægningen (TDCPP, TCEP, TCPP og Bisphenol A-bis(diphenylfosfat)) ikke ville være tilladt i Blomst-mærkede produkter. Klassificeringskravene ville ligeledes betyde, at visse bromerede flammehæmmere ikke ville være tilladt pga. deres sundhedsmæssige og miljømæssige egenskaber²⁶.

²⁶

http://www.mst.dk/Virksomhed_og_myndighed/Kemikalier/Fokus+paa+saerlige+stoffer/Bromerede+flammehaemmere/02150000.htm#Saadan

H-nr.	H-sætning	H-nr.	H-sætning
H351	Mistænkt for at fremkalde kræft	H361f	Mistænkes for at skade forplantningsevnen
H350	Kan fremkalde kræft	H361d	Mistænkes for at skade det ufødte barn
H350i	Kan fremkalde kræft ved indånding	H360FD	Kan skade forplantningsevnen. Kan skade det ufødte barn.
H340	Kan forårsage genetiske defekter	H361fd	Mistænkes for at skade forplantningsevnen. Mistænkes for at skade det ufødte barn.
H341	Mistænkt for at forårsage genetiske defekter	H400	Meget giftig for vandlevende organismer.
H360 F	Kan skade forplantningsevnen	H410	Meget giftig med langvarige virkninger for vandlevende organismer
H360 D	Kan skade det ufødte barn	H411	Giftig for vandlevende organismer, med langvarige virkninger
H360 Fd	Kan skade forplantningsevnen. Mistænkes for at skade det ufødte barn.	H412	Skadelig for vandlevende organismer, med langvarige virkninger
H360 Df	Kan skade det ufødte barn. Mistænkes for at skade forplantningsevnen.	H413	Kan forårsage langvarige skadelige virkninger for vandlevende organismer

TABEL 14

KRAV TIL REAKTIVE FLAMMEHÆMMERE I BLOMSTEN: H-SÆTNINGER SOM FLAMMEHÆMMERE IKKE MÅ VÆRE KLASSIFICERET MED

2.8.3 Svanen

Det nordiske miljømærke Svanen følger generelt kriterierne for Blomsten, der er dog enkelte ekstra kriterier Svanen opstiller i forhold til Blomsten – dog ikke hvad angår indhold af flammehæmmere. Det skal bemærkes, at kriterierne for tekstiler i øjeblikket er i høring. (Nordisk Miljømærkning, 2012).

2.8.4 Bra Miljöval

Der er kommet nye kriterier for det svenske miljømærke Bra Miljöval i 2012. Kriterierne omfatter følgende tekstilområder: tekstilfibre og behandling af tekstiler, ”second hand” tekstiler samt ”re-design” tekstiler. Ifølge disse kriterier er det ikke tilladt at anvende flammehæmmere nogen steder i fremstillingsprocessen for tekstilerne. Eneste undtagelser er, hvis lovgivning i landet, hvor produkterne skal sælges, kræver at produkterne skal være behandlet med flammehæmmere. I dette tilfælde skal flammehæmmerne leve op til de generelle kemikaliekriterier, der stilles. Dvs. at SVHC stoffer ikke er tilladte at anvende, og at flammehæmmere, der klassificeres med nedenstående H-sætninger (se tabel 15) ikke er tilladt at anvende.

Disse klassificeringskrav som Bra Miljöval stiller betyder, at 2 af de 9 flammehæmmere, der er identificeret i kortlægningen (TDCPP og TCEP) ikke ville være tilladt i produkter mærket med Bra Miljöval. Klassificeringskravene ville ligeledes betyde, at visse bromerede flammehæmmere ikke

ville være tilladt pga. deres sundhedsmæssige og miljømæssige egenskaber²⁷. F.eks. er HBCDD klassificeret med H361 og TBBPA klassificeret med H400. Det skal dog bemærkes, at Bra Miljöval ikke stiller lige så skrappe krav, hvad angår klassificeringen for flammehæmmernes miljømæssige egenskaber. Dette er årsagen til, at flere af de i denne kortlægning identificerede flammehæmmere er tilladte ifølge Bra Miljövals kriterier i forhold til EU Blomsten eller Svanens kriterier. TDCPP og TCEP er ikke tilladt ifølge hverken Bra Miljövals kriterier og EU Blomstens eller Svanens kriterier, men TCPP og bisphenol A-bis(diphenylfosfat) er tilladt ifølge Bra Miljövals kriterier, men ikke ifølge EU Blomstens eller Svanens kriterier.

H-nr.	H-sætning	H-nr.	H-sætning
H300	Livsfarlig ved indtagelse	H330	Livsfarlig ved indånding
H301	Giftig ved indtagelse	H310	Livsfarlig ved hudkontakt
H351	Mistænkt for at fremkalde kræft	H360F	Kan skade forplantningsevnen
H350	Kan fremkalde kræft	H360D	Kan skade det ufødte barn
H350i	Kan fremkalde kræft ved indånding	H361f	Mistænkes for at skade forplantningsevnen
H340	Kan forårsage genetiske defekter	H361d	Mistænkes for at skade det ufødte barn
H341	Mistænkt for at forårsage genetiske defekter	H372	Forårsager organskader
H400	Meget giftig for vandlevende organismer.	H373	Kan forårsage organskader
EUH070	Giftig ved kontakt med øjnene	EUH059	Farlig for ozonlaget

TABEL 15
KRAV TIL REAKTIVE FLAMMEHÆMMERE I BRA MILJÖVAL: H-SÆTNINGER SOM FLAMMEHÆMMERE IKKE MÅ VÆRE KLASSIFICERET MED

2.8.5 Oeko-Tex 1000/100+

Oeko-Tex 1000 er et virksomhedsmærke, der stiller forskellige miljøkrav til virksomheden. Har en virksomhed både Oeko-Tex 1000 og Oeko-Tex 100 ("TILTRO TIL TEKILER") må de samme produkter mærkes med Oeko-Tex 100+. I Oeko-Tex 1000 stilles yderligere krav til flammehæmmere (Oeko-Tex 1000, 2012). Disse er, at følgende typer af flammehæmmere ikke må anvendes (ud over de krav, der stilles til flammehæmmere i Oeko-Tex 100):

- Flammehæmmere baseret på antimon eller arsen
- Bromerede flammehæmmere
- TEPA (tris-(aziridiny)-phosphin oxide)
- Flammehæmmere med chlorparafiner eller fluorforbindelser

2.8.6 Dansk Indeklima Mærkning

Dansk Indeklima Mærkning er en frivillig mærkningsordning for byggevarer og produkters påvirkning af indeklimaet. Indeklimamærket gælder bl.a. for følgende produkttyper med relevans for dette projekt: Tekstile gulvbelægninger, samt polstermøbler. Andre boligtekstiler, såsom gardiner ser ikke ud til at være omfattet af Dansk Indeklima Mærkning.

²⁷

http://www.mst.dk/Virksomhed_og_myndighed/Kemikalier/Fokus+paa+saerlige+stoffer/Bromerede+flammehaemmere/02150000.htm#Sadan

Indeklimamærket stiller krav til produktet i dets brugsfase og omfatter produkternes påvirkning af luftkvaliteten i indeklimaet. Et indeklimamærket produkt har gennemgået en prøvning og har dokumentation for afgivelsen af kemiske stoffer til luften. Indeklimamærket stiller kun krav til produktet i brugsfasen. Kravene kan f.eks. bestå af en øvre grænse for hvor stor afgangningen må være samt krav til, hvilke stoffer, der må afgasse.

I øjeblikket stiller Indeklimamærket følgende typer af krav:

- Indeklimarelateret tidsværdi, der er baseret på bestemmelse af afgangning af flygtige organiske stoffer (VOC) – dvs. den tid det tager før at afgangningen fra et produkt er nede på en acceptabel koncentration i indeluften.
- Afgasning af kræftfremkaldende stoffer
- Afgivelse af partikler og fibre
- Indeklimarelaterede vejledninger (dvs. vejledninger vedrørende lagring, transport, brug, rengøring m.m.)

Dvs. i praksis udelukker Dansk Indeklima Mærkning ikke brugen af flammehæmmere, de må blot ikke afgasse over et vist niveau – vel at mærke udelukkende, hvis flammehæmmere er flygtig. Niveaulet fastsættes ud fra de enkelte afgassede stoffers irritationstærskel, og må ikke overstige 50 % af hvert enkelt stofs irritationstærskel. Dog er der regler om, at stoffer, der kan virke kræftfremkaldende ikke må afgasse fra produkter med Indeklimamærket. Dvs. at visse bromerede flammehæmmere og flammehæmmere TCEP (Tris(2-chloroethyl)fosfat) derved er udelukket i produkter med Indeklimamærket, hvis de afdamper fra produkterne (Indeklimamærket, 2005).

2.8.7 Sammenfatning af krav til flammehæmmere i visse mærkningsordninger

Kravene, der stilles til brug af flammehæmmere i de forskellige gennemgåede mærkningsordninger kan ses af tabellen nedenfor.

Type af mærke	Krav til brugen af flammehæmmere
Tiltro til tekstiler (Oeko-Tex 100)	Generelt forbud mod brugen af flammehæmmere – dog er visse flammehæmmere tilladt. Specifikt angives, at følgende flammehæmmere ikke må anvendes: PBB, TRIS, TEPA, pentaBDE, octaBDE, decaBDE, HBCDD, SCCP og TCEP.
EU Blomsten	Ingen brug af flammehæmmere med visse klassificeringer, f.eks. CMR effekter og miljøeffekter (klassificeringerne er anderledes end i Bra Miljöval). 4 ud af de 9 flammehæmmere identificeret i denne kortlægning vil ikke være tilladt i produkter mærket med Blomsten. Disse er TDCPP, TCEP, TCPP og Bisphenol A-bis(diphenylfosfat).
Svanen	Som for Blomsten
Bra Miljöval	Ingen brug af flammehæmmere med visse klassificeringer, f.eks. CMR effekter, miljøeffekter og giftige stoffer (klassificeringerne er anderledes end i Blomsten og Svanen – og ikke lige så skrappe hvad angår miljøklassificeringer). 2 ud af de 9 flammehæmmere identificeret i denne kortlægning vil ikke være tilladt i produkter mærket med Bra Miljöval. Disse er TDCPP og TCEP.
Oeko-Tex 100+	Ingen brug af følgende typer af flammehæmmere: • Flammehæmmere baseret på antiomon og arsen • Bromerede flammehæmmere • TEPA

Type af mærke	Krav til brugen af flammehæmmere
	Flammehæmmere med chlorparafiner eller fluorforbindelser
Dansk Indeklimate Mærkning	Kræftfremkaldende stoffer må ikke afgasse fra produkter, dvs. visse typer bromerede flammehæmmere

TABEL 16

SAMMENFATNING AF KRAV TIL FLAMMEHÆMMERE I DIVERSE MÆRKNINGSORDNINGER

2.9 Alternativer til flammehæmmere i tekstiler

Der er ikke identificeret mange alternativer til brugen af flammehæmmere i tekstiler. Ved kontakt til virksomheder i branchen nævner fire af de kontaktede virksomheder, at brug af uld som tekstilmateriale er et godt alternativ til brugen af flammehæmmere, da uld i sig selv har flammehæmmende egenskaber. De naturlige flammehæmmende egenskaber af uld skyldes bl.a. dets høje nitrogen- og fugtindhold, høj antændelsestemperatur, samt uldens lave forbrændingsvarme og dets begrænsede oxygenindeks²⁸. (Oxygenindekset og indholdet af nitrogen har betydning for i hvor høj grad materialet er i stand til at opretholde en flamme, når der først er gået ild i materialet).

En søgning på internettet gav følgende forslag til alternativer til anvendelse af flammehæmmere i tekstilprodukter:

- Brug af uld, der har en vis naturligt flammehæmmende effekt
- Brug af "barriere stoffer" eller indpakning af skum/polstring (Ansi, 2012).
- Ændre design, så der bruges ikke brandbare materialer i stedet for tekstiler (f.eks. brugen af metalpersienser i stedet for gardiner).
- Brug af brandalarmer i stedet for flammehæmmede materialer.

Substitution af sundhedsskadelige flammehæmmere med mindre sundhedsskadelige stoffer:

- Efterbehandling af produkterne med burnblock, der er på Oeko-tex's liste over godkendte aktive kemiske produkter. Burnblock består bl.a. af natriumbenzoat og citronsyre og virker ved at forhindre ilt i at nå ind til det behandlede produkt og dermed forhindrer antændelsen af produktet (Burnblock, 2012).
- Stofferne TDCPP, TCPP og V6 har lignende brugsmønster og kemiske lighed. De tre stoffer anvendes overvejende i forskellige typer af polyurethanskum applikationer i EU (> 97,5 % af TCPP, > 85 % af TDCPP og > 75 % af V6). Klorerede alkylphosphatester (især TCPP) blev identificeret som mulige erstatninger for pentabromodiphenylether (pentaBDE) i risikoreduktionsstrategien for dette stof (EF, 2001). Men det er siden blevet klart fra drøftelserne med industrien, at disse kemikalier ikke er direkte erstatninger for pentaBDE i EU, og at ændringer i TCPP forbruget nærmere er forbundet med faldet i TCEP, og en øgning i markedet for polyuretan (PUR) generelt (EU RAR, 2008)

²⁸ <http://www.csiro.au/files/files/p9z9.pdf>

3. Udvælgelse af produkter

3.1 Baggrund

Formålet med dette projekt var at kortlægge de flammehæmmere i boligtekstiler, som influerer mest på vores sundhed og miljø. I kortlægningen kom der fin respons fra leverandører til det danske marked, som ikke anvender flammehæmmere eller som anvender de flammehæmmere som er accepteret i Oeko-Tex 100 mærkede artikler. Ca. halvdelen af de kontaktede besvarede ikke vores henvendelser og branchen, som har svaret mener, der også forekommer produkter på det danske marked, som indeholder fx de klorerede og bromerede flammehæmmere. Mht. møbler så ventes de klorerede og bromerede flammehæmmere især at kunne forekomme i billig import fra Østen. Iflg. respons fra branchen er billedet omvendt for tæpper, hvor branchen oplyser at billige tæpper ikke indeholder flammehæmmer, fordi det er dyrt at tilsætte.

Strengt engelske brandsikringsregler betyder, at møbler og boligtekstiler ikke må kunne antændes ved en tændt cigaret eller tændstik. Derfor vurderes det, at varer solgt i Danmark, som også sælges til det engelske marked, kan indeholde flammehæmmere.

3.2 Strategi

For at koncentrere ressourcerne der, hvor de problematiske flammehæmmere udgør den største eksponering for den almindelige dansker blev det besluttet, at strategien skulle være at indkøbe produkter, der potentielt kan indeholde problematiske flammehæmmere samtidig med, at de produkter, der potentielt udgør den største fare for eksponering blev prioriteret.

Alle produkter med flammehæmmere kan bidrage til koncentrationen af flammehæmmere i indeklimate/støvet. Da flammehæmmere foruden møbler og boligtekstiler også forekommer i elektriske installationer, tøj og byggematerialer så kan flammehæmmere, som forekommer i den enkelte husstand komme fra mange forskellige kilder. Visse af stofferne kan afdampe fra tændte og varme elektriske apparater og indåndes af mennesker. Hvor let en flammehæmmer frigives fra produktet under brug afhænger bl.a. af om stoffet er kemisk bundet i materialet eller sidder mere løst på materialet²⁹. Desuden forventes graden af afdampning til indeklimate/støv også at afhænge af hvor stor overflade ift. luften som produktet har, samt hvordan produktet anvendes (fx kunne man tænke sig at flammehæmmere i en madras som man hopper i vil frigive større koncentrationer end en madras som man ikke bruger). Potentielt kan alle de kortlagte produktgrupper afgive flammehæmmer til indeklimate og støvet, men på baggrund af typerne af flammehæmmere (uorganiske), der ses i tæpper vurderes disse at være mindre interessante at fokusere på pga. deres lave toksikologiske potentiale. Gardinerne kan potentielt frigive flammehæmmer til indeklimate og støv, men kortlægningen indikerer at flammehæmmede gardiner oftest er flammehæmmede med flammehæmmere indbygget i tekstilfiberen, hvilket vil minimere frigivelsen fra tekstilet. Det blev derfor besluttet i samarbejde med Miljøstyrelsen, at fokusere på de boligtekstiler og skummaterialer, som man har dermal kontakt med.

På baggrund af den vurderede eksponering forventes den største dermale udsættelse for flammehæmmere at kunne forekomme ved brug af møbler eller madrasser tilsat flammehæmmere enten i tekstilet samt i mindre grad fra skum-dele eller begge dele.

²⁹

http://www.mst.dk/Virksomhed_og_myndighed/Kemikalier/Fokus+paa+saerlige+stoffer/Bromerede+flammeh%C3%A6mmere/

Gulvtæpperne tilsættes overvejende flammehæmmere på bagsiden og derfor vurderes eksponeringen at være mindre ligesom kortlægningen tyder på, at det hovedsagligt er de uorganiske flammehæmmere, der bruges til gulvtæpper. Disse er rent toksikologiske mindre problematiske end de fosforbaserede, der bl.a. kan findes i møbler.

For gardiner vurderes eksponeringen at være lille, som følge af dermal kontakt med en hånd i forbindelse med at der trækkes for og fra. Desuden oplyser branchen, at de dansk producerede gardiner, hvis de er brandhæmmet, primært indeholder indbyggede Oeko-Tex 100-mærkede fosforbaserede flammehæmmere. Af denne årsag blev der fravalgt at fokusere på gardiner i forbindelse med analysefasen.

Strategien mht. hvilke flammehæmmere, der blev ledt efter, var derfor:

- At indkredse de produkter som kan indeholde brom og/eller klor flammehæmmere. Ved at sammenholde information fra branchen med produkter på butikernes hjemmesider kan produkter lokaliseres, hvor der ikke er nærmere oplysninger.
- At prioritere de flammehæmmere, som ikke må forekomme i de miljømærkede artikler (Oeko-Tex 100, svanen og EU-blomsten)

Strategien mht. hvilke produkter, der blev ledt efter, var derfor:

- At fokusere på madrasser og især møbler
- At finde det produktsortiment, som leveres ens til det danske som andre europæiske lande (fx både UK og DK) for at fange de produkter som skal leve op til høje brandhæmningskrav i fx UK
- At prioritere produkter, som ikke er miljømærkede (Oeko-Tex 100, svanen og EU-blomsten)
- At prioritere møbler indeholdende skum samt tekstiler af syntetiske materialer (polyester og andre kunststoffer) samt enkelte varer af bomuld
- Gennem kortlægningen har branchen oplyst, at uld ofte ikke behøver at blive behandlet med flammehæmmer, hvorfor der i analysefasen ikke fokuseres på tekstiler af uld.
- Tæpper nedprioriteres fordi branchen oplyser at brandhæmmende stoffer typisk er tilsat i skummet på bagsiden af tæppet, og eksponeringen ved dermal kontakt derfor anses for at være væsentlig mindre end eksponeringen ved fx dermal kontakt med møbler.
- Gardiner nedprioriteres ligeledes som følge af en lille dermal eksponering samt at gardiner forventes primært at indeholde indbyggede Oeko-Tex 100-mærkede fosforbaserede flammehæmmere, der i ringe grad frigives fra tekstilet.

Der blev derfor foretaget en internetsøgning for at finde butikker, og dermed møbler og madrasser, der sælges både i Danmark og i UK. Specifikke produkter fra disse butikker blev derfor prioriteret ved indkøb af produkter.

3.3 Indkøbslisten

Følgende søgestrategi blev anvendt til at finde relevante produkter, der skal indgå i projektets analyseprogram:

- Der blev søgt efter varer/artikler, der kan købes i både UK og Danmark
- Der blev søgt efter varer/artikler, hvor vi havde en formodet mistanke om at de kan være importeret fra ikke EU-land og derfor måske indeholder flammehæmmere – herunder bl.a. billige varer/artikler
- Der blev søgt efter varer/artikler, hvori der indgår tekstiler af polyester og andre kunststoffer samt enkelte varer af bomuld.
- Desuden er der fra tidligere undersøgelser og litteraturen kendskab til, at der kan forekomme halogenerede flammehæmmere i skummaterialer i møbler³⁰. Derfor er en række madrasser, stole og pufs med polstring medtaget.

³⁰ <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21591615>; SCHER (2012)

3.4 Udvalgelse af produkter

På baggrund af ovenstående blev følgende produkter indkøbt til analyse for indhold af flammehæmmer:

- 3 kontorstole (kaldes i rapporten for KS1 til KS3)
- 8 madrasser (kaldes i rapporten for M1 til M8)
- 3 stole/lænestole (kaldes i rapporten for S1 til S3)
- 1 plaid (kaldes i rapporten for P1)

4. Analyser

Som beskrevet i forrige kapitel blev i alt 15 produkter udvalgt til analyse for indhold af flammehæmmere. De 15 produkter bestod af:

- 3 kontorstole (KS1 til KS3)
- 8 madrasser (M1 til M8)
- 3 stole/lænestole (S1 til S3)
- 1 plaid (P1)

Følgende analyser blev foretaget på de 15 produkter:

- XRF-screening
- GCMS-screening af udvalgte delprøver
- Kvantitativ analyse af udvalgte flammehæmmere set ved GCMS-screeningen

Det første step ved analyserne var en XRF-screening. XRF er en røntgen screening, dvs. en grundstofanalyse, der gør det muligt at komme med et første bud på om der er et indhold af flammehæmmer i produktet, samt hvilken type (bromerede, chlorerede, fosforbaserede osv.). Hvert af de 15 produkter blev delt op i et antal delprøver svarende til antallet af forskellige materialelag produktet bestod af. Produkterne bestod af 1 til 11 lag. Lagene blev nummereret fra oversiden, dvs. lag 1 er det lag, som forbrugerne sidder på. Plaid og madrasser er dog vendbare. Lagene er beskrevet nærmere nedenfor i Tabel 17.

Produkt	Beskrivelse af de enkelte lag i produktet
Kontorstol KS1	Lag 1: Rødt tekstil, Lag 2: Pink skum, Lag 3: Skumgranulat i flere farver
Kontorstol KS2	Lag 1: Sort tekstil, Lag 2: Hvidt skum, Lag 3: Hvidt skum
Kontorstol KS3	Lag 1: Gråt tekstil, Lag 2: Lyst gråt skum, Lag 3: Gråt skum, Lag 4: Gråt skum
Madras M1	Lag 1: Hvid fiberdug, Lag 2: Hvidt tekstil, Lag 3: Hvid fiberdug, Lag 4: Hvidt skum
Madras M2	Lag 1: Hvidt tekstil, Lag 2: Hvidt vat, Lag 3: Hvid fiberdug, Lag 4: Hvidt skum
Madras M3	Lag 1: Blåt tekstil, Lag 2: Hvidt skum
Madras M4	Lag 1: Blåt tekstil med lys bagside, Lag 2: Hvidt skum
Madras M5	Lag 1: Lyst tekstil, Lag 2: Hvidt skum, Lag 3: Hvid fiberdug
Madras M6	Lag 1: Hvidt tekstil sammensyet med lag 2, Lag 2: Hvid vat, Lag 3: Hvidt skum

Produkt	Beskrivelse af de enkelte lag i produktet
Madras M7	Lag 1: Blåligt skum
Madras M8	Lag 1: Hvidt og gråt tekstil, Lag 2: Hvidt skum
Plaid P1	Lag 1: Hvid langhåret flis, Lag 2: Hvid tekstil bagside af flisen, Lag 3: Brun flis yderside, Lag 4: Brun bagside
Stol S1	Lag 1: Gråt tekstil pålimet en lys tekstil bagside, Lag 2: Hvidt tekstil, Lag 3: Gult skum, Lag 4: Lysegrønt skum
Stol S2	Lag 1: Gråt/sort tekstil, Lag 2: Hvid vat, Lag 3: Hvidt skum, tyndt, Lag 4: Hvidt skum, tykt, Lag 5: Skum granulat flere farver, Lag 6: Tyndt glat sort tekstil, Lag 7: Sort tekstil fiberdug, Lag 8: Bund gjord
Stol S3	Lag 1: Gråt tekstil, Lag 2: Tyndt lag gråt skum, Lag 3: Hvid vat, Lag 4: Skumgranulat flere farver, Lag 5: Sort tekstil fiberdug, Lag 6: Grøn gjord, Lag 7: Skumgranulat flere farver, Lag 8: Tykt gråt skum, Lag 9: Pap, Lag 10: Grøn gjord, Lag 11: Sort tekstil fiberdug

TABEL 17
BESKRIVELSE AF DE ENKELTE LAG I DE 15 PRODUKTER INDKØBT TIL ANALYSE

På baggrund af XRF-screeningen blev der udvalgt 13 delprøver for hvilke der blev foretaget en GCMS-screening for at få et bud på identifikation af eventuelle flammehæmmere. Herefter blev der på baggrund af GCMS-screeningen udvalgt 4 delprøver for hvilke, der blev identificeret et indhold af flammehæmmere. For disse delprøver blev der foretaget en kvantitativ analyse for at få bestemt indholdet af de specifikke flammehæmmere. Endelig blev der foretaget headspaceanalyser af to produkter for at vurdere afgangningen af flammehæmmer fra produkterne.

De fire analysemetoder (XRF-screening, GCMS-screening, kvantitativ analyse og headspace analyse) samt resultaterne for de tre analyser er beskrevet nedenfor.

4.1 XRF-screening

4.1.1 Analysemetode – XRF-screening

Screening ved XRF er gennemført med et X-LAB 2000 instrument fra Spectro GmbH, der opereres ved hjælp af et software kaldet Spectro X-LAB og hvortil der er en leverandøruviklet analysemetode betegnet TurboQuant.

Der optages 3 forskellige XRF-spektre fra hver prøve. Disse spektre er baseret på forskellige typer sekundære targets. Et med molybdæn som sekundær target, der anvendes til bestemmelse af grundstofferne i områderne Cr – Zr og Pr – Bi, et med Al₂O₃ som et Barkla target, der anvendes til bestemmelse af grundstofferne i området Y – Ce, og et med HOPG som Bragg target, der anvendes til bestemmelse af grundstofferne i området Na – V.

På grundlag af kalibrering mod en række referencematerialer af forskellige typer opnår man med TurboQuant at kunne bestemme indhold af de angivne grundstoffer i de undersøgte prøver fra Na – U. Metoden tillader også målinger af grundstofferne i materialer, hvor der er indhold af væsentlige mængder af de lette grundstoffer, der ikke er blandt de bestemte grundstoffer ved XRF-analysen. Dvs. det således bliver muligt at se indhold af bl.a. chlor (Cl) og fosfor (P).

De undersøgte prøver blev udtaget fra materialerne i møblerne/madrasserne. Alle produkter blev klippet op og de forskellige lag blev talt og beskrevet (se Tabel 17). Da røntgen screeningen er en overfladescreening, er det nødvendigt at røntgenanalysere alle lag individuelt for at få et overblik over indholdet af grundstoffer i de enkelte lag. I alt blev der foretaget 59 røntgen analyser på de 15 produkter. Produkterne bestod af mellem 1 og 11 lag per produkt.

Der blev udtaget et større stykke af alle materialer fra hvert produkt, som derefter blev skåret til i størrelsen 35 mm x 35 mm. I en del tilfælde var det ikke muligt, at udtage en enkelt prøve, der kunne udgøre en massiv prøve i den ønskede størrelse. I de tilfælde blev flere ens prøver lagt oven på hinanden for at opnå noget, der tilnærmelsesvist kunne udgøre det for en massiv prøve.

De skønnede generelle detektionsgrænser for de udførte screeninger er angivet i tabel 18, men som det fremgår af XRF-resultaterne i Bilag 1, så er detektionsgrænsen forskellig for hvert grundstof. Detektionsgrænsen ligger mellem 0,0002 % (for cadmium) og 0,5 % (for natrium), dvs. mellem 2 og 5000 ppm.

Grundstof	Detektionsgrænse (%)	Grundstof	Detektionsgrænse (%)
Na	0,5	Sr	0,005
Mg	0,1	Y	0,005
Al	0,05	Zr	0,001
Si	0,05	Nb	0,0005
P	0,02	Mo	0,0005
S	0,01	Ag	0,0005
Cl	0,01	Cd	0,0002
K	0,005	In	0,0005
Ca	0,005	Sn	0,0002
Ti	0,002	Sb	0,0005
V	0,002	Te	0,001
Cr	0,001	I	0,001
Mn	0,001	Cs	0,001
Fe	0,005	Ba	0,002
Co	0,002	La	0,003
Ni	0,001	Ce	0,005
Cu	0,001	W	0,002
Zn	0,001	Hg	0,002
Ga	0,001	Tl	0,002
Ge	0,001	Pb	0,002
As	0,001	Bi	0,002
Se	0,001	Th	0,003
Br	0,002	U	0,003
Rb	0,005		

TABEL 18
DETEKTIONSGRÆNSER I VÆGTPROCENT FOR GRUNDSTOFFERNE VED BRUG AF XRF-SCREENING

4.1.2 Analyseresultater – XRF-screening

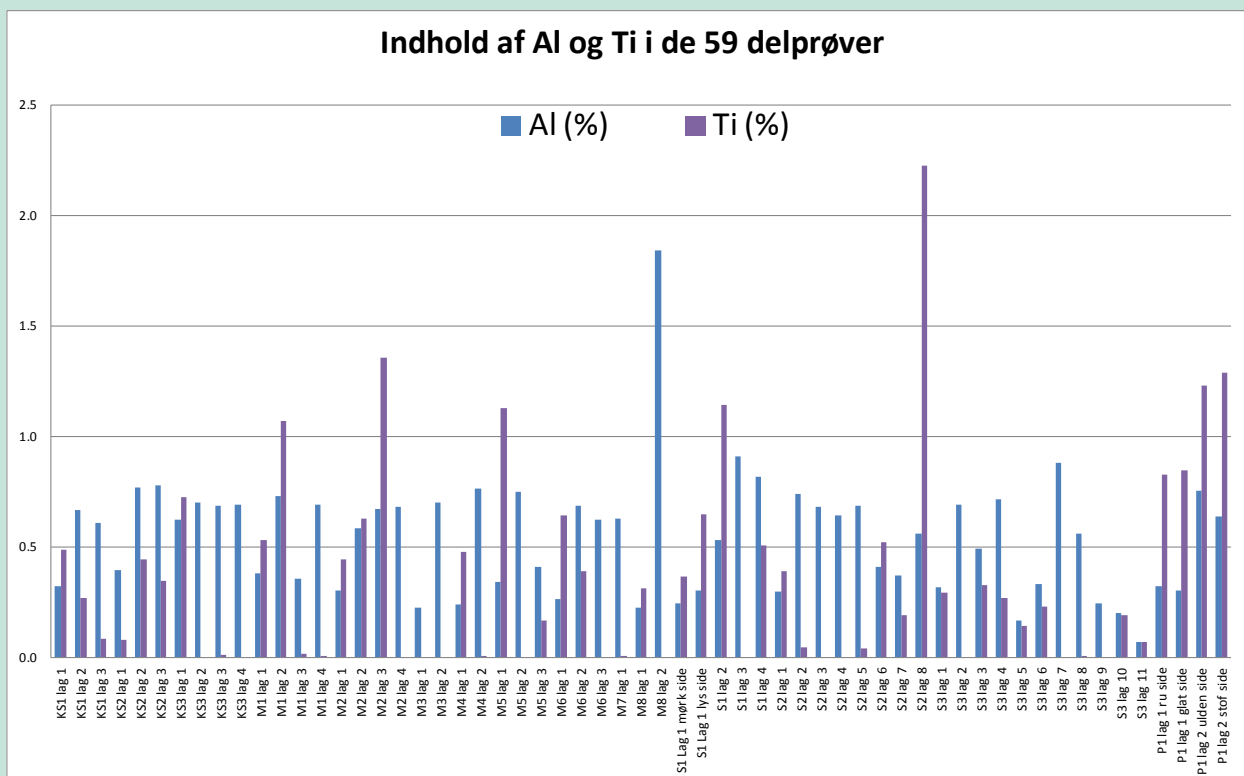
Samtlige analyseresultater for alle 59 delprøver er præsenteret i Bilag 1. Et udpluk af resultaterne er præsenteret i figurerne på de efterfølgende sider. Der er fokuseret på en præsentation af de grundstoffer, som indgår i de flammehæmmere, der er identificeret i kortlægningen, dvs. grundstofferne Al, P, Cl, Ti, Br og Zr. Resultater for disse grundstoffer er præsenteret dels for de enkelte grundstoffer for at give et overblik over forskellen i niveauer, og dels enkeltvis for de 15 analyserede produkter.

4.1.2.1 Analyseresultater præsenteret per grundstof

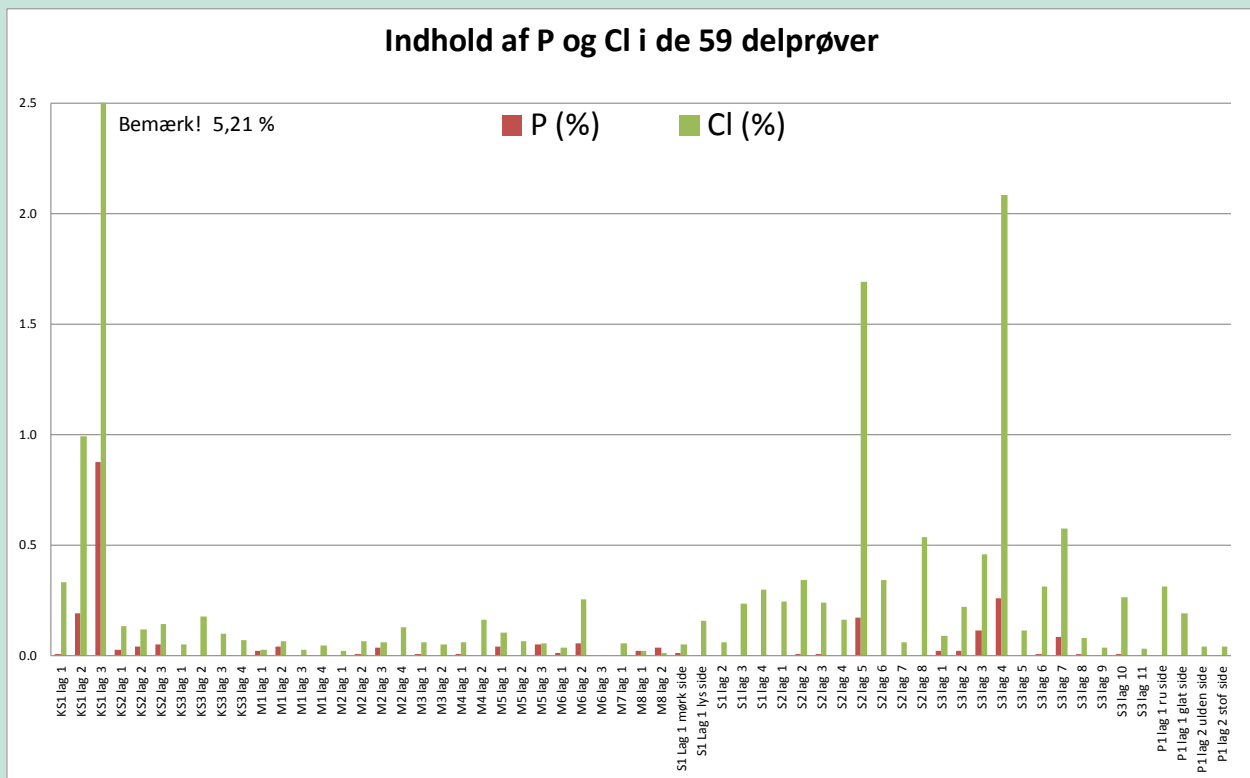
De efterfølgende figurer viser det målte indhold i de 59 delprøver af henholdsvis Al, Ti, P, Cl, Br og Zr. Enheden for Al, P, Cl og Ti er angivet i vægtprocent, hvorimod enheden for Br og Zr er angivet i ppm ($\mu\text{g/g}$), da Br og Zr ikke er identificeret i lige så store mængder (maksimalt 0,039 %).

Indledningsvist er Al og Ti, P og Cl, samt Br og Zr præsenteret for alle 59 delprøver i tre forskellige figurer. På disse figurer er det imidlertid svært at læse alle detaljer, hvorfor resultaterne for samtlige 6 grundstoffer er angivet på 2 x 4 forskellige figurer efterfølgende. Én figur for hver produktgruppe (kontorstole (KS), madrasser (M), lænestole (S) og plaiden (P)), som igen er opdelt i én figur for hhv. Al, Ti, P og Cl, der har indhold angivet i vægtprocent og i én figur for hhv. Br og Zr, der kun har indhold angivet i ppm.

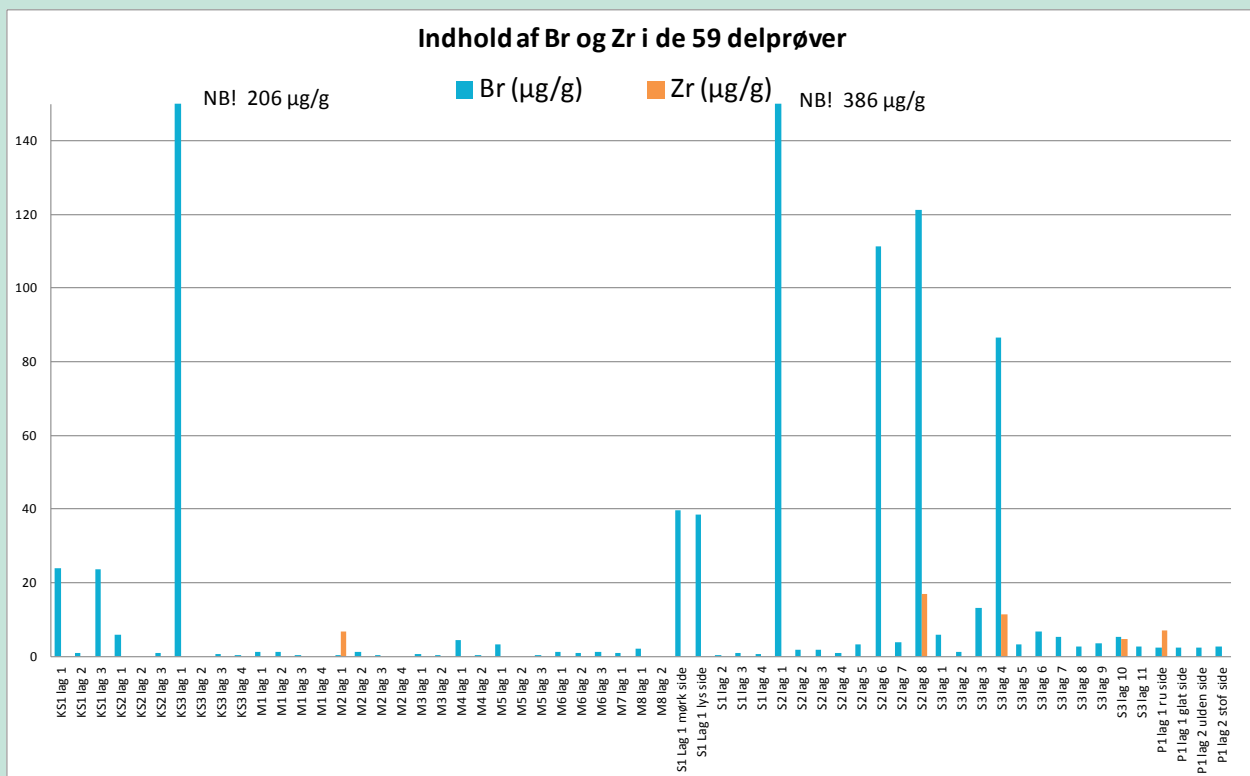
Analyseresultater for alle 59 delprøver



FIGUR 1
INDHOLD AF ALUMINIUM OG TITANIUM I DE 59 DELPRØVER

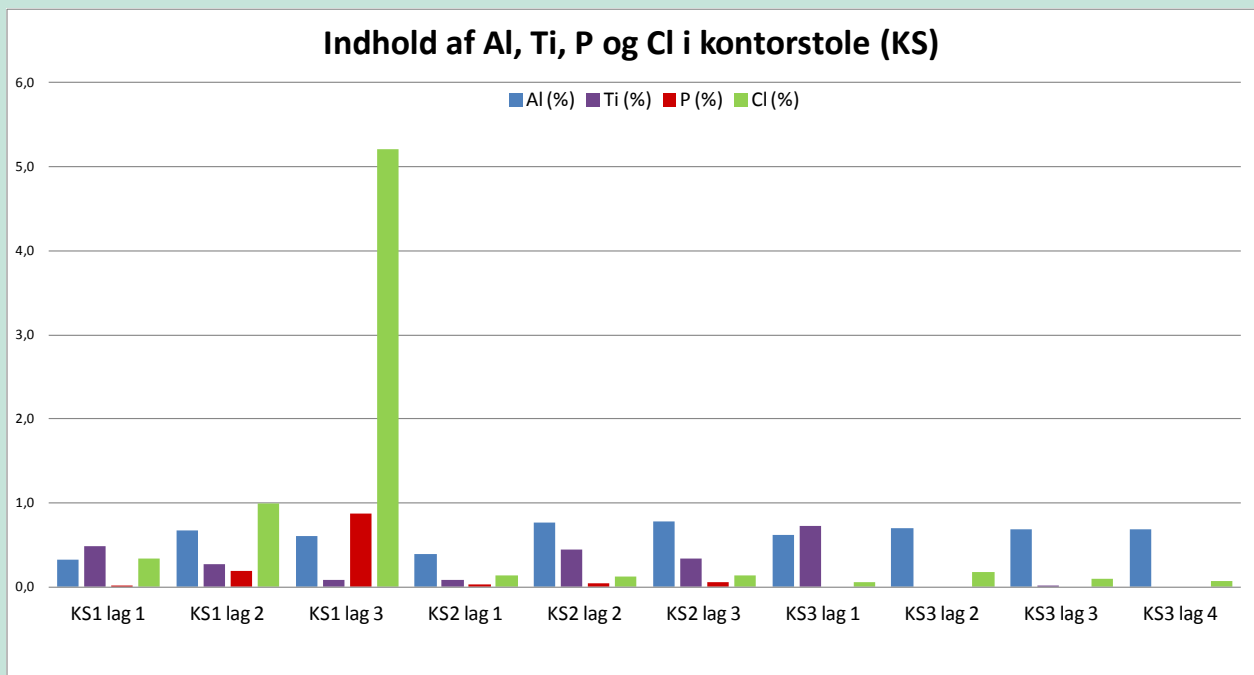


FIGUR 2
INDHOLD AF FOSFOR OG CHLOR I DE 59 DELPRØVER

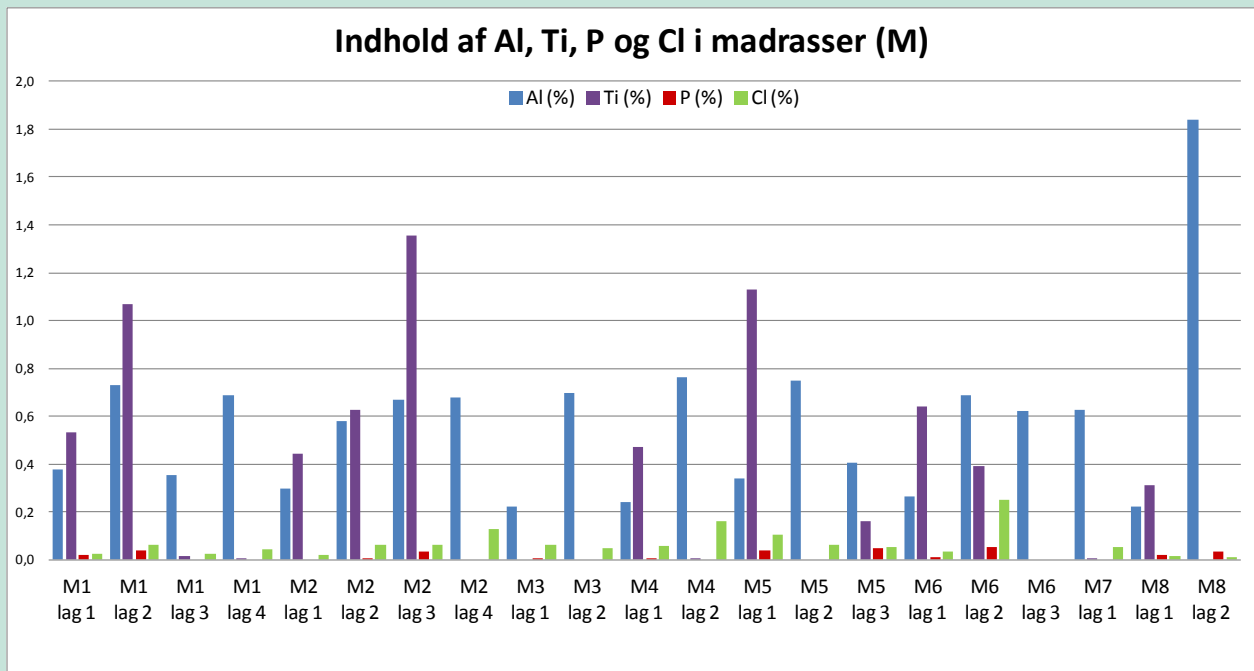


FIGUR 3
INDHOLD AF BROM OG ZIRCONIUM I DE 59 DELPRØVER

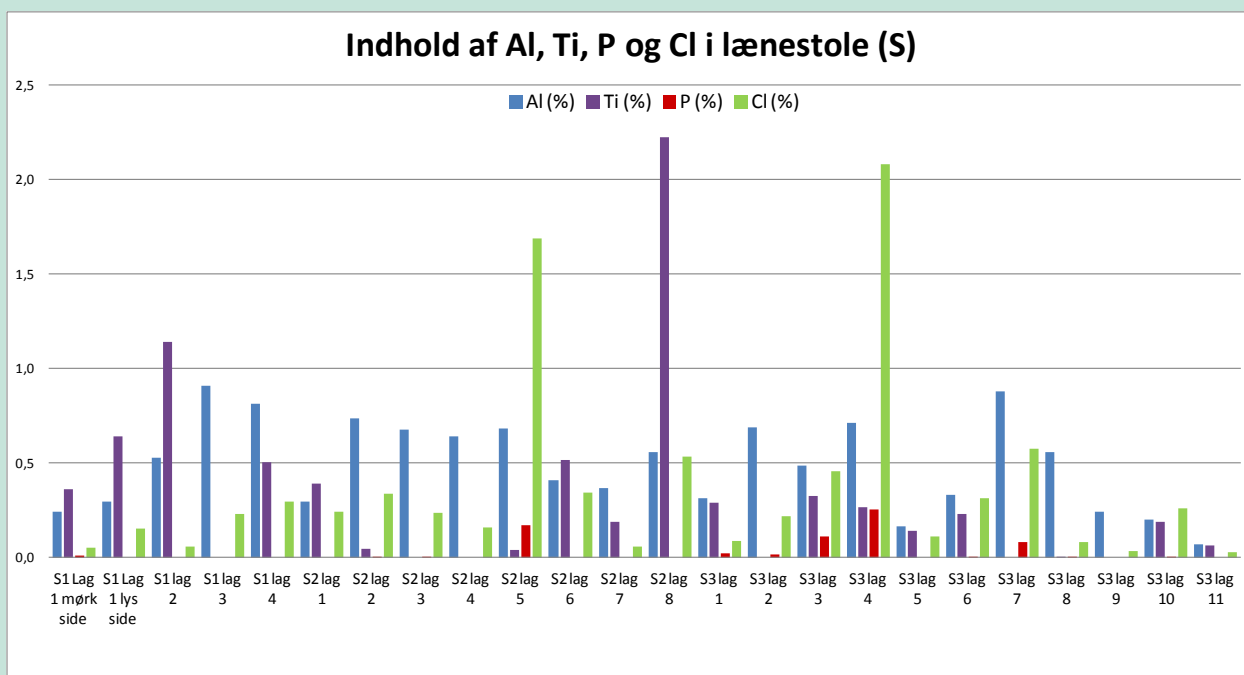
Analyseresultater fordelt på de fire udvalgte produkttyper



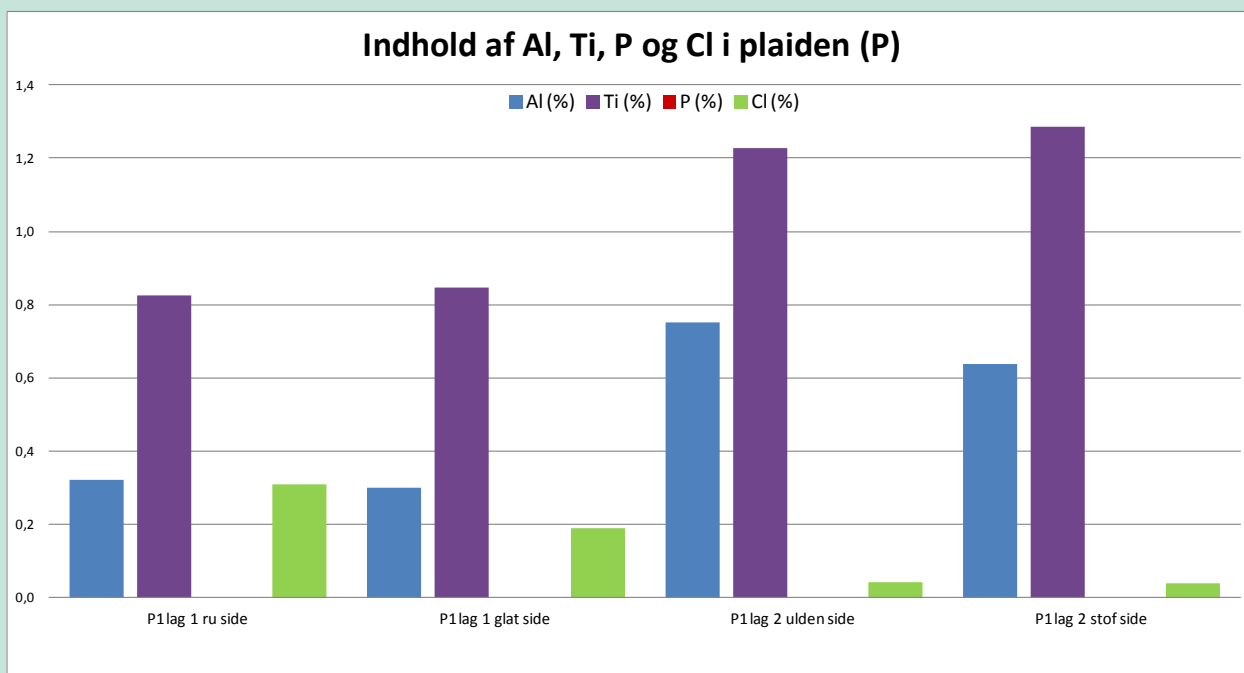
FIGUR 4
INDHOLD AF AL, TI, P OG CL I KONTORSTOLE – MÅLT I VÆGTPROCENT



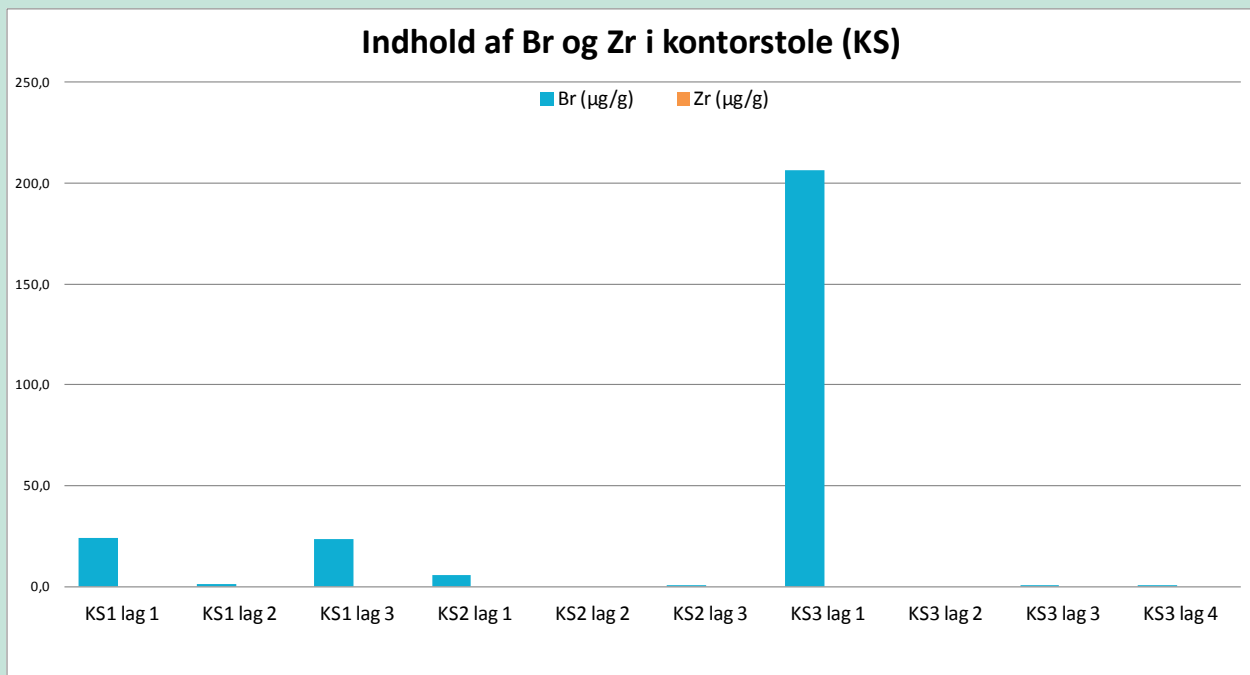
FIGUR 5
INDHOLD AF AL, TI, P OG CL I MADRASSER – MÅLT I VÆGTPROCENT



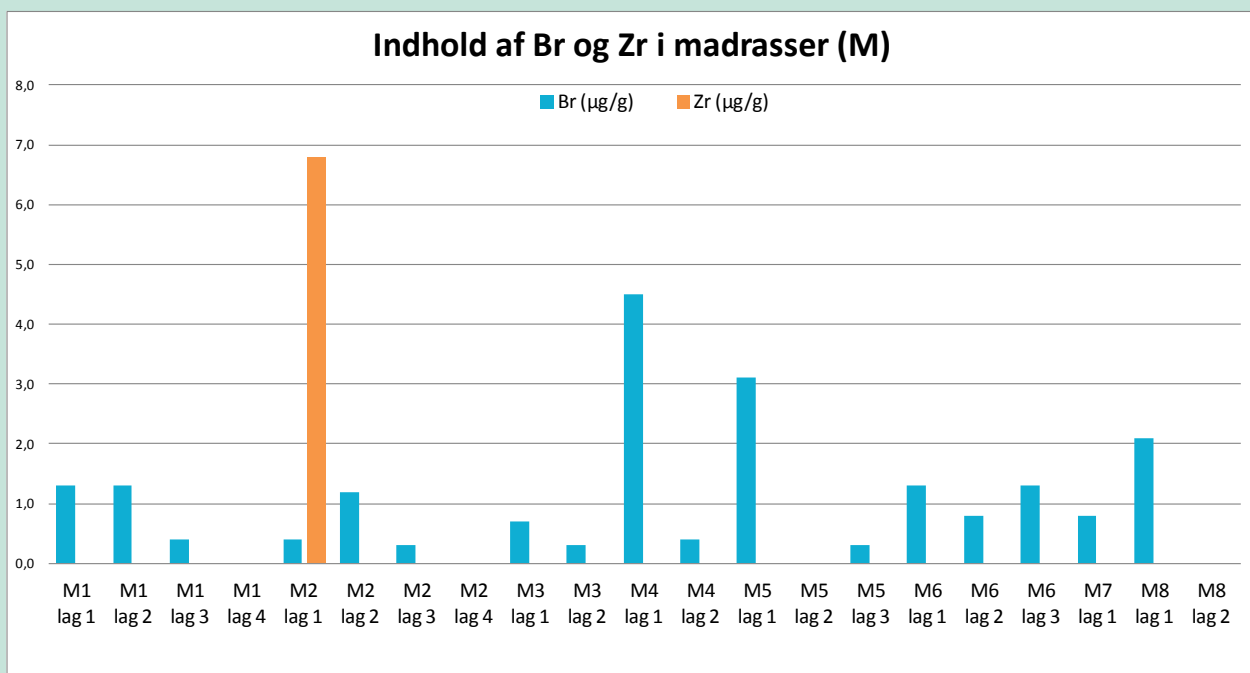
FIGUR 6
INDHOLD AF AL, TI, P OG CL I LÆNESTOLE – MÅLT I VÆGTPROCENT



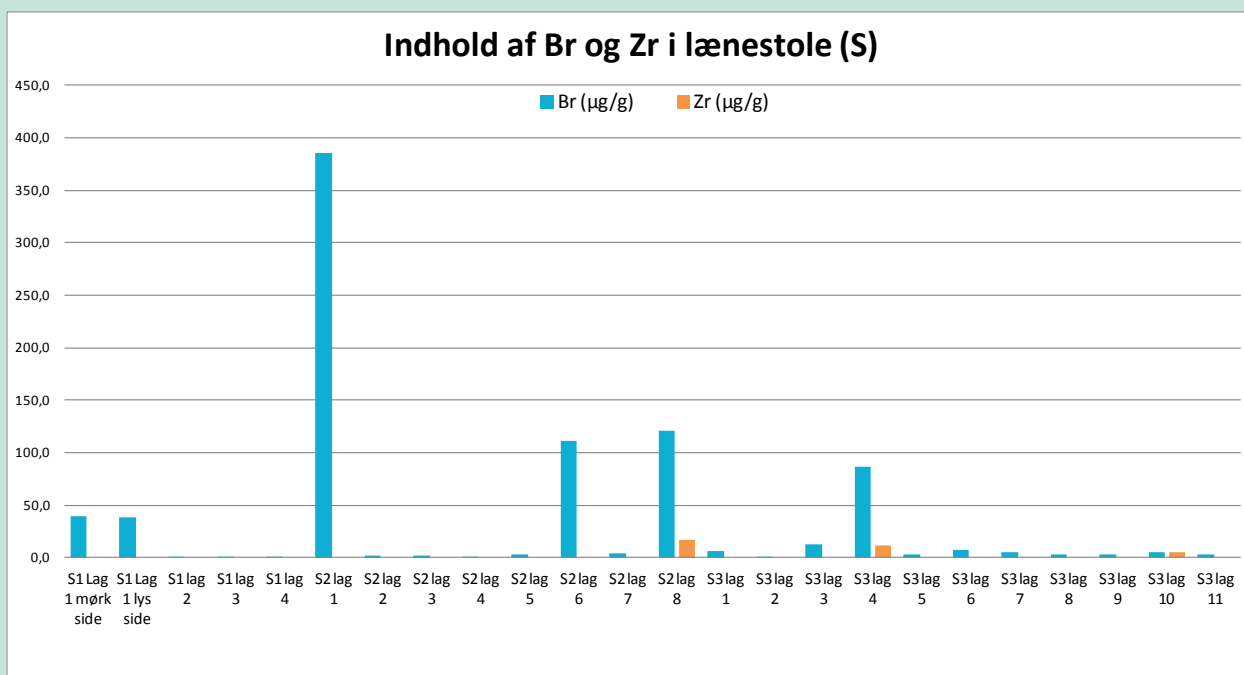
FIGUR 7
INDHOLD AF AL, TI, P OG CL I PLAIDEN – MÅLT I VÆGTPROCENT



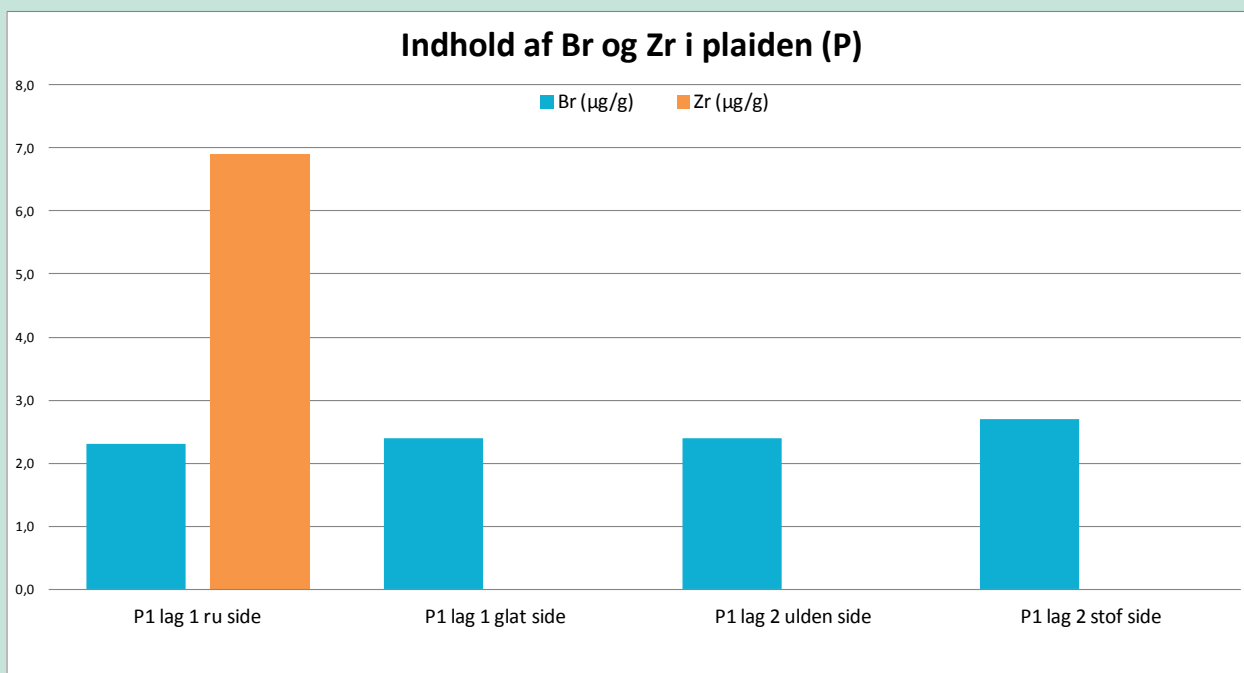
FIGUR 8
INDHOLD AF BR OG ZR I KONTORSTOLE – MÅLT I PPM (MIKROG/G)



FIGUR 9
INDHOLD AF BR OG ZR I MADRASSER – MÅLT I PPM (MIKROG/G)



FIGUR 10
INDHOLD AF BR OG ZR I LÆNESTOLE – MÅLT I PPM (MIKROG/G)



FIGUR 11
INDHOLD AF BR OG ZR I PLAIDEN – MÅLT I PPM (MIKROG/G)

4.1.2.2 Diskussion af XRF-resultater

Det ses af Figur 1 til Figur 7, at **aluminium (Al) og titanium (Ti)** findes i koncentrationer på op til henholdsvis 1,84 % og 2,23 %, hvilket kunne tyde på et evt. indhold af aluminiumbaseret eller titaniumbaseret flammehæmmere. Ifølge oplysninger fremkommet ved kortlægningen anvendes f.eks. aluminiumshydroxid i koncentrationer på ca. 3 % (regnet som $\text{Al}(\text{OH})_3$), men dette blev primært angivet som koncentrationsniveauet anvendt i tæpper. Der er identificeret aluminium i alle prøver, men kun M8 (lag 2) skiller sig ud fra mængden mht. indholdet af aluminium, som kan være $\text{Al}(\text{OH})_3$. Dog ser det ud til at Al og Si følges ad (indholdsmæssigt), dvs. at højere Al-indhold giver højere Si-indhold, hvilket kan skyldes, at der er tale om fyldstoffer og ikke brandhæmmere, eller at der er anvendt silikone i produktionen. Og dette billede gælder også for M8 (lag 2).

Der er ikke ved kortlægningen identificeret hvilke niveauer af titaniumbaserede flammehæmmere der anvendes, men kortlægningen viser, at titanium kan forekomme som flammehæmmere i form af titaniumsalte eller titaniumhexafluorid. Røntgenanalyserne viser, at det er tydeligt at produkterne S2 (lag 8), P1 (lag 2), S1 (lag 2), M2 (lag 3) og M1 (lag 2) skiller sig ud med indholdsprocenter på over 1 %. Der kan dog være andre kilder til forekomst af titanium i produkterne end anvendelsen af titaniumholdige brandhæmmere. F.eks. bliver titandioxid (kridhvidt farvestof med god dækkeevne) anvendt i en lang række produkter, såsom maling, papir og plastik.

Flammehæmmere baseret på aluminium og titanium er ikke et problem rent miljø- og sundhedsmæssigt baseret på screeningen i kortlægningen, hvorfor der ikke fokuseres på disse flammehæmmere i de videre analyser.

Af Figur 2 til Figur 7 ses det, at der generelt ikke er det store indhold af hverken **fosfor (P) eller chlor (Cl)** i de 59 prøver, dog med undtagelse af nogle enkelte delprøver, der har et højere indhold: Det drejer sig om produkterne KS1 (lag 3 og lag 2), S3 (lag 3 og 4) og S2 (lag 5), hvor der både er et forholdsvis højt fosfor og chlorindhold – og forholdsmæssigt ser det ud til at koncentrationerne af fosfor og chlor nogenlunde følges ad:

- I KS1 (lag 3) ligger indholdet af chlor på hele 5,21 % og fosforindholdet på 0,99 %.
- I KS1 (lag 2) ligger indholdet af chlor på 0,99 % og fosforindholdet på 0,19 %.
- I S3 (lag 3) ligger indholdet af chlor på 0,46 % og fosforindholdet på 0,11 %.
- I S3 (lag 4) ligger indholdet af chlor på 2,08 % og fosforindholdet på 0,26 %.
- I S2 (lag 5) ligger indholdet af chlor på 1,69 % og fosforindholdet på 0,17 %.

Disse observationer kunne tyde på indhold af flammehæmmer bestående af både chlor og fosfor, f.eks. TCEP, TCPP eller TDCPP. Observationer fra kortlægningen viser, at chlor/fosforflammehæmmere kan anvendes i koncentrationer på mellem 0,01 % og 1,5 %, dvs. ovenstående indholdsprocenter kunne tyde på indhold af chlor/fosforbaserede flammehæmmere.

Chlor alene ses i en række af delprøverne i koncentrationer på mellem 0,1 % og 0,6 %. Det drejer sig om produkterne S2 (lag 8), S3 (lag 7), KS1 (lag 1), KS2 (lag 1, 2 og 3), KS3 (lag 2), M2 (lag 4), M4 (lag 2), M5 (lag 1), S1 (lag 1 lys side, lag 3 og lag 4), S2 (lag 1, 2, 3, 4 og 6) og P1 (lag 1 ru og glat side). Fosfor ser ikke ud til at forekomme alene (dvs. uden et indhold af chlor også). Der kan være andre kilder til chlor end flammehæmmere. Chlor anvendes bl.a. til blegning.

Af Figur 3 til Figur 11 ses, at der generelt ikke er det store indhold af **zirkonium (Zr)** i de undersøgte produkter. Det er kun i fem produkter, at der er målt et indhold af zirkonium over detektionsgrænsen. Det maksimale indhold er målt til 17 ppm (eller 0,0017 %) i delprøve S2 (lag 8). Der er derfor næppe flammehæmmere baseret på zirkonium i nogen af de undersøgte produkter.

For **brom (Br)** er der imidlertid et par produkter, der skiller sig ud. Niveauerne af brom er dog generelt lave i forhold til de værdier (på 0,1-28 %), der er angivet at brom anvendes i som

flamme hæmmere i plastik³¹ (der er ikke identificeret tilsvarende oplysninger for tekstiler). De små mængder brom tyder derfor nok næppe på indhold af bromerede flammehæmmere, selvom der umiddelbart ikke er andre kilder til indhold af brom end fra bromerede flammehæmmere:

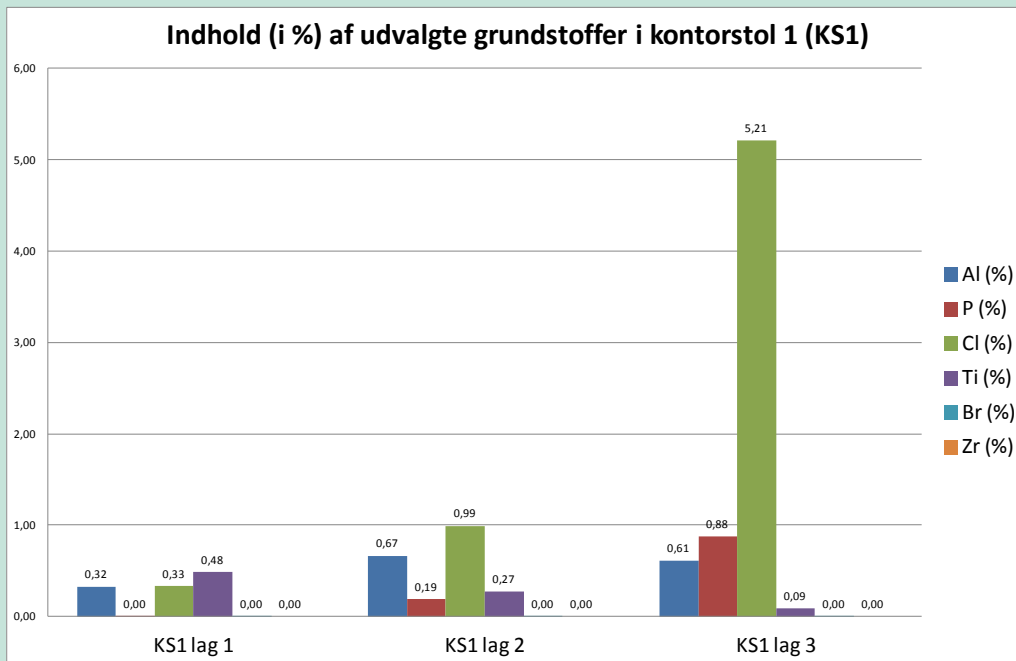
- S2 (lag 1) med et bromindhold på 386 ppm (eller 0,0386 %).
- S2 (lag 8) med et bromindhold på 121 ppm.
- S2 (lag 6) med et bromindhold på 111 ppm.
- KS3 (lag 1) med et bromindhold på 206 ppm.
- S3 (lag 4) med et bromindhold på 86 ppm.
- S1 (lag 1 mørk side) med et bromindhold på 40 ppm.
- S1 (lag 1 lys side) med et bromindhold på 39 ppm.
- KS1 (lag 1) med et bromindhold på 24 ppm.
- KS1 (lag 3) med et bromindhold på 24 ppm.

Antimon (Sb) som bliver brugt sammen med bromerede flammehæmmere forekommer kun i små koncentrationer (max målte koncentration er 88 ppm). Der ser ikke ud til at være en sammenhæng mellem koncentrationen af brom og antimon i de undersøgte produkter og produktdele.

4.1.2.3 Analyseresultater præsenteret per produkt

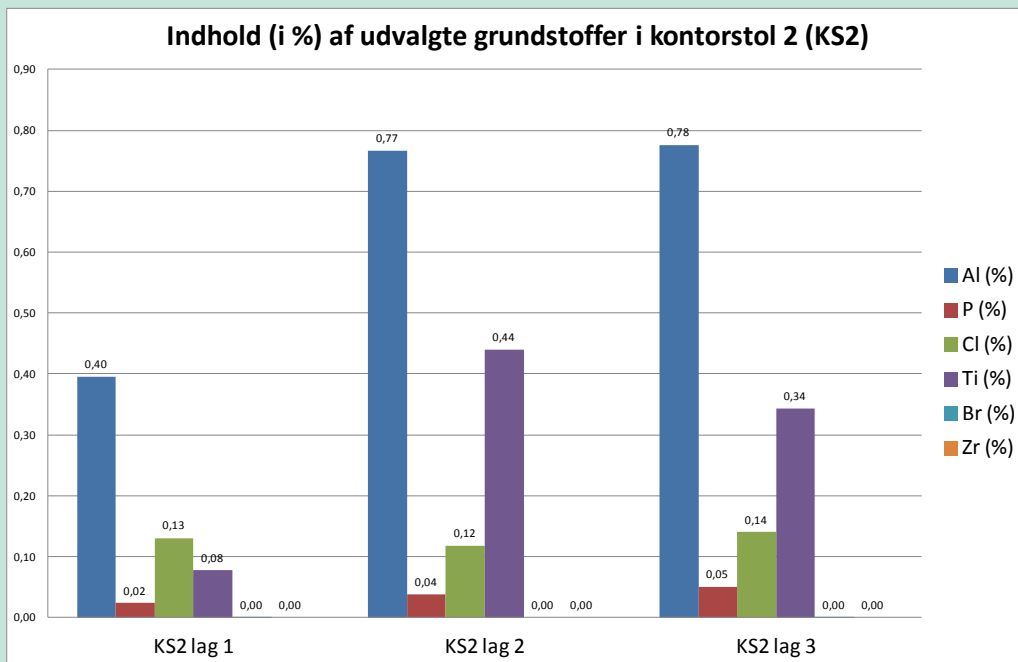
De efterfølgende 15 figurer præsenterer indholdet af disse 6 grundstoffer i de forskellige lag, der findes i de 15 analyserede produkter. Niveauer angivet ved (koncentrationen) 0,00 % betyder enten, at indholdet af grundstoffet var under detektionsgrænsen for det pågældende grundstof eller at indholdet var mindre end 0,00 % (dvs. under 50 ppm, idet værdier over 50 ppm ville være rundet op til 0,01 % på figurerne). Bemærk at skalaen på de forskellige figurer er tilpasset niveauerne identificeret i de forskellige produkter. Alle værdier er angivet i vægtprocent. Billeder fra de opklippede produkter, så det er muligt at se de enkelte lag i produkterne er ligeledes præsenteret for alle 15 produkter. Lag 1 er det yderste lag.

³¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Brominated_flame_retardant



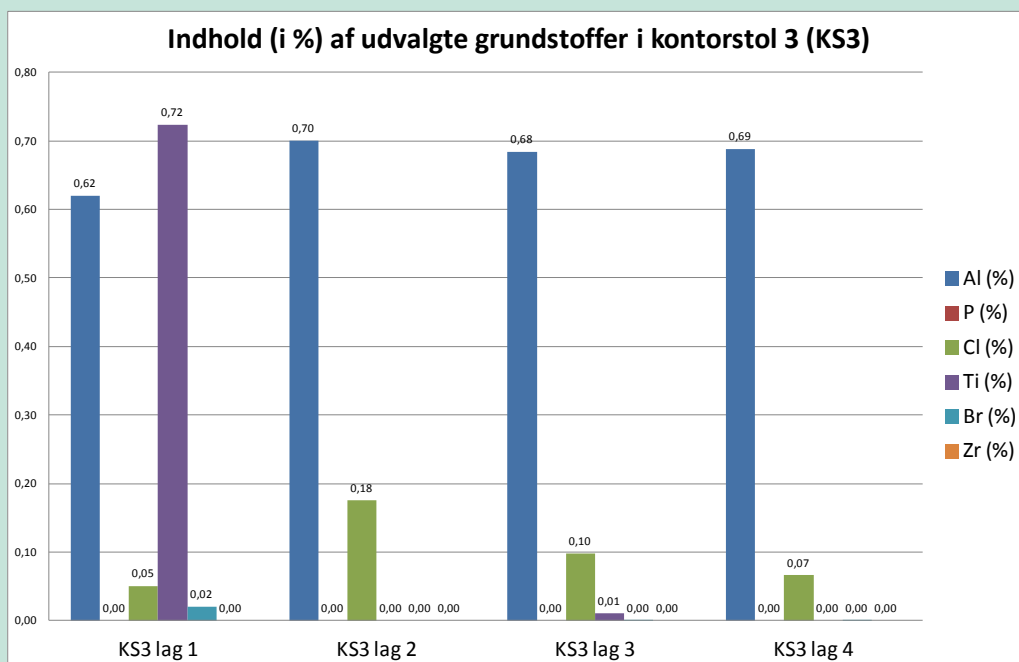
FIGUR 12
KONTORSTOL KS1: BILLEDER SAMT INDHOLD AF UDVALGTE GRUNDSTOFFER MÅLT VED XRF-SCREENING

Betrækket i KS1 (lag 1) har et af de højere indhold af brom, der er identificeret i de 59 delprøver (Se Figur 3, for sammenligning med de øvrige produkter). Det pink skum i KS1 (lag 2) har et af de højere indhold af Cl/P og skum granulatet i KS1 (lag 3) har et endnu højere indhold af Cl/P. Forholdet mellem Cl og P er stort set det samme i de to lag (2 og 3), hvilket kunne tyde på et indhold af en Cl/P-flammehæmmer.



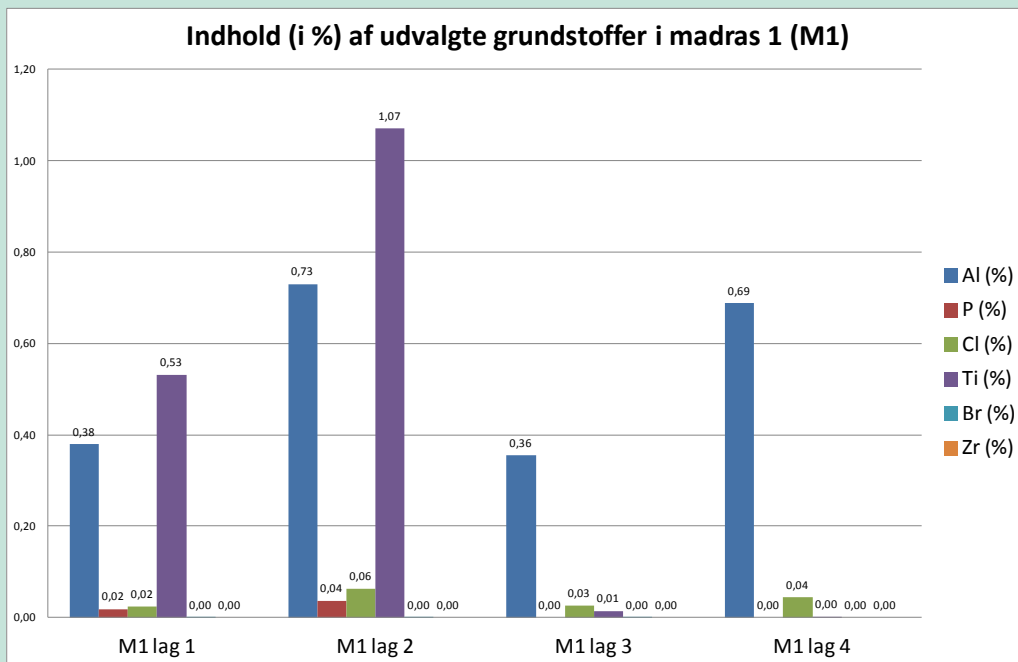
FIGUR 13
KONTORSTOL KS2: BILLEDER SAMT INDHOLD AF UDVALGTE GRUNDSTOFFER MÅLT VED XRF-SCREENING

I KS2 er det primært aluminium og titanium, der findes i de højeste koncentrationer. Indholdet af Cl, P og Br er forholdsvis lavt i forhold til i andre produkter.



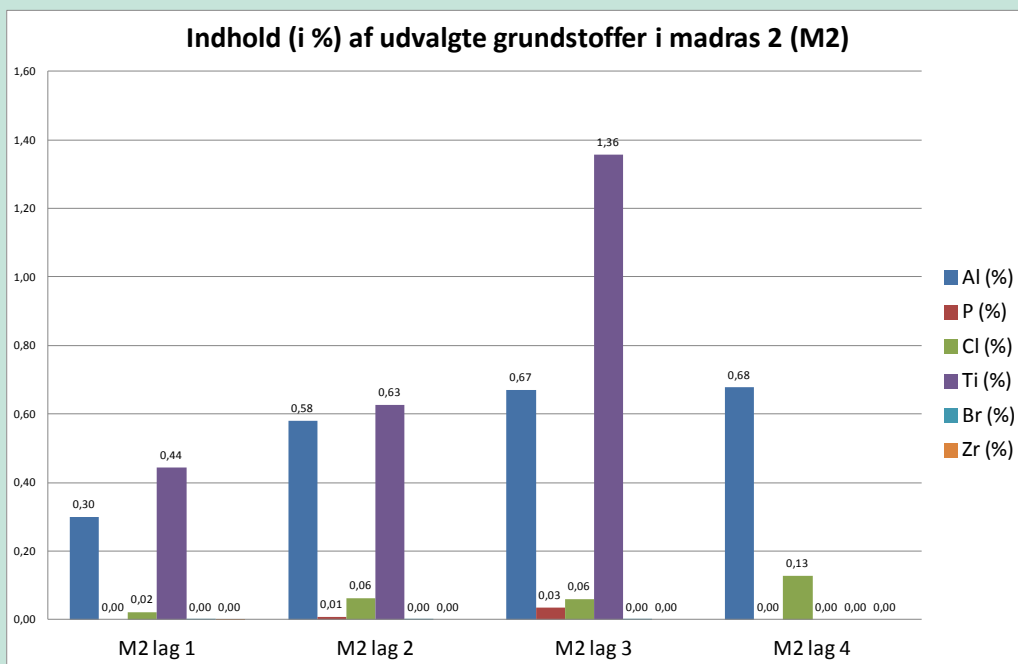
FIGUR 14
KONTORSTOL KS3: BILLEDER SAMT INDHOLD AF UDVALGTE GRUNDSTOFFER MÅLT VED XRF-SCREENING

I KS3 er det primært aluminium og titanium, der findes i de højeste koncentrationer. Indholdet af Cl og P er forholdsvis lavt i forhold til i andre produkter. Bromindholdet i betrækket fra KS3 (lag 1) er det højeste, der er identificeret i de 59 delprøver.



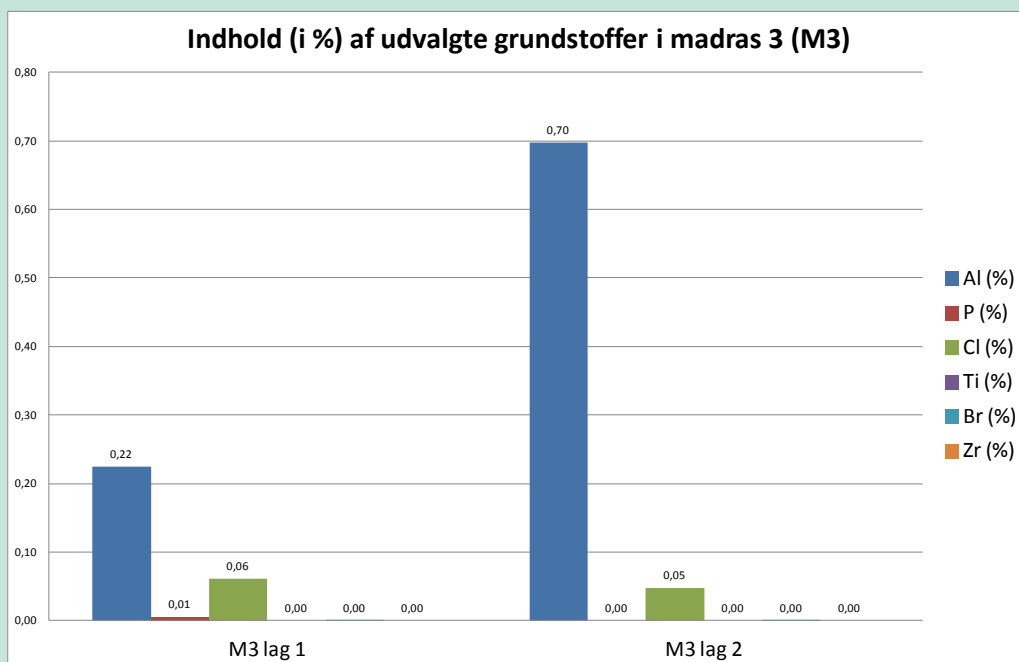
FIGUR 15
MADRAS M1: BILLEDER SAMT INDHOLD AF UDVALGTE GRUNDSTOFFER MÅLT VED XRF-SCREENING

I M1 er det primært aluminium, der findes i de højeste koncentrationer. Titanium findes også i høje koncentrationer, men kun i lag 1 og 2. Indholdet af Cl, P og Br er forholdsvis lavt i forhold til i andre produkter.



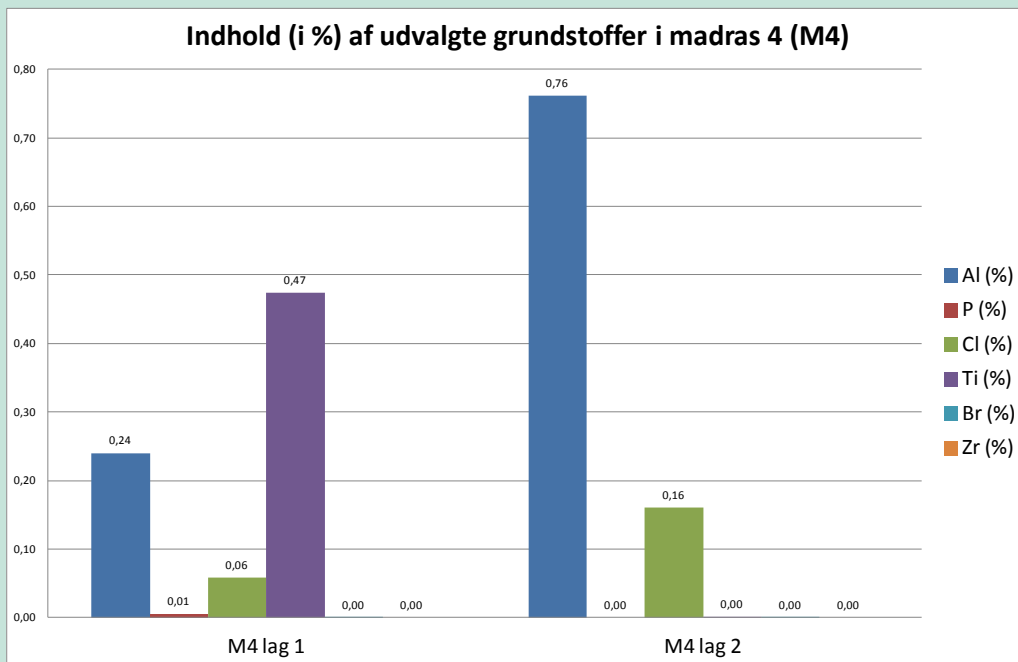
FIGUR 16
MADRAS M2: BILLEDER SAMT INDHOLD AF UDVALGTE GRUNDSTOFFER MÅLT VED XRF-SCREENING

I M2 er det primært aluminium og titanium, der findes i de højeste koncentrationer. Indholdet af Cl, P og Br er forholdsvis lavt i forhold til i andre produkter. Fordelingen mellem lagene er dog anderledes end i M1.



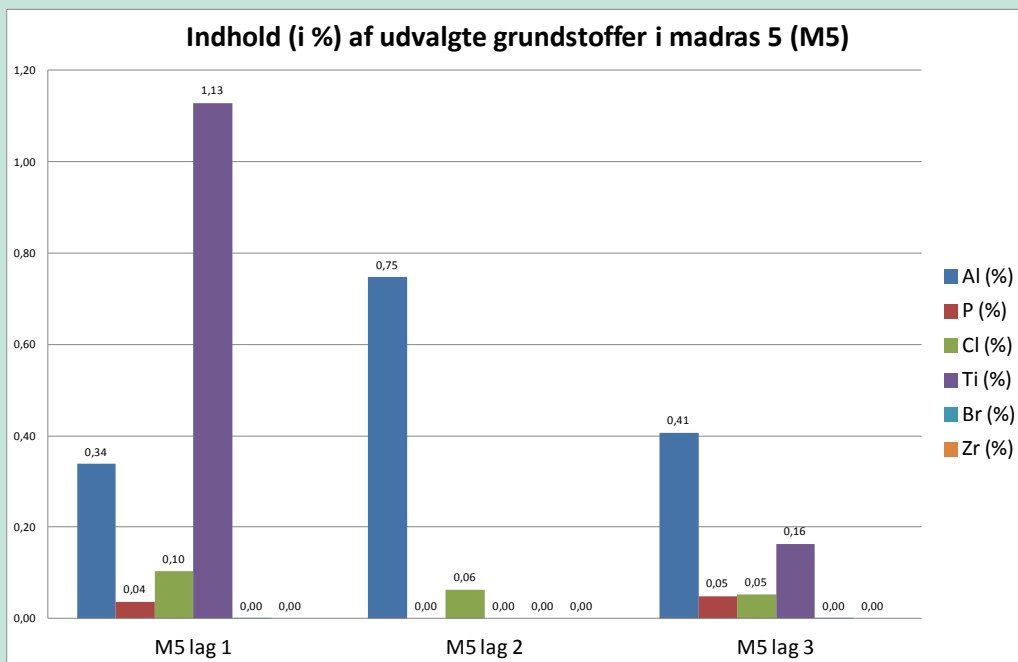
FIGUR 17
MADRAS M3: BILLEDER SAMT INDHOLD AF UDVALGTE GRUNDSTOFFER MÅLT VED XRF-SCREENING

I M3 er det primært aluminium, der findes i de højeste koncentrationer. Indholdet af Ti, Cl, P og Br er forholdsvis lavt i forhold til i andre produkter.



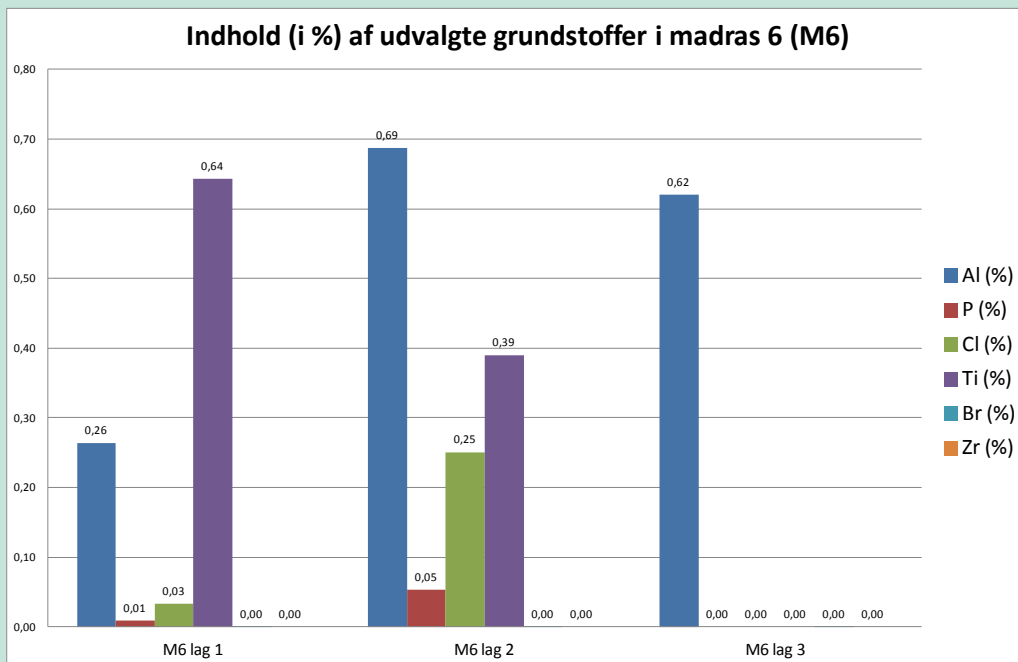
FIGUR 18
MADRAS M4: BILLEDER SAMT INDHOLD AF UDVALGTE GRUNDSTOFFER MÅLT VED XRF-SCREENING

I M4 er det primært aluminium og titanium, der findes i de højeste koncentrationer. Indholdet af Cl, P og Br er forholdsvis lavt i forhold til i andre produkter.



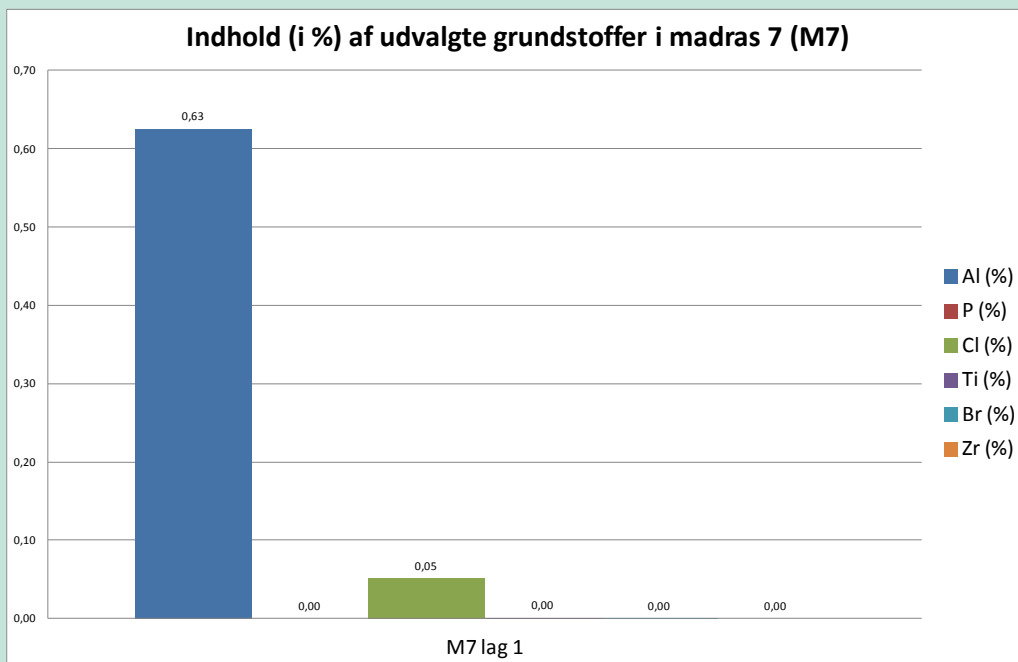
FIGUR 19
MADRAS M5: BILLEDER SAMT INDHOLD AF UDVALGTE GRUNDSTOFFER MÅLT VED XRF-SCREENING

I M5 er det primært aluminium og titanium, der findes i de højeste koncentrationer. Indholdet af Cl, P og Br er forholdsvis lavt i forhold til i andre produkter.



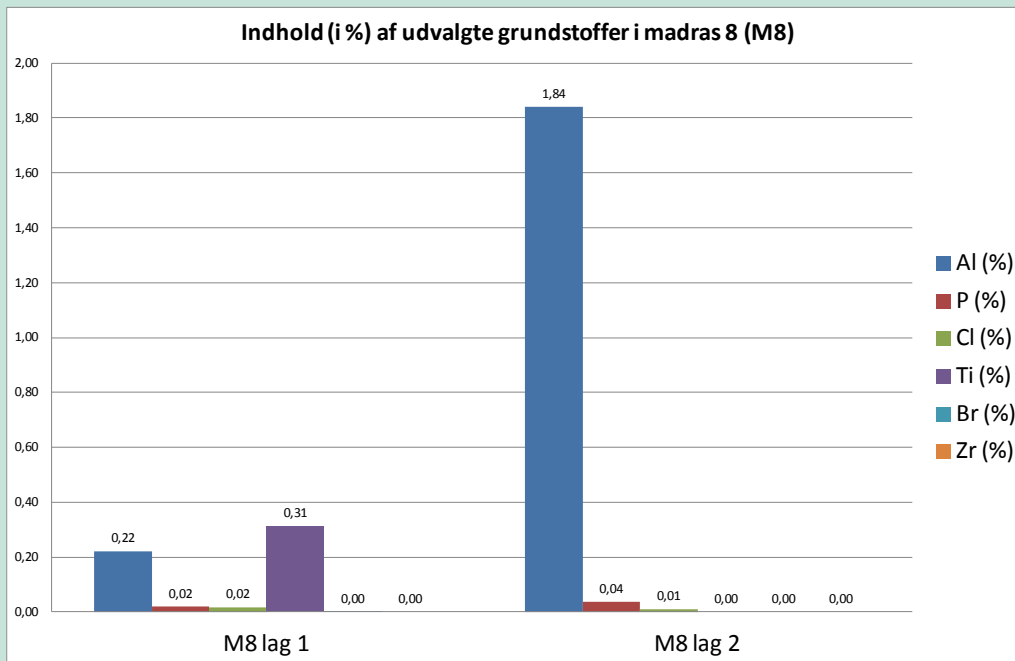
FIGUR 20
MADRAS M6: BILLEDER SAMT INDHOLD AF UDVALGTE GRUNDSTOFFER MÅLT VED XRF-SCREENING

I M6 er det primært aluminium og titanium, der findes i de højeste koncentrationer. Dog er der for den hvide vat i M6 (lag 2) et indhold af Cl/P. Indholdet af Br er forholdsvis lavt i forhold til i andre produkter.



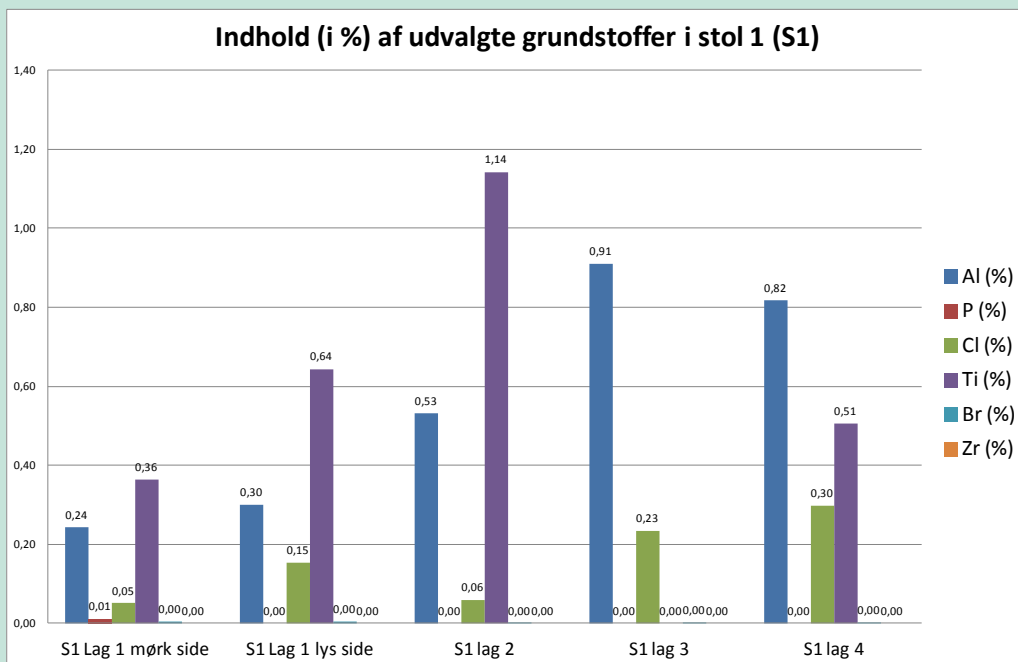
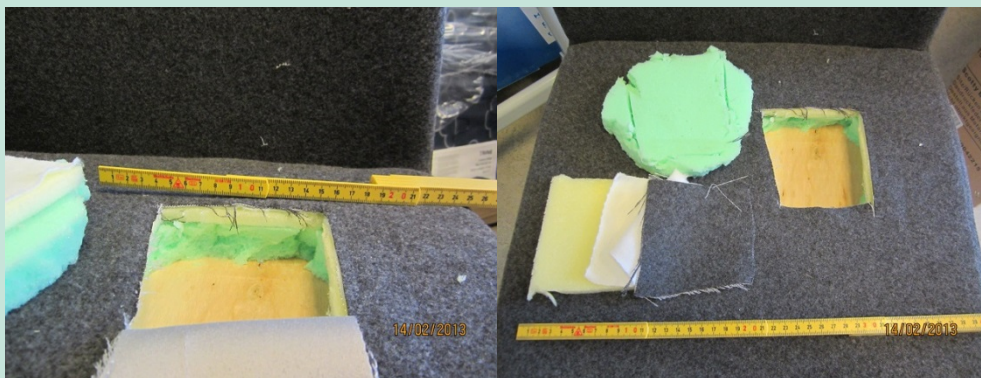
FIGUR 21
MADRAS M7: BILLEDER SAMT INDHOLD AF UDVALGTE GRUNDSTOFFER MÅLT VED XRF-SCREENING

I M7 er det primært aluminium, der findes i de højeste koncentrationer. Indholdet af Ti, Cl, P og Br er forholdsvis lavt i forhold til i andre produkter.



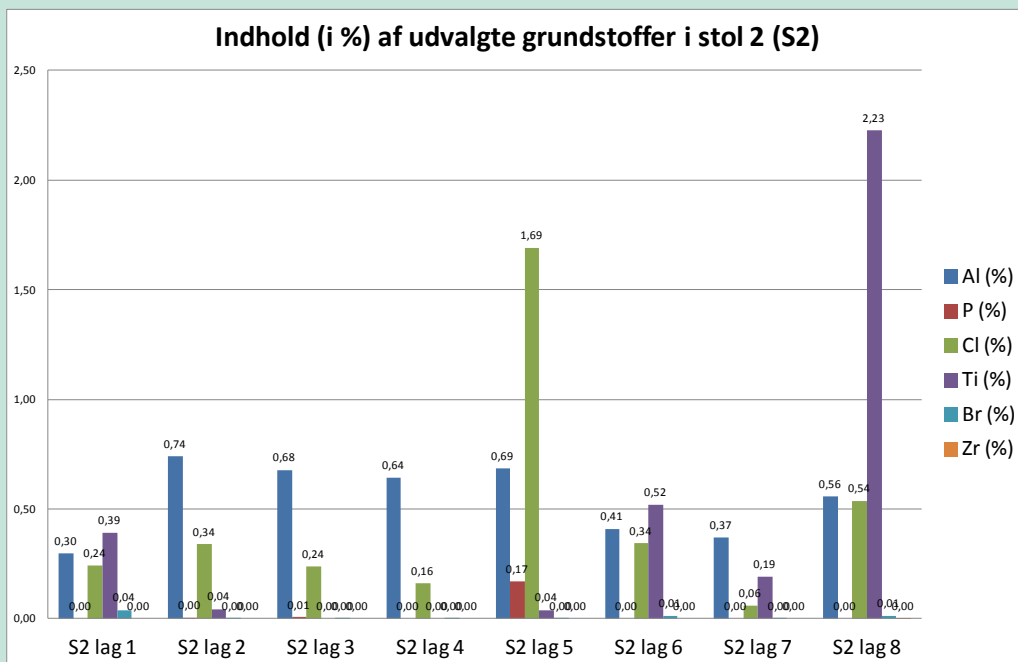
FIGUR 22
MADRAS M8: BILLEDER SAMT INDHOLD AF UDVALGTE GRUNDSTOFFER MÅLT VED XRF-SCREENING

I M8 er det primært aluminium og titanium, der findes i de højeste koncentrationer. Indholdet af Cl, P og Br er forholdsvis lavt i forhold til i andre produkter.



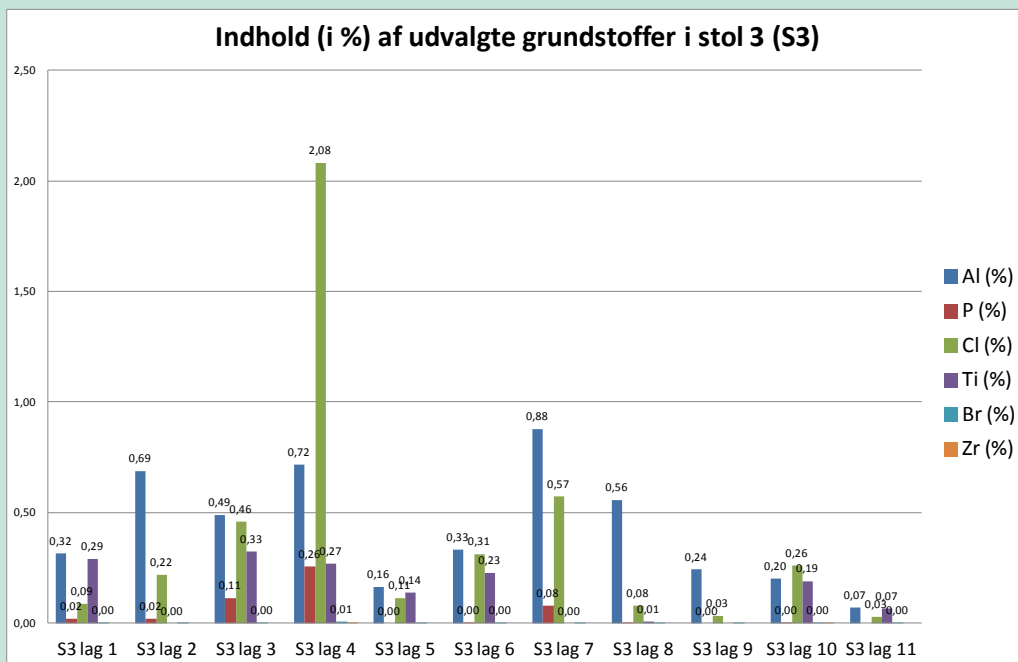
FIGUR 23
STOL S1: BILLEDER SAMT INDHOLD AF UDVALGTE GRUNDSTOFFER MÅLT VED XRF-SCREENING

I S1 er det primært aluminium og titanium, der findes i de højeste koncentrationer. Indholdet af Cl og P er forholdsvis lavt i forhold til i andre produkter. Dog er bromindholdet i betrækket i S1 (lag 1 mørk side og lys side) et af de højeste indhold, der er målt i de 59 delprøver.



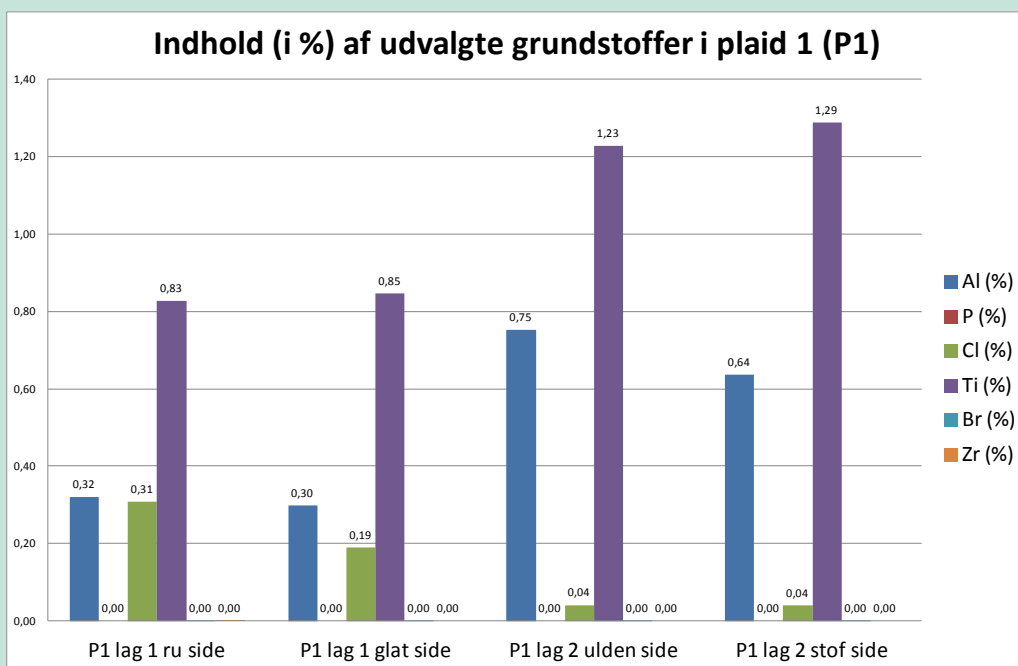
FIGUR 24
STOL S2: BILLEDER SAMT INDHOLD AF UDVALGTE GRUNDSTOFFER MÅLT VED XRF-SCREENING

I S2 er det primært aluminium og titanium, der findes i de højeste koncentrationer. Dog er chlorindholdet i skum granulatet i S2 (lag 5) forholdsvis højt. I samme lag er der også fundet fosfor, men ikke i samme Cl/P forhold som typisk er set i andre delprøver. Betrækket i S2 (lag 1) har det højeste bromindhold, der er identificeret. Ligeledes har det tynde glatte sorte stof i S2 (lag 6) og bundgjorden (lag 8) et af de højere indhold af brom, og begge disse lag indeholder også chlor.



FIGUR 25
STOL S3: BILLEDER SAMT INDHOLD AF UDVALGTE GRUNDSTOFFER MÅLT VED XRF-SCREENING

I S3 er det primært aluminium, der findes i de højeste koncentrationer. Dog er indholdet af chlor i skum granulatet i S3 (lag 4) forholdsvis højt (ca. 2,1 %), men her ses ikke samme Cl/P forhold som i andre delprøver. I samme lag (lag 4) ses desuden også et af de højere indhold af brom. Både Cl og P (i nogenlunde samme forhold som i andre delprøver) ses i vattet i S3 (lag 3) og i skum granulatet i S3 (lag 7).



FIGUR 26

PLAID P1: BILLEDER SAMT INDHOLD AF UDVALGTE GRUNDSTOFFER MÅLT VED XRF-SCREENING

I P1 er det primært aluminium og titanium, der findes i de højeste koncentrationer. Indholdet af P og Br er forholdsvis lavt i forhold til i andre produkter. Der ses et lidt højere indhold af Cl i lag 1 i forhold til i andre produkter.

4.1.2.4 Udvælgelse af produkter til GCMS-screening

På baggrund af Figur 1 til Figur 26 blev der udvalgt i alt 13 delprøver for hvilke, der blev foretaget en GCMS-screening. Denne GCMS-screening blev foretaget som en enkeltbestemmelse og formålet med denne var udelukkende at identificere de flammehæmmere, der efterfølgende skal kvantificeres ved en kvantitativ analyse. Dette analysetrin blev anvendt for at være sikker på, at de identificerede niveauer af grundstofferne rent faktisk skyldes et indhold af flammehæmmere.

Ved GCMS-screeningen sammenholdes de fremkomne toppe med NIST-biblioteket. NIST-biblioteket er et PC-program, som identificerer hvor i spektrogrammet toppen for det individuelle stof kommer ud ved den kemiske analyse. Biblioteket dækker over en række kendte stoffer, men ikke alle. Dvs. der er mulighed for at identificere/genkende de stoffer, der ligger i NIST biblioteket samt stoffer man har i referencekartoteket (dvs. stoffer, hvis standarder er indkøbt, analyseret og har en kendt top i chromatogrammet og derfor er lagt ind som supplement til NIST biblioteket). Generelt ved kemiske analyser kan man ikke identificere noget man ikke har referencer til, men NIST dækker mange af de chlorerede flammehæmmere samt en del bromerede flammehæmmere (tetrabrom bisphenol A, hexabrom cyclododecan, hexabrombenzen, decabrom diphenylether, samt en lang række biphenyl og diphenylethere) – dog ikke dem alle. Desuden er det muligt at se følgende fosforbaserede flammehæmmere:

- Tris (1,3-dikloro-2-propyl)fosfat (TDCPP/TDCP) – CAS 13674-87-8
- Tris(2-kloro-1-methylethyl)fosfat (TCPP) – CAS 13674-84-5
- Tris(2-kloroethyl)fosfat (TCEP) – CAS 115-96-8
- Triphosphat (2,3-dibromopropyl) (TRIS) – CAS 126-72-7
- Triorthocresyl phosphate (TOCP) – CAS 78-30-8

Følgende delprøver blev udvalgt til den efterfølgende GCMS-screening:

3. KS1 (lag 1) betrækket - pga. indhold af Br
4. KS1 (lag 2) pink skum – pga. indhold af Cl og P
5. KS1 (lag 3) skum granulat – pga. indhold af Cl og P
6. KS3 (lag 1) betrækket – pga. indhold af Br
7. M6 (lag 2) hvid ”vat” – pga. indhold af Cl og P
8. S1 (lag 1) betrækket – pga. indhold af Br
9. S2 (lag 1) betrækket – pga. indhold af Br
10. S2 (lag 5) skum granulat – pga. indhold af Cl og lidt P
11. S2 (lag 6) tyndt, glat, sort stof – pga. indhold af Br
12. S2 (lag 8) bundgjord – pga. indhold af Br og Cl
13. S3 (lag 3) ”vat” – pga. indhold af Cl
14. S3 (lag 4) skum granulat – pga. indhold af Cl, P og Br
15. S3 (lag 7) skum granulat (ligner visuelt lag 4) – pga. indhold af Cl

4.2 GCMS-screening

4.2.1 Analysemetode – GCMS-screening

Prøveforberedelsen til GCMS-screeningen foregik på følgende måde: 0,5 til 2 g blev ekstraheret med 20 ml acetone:hexan 2:8 i ultralyd i ½ time. Ekstraktet blev overført til vials til GCMS analyse. Der blev sideløbende kørt opløsninger af TOCP, TRIS, TCEP, TCPP og TDCPP til identifikation.

4.2.2 Analyseresultater – GCMS-screening

Der blev kun fundet TCPP og TDCCP med små mængder andre isomere af samme stoffer. Der er normalt set indhold af begge flammehæmmere i de samme prøver.

Ingen af de andre phosphorholdige flammehæmmere blev observeret.

Der blev heller ikke fundet tegn på indhold af andre chlorerede eller bromerede flammehæmmere. Screeningen blev endda gentaget med en optimeret metode for de bromerede flammehæmmere for at være sikker på, at prøverne ikke indeholdt bromerede flammehæmmere.

Niveauer af TCPP og TDCPP i prøverne er angivet som omtrentlige værdier nedenfor. Det skal dog bemærkes, at der er meget stor usikkerhed på værdierne, da der udelukkende er tale om en screening og koncentrationerne i ekstrakterne var langt over kalibreringsopløsningerne.

Delprøve	Type materiale	Omtrentligt indhold af TCPP	Omtrentligt indhold af TDCPP
KS1 (lag 3)	Skum granulat	> 0,1 % (mellem)	> 1 % (højt)
S2 (lag 5)	Skum granulat	> 0,01 % (lavt)	> 0,1 % (mellem)
S2 (lag 8)	Bund		> 0,01 % (lavt)
S3 (lag 4)	Skum granulat	> 0,1 % (mellem)	> 1 % (højt)
S3 (lag 7)	Skum granulat	> 0,1 % (mellem)	> 1 % (højt)

TABEL 19
RESULTATER FRA GCMS-SCREENING. DER ER KUN VIST RESULTATER FOR DE DELPRØVER, HVOR DER BLEV IDENTIFICERET ET INDHOLD AF FLAMMEHÆMMERE.

Der var kun observeret andre toppe end TCPP og TDCPP i to af prøverne:

- S2 lag 8 – en mineralolie
- S2 lag 5 – BHT, en carboxylsyre og noget der formentlig er en skumdanner fra fremstillingen af skummet (azobisisobutyronitril)

Screenings-chromatogrammerne for alle 13 delprøver er listet i Bilag 4:. Heraf ses det, at der ikke er observeret andre flammehæmmere end de beskrevne TDCP og TDCPP.

4.3 Kvantitativ analyse

På baggrund af GCMS-screeningen blev det i samarbejde med Miljøstyrelsen besluttet, at der skulle foretages kvantitative analyser for TDCPP og TDCP på 4 delprøver:

- KS1 (lag 3)
- S2 (lag 5)
- S3 (lag 4)
- S3 (lag 7)

4.3.1 Analysemetode – kvantitativ analyse

Prøveforberedelsen til den kvantitative analyse foregik på følgende måde: 0,5 g af hver prøve blev ekstraheret med 20 ml acetone:hexan 2:8 i ultralyd i ½ time. Derpå stod prøverne natten over og blev igen ekstraheret ved ultralyd. Da screeningen havde vist meget høje niveauer i fire af de udvalgte prøver, blev ekstrakterne fortyndet typisk 10-20 gange inden GCMS analyse. Der blev udført dobbeltbestemmelser.

Prøverne blev analyseret ved GCMS på et Perkin Elmer Clarus 560 GCMS system med Single Ion Monitoring (SIM).

Der blev anvendt ekstern standard fremstillet af de rene stoffer:

- Tris (1,3-dikloro-2-propyl)fosfat (TDCPP/TDCP)– CAS 13674-87-8 kvantificeret ved ion 191 m/z.
- Tris(2-kloro-1-methylethyl)fosfat (TCPP) – CAS 13674-84-5 kvantificeret ved ion 125 m/z.

Kalibreringen var lineær mellem 5 og 50 µg/ml.

De chromatografiske betingelser var:

- Kolonne: Perkin Elmer Elite 5MS 30 m * 0,25 mm i.d. med 0,25 µm stationær fase
- Injektion: 1 µl splitless, ved 325 °C
- Bæregas: Helium 26 psi
- Ovn: 65 °C 2 min, 12 °C/min til 180 °C, 8 °C/min til 320 °C, hold 10 min.

4.3.2 Analyseresultater – kvantitativ analyse

De kvantitative analyser gav følgende resultater (se Tabel 20). Usikkerheden er omkring 60 % relativ. Da granulatene tydeligt er fremstillet af forskellige skum kan indholdet af flammehæmmer i delprøverne forventes at variere og dermed medvirke til usikkerheden.

Delprøve	Type materiale	TCPP			TDCPP		
		ppm	%	µg/cm ²	ppm	%	µg/cm ²
KS1 (lag 3)	Skum granulat	4601	0,46	920	9043	0,9	1800
S2 (lag 5)	Skum granulat	687	0,07	140	1348	0,13	260
S3 (lag 4)	Skum granulat	4397	0,44	880	6115	0,61	1220
S3 (lag 7)	Skum granulat	3414	0,34	680	5679	0,57	1140

TABEL 20

RESULTATER AF DE KVANTITATIVE ANALYSER FOR INDHOLD AF TCPP OG TDCPP (ANGIVET I VÆGTPROCENT OG I MIKROGRAM/CM²)

4.4 Headspace analyser - afgangning

For at undersøge, hvor stor en afgangning der evt. forekommer af TCPP og TDCPP fra de indkøbte stole blev der foretaget headspace analyser af de to produkter, hvor indholdet af TCPP og TDCPP var størst, dvs. KS1 (lag 3) og S3, hvor lag 4 og lag 7 i S3 blev poolet til en samlet prøve. Det vil sige, at der reelt var tale om afgangningsforsøg fra to skumprøver på to forskellige stole.

4.4.1 Analysemetode – headspace analyser

I 10 ml headspaceglas, med faktisk volumen på 11,3 ml, blev der afvejet delprøver af KS1 lag 3, og S3 lag 4 + lag 7. Der blev tilstræbt et areal på ca. 1 cm² set fra sædet. 0,2 g skum svarer til ca. 0,8 mg TCPP og 1 - 2 mg TDCPP i glassene.

Prøve	Dimensioner (cm x cm x cm)	Overflade areal i sædet (cm ²)	Vægt (g)
KS1 lag 3. A	1,2 x 1,2 x 3,5	1,44	0,2294
KS1 lag 3. B	1,0 x 1,1 x 3,5	1,1	0,1877
S3 lag 4. A	0,6 x 1,1 x 3,0	0,66	0,0938

S3 lag 7. A	0,5 x 0,9 x 2,5	0,45	0,0952
S3 lag 4. B	0,5 x 0,9 x 3,0	0,45	0,0531
S3 lag 7. B	0,6 x 1,1 x 2,5	0,66	0,1185

TABEL 21
DETALJER PÅ DE UDTAGNE PRØVER TIL HEADSPACE ANALYSER

I andre glas blev der doseret (tilsat) 0,5, 1, 2, 4 og 5 µg af TCPP og TDCPP (i alt 10 glas) til kalibrering. Der var desuden tomme glas til påvisning af eventuelt blindværdi fra fiberen.

Glassene blev konditioneret ved 60 °C i 2 døgn inden analyse for at sikre ligevægt i gasfasen.

Headspace i glassene blev analyseret ved SPME teknik med en 7 µm PDMS SPME fiber (Supelco 57303). Glassene blev aklimatiserede ved 30 °C i 5 min, derpå ekstraheret i 15 min, hvorefter fiberen blev overført til injektoren, hvor opsamlede gasser afdampedes ved 325 °C til analyse på en 30 m * 0,25 mm i.d. kolonne med 0,25 µm med single ion detektion for ionerne 99, 125 og 191, der findes i såvel TCPP og TDCPP. Bæregas helium med konstant tryk 26 psig. Ovn program: 60 °C 2 min, 12 °C/min til 180 °C, derpå 8 °C/min til 320 °C, hold 1 min. I det anvendte Perkin Elmer Clarus 550 GC MS system med swafer har TCPP en retentionstid på 17,9 min og TDCPP 24,5 min.

4.4.2 Analyseresultater – headspace analyser

Ved analysen ved 30 °C blev hverken TCPP eller TDCPP detekteret i prøverne. TCPP kunne måles i kalibreringsglassene med stigende signal for stigende mængde.

Da der ikke var detekterbart signal for TDCPP for kalibreringsglassene (selv om et orienterende forsøg med høj koncentration havde vist spor) forsøgtes med længere ekstraktionstid på 45 min og de øvrige parametre uændrede, men der var stadig intet detekterbart signal. Endelig forsøgtes med ekstraktion ved 50 °C med 30 min aklimatisering og 15 min ekstraktion. TDCPP kunne stadig ikke detekteres, hverken i kalibreringsglassene eller skumprøverne, men TCPP kunne nu også detekteres for skumprøverne. Et TCPP kalibreringsglas med 1 µg gav et signal der var 125 gange større end tilsvarende glas ved 30 °C. Dette viser, at damptrykket stiger kraftigt ved temperaturforøgelsen.

Efter betragtning af damptrykket for TCPP skulle der have været samme signal i alle fem kalibreringsglas. Damptrykket ved 25 °C for TCPP er i ECHA draft rapporter fra maj 2008 angivet til 0,0014 Pa, og for TDCPP til 0,0000056 Pa (dette er de værdier, der er vægtet som "valid without restriction"). Med 0,0014 Pa i 11,3 ml vil der kunne befinde sig 0,2 ng TCPP i alt i gasfasen og resten af den doserede TCPP (0,5 til 5 µg) burde derfor befinde sig som væske.

I mod forventning var signalet for TCPP langsomt stigende med mængden i glasset. De observerede signaler for TCPP i kalibreringsglassene viser, at der sker en kraftig opkoncentrering på fiberen. Signalet kan derfor ikke med nogen sikkerhed omregnes til en gasfasekoncentration.

Dette medfører derfor, at det bedste bud på en faktisk koncentration over en stol vil være at benytte damptrykket, hvor de angivne damptryk fra ECHA³² svarer til koncentrationer på 187 µg/m³ for TCPP og 1 µg/m³ for TDCPP. Da der i skumprøverne først ses TCPP ved 50 °C og ikke ved 30 °C som i kalibreringsglassene, er der tegn på, at TCPP bindes til skummet eller TDCPP, som det er en forurening i, så ligevægtstrykket over skummet er muligvis meget lavere end over det rene kemikalie. Dette betyder, at anvendelse af damptrykket sandsynligvis vil give en worst case betragtning.

³² Fysisk-kemiske data fra databasen over registrerede stoffer. <http://echa.europa.eu/da/information-on-chemicals/registered-substances>

5. Farevurdering

I det følgende afsnit laves der farevurdering for de to fundne fosforbaserede flammehæmmere fundet i produkter på det danske marked.

5.1.1 Metode til udregning af tolerabelt eksponeringsniveau, DNEL

Til udregning af DNEL værdier (Derived No Effect Level) benyttes guidelines fra REACH, der angiver hvordan en DNEL værdi udregnes på baggrund af en kritisk dosis (NOAEL, no observed effect level eller LOAEL, lowest observed effect level) og relevante usikkerhedsfaktorer (på engelsk assessment factor - AF). De usikkerhedsfaktorer, der skal anvendes vil afhænge af hvilket studie, den kritiske doser baseret på. Ud fra denne udregnes den effektspecifikke DNEL-værdi (ECHA 2010).

Den effektspecifikke DNEL værdi er fastsat på baggrund af følgende formel:

$$\text{Effektspecifikke DNEL} = \frac{\text{NOAEL}}{AF_1 \cdot AF_2 \cdot \dots \cdot AF_n} = \frac{\text{NOAEL}}{\text{AF sum}}$$

I visse tilfælde, hvor en NOAEL værdi ikke kan fastsættes, anvendes en LOAEL- i stedet for en NOAEL-værdi, og der korrigeres med en usikkerhedsfaktor på 3-10 for ekstrapolation fra LOAEL til NOAEL. Usikkerhedsfaktorerne er fastsat efter principperne i REACH vejledningen som angivet i tabel 22.

Parameter	Værdi	Anvendt usikkerhedsfaktor
Mellem arter (interspecies)	Allometrisk skalering Korrektion for forskelle i legemsvægt og dermed i stofskiftet mellem dyr og mennesker	4 for rotter 7 for mus 2,4 for kanin
Mellem arter (Interspecies)	Andreforskelle mellem dyr og mennesker	2,5
Inden for arten (Intraspecies)	Forskelle mellem individer	10
Dosis-respons	LOAEL til NOAEL (hvis LOAEL anvendes, fordi NOAEL ikke er fastlagt)	3-10 (afhængig af alvorligheden af effekterne)
Varighed af studiet	Fra subkronisk til kronisk udsættelse	2

TABEL 22
USIKKERHEDSFAKTORER (AF), DER ANVENDES TIL BEREGNING AF DNEL

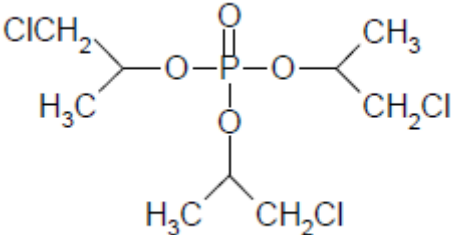
Derudover kan anvendes yderligere usikkerhedsfaktorer afhængigt af udgangspunktet for NOAEL værdien, idet der anvendes ekstra faktorer hvis undersøgelsen har været af kortere varighed, hvis der optræder særligt alvorlige effekter eller andre forhold omkring f.eks. dosis-responskurven.

5.2 Farevurdering

Generelt for de to stoffer gælder, at to europæiske forbrugerorganisationer ANEC og BEUC i en erklæring (ANEC/BEUC, 2012) i 2012 har foreslået et forbud mod TCPP og TDCPP i legetøj, da de anser disse stoffer for at ligne TCEP, der er under godkendelsesordningen i REACH, som følge af den harmoniserede EU-klassificering som reproduktionstoksisk 1B, H360F (Kan skade forplantningsevnen).

5.2.1 Sundheds og miljøvurdering af TCPP

5.2.1.1 Fysisk-kemiske egenskaber

Navn	Tris(2-kloro-1-methylethyl)fosfat
CAS nr	13674-84-5
Molekular formel	C ₉ H ₁₈ Cl ₃ O ₄ P
Struktur	
Damptryk	1.4 x 10 ⁻³ Pa at 25 °C
Log P (oktanol/vand)	2.68±0.36
Henry's Lov konstant	3.96 x 10 ⁻⁴ Pa m ³ /mol at 25 °C
Harmoniseret klassificering	ikke nogen EU-harmoniseret klassificering af stoffet

5.2.1.2 Sundhed

EU's risikovurderingsrapport fra 2008 (EU RAR, 2008a) indeholder en fyldig og opdateret gennemgang af de tilgængelige toksikologiske data, samtidig med at rapporten også anfører beregninger mht. eksponeringsniveauer for befolkningen herunder forbrugere og arbejdere.

TCPP absorberes hurtigt og i stor udstrækning (ca. 80 % af dosis) efter oral indtagelse og fordeles i stor udstrækning til kroppens organer. TCPP metaboliseres i stor udstrækning i organismen og nedbrydningsprodukterne udskilles via urin og fæces. Dermal absorptionsstudier har vist, at en dermal absorption på 40 % kan anvendes for TCPP (EU RAR, 2008a).

Den akutte giftighed er lav, da de fleste orale LD₅₀ værdier ligger under over? 2000 mg/kg legemsvægt i overensstemmelse med en klassificering som Acute Tox. 4, H302.

Der er i tests kun set lettere grader af hud- og øjenirritation, mens der ikke findes data om irritation af luftvejene. På baggrund af tests anses TCPP endvidere ikke for at være allergifremkaldende ved hudkontakt.

Ud fra et oralt 28-dages forsøg i rotter blev der fastlagt en NOAEL-værdi på 100 mg/kg legemsvægt/dag (mht. levereffekter), og i et oralt 90-dages forsøg med rotter blev der fundet en LOAEL-værdi på 52 mg/kg legemsvægt/dag, mht effekter på lever og skjoldbruskkirtel.

TCPP er ikke fundet genotoksisk/ mutagent hverken i *in vitro* eller i *in vivo* dyreforsøg. Derimod har QSAR model-analyser forudsagt at stoffet kunne være mutagent, men under hensyntagen til de dyreeksperimentelle data og til konklusionen i EU's risikovurderingsrapport, synes der ikke at være noget grundlag for, at vurdere stoffet som genotoksisk.

Der er ingen tilgængelige cancerundersøgelser for TCPP. Men i EU's risikovurderingsrapport og i EU's Videnskabelige Komité for Sundheds- og Miljøsici anser man det for muligt at lave analogi slutninger i forhold til cancerdata for stofferne TCEP og TDCPP. På den baggrund bør TCPP klassificeres som Carc. 2, H451, da dette er den EU-harmoniserede klassificering for de to analogistoffer TCDP og TCEP.

Med hensyn til effekter på foster og forplantningsevne er der blevet udledt en LOAEL-værdi på 99 mg/kg legemsvægt fra et 2-generations reproduktions toksicitetstudie i rotter, baseret på virkninger på uterusvægt set i alle doserede hunner i F0-generationen. En LOAEL-værdi på 99 mg/kg legemsvægt er afledt for udviklingstoksicitet hos afkommet baseret på det forøgede antal af dværgvækst, observeret i alle dosisgrupper i F0-generationen (EU RAR, 2008a). Toksiske effekter i moderdyrene kan spille en rolle for disse resultater, men stoffet bør muligvis klassificeres som Repr 2; H361.

TCPP's hormonforstyrrende potentiale er endvidere blev undersøgt i et *in vitro* studie med en H295R cellelinie, hvor testosteron-koncentrationen blev forøget ved TCPP koncentrationer på 1, 10 og 100 mg/L. Desuden peger data fra 2-generations reproduktionsstudiet på hormonelle forstyrrelser af TCPP på grund af fund af uterusvægt og forlængelse af østrogencyclus. Disse resultater indikerer, at TCPP kan ændre kønshormon-balancen, hvilket kan understøtte en klassificering som angivet ovenfor. Dog er det endnu ikke fastslået, om et øget testosteron-niveau også vil forekomme i *in vivo* forsøg, og om dette kan være forbundet med nedgangen i uterusvægt. Således vil yderligere bevis/undersøgelser være nødvendige for at klarlægge potentialet for hormonforstyrrende virkninger af stoffet EU RAR, 2008a).

Analogislutning til TCEP i forhold til reproduktionstoksicitet (som for de kræftfremkaldende virkninger) må anses for mindre pålidelig, da der ikke er fundet nogen virkning på uterus for TCEP, samtidig med at TCEP også i høj grad påvirker det mandlige reproduktionssystem, hvilket ikke er fundet for TCPP.

Beregning af DNEL

NOAEL/LOAEL værdierne, der anvendes til den videre risikovurdering er hhv. en LOAEL på 52 mg/kg legemsvægt/dag fastsat i et 90 dages rotestudie og en LOAEL på 99 mg/kg legemsvægt/dag fra et 2-generationsstudie i rotter. Disse niveauer svarer til en intern dosis på hhv. 41,6 og 79,2 mg/kg legemsvægt/dag når der tages højde for en 80 % optagelse af TCPP ved oral eksponering. Derfor kan DNEL beregnes til:

$$\text{Effektspecifikke DNEL} = \frac{41,6}{4 \cdot 2,5 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 3} = \frac{41,6}{600} = 0,07 \text{ mg / kg legemsvægt / dag}$$

$$\text{Effektspecifikke DNEL} = \frac{79,2}{4 \cdot 2,5 \cdot 10 \cdot 10} = \frac{79,2}{1000} = 0,08 \text{ mg / kg legemsvægt / dag}$$

De to beregnede DNEL værdier ligger på samme niveau, og det vurderes derfor, at den laveste værdi på 0,07 baseret på levereffekter i et 90 dages studie, føres videre til brug i risikovurderingen. (Det ses ovenfor at der anvendes en usikkerhedsfaktor på 10 for LOAEL til NOAEL ekstrapolering for 2- generationsforsøget da påvirkning af afkommet anses for alvorligere end påvirkning af leveren i 90 dages forsøget, hvor der derfor er anvendt en usikkerhedsfaktor på 3 for LOAEL til NOAEL ekstrapolering).

5.2.1.3 Miljø

Der foreligger en række økotoxikologiske data for TCP, bl.a. vedrørende akut toksicitet hos fisk samt akut- og kronisk toksicitet hos hvirvelløse dyr og alger. Endvidere er der toksicitetstests med jordlevende organismer og mikroorganismer. I tabel 23 ses værdier fundet i forskellige tests med akvatiske dyr, hvor EC₅₀ er den koncentration der har en effekt (L = Letal) på 50 % af forsøgsorganismen under akutte forsøg og NOEC (No Observable Effect Concentration) er den beregnede nul effekt koncentration fra kroniske studier.

Test	Effekt	Koncentration [mg/l]
Akvatisk toksicitet: fisk	LC ₅₀ (96t)	51
Akvatisk toksicitet: invertebrater	EC ₅₀ (48t)	131
Akvatisk toksicitet: alger	EC ₅₀ (72t)	82
Kronisk toksicitet: invertebrater	NOEC (21d)	32
Kronisk toksicitet: alger	NOEC/EC ₁₀ (72t)	13/42

TABEL 23
AKVATISK TOKSICITET VED EKSPONERING FOR TCP (EU RAR, 2008A)

Baseret på den laveste observerede NOEC på 32 mg/l fra et kronisk reproduktions studie med dafnier, og anvendelsen af en usikkerhedsfaktor på 50 er en forventet nul effekt koncentration (PNEC) for vandmiljøet (PNEC_{ferskvand}) på 0,64 mg/l beregnet. En tilsvarende PNEC_{marin} på 0,064 mg/l er blevet beregnet ved anvendelsen af en usikkerhedsfaktor på 500.

En undersøgelse af toksicitet for mikroorganismer resulterede i en IC₅₀ på 784 mg/l (EU RAR, 2008). På baggrund af dette studie kan en forventet nul effekt koncentration for mikroorganismer PNEC_{mikroorganismer} på 0,784 mg/l beregnes ved anvendelse af en omregningsfaktor på 100.

Resultaterne fra toksicitetstest med terrestriske organismer er vist i tabel 24

Test	Effekt	Koncentration [mg/l]
Toksicitet for regnorme	LC ₅₀ (14d)	33 mg/kg tørvægt
Kronisk toksicitet for regnorme	NOEC (56d)	18 mg/kg tørvægt
Toksicitet for højere planter	NOEC	17 mg/kg tørvægt
Toksicitet for jord mikroorganismer (read across TDCP)	NOEC (28d)	128 mg/kg vådvægt

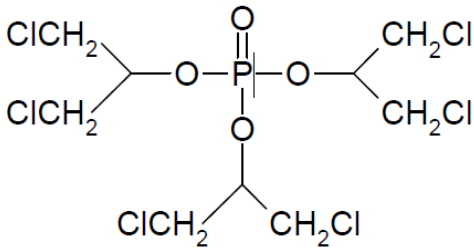
TABEL 24
TERRESTISK TOKSICITET VED EKSPONERING FOR TCP (EU RAR, 2008A)

Den forventede nul effekt koncentration (PNEC_{jord}) for terrestriske organismer er 1,7 mg/kg jord (tørvægt), svarende til 1,5 mg/kg jord (vådvægt), når der anvendes en omregningsfaktor på 10 på den laveste observerede kronisk NOEC = 17 mg/kg jord.

Med hensyn til PBT-vurdering kan TCP anses for at opfylde kriteriet som persistent (P) eller potentielt meget persistent (vP) da stoffet ikke er let bionedbrydeligt. De tilgængelige oplysninger om bioakkumulering (målt BCF (fisk) på 0,8-4,6) viser, at TCP ikke opfylder kriteriet for bioakkumulering (B) (BCF > 2000). Kriteriet for toksicitet (T) er heller ikke opfyldt idet den kroniske toksicitet (NOEC/EC₁₀) er > 0,01 mg/l. TCP kan således ikke betragtes som et PBT stof (EU RAR, 2008a).

5.2.2 Sundheds og miljøvurdering af TDCP

5.2.2.1 Fysisk-kemiske egenskaber

Navn	Tris(2-kloro-1-(kloromethyl)ethyl)fosfat
CAS nr	13674-87-8
Molekular formel	C ₉ H ₁₅ Cl ₆ O ₄ P
Struktur	
Damptryk	5,6 x 10 ⁻⁶ Pa at 25°C
Log P (oktanol/vand)	3,69
Henry's Lov konstant	1,24 x 10 ⁻⁴ Pa.m ³ /mol
Harmoniseret klassificering	Carc. 2, H451

5.2.2.2 Sundhed

TDCPP absorberes hurtigt og i stor udstrækning (ca. 100 % af dosis) efter oral indtagelse og fordeles i stor udstrækning til kroppens organer. I et *in vitro* studie med human hud blevet der fundet en 15 % dermal absorption ved eksponering for 'ren' TDCPP, og 30 % dermal absorption ved eksponering for TDCPP i skum. TDCPP metaboliseres i stor udstrækning i organismen og nedbrydningsprodukterne udskilles hovedsagligt via urin, men også via fæces og udåndingsluften (EU RAR, 2008b).

Den akutte giftighed er lav, da de fleste orale og dermale LD₅₀ værdier ligger over 2000 mg/kg legemsvægt. En LC50 værdi på > 5,22 mg/l er fundet i et inhalationsstudie med rotter indikerende lav akut toksicitet via inhalation (EU RAR, 2008b)

Der er i tests kun set lettere grader af hud- og øjenirritation, mens der ikke findes data om irritation af luftvejene, men baseret på data fra et akut inhalationstests vurderes TDCPP ikke at være irriterende for luftvejene. På baggrund af tests anses TDCPP ikke for at være allergifremkaldende ved hudkontakt (EU RAR, 2008b).

Der findes nogen evidens for, at TDCPP er mutagent i *in vitro* tests, men *in vivo* mikronukleus tests i mus er fundet negative. Disse resultater støttes yderligere op af negative resultater i *in vitro* og *in vivo* unscheduled DNA syntese tests (EU RAR, 2008b). I konklusionen i EU's risikovurderingsrapport, synes der ikke at være noget grundlag for, at vurdere stoffet som genotoksisk.

Der er udført et 2-årigt cancerstudie i rotter, hvor grupper er 60 hun- og hanrotter blev fodret med føde indeholdende TDCPP i doser på 0, 5, 20 og 80 mg/kg legemsvægt/dag. Signifikant højere dødelighed blev observeret i højdosis gruppen for hanner. Der blev observeret en effekt på kropsvægten i højdosis grupperne for både hunner og hanner med en 20 % lavere kropsvægt i denne gruppe ved afslutning af studiet i forhold til kontrolgruppen. Den absolutte og relative nyre-, lever og thyroideavægt var steget i mellem- og højdosisgrupperne. En LOAEL på 5 mg/kg legemsvægt kan fastsættes, der baseres på fund af nyrehyperplasi (forøget cellevækst) i alle eksponerede grupper. Hyperplasi i nyretubuli epitellet anses som værende en præ-neoplastisk læsion, der kan føre til adenom og derfra til karcinom. Nyretumorer blev observeret efter 24 måneder i mellem- og højdosisgrupperne (EU RAR, 2008b).

Et epidemiologisk studie, udført i en fabrik, der producerer TDCPP, blev der ikke observeret effekter, der indikerer, at TDCPP skulle have en kræftfremkaldende effekt i mennesker (EU RAR, 2008b).

I forhold til effekter på afkom er der udført et rotteforsøg med dosering af drægtige rotter. Her blev der observeret, at en dosis på 400 mg/kg legemsvægt/dag signifikant forøger antallet af resorptioner i livmoderen hos dyrene sammenlignet med kontrolgruppen. Ved denne højdosis gruppe var der også tegn på forsinket knoglevækst hos fostrene/ afkommet. Disse effekter blev ledsaget af signifikante toksiske effekter i moderdyrene ved denne dosis. Der var ingen tegn på embryotoksicitet i fravær af toksiske effekter i moderdyrene. NOAEL for afkommet var 100 mg/kg legemsvægt/dag, baseret på forøget resorption og nedsat levedygtighedsindeks for fostrene ved en dosis på 400 mg/kg legemsvægt/dag (EU RAR, 2008b).

Der er udført et 12 uges fertilitetsstudie i hankaniner ved dosisniveauer på 2, 20 eller 200 mg/kg legemsvægt/dag indgivet oralt. Parametre som parring, fertilitet, sæd analyse og de mandlige forplantningsorganer var upåvirket af eksponering for TDCPP i alle dosisniveauer (EU RAR, 2008b).

I det 2-årige cancerstudie beskrevet ovenfor blev der observeret effekter på de mandlige kønsorganer. Effekterne blev primært observeret hos dyr ved 24 måneder, og kan derfor anses for at være sekundære til den naturlige ældningsproces af rotter snarere end en specifik virkning på det

mandlige reproduktive system. Desuden blev en øget forekomst af Leydig celletumorer observeret i mellem- og højdosisgrupperne efter 12 og 24 måneder, hvilket indikerer, at de observerede virkninger på det mandlige reproduktive system kan være sekundære effekter til den kræftfremkaldende effekt i rotter. EU's risikovurderingsrapport konkluderer på den baggrund derfor, at der ikke er holdbar evidens for, at TDCPP har en effekt på den mandlige fertilitet.

Beregning af DNEL

Det 2-årige cancerstudiet benyttes til at fastlægge en DNEL-værdi til brug i risikovurderingen, hvor en LOAEL på 5 mg/kg legemsvægt/dag blev fastlagt. Der regnes med 100 % optagelse af TDCPP ved oral eksponering af dyrene, hvorfor den interne dosis er lig de fundne værdier.

Kronisk eksponering:

$$\text{Effektspecifikke DNEL} = \frac{5}{4 \cdot 2,5 \cdot 10 \cdot 10} = \frac{5}{1000} = 0,005 \text{ mg / kg legemsvægt / dag}$$

En DNEL på 0,005 mg/kg legemsvægt/dag fundet i et cancerstudie anvendes i risikovurderingen. (Der anvendes en usikkerhedsfaktor på 10 for LOAEL til NOAEL ekstrapolation, da hyperplasi i nyrene må anses for en alvorlig effekt).

5.2.2.3 Miljø

Der foreligger en række økotoksikologiske data for TDCPP, bl.a. vedrørende akut toksicitet hos fisk samt akut- og kronisk toksicitet hos akvatiske hvirvelløse dyr og alger. Endvidere er der toksicitetstests med jordlevende organismer og mikroorganismer. Den laveste akvatiske NOEC for TDCPP, der er observeret er 0,5 mg/l fundet i en 21-dages undersøgelse med Dafnier (EU RAR, 2008b).

I

Tabel 25 ses værdier fundet i forskellige tests med akvatiske dyr.

Test	Effekt	Koncentration [mg/l]
Akvatisk toksicitet: fisk	LC ₅₀ (96t)	1,1
Akvatisk toksicitet: invertebrater	EC ₅₀ (48t)	3,8
Akvatisk toksicitet: alger	EC ₅₀ (72t)	4,6
Kronisk toksicitet: invertebrater	NOEC (21d)	0,5
Kronisk toksicitet: alger	NOEC/EC ₁₀ (72t)	1,2 / 2,3

TABEL 25

AKVATISK TOKSICITET VED EKSPONERING FOR TDCPP (EU RAR, 2008B)

Baseret på en NOEC på 0,5 mg/l fra et kronisk reproduktionsstudie med Dafnier og anvendelsen af en usikkerhedsfaktor på 50 er en PNEC_{akvatisk} på 0,01 mg/l beregnet. En tilsvarende PNEC_{marin} på 0,001 mg/l er blevet beregnet ved anvendelsen af en usikkerhedsfaktor på 500.

En undersøgelse af toksicitet for mikroorganismer resulterede i en begrænsende koncentration på 1000 mg/l (EU RAR, 2008b).

En realistisk PNEC_{mikroorganismer} baseret på en begrænsende koncentration på 1000 mg/l kan udregnes, hvorefter en PNEC ≥ 100 mg/l kan beregnes ved hjælp af en omregningsfaktor på 10.

Resultaterne fra toksicitetstest med terrestriske organismer er vist i tabel 26.

Test	Effekt	Koncentration [mg/l]
Toksicitet for regnorme	LC ₅₀ (14d)	26 tørvægt
Kronisk toksicitet for regnorme	NOEC (57d)	3,3 tørvægt
Kronisk toksicitet for højere planter	NOEC	19,3 tørvægt
Toksicitet for jord mikroorganismer	NOEC (28d)	128 vådvægt

TABEL 26
TERRESTISK TOKSICITET VED EKSPONERING FOR TDCPP (EU RAR, 2008B)

Tilgængeligheden af et datasæt, der omfatter acceptable resultater fra tre kroniske forsøg med arter fra mindst tre trofiske niveauer, betyder, at det er muligt at udlede en $PNEC_{\text{jord}}$ fra testdata ved at anvende en omregningsfaktor på 10 på den laveste kroniske NOEC. Dette resulterer i en $PNEC_{\text{jord}}$ på $3,3/10 = 0,33$ mg / kg jord tørvægt, svarende til 0,29 mg / kg jord vådvægt.

Med hensyn til PBT-vurdering kan TDCPP anses for at opfylde kriteriet som persistent (P) eller potentielt meget persistent (vP). De tilgængelige oplysninger om bioakkumulering (målt BCF (fisk) på 31-59) viser, at TDCPP ikke opfylder kriteriet for bioakkumulering (B). Kriteriet for toksicitet (T) er heller ikke opfyldt. TDCPP kan således ikke betragtes som et PBT stof.

6. Eksponeringsvurdering

I de følgende afsnit beskrives, hvordan eksponering ved indånding, oral kontakt og hudkontakt beregnes i forbindelse med eksponering for flammehæmmere i boliginteriør.

6.1 Metode til beregning af eksponering fra indeklima

Til vurdering af eksponeringen for de udvalgte stoffer via indeklimaet er der anvendt de generelle ligninger beskrevet i REACH vejledningen "Guidance on information requirements and chemical safety assessment".

Samlet eksponering indeklima = Eksponering via støv + eksponering via luft

Eksponeringen via luft antages at blive optaget 100 %, dvs. indåndet mængde er lig den interne dosis.

6.1.1 Eksponering via støv

Eksponeringen via støv for hvert stof x udregnes som det daglige indtag af støv ganget med fraktionen af stoffet x i støv divideret med hhv. et barns og en voksens legemsvægt (BW).

$$D(\text{stof } x)_{\text{STØV}} = \frac{\text{Indtag}_{\text{STØV}} \cdot f(\text{stof } x)_{\text{STØV}} \cdot f(\text{stof } x)_{\text{ORAL}}}{BW}$$

Hvor

$D(\text{stof } x)_{\text{STØV}}$	Indtaget daglig dosis af stoffet x	mg/kg lgv/dag
$\text{Indtag}_{\text{STØV}}$	Det daglige indtag af støv	kg/dag
$f(\text{stof } x)_{\text{STØV}}$	Koncentrationen af stoffet x i støv	mg/kg
$f(\text{stof } x)_{\text{ORAL}}$	Den orale absorption af stof x	%
BW	Legemsvægt (lgv)	Kg

De anvendte beregningsparametre, der er nødvendige for at foretage beregningerne for støv og luft er herudover følgende:

- indtag af støv, dvs. hvor stor en mængde støv det antages, at hhv. børn og voksne indtager hver dag
- Legemsvægt (lgv) for børn og voksne
- respirabel fraktion af det inhalerede stof
- varighed, dvs. i hvor lang tid er hhv. børn og voksne udsat for stofferne via indeluften

- Hhv. børn og voksnes respirationsvolumen, dvs. hvor stor en mængde luft indåndes hver dag for den pågældende befolkningsgruppe

Disse parametre gennemgås i detaljer nedenfor.

Indtag af støv

En RIVM (National Institute for Public Health and the Environment, Holland) rapport med titlen "Exposure to chemicals via house dust" fra 2008 konkluderer, at et konservativt, men realistisk estimat på indtag af støv hos voksne ligger på 50 mg/dag (Oomen et al., 2008). I denne rapport listes desuden en række studier relateret til indtag af støv hos voksne. Disse studier angiver værdier varierende fra 0,56 mg/dag til 100 mg/dag. De fleste studier præsenterede dog en værdi omkring 50 mg/dag, hvorfor Oomen et al. (2008) valgte at bruge denne værdi i deres vurderinger. Et af de listede studier var USEPA (1997) som netop listede en værdi på 50 mg/dag.

D'Hollander et al. (2010) vælger at anvende en gennemsnitsværdi på 7 mg/dag for indtag af støv for voksne og en 95 %-percentil værdi på 20 mg/dag for voksne.

På baggrund af ovenstående information, er der i dette projekt valgt at sætte værdien for indtag af støv hos voksne til 50 mg/dag. Denne værdi er også anvendt i Miljøstyrelsen (2012) om gravide forbrugeres udsættelse for mistænkte hormonforstyrrende stoffer.

Små børn har derimod et større dagligt indtag af støv, da de leger/kravler rundt på gulvet dagligt. Ali et al. (2012) anvender et gennemsnitsindtag af støv på 50 mg/dag for små børn og et maksimumsindtag af støv på 200 mg/dag. I Miljøstyrelsen (2009) om 2-årige børns udsættelse for kemiske stoffer er der valgt en værdi på 50 mg/dag for sommerscenarie, hvor børn er mere ude og en værdi på 100 mg/dag for vinterscenarie, hvor børn opholder sig mere inden døre. Disse værdier stammer fra USEPA (1997). På baggrund af ovenstående information, er der i dette projekt valgt at sætte værdien for indtag af støv hos børn til 100 mg/dag.

Som angivet i kapitlet nedenfor om orale optagelsesrater, anvendes generelt en oral optagelsesrate på 1, dvs. 100 % svarende til, at hele den indtagede mængde af TDCPP også optages i kroppen. For TCPP anvendes 0,8, dvs. 80 % på baggrund af oplysninger fra litteraturen.

Respirabel fraktion af det inhalerede stof

Det antages generelt, at den respirable fraktion af de inhalerede stoffer er 1, dvs. 100 % svarende til, at hele den indåndede mængde af stoffet også optages i kroppen.

Varighed (ophold inden døre)

En almindelig dansker opholder sig gennemsnitligt mellem 80 og 90 % af tiden inden døre (Miljøstyrelsen 2007). Dette svarer til mellem 19,2 og 21,6 timer i døgnet. Dette tal dækker over hele ugen og gælder således også for ophold inden døre i arbejdssituationen.

Der anvendes en gennemsnitsværdi i beregninger, dvs. der anvendes en værdi på 20 timer for ophold inden døre. Der skelnes bevidst ikke mellem ophold i hjemmet og ophold inden døre på arbejde. Mange af de præsenterede data viser, at der ikke er den store forskel på koncentrationerne af stofferne i private hjem eller i kontorer, hvor der er foretaget målinger. Derfor er der i beregningerne valgt at anvende de maksimalt målte gennemsnitsværdier og maksimalværdier uanset om det er data fra private hjem eller data, der kan repræsentere en arbejdssituation. De beregnede værdier vil således repræsentere ophold inden døre for både hjemmet og arbejde/daginstitutionen.

Respirationsvolumen

Voksne indånder ifølge REACH vejledningen "Guidance on information requirements and chemical safety assessment", kapitel R.15 "Consumer exposure estimation" (ECHA 2012) 18 m³ luft per dag, mens børn (2-3 år) indånder 7 m³ pr dag. Disse værdier er anvendt i beregningerne.

Det vil sige, at voksne indånder indeluft 20 timer - 24 timer per dag x 18 m³ luft per dag = 15 m³ luft mens de opholder sig inden døre hvad enten det er på arbejde eller i hjemmet, mens børn (2-3 år) indånder 5,83 m³ indeluft pr dag.

6.1.2 Eksposering via indeluft

Eksposeringen beregnes efter formelen "Equation 15-2" fra REACH vejledningen, kapitel R.15 "Consumer exposure estimation" (ECHA 2012):

$$D(\text{stof } x)_{inh} = \frac{F_{resp} \cdot C_{inh} \cdot IH_{air} \cdot T_{contact}}{BW} \cdot n$$

Hvor

$D(\text{stof } x)_{inh}$	Indåndet daglig dosis af stoffet x	mg/kg lgv/dag
F_{resp}	Inhaleret stof, dvs. respirabel fraktion (decimal fraktion mellem 0-1)	
C_{inh}	Koncentration af stoffet i luften i rummet	mg/m ³
$T_{contact}$	Varighed af eksposering per hændelse	dage
IH_{air}	Personens respirationsvolumen	m ³ /dag
n	Antal eksposeringer (hændelser)	per dag
BW	Legemsvægt (lgv)	Kg

For støv er indholdet af de forskellige stoffer angivet som en fraktion, dvs. mængden af stof i µg eller ng per gram støv. For indeluften er indholdet af de forskellige stoffer angivet som en koncentration, dvs. mængden af stof i µg eller ng per m³ luft.

6.2 Metode til beregning af dermal eksposering

Eksposering af huden sker ved direkte kontakt med produkterne indeholdende flammehæmmer, fx når man sidder på en stol, hvor tekstil eller skum er flammehæmmet. I dette projekt er der kun fundet flammehæmmer i skumdelen i to stole og en kontorstol så i dette tilfælde vil der kun være en indirekte kontakt med flammehæmmeren idet skummet jo er pakket ind i tekstil, som man har den direkte kontakt med.

I EU risikovurderingsrapporter for både TCPP og TDCPP vurderes, baseret på manglende data, at den dermale eksposering for flammehæmmere i skumdelen af møbler vil udgøre en meget lille eksposering for både børn og voksne og som maksimum være på niveau med den eksposering man får via inhalation. I EU risikovurderingsrapporterne for de to stoffer har de derfor antaget i

risikovurderingen som worst case, at den dermale eksponering er lig med den eksponering man får via inhalation.

Derimod har man i EU risikovurderingsrapporten for TCEP regnet på den dermal eksponering ved udsættelse for stoffet i skumdele i en armstol (se afsnit 2.5.1). Hvis det antages, at migrationen af flammehæmmer fra skumdele i møbler har samme niveau for stofferne TCEP, TCPP og TDCPP kan migrationen fundet i studiet med TCEP overføres på de analyseresultater, der er fundet i dette projekt. Det vurderes som en rimelig antagelse at sammenligne de tre stoffer idet de alle tre har en vandopløselighed på det samme niveau, og vurderes at migrere ud i forbindelse med, at personen i stolen sveder.

Scenariet beskrevet i afsnit 2.5.1 vil derfor i risikovurderingen blive overført til TCPP og TDCPP. Og den mulige optagelse via huden beregnes efter formlen "Equation 15-7" fra REACH vejledningen, kapitel R.15 "Consumer exposure estimation" (ECHA 2012). Der er tilføjet en faktor F_{abs} , som er den fraktion af det enkelte stof, der kan optages gennem huden. Herved vil den beregnede D_{der} udgøre den reelle mængde af stof, der kan optages per kg lgv per dag.

$$D_{der} = \frac{Q_{prod} \cdot F_{C_{migr}} \cdot F_{abs} \cdot F_{contact} \cdot T_{contact}}{BW} \cdot n$$

Hvor

D_{der}	Dermal daglig dosis (mængde af kemisk stof, der optages)	$\mu\text{g}/\text{kg lgv}/\text{dag}$
Q_{prod}	Mængde stof i produktet	$\mu\text{g}/\text{cm}^2$
$F_{C_{migr}}$	Fraktion af stof, der migrerer per tidsenhed ud af produktet	% per time
F_{abs}	Fraktion af applikeret stof, der absorberes gennem hud (decimalfraktion mellem 0 og 1)	
$F_{contact}$	Fraktion af kontaktareal (for at tage højde for at produktet kun delvis er i kontakt med huden).	cm^2
$T_{contact}$	Varigheden af eksponering per hændelse	Timer
n	Antal eksponeringer (hændelser)	per dag
BW	Legemsvægt (lgv)	kg

Der vil blive taget højde for TCPP og TDCPP's dermale absorptionsværdier på hhv. 40 % og 30 %.

6.3 Metode til beregning af oral eksponering

Det vurderes, at oral eksponering for boliginteriør indeholdende flammehæmmere forekommer i meget begrænset grad for voksne mennesker, og derfor anses den mulige eksponering for negligeabelt. For små børn, derimod, vil hånd til mund transfer kunne være en signifikant eksponeringskilde i forbindelse med støv indeholdende flammehæmmere. Denne del er dog særskilt medtaget i afsnit 6.1.1.

6.4 Eksponering via indeklima

Vores indeklima er identificeret som en af de væsentligste kilder til eksponering for kemiske stoffer. Vores indeluft kan indeholde væsentligt højere koncentrationer end udeluften, og den vigtigste eksponeringsvej i indeklimaet for ikke-fordampelige stoffer ser ud til at være via husstøv (Rudel et al. 2003).

Det blev derfor besluttet i samarbejde med Miljøstyrelsen, at der skulle foretages en litteratursøgning efter undersøgelser, der beskriver forekomsten af TCPP og TDCPP i indeklimaet, da det var disse to flammehæmmere, der blev identificeret ved analyserne af de indkøbte møbler.

Der blev derfor foretaget en generel søgning efter rapporter og artikler angående forekomsten af TCPP og TDCPP i indeklimaet. Der er fokuseret på undersøgelser fra private hjem, men undersøgelser fra arbejdspladser (kontorer) og biler er også inkluderet for at give et billede af de generelle niveauer, selvom fokus i dette projekt er på boliginteriør og ikke transportmidler. Der er præsenteret undersøgelser fra alle steder i verden (og ikke kun Europa), da der generelt ikke eksisterer særligt mange undersøgelser omkring forekomsten af TCPP og TDCPP i indeklimaet. De fleste undersøgelser af TCPP og TDCPP i indeklimaet er nyere undersøgelser (fra 2012-2013). Hovedparten af undersøgelser omkring forekomsten af flammehæmmere i indeklimaet omhandler forekomsten af disse i støv. Der er kun identificeret få undersøgelser af TCPP og TDCPP i indeluften. Disse to flammehæmmere har generelt et lavt damptryk, hvilket gør, at det er små mængder, der vil forekomme i indeluften.

Ali et al. (2012), der samler op på en række undersøgelser af flammehæmmere i støv, angiver, at der efter de globale restriktioner på PBDE (bl.a. penta-, octa- og deca-BDE) er sket en efterspørgsel efter alternative flammehæmmere, såsom organophosphat flammehæmmere (f.eks. TCPP og TDCPP) og nye former for bromerede flammehæmmere. Ifølge denne opsamling på en række undersøgelser af flammehæmmere i støv, ses det tydeligt, at organophosphaterne findes i langt højere koncentrationer end de nye bromerede flammehæmmere (ca. 10-100 gange større). En oversigtsartikel af Betts (2013) bekræfter, at TDCPP ifølge industrien længe har været en af de vigtigste flammehæmmere, der anvendes til polyurethanskumfyld i møbler og biler.

Hverken TCPP eller TDCPP er kemisk bundet til skumfyldet i møblerne, hvilket betyder, at disse flammehæmmere kan frigives til indeklimaet og kan opkoncentreres i støvet (Betts, 2013). En ny amerikansk undersøgelse (Carignan et al., 2013) viser, at der er en sammenhæng mellem et nedbrydningsprodukt til TDCPP i urinen og indholdet af TDCPP i støvet på arbejdspladsen (kontorer). Ligeledes angiver Stapleton et al. (2013) i en undersøgelse af flammehæmmere på børns hænder, at der er noget, der tyder på, at der er en sammenhæng mellem koncentrationen af TDCPP og TCPP i husstøvet i hjemmet og koncentrationen af disse flammehæmmere tørret af hænderne på små børn, der bor i de hjem, hvor flammehæmmerne er målt i støvet. Dvs. der er noget, der tyder på, at støv er en betydelig eksponeringsvej for disse flammehæmmere, og at det TDCPP vi udsættes for på kontoret eller i hjemmet (eksempelvis via indhold i støvet) optages i kroppen. Ifølge Carignan et al. (2013) vides dog ikke præcist, hvilke kilder, der medvirker til eksponeringen, men brugen af flammehæmmet polyurethanskum i møbler og kontormøbler angives som en sandsynlig årsag (Carignan et al., 2013).

Ved at medtage eksponeringen fra TCPP og TDCPP i indeklimaet i eksponeringsberegningerne fås således et billede af, hvordan flammehæmmede møbler på længere sigt kan påvirke os mennesker. Flammehæmmede møbler er dog ikke de eneste kilder til TCPP og TDCPP i hjemmet, da disse flammehæmmere også anvendes i andre produkter i hjemmet, men flere kilder angiver, at især TDCPP er hyppigt anvendt i møbelskum (bl.a. Stapleton et al., 2012).

Nedenfor er en række undersøgelser af indholdet af TCPP og TDCPP i indeklima gennemgået, og nedenstående tabeller giver en oversigt over data, der er præsenteret i kilderne.

6.4.1 Koncentrationer af TCPP og TDCPP i støv

Der er identificeret en række undersøgelser af TCPP og TDCPP i støv i indeklimaet. Der er præsenteret minimums- og maksimumsværdier (spænd), median (50 %-percentil) og/eller gennemsnittet, hvis disse er angivet i undersøgelserne.

Det overordnede billede er, at det primært er nyere undersøgelser (publiceret i 2012 og 2013), der angiver indholdet af flammehæmmerne TCPP og TDCPP i støv i hjemmet, på kontorer eller i biler. Dette skyldes, at det tidligere (før 2004) primært har været PBDEer, der har været anvendt som flammehæmmere i møbler. Med udfasningen/begrænsningen af PBDEer på verdensplan (begrænset i bl.a. Japan og EU, og udfaset i USA) er de nye alternative flammehæmmere, såsom TCPP og TDCPP, der bliver set anvendt i stedet. Disse flammehæmmere, samt andre alternative flammehæmmere, begynder derfor også at dukke op i støvet i vores hjem. De nye alternative flammehæmmere, der ses i husstøv er alternative bromerede flammehæmmere og organophosphater (hvor TDCPP og TCPP er to ofte anvendte organophosphater). Det ser dog ud til primært at være TDCPP og TCPP (som er set i møbler i denne danske undersøgelse), samt andre organophosphater såsom TCEP og TBEP, der ses i støv (Dodson et al., 2012; Brommer et al., 2012; Ali et al., 2012).

Ifølge Dodson et al. (2012) er koncentrationen af organophosphater (herunder TCPP og TDCPP) i støv højest i Japan. Dette skyldes ifølge Dodson et al. (2012), at Japan var et af de første lande til at udfase/begrænse brugen af PBDEer. Koncentrationen af de alternative flammehæmmere (såsom TCPP og TDCPP) i støvet er derfor højere her af den årsag, at de har været i brug i længere tid end i resten af verden ifølge Dodson et al. (2012). Herefter tyder det på, at det er USA (eller især Californien), der har de næsthøjeste koncentrationer af TCPP og TDCPP i støv. Dette skyldes (ifølge Dodson et al. (2012)), at Californien har de strengeste brandkrav til møbler i verden, hvorfor brugen af disse flammehæmmere er høj i USA (især i Californien). Det angives, at koncentrationen af TCPP og TDCPP i støv i Europa generelt er lavere end i Japan og USA. Dog er der set enkelte undersøgelser med høje koncentrationer af TCPP og TDCPP i støv i Europa (på højde med eller højere koncentrationer end målt i USA), men dette er altså ikke det generelle billede af de forholdsvis få undersøgelser, der foreligger på dette område.

Kilde	Koncentration målt i indeklimastøv	Kommentar
Garcia et al., 2007 (rapporteret i Ali et al., 2012)	<u>TCPP i hjemmet:</u> Gns.: 3,8 µg/g <u>TDCPP i hjemmet:</u> Gns.: 0,12 µg/g	Dette studie er kort refereret i Ali et al. (2012). Der er målt koncentrationer af organophosphater i 8 hjem i Spanien. Der er ikke angivet, hvornår prøverne er taget. Der er udelukkende angivet de gennemsnitlige værdier – ikke minimum- og maksimumværdier.
Stapleton et al., 2009	<u>TCPP i hjemmet:</u> Gns.: 0,572 µg/g Spænd: < 0,14 – 5,49 µg/g <u>TDCPP i hjemmet:</u> Gns.: 1,89 µg/g Spænd: < 0,09 – 56,09 µg/g	Der er målt koncentrationer af flammehæmmere i 26 skumprøver fra møbler rundt omkring i USA. Herudover er der målt koncentrationer af TCPP og TDCPP i 50 støvprøver fra private hjem fra Boston, Massachusetts, USA fra 2002 til 2007. Der blev identificeret TDCPP i 96 % af alle støvprøverne, hvorimod TCPP kun blev set i 24 % af alle støvprøverne. Men der angives i artiklen, at der kan være en fejl i analyserne, der har resulteret i færre resultater for TCPP i støvet. Forfatterne angiver, at de identificerede koncentrationer er i samme størrelsesorden, som tidligere set for PBDE i støv.
Bergh et al., 2010 (rapporteret i Ali et al., 2012)	<u>TCPP i hjemmet:</u> Gns.: 1,6 µg/g <u>TDCPP i hjemmet:</u> Gns.: 10,0 µg/g <u>TCPP i børnehaver:</u> Gns.: 3,1 µg/g <u>TDCPP i børnehaver:</u> Gns.: 9,1 µg/g <u>TCPP på kontorer:</u> Gns.: 19,0 µg/g <u>TDCPP på kontorer:</u> Gns.: 17,0 µg/g	Dette studie er kort refereret i Ali et al. (2012). Der er målt koncentrationer af organophosphater i 10 hjem i Sverige. Herudover er der målt organophosphater i 10 børnehaver og på 10 arbejdspladser i Sverige. Der er ikke angivet, hvornår prøverne er taget. Der er udelukkende angivet de gennemsnitlige værdier – ikke minimum- og maksimumværdier.

Kilde	Koncentration målt i indeklimastøv	Kommentar
Kanazawa et al., 2010 (rapporteret i Ali et al., 2012)	<u>TCPP i hjemmet:</u> Gns.: 18,7 µg/g <u>TDCPP i hjemmet:</u> Gns.: 4,0 µg/g	Dette studie er kort refereret i Ali et al. (2012). Der er målt koncentrationer af organophosphater i 41 hjem i Japan. Der er ikke angivet, hvornår prøverne er taget. Der er udelukkende angivet de gennemsnitlige værdier – ikke minimum- og maksimumværdier.
Van den Eede et al., 2011	<u>TCPP i hjemmet:</u> Gns.: 4,82 µg/g Spænd: 0,19 – 73,7 µg/g <u>TCPP i butikker:</u> Gns.: 5,16 µg/g Spænd: 0,58 – 24,4 µg/g <u>TDCPP i hjemmet:</u> Gns.: 0,57 µg/g Spænd: < 0,08 – 6,64 µg/g <u>TDCPP i butikker:</u> Gns.: 4,61 µg/g Spænd: < 0,08 – 56,2 µg/g	Der er målt koncentrationer af flere organophosphater (herunder TDCPP og TCPP) i støv i 33 hjem i Belgien. Herudover er der desuden målt koncentrationer af organophosphater i 15 forskellige butikker i Belgien (butikker, der bl.a. sælger elektronik, madrasser, apoteker, genbrugsbutik, møbler, tømrer, analyselaboratorium). Der er ikke angivet, hvornår prøverne er taget. De målte koncentrationer sammenlignes med andre undersøgelser, og konklusionen er, at den Belgiske undersøgelse måler værdier på niveau med en spansk undersøgelse, men lavere værdier end målt i Japan. Amerikanske undersøgelser ligger både højere og lavere afhængig af stoffet. De målte koncentrationer i butikkerne var generelt højere end de målte koncentrationer i hjemmene.
Ali et al., 2012	<u>TCPP i hjemmet:</u> Median: 0,35 µg/g <u>TDCPP i hjemmet:</u> Median: 0,23 µg/g	Niveauer målt i støvprøver fra 34 forskellige hjem i hele New Zealand (fordelt på både landområder og byområder). Der er ikke beskrevet hvornår prøverne er taget. Der er også målt TCPP og TDCPP i støv støvsuget fra toppen af 16 madrasser i forskellige hjem. De målte værdier af TCPP og TDCPP fra madrasserne lå på henholdsvis ca. 70 % og 50 % af værdierne målt i husstøvet. I artiklen gøres der opmærksom på, at de målte niveauer af TCPP og TDCPP er bemærkelsesværdigt lavere i New Zealand end i andre dele af verden (sammenlignet med undersøgelser i USA, Sverige og Japan). Der angives, at dette kan skyldes, at der anvendes andre flammehæmmere i møbler i New Zealand sammenlignet med resten af verden, men der gøres også opmærksom på, at dette studie er det første studie af indhold i støv i huse fra New Zealand, hvorfor det ikke nødvendigvis er

Kilde	Koncentration målt i indeklimastøv	Kommentar
		repræsentativt for New Zealand generelt.
Dodson et al., 2012	<u>2006:</u> <u>TCPP i hjemmet:</u> Median: 2,1 µg/g Spænd: 0,34 – 120 µg/g <u>TDCPP i hjemmet:</u> Median: 2,8 µg/g Spænd: 0,73 – 24,0 µg/g <u>2011:</u> <u>TCPP i hjemmet:</u> Median: 2,2 µg/g Spænd: 0,49 – 140 µg/g <u>TDCPP i hjemmet:</u> Median: 2,1 µg/g Spænd: 0,92 – 44,0 µg/g	Der er indsamlet støvprøver fra 16 forskellige hjem i både 2006 og i 2011 (i de samme hjem) i det nordlige Californien (San Francisco Bay Area), USA. Der er målt for indhold af i alt 49 forskellige flammehæmmere, herunder TCPP og TDCPP. Undersøgelsen viser, at organophosphater (herunder TCPP og TDCPP) er de flammehæmmere, der oftest findes i støv i amerikanske hjem og i de højeste koncentrationer. Det angives, at de fundne koncentrationer af organophosphater i Californien er blandt de højeste koncentrationer, der er rapporteret på verdensplan. Dette stemmer overens med Californiens høje brandkrav til bl.a. møbler. Kun i Japanske hjem er der set højere koncentrationer af organophosphater. Dette skyldes ifølge forfatterne, at udfasningen af PBDE skete tidligere i Japan end i resten af verden (USA og Europa). Det angives, at for de hjem, hvor der er købt nye møbler siden første måling (dvs. fra 2006 til 2011) er der set en stigning i TCPP koncentrationerne. En væsentlig stigning i TDCPP koncentrationen (fra 2006 til 2011) blev set i et hjem, hvor der var sket en større ombygning/ommøblering.
Brommer et al., 2012	<u>TCPP i hjemmet:</u> Gns.: 0,74 µg/g Spænd: 0,37 – 0,96 µg/g <u>TCPP på kontorer:</u> Gns.: 3,0 µg/g Spænd: 0,18 – 9,4 µg/g <u>TCPP i biler:</u> Gns.: 3,1 µg/g Spænd: 1,4 – 4,3 µg/g <u>TDCPP i hjemmet:</u>	Der er målt koncentrationer af TCPP og TDCPP i 12 biler og 10 kontorer i samme bygning i Tyskland. Desuden er der målt 6 steder i et enkelt hjem i Tyskland. Prøverne er taget i slut 2010/starten af 2011. Artiklen gør opmærksom på, at der er tale om et lille antal målinger, der er udført i denne undersøgelse. Men på trods af det lille antal målinger, konkluderes det, at flammehæmmerne organophosphat etherne (herunder TCPP og TDCPP) findes i tyske biler og kontorer, og i koncentrationer, der er væsentlig højere end de tidligere anvendte PBDE'er, som nu er begrænset i deres brug (via REACH og RoHS). Undersøgelsen viser, at indholdet af TDCPP er væsentligt højere i biler end på kontorer.

Kilde	Koncentration målt i indeklimastøv	Kommentar
	Gns.: < 0,08 µg/g Spænd: < 0,08 – 0,11 µg/g <u>TDCPP på kontorer:</u> Gns.: 0,15 µg/g Spænd: <0,08 – 0,29 µg/g <u>TDCPP i biler:</u> Gns.: 130 µg/g Spænd: <0,08 – 620 µg/g	
Carignan et al., 2013	<u>TDCPP i hjemmet:</u> <u>Opholdsrum:</u> Gns.: 4,21 µg/g Spænd: 0,56 – 30,6 µg/g <u>Soveværelse:</u> Gns.: 1,40 µg/g Spænd: 0,27 – 18,2 µg/g <u>TDCPP på kontorer:</u> Gns.: 6,06 µg/g Spænd: 0,06 – 72,0 µg/g <u>TDCPP i biler:</u> Gns.: 12,5 µg/g Spænd: <0,03 – 326 µg/g	Der er målt koncentrationer af TDCPP i støv på kontorer (30), biler (20) og i hjemmet (60) i Boston, Massachusetts, USA . I hjemmet blev målingerne opdelt i soveværelser (29) og opholdsrum/stuer (31). Prøverne er taget i 2009. Der blev set TDCPP i 99 % af alle 110 målinger. Generelt blev der målt højest koncentrationer af TDCPP i biler. Næsthøjest koncentration af TDCPP blev fundet på kontorer. Hjemmet havde de laveste koncentrationer af TDCPP og koncentrationen var lavest i soveværelset frem for i opholdsrum.
Meeker et al., 2013	<u>TDCPP i hjemmet:</u> Median: 1,62 µg/g Spænd: < 0,02 – 56,08 µg/g	Der er målt koncentrationer af TDCPP i støvet i 45 hjem i Massachusetts, USA , samt målt for et nedbrydningsprodukt til TDCPP i urinen hos mænd, der bor i disse hjem. Det er ikke angivet, hvornår prøverne er taget. Artiklen konkluderer, at husstøv ser ud til at være en væsentlig kilde til eksponering for TDCPP. Men det angives også, at man også bør tage hensyn til andre miljøer (såsom kontormiljøer), når der ses på den samlede udsættelse for TDCPP.
Stapleton et al., 2013	<u>TDCPP i hjemmet:</u> Gns.: 3,32 µg/g Spænd: < 0,02 – 67,8 µg/g	Der er målt koncentrationer af TDCPP og TDCPP i støv i 30 hjem i USA. Der er ikke angivet præcist hvor i USA , men formentlig i Massachusetts eller North Carolina. Niveauerne i støv er sammenlignet med koncentrationer tørret af små børns hænder. Undersøgelsen er foretaget i 2012.

Kilde	Koncentration målt i indeklimastøv	Kommentar
	<u>TDCPP i hjemmet:</u> Gns.: 2,73 µg/g Spænd: 0,62 – 13,11 µg/g	TCPP og TDCPP er de to organophosphat flammehæmmere, der blev fundet i de højeste niveauer. TCPP og TDCPP blev identificeret i henholdsvis 97 og 100 % af støvprøverne. Der er noget, der tyder på, at der er en sammenhæng mellem koncentrationen af flammehæmmere i husstøv og koncentrationen af flammehæmmere tørret af hænderne på små børn. Det konkluderes derfor, at husstøv er en betydelig eksponeringsvej for flammehæmmere.

TABEL 27

OVERSIGT OVER INDHOLD AF TCPP OG TDCPP I STØV I INDEKLIMAET. UNDERSØGELSERNE MARKERET MED GRØN BAGGRUND OG TAL MARKERET MED FED ILLUSTRERER DE VÆRDIER, DER ER ANVENDT I EKSPONERINGSBEREGNINGERNE. SPÆNDET ILLUSTRERER MINIMUM OG MAKSIMUM VÆRDI MÅLT.

På baggrund af de koncentrationer, der er identificeret for TCPP og TDCPP i støv blev der udvalgt to værdier for hver flammehæmmer til eksponeringsberegningerne. Disse er gennemsnitsværdi (eller median, hvis gennemsnitsværdien ikke er angivet) og maksimumværdi. I begge tilfælde udvælges worst case værdier, dvs. de højeste identificerede gennemsnitsværdier og de højeste identificerede maksimumværdier. En eksponeringsberegning baseret på maksimumværdien vil kunne sige noget om der kan forekomme en sundhedsmæssig risiko i worst case, dvs. maksimalt målte koncentration. En eksponeringsberegning baseret på gennemsnitsværdien vil være mere realistisk for en høj gennemsnits eksponeringsbetragtning. .. Spørgsmålet er imidlertid om der udelukkende skal anvendes værdier fra boliger eller også fra arbejdspladser eller biler, og om der udelukkende skal vælges europæiske værdier eller også værdier fra USA eller Japan.

Gennemsnits- og maksimumværdierne varierer ikke specielt meget mellem de forskellige verdensdele (New Zealand, Japan, USA og Europa) – ses af værdierne angivet i Tabel 27. Værdierne er samlet i Tabel 28 nedenfor. Der er tale om maksimalt en faktor 50 i forskel på gennemsnitsværdierne for New Zealand (lavest) og Japan (højest). Sammenlignes gennemsnitsværdierne fra USA, Europa og Japan er der kun tale om en faktor 2,5-5,5 afhængig af stoffet mellem Japan (højest) og USA/Europa. Generelt er der ikke den store forskel i niveauer mellem Europa og USA.

Herudover ser det ud til, at der er en forskel på cirka en faktor 10 på niveauer målt i hjemmene sammenlignet med niveauer målt i biler. Niveauerne målt i biler er generelt højest, men det er ikke specielt mange målinger i biler, der er foretaget for disse to flammehæmmere.

Stof	Type værdi	Japan	New Zealand	USA	Europa
TCPP	Højeste gns.	18,7 µg/g (H)	0,35 µg/g (H)	3,32 µg/g (H)	4,82 µg/g (H) 19,0 µg/g (K) 3,1 µg/g (B)
TCPP	Højeste værdi	Ikke angivet	Ikke angivet	140 µg/g (H)	73,7 µg/g (H) 24,4 µg/g (K) 4,3 µg/g (B)
TDCPP	Højeste gns.	4,0 µg/g (H)	0,23 µg/g (H)	4,21 µg/g (H) 6,06 µg/g (K) 12,5 µg/g (B)	10,0 µg/g (H) 17,0 µg/g (K) 130 µg/g (B)
TDCPP	Højeste værdi	Ikke angivet	Ikke angivet	56,09 µg/g (H) 72 µg/g (K) 326 µg/g (B)	6,64 µg/g (H) 56,2 µg/g (K) 620 µg/g (B)

TABEL 28
HØJESTE GENNEMSNITSVÆRDIER OG MAKSIMUMVÆRDIER LISTET I TABEL 27 FORDELT PÅ VERDENSDELE. (H= HJEMMET, K= KONTORER ELLER OFFENTLIGE BYGNINGER OG B = BILER).

Som tidligere nævnt angiver Dodson et al. (2012), at niveauerne af TCPP og TDCPP i Japan generelt er højere end i resten af verden, da Japan hurtigere udfasede/begrænsede brugen af PBDE'er og gik i gang med brugen af alternative flammehæmmere såsom TCPP og TDCPP. Koncentrationerne i Japan kan være et udtryk for et mere udbredt brug af disse flammehæmmere eller et billede af, hvor koncentrationerne i USA og Europa måske er på vej hen, når brugen af TCPP og TDCPP udbredes mere (gamle møbler med gamle nu udfasede flammehæmmere udskiftes). Dette vides dog ikke.

Til eksponeringsberegningerne blev det besluttet at anvende de højeste værdier (gennemsnit og maksimumværdier), der er fundet i hjem eller i kontorer i uanset om det er i amerikanske, japanske

eller europæiske undersøgelser. Årsagen er, at der antages absolut worst case. Der er dog valgt ikke at anvende niveauerne i bilerne – på trods af, at disse generelt ligger noget højere (en faktor 8-10 for TDCPP). Dette skyldes, at dette projekt udelukkende har fokus på boliginteriør og ikke på transportmidler. Det reelle bidrag kan således være lidt større end beregnet i denne rapport, men samtidigt er opholdstiden i biler langt mindre end opholdstiden indendørs generelt.

De valgte værdier er markeret med fed skrift i Tabel 28 og med fed og grøn baggrundsfarve i Tabel 27.

6.4.1.1 Eksposteringsberegninger for indtag af TCPP og TDCPP via støv

Det daglige indtag af TCPP og TDCPP via støv beregnes som beskrevet i afsnit 6.1.1 "Eksposering via støv". Data til beregningerne samt det beregnede daglige indtag af TCPP og TDCPP via støv er angivet i Tabel 29 nedenfor.

Stof	Scenarie	Indtag af støv (g/dag)	Støvkonc. Observeret (µg/g)	BW (kg)	f _{ORAL}	Dagligt indtag (µg/kg lgv/dag)
TCPP	Børn – gns.	0,1	19	10	0,8	0,152
TCPP	Voksne – gns.	0,05	19	60	0,8	0,013
TCPP	Børn – Max	0,1	140	10	0,8	1,120
TCPP	Voksne – Max	0,05	140	60	0,8	0,093
TDCPP	Børn – gns.	0,1	17	10	1	0,170
TDCPP	Voksne – gns.	0,05	17	60	1	0,014
TDCPP	Børn – Max	0,1	72	10	1	0,720
TDCPP	Voksne – Max	0,05	72	60	1	0,060

TABEL 29

DAGLIGE INDTAG AF TCPP OG TDCPP VIA STØV BEREGNET FOR BØRN OG VOKSNE, SAMT FOR GENNEMSNITLIGE KONCENTRATIONER OG MAKSIMALE KONCENTRATIONER

Til sammenligning beregnes i Stapleton et al. (2013) en gennemsnitligt indtag af TCPP på 0,331 µg/dag og et 95 %-percentil indtag af TCPP på 3,66 µg/dag, hvilket svarer til henholdsvis 0,033 og 0,366 µg/kg lgv/dag. Værdierne for TDCPP er tilsvarende 0,273 µg/g (gennemsnit) og 1,043 µg/g (95 %-percentil), hvilket svarer til henholdsvis 0,027 og 0,104 µg/kg lgv/dag. Disse tal er beregnet på baggrund af de værdier, der rent faktisk er målt i klude fra aftørring af børns hænder. Det ses, at værdierne for det daglige indtag af TCPP og TDCPP beregnet i Stapleton et al. (2013) ligger ca. en faktor 3-7 lavere end ovenstående beregnede worst case værdier.

6.4.2 Koncentrationer af TCPP og TDCPP i indeluften

Der er kun identificeret få undersøgelser af TCPP og TDCPP i indeluften. Der er præsenteret maksimumsværdier, da det er disse værdier, der primært er angivet i undersøgelserne. Værdierne anvendt i eksponeringsberegningerne er angivet med fed.

Kilde	Koncentration målt i indeklimaluften	Kommentar
Staaf and Ostman, 2005 (rapporteret i Van der Veen & de Boer, 2012)	<u>TCPP på kontor (computer hall):</u> Max: 1,08 µg/m ³	Artiklen er en opsamling på tidligere undersøgelser. Den maksimalt målte værdi for indhold af TCPP i indeklimaluft er angivet. Der står ikke angivet, hvornår prøven er taget eller i hvilket land, men artiklen er skrevet af svenskere.
Marklund et al., 2005	<u>TCPP i off. bygning:</u> Spænd: 0,014 - 1,1 µg/m ³ <u>TCPP i hjem:</u> Spænd: 0,007 – 0,21 µg/m ³ <u>TDCPP i off. bygning:</u> Spænd: 0,002 - 0,15 µg/m³ <u>TDCPP i hjem:</u> Max: Ikke detekteret	Marklund har foretaget egne målinger af TDCPP i indeluft i to hjem og i 17 forskellige offentlige bygninger i Sverige. Der er ligeledes beskrevet målinger fra tidligere undersøgelser.
European Union Risk Assessment Report, 2008	<u>TCPP:</u> Max: 3,8 µg/m³	I EU RARen for TCPP har de foretaget målinger af luftkoncentrationer for TCPP over tre forskellige madrasser med indhold af TCPP. Der gøres opmærksom på, at målingerne er worst case, da der er anvendt lille prøvevolumen og større mængder skum fra madrasserne. Luftkoncentrationen er målt efter hhv. 1, 2, 3, 5 og 6,5 døgn. Luftkoncentrationen topper generelt ved 3 døgn, hvorefter koncentrationen falder igen. Den angivne værdi dækker over en beregnet værdi i et standardværelse i et hjem, baseret på målingerne efter 6,5 døgn.

TABEL 30
OVERSIGT OVER INDHOLD AF TCPP OG TDCPP I INDELUFT. UNDERSØGELSERNE MARKERET MED GRØN BAGGRUND OG TAL MARKERET MED FED ILLUSTRERER DE VÆRDIER, DER ER ANVENDT I EKSPONERINGSBEREGNINGERNE. SPÆNDET ILLUSTRERER MINIMUM OG MAKSIMUM VÆRDI MÅLT.

Disse målte værdier for indhold af TCPP og TDCPP i indeluften kan sammenlignes med de beregnede maksimale teoretiske koncentrationer af TCPP og TDCPP, som kan forekomme i luften baseret på stoffernes damptryk. Disse er som angivet i kapitel 4.4 "Headspace analyser - afgangning" på 187 µg/m³ for TCPP og 1 µg/m³ for TDCPP. Som det ses, så er målte værdier i indeklimaet for både TCPP og TDCPP væsentligt lavere på henholdsvis 1,1 µg/m³ for TCPP og 0,15 µg/m³ for TDCPP. I EU RARen for TCPP har man foretaget worst case målinger/beregninger for indhold af TCPP i indeluften ved at måle på et lille prøvevolumen over prøver fra madrasser og omregne dette

til en koncentration i et soveværelse. Dette giver således en noget højere koncentration (3 gange højere) end en faktisk målt koncentration i indeluft.

I EU RARen for TDCPP har man anvendt samme beregnede koncentration som for TCPP på de 3,8 µg/m³ for TDCPP (selvom det dog angives, at dette vil være en overestimering), men ifølge damptrykket for TDCPP burde dette ikke være teoretisk muligt. I denne rapport anvendes der derfor det højeste målte niveau af TDCPP på 0,15 µg/m³.

6.4.3 Eksponeringsberegninger for eksponering for TCPP og TDCPP via indånding

Den daglige indånding af TCPP og TDCPP via indeluften beregnes som beskrevet i afsnit 6.1.2. Data til beregningerne samt den beregnede daglige indånding af TCPP og TDCPP via indeluften er angivet i Tabel 31 nedenfor. Der er udelukkende foretaget beregninger på maksimale værdier, da der ikke er identificeret gennemsnitsværdier i litteraturen.

Stof	Scenarie	Mængde luft indåndet (m ³ /dag)	Luftkonc. observeret (µg/m ³)	BW (kg)	f _{RESP}	Dagligt indtag (µg/kg lgv/dag)
TCPP	Børn – Max	5,83	3,8	10	1	2,217
TCPP	Voksne – Max	15	3,8	60	1	0,950
TDCPP	Børn – Max	5,83	0,15	10	1	0,088
TDCPP	Voksne – Max	15	0,15	60	1	0,038

TABEL 31
DAGLIG INDÅNDING AF TCPP OG TDCPP VIA INDELUFTEN BEREGNET FOR BØRN OG VOKSNE FOR MAKSIMALE KONCENTRATIONER

6.5 Eksponeringsberegninger for eksponering for TDCPP og TCPP via dermal kontakt

Der er målt migration af TCEP fra polstring i en armstol (EU RAR, 2008) svarende til 0,217 µg/cm²/time fra polstring indeholdende 8 mg TCEP/cm² (se desuden afsnit 2.5.1). Denne migration svarer til, at 0,003 % TCEP migrerer fra polstringen pr time ((0,217 µg/cm²/time / 8000 µg/cm²)*100 = 0,003 % pr time). Ved antagelse af, at migrationen for TCPP og TDCPP har samme niveau som TCEP vil der ligeledes forekomme en migration på 0,003 % pr time af de to stoffer, der kan overføres på de analyseresultater fundet i denne undersøgelse. I en anden undersøgelse, udarbejdet af den danske Miljøstyrelse, er migrationen af TCEP målt fra en Lamaze Kube bestående af skum, plastik og tekstilag udenom (MST, 2005). Her findes en væsentlig højere migration idet alt det indeholdt TCEP i kublen blev frigivet på 24 timer, hvilket giver en migration på 4,2 % pr time. Det er ikke umiddelbart muligt at sammenligne og identificere evt. metodeforskelle i de to analyser men det vurderes dog, at være mest relevant at anvende den migration, der er målt fra polstring fra en armstol i denne eksponeringsvurdering, da denne migration på bedst måde efterligner scenariet i denne undersøgelse.

Der er målt TCPP og TDCPP i skumdel fra to stole og en kontorstol i dette projekt. Som et worst case scenarie beregnes den dermale eksponering for den stol med det højeste målte indhold i et af de øverste skumlag som var kontorstol nr. 3 (3 lag af skummet). Der er kvantificeret et samlet højere niveau af TCPP og TDCPP i en stol, men ca halvdelen af det fundne stof er fundet i 7 lag i stolen (se i øvrigt Tabel 20), hvorfra det antages at migrationen vil gå væsentlig langsommere end

fra 3 lag i kontorstolen. Der blev kvantificeret hhv. 4601 ppm TCPD og 9043 ppm TDCPD i denne stol, svarende til niveauer på 920 µg/cm² og 1800 µg/cm² (se i øvrigt Tabel 20).

Den tid man dagligt sidder på stolen antages for voksne at være 8 timer svarende til en arbejdsdag fordi det nu er en kontorstol, det højeste indhold er fundet i. For børn antages en kortere periode idet det ikke er realistisk at antage at et 2-3 årigt barn sidder så længe på en stol. Tiden sættes derfor til det halve, nemlig 4 timer, der også må betragtes som et worst case.

Arealet af hud, der er i kontakt med stolen antages for voksne at være 1000 cm², mens et mindre areal på 380 cm² antages for børn (det antages en person i meget korte bukser med end del af lårene og en del af en bar ryg i kontakt med stolen). I sommerperioden er det realistisk at antage, at der vil kunne forekomme direkte kontakt med stolens sæde og baglåret samt evt. noget af underarmen med armstøtten. I vinterperioden ville dette areal formentlig være overestimeret idet man her ikke vil have direkte kontakt mellem lår og stol, men kun en indirekte kontakt gennem tøj.

Kropsvægten for børn og voksne sættes til hhv. 10 og 60 kg. Der tages højde for den dermale absorption af TCPD og TDCPD på hhv. 30 og 40 %.

Stof	Mål-gruppe	Tilgængelig mængde til migration ¹ (µg/cm ²)	Mængde migreret (µg/cm ² /time) ²	Tid (timer/dag)	Areal (cm ²)	Daglig dermal eksponering (µg/kg lgv/dag) ³
TCPD	Børn	920	0,028	4	380	1,68
TCPD	Voksne	920	0,028	8	1000	1,47
TCPD	Børn	1800	0,054	4	380	2,46
TCPD	Voksne	1800	0,054	8	1000	2,16

¹ Den tilgængelige mængde for migration svarer til de kvantitative værdier målt i µg/cm²

² Denne er beregnet på følgende måde:

$1800 \frac{\mu g}{cm^2} \times 0,00003 \text{ pr time} = 0,054 \frac{\mu g}{cm^2} \text{ pr time}$, hvor de 0,00003 svarer til den migrationsprocent, der er fundet for TCEP

³ Denne regnes på følgende måde:

$$\frac{0,054 \frac{\mu g}{cm^2} \text{ pr time} \times 4 \text{ timer/dag} \times 380 \text{ cm}^2}{10 \text{ kg}} \times 0,30 (\text{dermal abs.}) = 2,4624 \frac{\mu g}{kg/dag}$$

TABEL 32
BEREGNING AF DAGLIG DERMAL EKSPONERING FOR STOFFERNE TCPD OG TDCPD

7. Risikovurdering

Formålet er at belyse om brug af flammehæmmere i boliginteriør medfører, at personer eller miljø udsættes for stofferne i en dosis, der er farlig. I de følgende afsnit risikovurderes to flammehæmmere, der er fundet i produkter på det danske marked.

7.1 Metode til risikovurdering - sundhed

Den metode til risikovurdering, som vil blive anvendt i projektet er beskrevet nedenfor. Metoden tager udgangspunkt i REACH Guidance Documents.

7.1.1 Metode til beregning af risiko

Ifølge REACH vejledningen for risikovurdering (ECHA 2012), vurderes det i hvert enkelt tilfælde, om der er tale om en risiko for sundheden ud fra følgende formel, der beregner en risikokarakteriserings ratio (engelsk: Risk Characterisation Ratio, RCR) ved brug af det afledte nuleffekt-niveau (engelsk: Derived No Effect Level, DNEL):

$$RCR = \frac{Exposure (D_{total})}{DNEL}$$

Hvis $RCR > 1$ (dvs. eksponeringen er større end DNEL), er der tale om en uacceptabel risiko. Hvis $RCR < 1$ anses eksponeringen ikke at udgøre en uacceptabel risiko.

For et enkelt stof vil sammenlægning af eksponeringsværdier for forskellige eksponeringsveje fulgt af division med DNEL svare til, at RCR beregnes for forskellige eksponeringsveje og herefter sammenlægges:

$$RCR = \frac{Exposure (D_{total})}{DNEL} = \frac{D_{inh}}{DNEL} + \frac{D_{der}}{DNEL} + \frac{D_{oral}}{DNEL} =$$

$$RCR = RCR_{inh} + RCR_{der} + RCR_{oral}$$

Med det formål at kunne sammenligne forskellige eksponeringskilders bidrag til en samlet RCR for et stof, er der i dette projekt foretaget beregninger af RCR fra forskellige eksponeringsveje, og disse RCR-værdier er for hver flammehæmmer lagt sammen til en RCR_{total} .

7.2 Metode til risikovurdering – miljø

Risikoen (R) for miljøet kan udtrykkes ved at beregne forholdet mellem den forventede miljøkoncentration (Predicted Environmental Concentration: PEC) og den forventede nul effekt koncentrationen (Predicted No Effect Concentration: PNEC):

$$R = \frac{PEC}{PNEC}$$

Hvor en $R > 1$ indikerer, at en risiko for miljøet ikke kan udelukkes, hvorimod en $R < 1$ indikerer, at der ikke forventes en risiko.

PEC er resultatet af en eksponeringsberegning, der baseres på emissions rater, transport i miljøet så vel som informationer om stoffets fordeling i miljøet og nedbrydning.

PNEC beregnes ud fra resultater fra akutte og kroniske tests (EC50/NOEC/EC10-værdier), hvor den laveste værdi divideres med en usikkerhedsfaktor. Usikkerhedsfaktoren har til formål at kompensere for usikkerheden i ekstrapolationen fra resultaterne fra laboratoriestudier, med relativt få arter, til en PNEC-værdi, der repræsenterer et miljø (f.eks. ferskvand eller marine områder) med et alsidigt udvalg af taksonomiske grupper og organismer. Størrelsen af den anvendte usikkerhedsfaktor afhænger således af antallet af tilgængelige studier, antallet af taxonomiske grupper som studierne dækker over, samt tilgængeligheden af kroniske studier (ECHA, 2008).

7.3 Sundhed

Den daglige eksponering beregnet i kapitel 6 sættes i forhold til DNEL-værdierne for at vurdere om der er tale om en sundhedsmæssig risiko. Hvis $RCR > 1$ (dvs. eksponeringen er større end DNEL), er der tale om en uacceptabel forøget risiko.

Den daglige eksponering kan beregnes som eksponering fra indtag, indånding og dermalt optag. Den daglige eksponering for indtag, indånding og dermalt optag, samt den samlede daglige eksponering og de tilhørende RCR-værdier er præsenteret i tabellerne nedenfor.

Stof	Scenarie	Daglig eksp. ($\mu\text{g/kg lgv/dag}$)	DNEL	RCR
TCPP	Børn – gns. indtag	0,152	70	0,0022
TCPP	Voksne – gns. indtag	0,013	70	0,0002
TCPP	Børn – Max indtag	1,120	70	0,0160
TCPP	Voksne – Max indtag	0,093	70	0,0013
TDCPP	Børn – gns. indtag	0,170	5	0,0340
TDCPP	Voksne – gns. indtag	0,014	5	0,0028
TDCPP	Børn – Max indtag	0,720	5	0,1440
TDCPP	Voksne – Max indtag	0,060	5	0,0120

TABEL 33
DAGLIG EKSPONERING VIA INDTAG AF STØV FOR TCPP OG TDCPP, SAMT BEREGBNEDE RCR-VÆRDIER

Stof	Scenarie	Daglig eksp. ($\mu\text{g/kg lgv/dag}$)	DNEL	RCR
TCPP	Børn	2,2167	70	0,0317
TCPP	Voksne	0,95	70	0,0136
TDCPP	Børn	0,0875	5	0,0175
TDCPP	Voksne	0,0375	5	0,0075

TABEL 34
DAGLIG EKSPONERING VIA INDÅNDING FOR TCPP OG TDCPP, SAMT BEREGBNEDE RCR-VÆRDIER

Stof	Scenarie	Daglig eksp. (µg/kg lgv/dag)	DNEL	RCR
TCPP	Børn	1,68	70	0,024
TCPP	Voksne	1,47	70	0,021
TDCPP	Børn	2,46	5	0,49
TDCPP	Voksne	2,16	5	0,43

TABEL 35
DAGLIG EKSPONERING VIA DERMAL EKSPONERING FOR TCPP OG TDCPP, SAMT BEREGNEDE RCR-VÆRDIER

Den samlede eksponering og de deraf udregnede RCR værdier er angivet i Tabel 36 (for maksimum værdierne for støvindtagelsen) og i Tabel 37 (for gennemsnitsværdierne for støvindtagelsen).

Stof	Scenarie	Daglig samlede eksponering (µg/kg lgv/dag)	DNEL	RCR
TCPP	Børn	5,015	70	0,07
TCPP	Voksne	2,515	70	0,04
TDCPP	Børn	3,270	5	0,65
TDCPP	Voksne	2,258	5	0,45

TABEL 36
DEN SAMLEDE DAGLIGE EKSPONERING FOR HHV. BØRN OG VOKSNE EKSPONERET FOR TCPP OG TDCPP, SAMT BEREGNEDE RCR-VÆRDIER. HER ER BEREGNINGERNE INKLS. DE MAKSIMALE KONCENTRATIONER FUNDET FOR TCPP OG TDCPP I STØV

Stof	Scenarie	Daglig samlede eksponering (µg/kg lgv/dag)	DNEL	RCR
TCPP	Børn	4,047	70	0,06
TCPP	Voksne	2,435	70	0,03
TDCPP	Børn	2,720	5	0,54
TDCPP	Voksne	2,212	5	0,44

TABEL 37
DEN SAMLEDE DAGLIGE EKSPONERING FOR HHV. BØRN OG VOKSNE EKSPONERET FOR TCPP OG TDCPP, SAMT BEREGNEDE RCR-VÆRDIER. HER ER BEREGNINGERNE INKLS. DE GENNEMSITLIGE KONCENTRATIONER FUNDET FOR TCPP OG TDCPP I STØV

I Tabel 38 er alle beregnede RCR værdier angivet, men udelukkende for de maksimale værdier (dvs. for de maksimale værdier for støv).

Stof	Scenarie	RCR _{STØV}	RCR _{INDÅND}	RCR _{DERMAL}	RCR _{SAMLET}
TCPP	Børn	0,0160	0,0317	0,024	0,07
TCPP	Voksne	0,0013	0,0136	0,021	0,04
TDCPP	Børn	0,1440	0,0175	0,493	0,65
TDCPP	Voksne	0,0120	0,0075	0,432	0,45

TABEL 38

DE ENKELTE BIDRAG TIL DEN SAMLEDE RCR FOR HHV. BØRN OG VOKSNES EKSPONERET FOR TCPP OG TDCPP. HER ER BEREKNINGERNE INKLS. DE MAKSIMALE KONCENTRATIONER FUNDET FOR TCPP OG TDCPP I STØV.

Det største bidrag til den samlede RCR fås fra den dermale eksponering på nær for børns eksponering for TCPP (hvor indånding ved worst case konc i luften er fundet højere), og for voksne bidrager dermal eksponering for begge stoffer med mere end 50 % af det samlede bidrag til RCR. Generelt gælder, at for TCPP er bidraget fra de tre eksponeringsveje mere jævnt fordelt mellem eksponeringsvejene end man ser for TDCPP, hvor den dermale eksponering har størst betydning (se tabel 38).

Det skal bemærkes, at den dermale eksponering er den mest usikre vurdering og måske den beregning, der er baseret på de største worst case betingelser. For det første er migrationen ikke kendt for hverken TCPP og TDCPP, og der er antaget samme migration som er set for TCEP. Dette er selvfølgelig en antagelse, men der dog er tale om lignende kemiske stoffer. Migrationen for TCEP er derimod en migration, der er målt for polstringen af en armstol og det vides ikke om opbygningen af denne armstol er tilsvarende opbygningen af den kontorstol (KS1), der er anvendt til worst case beregningerne i denne rapport. I kontorstolen (KS1) er der kun målt TCPP og TDCPP i lag 3, og de første to lag består af et tekstillag (yderst (lag 1)) og endnu et skumlag (lag 2). Det er således absolut worst case betragtninger, der er foretaget ved beregninger for dermal eksponering, idet det antages, at flammehæmmerne migrerer ud gennem først endnu et skumlag og det yderste tekstillag før eksponering kan forekomme.

Da migrationen fra et skumlag og den dermale eksponering vurderes af betydning for en nøjagtigere vurdering af risiko ville det pga af usikkerhederne ved den skitserede beregning være nødvendigt med mere præcise eksperimentelle værdier på dette område. (Dette kan være årsagen til, at RCR for den dermale eksponering i stort set alle tilfælde bidrager mest til den samlede RCR-værdi)

RCR-værdien for indånding for TCPP udgør også en væsentlig del af den samlede RCR-værdi. Her skal det bemærkes, at der er anvendt en worst case beregnet TCPP koncentration ud fra nogle luftkammeranalyser. Her er der således ikke tale om faktisk målte koncentrationer i indeluften i et hjem. Eksponeringsbidraget herfra er derfor sandsynligvis også overvurderet.

Stof	Scenarie	RCR _{STØV}	RCR _{INDÅND}	RCR _{DERMAL}
TCPP	Børn	22 %	44 %	34 %
TCPP	Voksne	3,6 %	37,9 %	58,5 %
TDCPP	Børn	22 %	2,7 %	75,3 %
TDCPP	Voksne	2,7 %	1,7 %	95,7 %

TABEL 39

DE ENKELTE BIDRAG TIL DEN SAMLEDE RCR I % FOR HHV, BØRN OG VOKSNES EKSPONERET FOR TCPP OG TDCPP. HER ER BEREKNINGERNE INKLS. DE MAKSIMALE KONCENTRATIONER FUNDET FOR TCPP OG TDCPP I STØV.

Hvis RCR er under 1 anses eksponeringen ikke for at udgøre en uacceptabel risiko. Som det ses i Tabel 38 er RCR mindre end 1 for eksponering for TCPP og TDCPP i de opstillede worst case scenarier for både børn og voksne, hvilket indikerer, at der ikke er forbundet risiko ved eksponering for flammehæmmere i møbler. Eksponeringsvurderingerne har inkluderet data på støvkoncentrationer af de to stoffer generelt, og disse data er derfor ikke udelukkende baseret på eksponering for flammehæmmere i skumdele i møbler, men kan også stamme fra andre kilder. Den største RCR opnås for 2-3 årige børn og for stoffet TDCPP, der har en lavere DNEL værdi end TCPP. RCR værdien på 0,65 og anses imidlertid ikke at give anledning til en uacceptabel.

7.4 Miljø

De fundne PNEC værdier for hhv. TCPP og TDCPP er rapporteret dels i afsnit **Fejl! Bogmærke er ikke defineret.** og dels nedenfor i Tabel 40 og Tabel 41, hvor også den predikterede miljøkoncentration (PEC) er angivet. Disse data stammer for begge stoffer på data oplyst i EU risikovurderingen (EU RAR, 2008a; 2008b).

Miljø	PNEC	PEC	PEC/PNEC forhold
Ferskvand	0,64 mg/l	Op til 0,245 mg/l	0,383
Marint (ekstrapolation fra ferskvand)	0,064 mg/l	0,002 mg/l	0,024
Jord	1,5 mg/kg vådvægt	0,305 mg/kg	0,203
Spildeanlæg mikroorganismer	0,784 mg/l	0,244 mg/l	0,312

TABEL 40
DE BEREGNEDE PNEC (PREDICTED NO EFFECT CONCENTRATION) VÆRIDER FOR HHV TCPP OG TDCPP.

Miljø	PNEC	PEC	PEC/PNEC forhold
Ferskvand	0,01 mg/l	0,00184 mg/l	0,184
Marint (ekstrapolation fra ferskvand)	0,001 mg/l	0,000102 mg/l	0,102
Jord	0,29 mg/kg vådvægt	0,0631 mg/kg	0,219
Spildeanlæg - mikroorganismer	> 10 mg/l	0,41 mg/l	0,041

TABEL 41
DE BEREGNEDE PNEC (PREDICTED NO EFFECT CONCENTRATION) VÆRIDER FOR HHV TCPP OG TDCPP.

For alle delmiljøer beregnes et PEC/PNEC forhold mindre end 1 for både TCPP og TDCPP, hvilket indikerer, at TCPP og TDCPP udgør en lav risiko for miljøet. I EU risikovurderingsrapporten for TDCPP er der for enkelte fortrolige data, oplyst højere PEC niveauer end angivet i Tabel 41 som ville medføre en RCR over 1. Disse er ikke medtaget her, da der for disse data i EU risikovurderingsrapporten er vurderet, at de repræsenterer et datasæt som efter information fra industrien ikke længere er relevant.

TCPP og TDCPP anses for at opfylde kriteriet som persistent (P) eller potentielt meget persistent (vP), men de opfylder ikke kriteriet for bioakkumulering (B), og kriteriet for toksicitet (T) er heller ikke opfyldt. TCPP og TDCPP kan således ikke betragtes som PBT stoffer.

Baseret på den her anvendte metode og de tilgængelige data for toksicitet og eksponering for de to stoffer vurderes det, at TCPP og TDCPP ikke udgør nogen risiko for miljøet.

8. Konklusion

På baggrund af denne kortlægning og undersøgelse af boliginteriør på det danske marked konkluderes det, at der umiddelbart ikke er fundet en risiko for danske forbrugere i forbindelse med udsættelse for evt. flammehæmmere i produkterne. Det skal dog pointeres, at der her kun er undersøgt et lille udsnit af produkter på markedet, og derfor ikke kan udelukke, at der findes andre produkter på det danske marked, der kan indeholde flammehæmmere i højere mængder.

I modsætning til, hvad man fx har set i undersøgelser fra USA, hvor 80 % af de undersøgte møbler indeholdt flammehæmmere, giver denne undersøgelse en indikation af, at en mindre procentdel af møbler på det danske marked indeholder flammehæmmere. Dette baseres dels på analyserne, hvor 50 % af de undersøgte møbler (stole og kontorstole) indeholdt flammehæmmer; dels kontakten til industrien, der gav indtryk af, at dansk producerede møbler udelukkende til det danske marked ikke tilsættes flammehæmmer. Derudover har denne undersøgelse også indikeret, at brugen af de skadelige bromerede flammehæmmere i boliginteriør på det danske marked måske ikke er så stort et problem som frygtet, idet der ikke er fundet brom i nogle af de analyserede 15 produkter, men igen skal det pointeres, at undersøgelsen er baseret på et lille udsnit af alle boliginteriør produkter på markedet.

Referencer

Ali et al., 2012. A. N. Ali, A. C. Dirtu, N. V. d. Eede, E. Goosey, S. Harrad, H. Neels, A.'t Mannetje, J. Coakley, J. Douwes, A. Covaci (2012). "Occurrence of alternative flame retardants in indoor dust from New Zealand: Indoor sources and human exposure assessment. Chemosphere 88 (2012): 1276-1282.

ANEC/BEUC (2012). Flame retardants TCEP should be banned from all toys. X/2012/011-20/02/12 ANEC-CHILD-2012-G-004final. <http://www.anec.eu/attachments/ANEC-CHILD-2012-G-004final.pdf>

Ansi, 2012. "Ansi. Standards Action. Vol. 43, #30". July 27, 2012.
http://publicaa.ansi.org/sites/apdl/Documents/Standards%20Action/2012_PDFs/SAV4330.pdf

Arcadis, 2011. "Identification and evaluation of data on flame retardants in consumer products – Final report", Arcadis Belgium, 2011. Project number 11/005409. European Commission, DG Health and Consumers.

B6 Gruppen. <http://furniture.b6.dk/produkter/-skum-til-moebler.html> (besøgt 11/12-12).

Betts, 2013. Kellyn S. Betts (2013). "Flame retardants. Exposure to TDCPP Appears Widespread". Environmental Health Perspectives 121(5): A150. May 2013.

BR10, 2011. "Bygningsreglementet 29.08.2011". <http://www.bygningsreglementet.dk/br10/0/42>

Brommer et al., 2012. S. Brommer, S. Harrad, N. Van den Eede, A. Covaci. "Concentrations of organophosphate esters and brominated flame retardants in German indoor dust samples". Journal of Environmental Monitoring 14 (2012); 2482-2487.

Burnblock, 2012. <http://www.burnblock.com/da/Produkt-info/produkt-beskrivelse.html> (besøgt 27/9-12).

Carignan et al., 2013. C. C. Carignan, M. D. McClean, E. M. Cooper, D. J. Watkins, A. J. Fraser, W. Heiger-Bernays, H. M. Stapleton, T. F. Webster. "Predictors of tris(1,3-dichloro-2-propyl) phosphate metabolite in the urine of office workers. Environment International 55 (2013); 56-61.

Cefic, 2012; http://www.cefic-efra.com/index.php?option=com_content&view=article&id=370&Itemid=273

Csiro, 2012. <http://www.csiro.au/files/files/p9z9.pdf> (besøgt 4/10-12).

Dodson et al., 2012. R. E. Dodson, L. J. Perovich, A. Covaci, N. Van den Eede, A. C. Ionas, A. C. Dirtu, J. G. Brody, R. A. Rudel. "After the PBDE Phase-Out: A Broad Suite of Flame Retardants in Repeat House Dust Samples from California". Environmental Science & Technology 46 (2012); 13056-13066.

Energistyrelsen, 2012. "Eksempelsamling om brandsikring af byggeri 2012". Klima-, Energi- og Bygningsministeriet. Energistyrelsen.

ECHA, 2008. Guidance on information requirements and chemical safety assessment, Chapter R.10: Characterisation of dose [concentration]-response for environment

ECHA, 2012a Guidance on information requirements and chemical safety assessment Chapter R.15: Consumer exposure estimation
(http://echa.europa.eu/documents/10162/13632/information_requirements_r15_en.pdf)

ECHA, 2012b Guidance on information requirements and chemical safety assessment Chapter R.17: Estimation of exposure from articles
(http://echa.europa.eu/documents/10162/13632/information_requirements_r17_en.pdf)

ECHA, 2012. C&L Inventory; <http://echa.europa.eu/web/guest/information-on-chemicals/cl-inventory-database>

European Union Risk Assessment Report, 2008a. Tris(2-chloro-1-methylethyl)phosphate, TCPP. Tilgængelig fra:
http://esis.jrc.ec.europa.eu/doc/risk_assessment/REPORT/tcppreport425.pdf

European Union Risk Assessment Report, 2008b. Tris(2-chloro-1-(chloromethyl)ethylphosphate, TDCP. Tilgængelig fra:
http://esis.jrc.ec.europa.eu/doc/risk_assessment/REPORT/tdcpreport426.pdf

European Union Risk Assessment Report, 2009. Tris(2-chloroethyl)phosphate, TCEP. Tilgængelig fra: http://esis.jrc.ec.europa.eu/doc/risk_assessment/REPORT/tcepreport068.pdf

FIRA, 2011. "Fire safety of furniture and furnishings in the home. A Guide to the UK Regulations."
http://www.bfm.org.uk/images/membersareadocs/word_documents/fira-flammability-guide-%20home.pdf

HSDB. (2006). "Zirconium compounds", tilgængelig fra <http://toxnet.nlm.nih.gov/>

IMS, 2011. "Flammehæmmere". Artikel på Informationscenter for Miljø & Sundheds hjemmeside, 30. november 2011. <http://www.forbrugerkemi.dk/nyheder/din-personlige-pleje/kemi-info/funktion/flammehaemmere>

Indeklimamærket, 2005. "Indeklimamærket. Introduktion til principperne bag Indeklimamærkningen", Dansk Selskab for Indeklima. 3. udgave, december 2005.
<http://www.teknologisk.dk/specialister/253,6>

KBE, 2012. <http://www.kbe.dk/> (besøgt 5 og 6/12-12).

Kommissionens Beslutning 567, 2009. "Kommissionens Beslutning af 9. juli 2009 om opstilling af miljøkriterier for tildeling af Fællesskabets miljømærke til tekstilprodukter", 2009/567/EF.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:197:0070:0086:DA:PDF>

LOV nr. 1262 af 16/12/2009. "Lov om produktsikkerhed". Produktsikkerhedsloven.
<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=129114>

Marklund et al., 2005. "Levels and Sources of Organophosphorus Flame Retardants and Plasticizers in Indoor and Outdoor Environments". A. Marklund.

Meeker et al., 2013. J. D. Meeker, E. M. Cooper, H. M. Stapleton, R. Hauser. "Urinary Metabolites of Organophosphate Flame Retardants: Temporal Variability and Correlations with House Dust Concentrations". *Environmental Health Perspectives* May 2013, Vol. 121 (5); 580-585.

Miljøstyrelsen (2009). "2-åriges udsættelse for kemiske stoffer". K. Tønning, Jacobsen, E., Pedersen, E., Strange, M., Poulsen, P. B., Møller, L., Buchardt Boyd, H., Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter. 103.

Miljøstyrelsen (2005). Uddrag af endnu ikke offentliggjort rapport om smags- og duftstoffer i legetøj til børn

Miljøstyrelsen (2012). "Gravide forbrugerers udsættelse for mistænkte hormonforstyrrende stoffer". D. N. Andersen, L. Møller, H. B. Boyd, J. Boberg, M. A. Petersen, S. Christiansen, U. Hass, P. B. Poulsen, M. Strandesen, D. Bach. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter, 117.

Nordisk Miljømærkning, 2012. "Svanemærkning av Tekstiler, skinn og lær. Høringsudkast til Versjon 4.0. 27. mars 2012. Nordisk Miljømærkning.

Oeko-Tex 1000, 2012. "Oeko-Tex Standard 1000 Standard". Edition 01/2012. https://www.oeko-tex.com/media/init_data/downloads/std1000_en.pdf

Plastindustrien, 2006. Materialeinformationsblad, POLYURETHAN-PLAST & POLYURETHAN-ELASTOMERE. PLASTINDUSTRIEN i Danmark, Sektionen for Polyurethanplast, August 2006.

Poulsen et al., 2011. "Kortlægning af kemiske stoffer i tekstiler". PB. Poulsen, A Schmidt, KD Nielsen – FORCE Technology, Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter nr. 113, 2011.

Rudel et al., 2003. R. A. Rudel, D. E. Camann, J. D. Spengler, L. R. Korn and J. G. Brody (2003). "Phthalates, alkylphenols, pesticides, polybrominated diphenyl ethers, and other endocrine-disrupting compounds in indoor air and dust". *Environmental Science & Technology* 37(20): 4543-4553.

SCHER, 2012. Opinion on tris(2-chloroethyl)phosphate (TCEP) in Toys. Scientific Committee on Health and Environmental Risks, SCHER. 22 March 2012.

Skandinavisk Skum, 2012. [http://www.skandinavisk-skum.dk/\(besøgt 5 og 6/12-12\)](http://www.skandinavisk-skum.dk/(besøgt 5 og 6/12-12)).

S-ms, 2012. [http://www.s-ms.dk/\(besøgt 5 og 6/12-12\)](http://www.s-ms.dk/(besøgt 5 og 6/12-12)).

Stapleton et al., 2009. H. M. Stapleton, S. Klosterhaus, S. Eagle, J. Fuh, J. D. Meeker, A. Blum, T. F. Webster. "Detection of Organophosphate Flame Retardants in Furniture Foam and U.S. House Dust". *Environ. Sci. Technol.* (2009), 43 (19); 7490-7495.

Stapleton et al., 2011. H. M. Stapleton, S. Klosterhaus, A. Keller, P. L. Ferguson, S. van Bergen, E. Cooper, T. F. Webster, A. Blum. "Identification of Flame Retardants in Polyurethane Foam Collected from Baby Products". *Environ. Sci. Technol.* (2011) 45; 5323-5331.

Stapleton et al., 2012. H. M. Stapleton, S. Sharma, G. Getzinger, P. L. Ferguson, M. Gabriel, T. F. Webster, A. Blum. "Novel and High Volume Use Flame Retardants in US Couches Reflective of the 2005 PentaBDE Phase Out". *Environ. Sci. Technol.* (2012) 46; 13432-13439.

Stapleton *et al*, 2012. Novel and high volume use flame retardants in US couches reflective of the 2005 pentaBDR phase out

Stapleton et al., 2013. H. M. Stapleton, J. Misenheimer, T. F. Webster (2013). "Toddlers Exposure to PentaBDE Replacements from Indoor Dust and Hand to Mouth Contact".

Tænk, 2012. Personlig kommunikation med Gitte Sørensen, Forbrugerrådet 2-5. november 2012 vedr. testresultater af klor og brom holdige flammehæmmere i autostole.

Van den Eede et al., 2011. N. Van den Eede, A. C. Dirtu, H. Neels, A. Covaci. "Analytical developments and preliminary assessment of human exposure to organophosphate flame retardants from indoor dust". *Environmental International* 37 (2011); 454-461.

Van der Veen & de Boer, 2012. I. van der Veen, J. de Boer. "Phosphorus flame retardants: Properties, production, environmental occurrence, toxicity and analysis". *Chemosphere* 88 (2012); 1119-1153.

Bilag 1: Spørgeskema til brug i kortlægningen

Standard e-mail til udsendelse/indhentning af oplysninger omkring flammehæmmere

Kære xxx

(Som lovet over telefonen sender jeg hermed nærmere oplysninger om vores projekt for Miljøstyrelsen, samt de spørgsmål vi er interesserede i at få svar på).

DHI og FORCE Technology samarbejder om at udarbejde et projekt for Miljøstyrelsen kaldet "Kortlægning og sundheds- og miljøvurdering af flammehæmmere i tekstiler". Formålet med projektet er at kortlægge i hvilke typer af forbrugerprodukter (boliginteriør af tekstil), der anvendes flammehæmmere på det danske marked, samt kortlægge hvilken type af flammehæmmere, der anvendes. På baggrund af kortlægningen udvælges i samarbejde med Miljøstyrelsen et antal produkter, der analyseres for indhold af visse typer af flammehæmmere. På baggrund af disse kemiske analyser foretages til slut i projektet en miljø- og sundhedsmæssig vurdering af indholdet af flammehæmmere.

I den forbindelse håber vi, at I kan være behjælpelig med oplysninger omkring Jeres egne produkter samt viden om området generelt.

Alle oplysninger vil blive behandlet fortroligt, men vi vil meget gerne have lov til at anvende de oplysninger I sender i en anonymiseret form i vores endelige rapport til Miljøstyrelsen, der vil blive offentliggjort tidligst i maj 2013.

Nedenfor er angivet de spørgsmål vi meget gerne vil have svar på. Spørgsmålene er angivet på engelsk, hvis I skulle have brug for at sende dem videre til eventuelle leverandører.

Vi håber på, at det er muligt at give os et svar på disse spørgsmål senest den 17. september.

På forhånd tak for hjælpen!

Questions concerning the use of flame retardants in textile products on the Danish market

DHI and FORCE Technology are in cooperation preparing an investigation on the use of flame retardants in textiles in consumer products on the Danish market for the Danish EPA. For this reason we are interested in the following information concerning your products:

1. Which type of interior design products (containing textiles) that you produce or sell contains flame retardants? E.g. curtains, furniture, carpets, mattresses etc.
2. Could you please list
 - a. The type of products you sell/produce
 - b. The type of flame retardants used (preferably by CAS No.) in the different products
 - c. The concentration of flame retardants (or e.g. a maximum concentration used) in the different products
 - d. A description of how the flame retardant is used in the different products
 - E.g. only on the surface of the couch and not in the padding or similar description
 - E.g. incorporated in the textile fibers or added to the fabric afterwards (reactive or added flame retardants)

- e. A description of when in the production process the flame retardants are added to the products (e.g. in the production of the textile fibers or in the production of the furniture)
- 3. Are the products you sell subject to certain demands on fire resistant properties through standards, legislation etc.? If so, could you please specify the exact standard and/or legislation? And if so, could you please specify if the demands are valid for Denmark only or other countries as well?
- 4. Do you have any suggestions with regard to whom we may benefit from contacting in search for information on this area? E.g. producers of flame retarded fibers, your competitors on this area etc.
- 5. Do you have knowledge about alternative flame retardants or alternatives to the use of flame retardants?

Thank you very much for your help!

Bilag 2: Kontaktede virksomheder i forbindelse med kortlægningen

Kortlægningen omfatter følgende virksomheder, der er leverandører eller producenter af **tæpper**:

- Interface
- Bentzon Carpets ApS
- Danfloor A/S
- Egetæpper
- Fletco Carpet Tiles A/S
- Garant (Inbogulve)
- Hammer Tæpper A/S
- HC Tæpper A/S
- Kilroy indbo A/S
- Meltex A/S
- Migadan A/S
- Tæppeland
- Foamtex

Kortlægningen omfatter følgende virksomheder, der er leverandører eller producenter af **gardiner**:

- Avant Gardiner
- Ado Nordic A/S
- Acrimo
- Andreas Hansen
- BOTEX - BIS Amba
- Faber
- Gardin Lis ApS
- GardinShopp.dk
- Gardin Jensen
- J.O. Gardiner
- Kim's Gardiner
- MIGA Gardiner
- Nye gardiner
- Pagunette A/S
- Sega A/S
- Uniggardin Aps.
- Velux Gardinshop (Velux Danmark A/S)

Kortlægningen omfatter følgende virksomheder, der er leverandører eller producenter af **møbler** (herunder senge og madrasser):

- Actona
- Auping (Royal Auping)
- Biva
- BoConcept A/S
- Bramming Plast
- Cahetu
- Carl Thøgersen og Jensen
- Concetto
- Daels Bolighus
- Danbo Møbler
- Drømmeland A/S
- Eilersen A/S
- Erik Jørgensen Møbelfabrik A/S
- Erling Christensen Møbler A/S

- Espe Møbler ApS
- Fritz Hansen A/S
- Garant Møbler
- Getama Danmark A/S
- Hansen Møbler A/S
- HJORT KNUDSEN A/S
- Idé Møbler
- IKEA
- Ilva
- Innovation
- Interstil A/S
- In2house Amba
- Jens Lyngsøe Interieur A/S
- Jysk Skum
- Jysk
- K. Balling Engelsen
- My Home
- Møbelhuset1
- Møbelkæden
- Raun A/S
- SAXO Living A/S
- Scandisleep
- Skandinavisk Skumindustri
- Skippers Møbler, Durup A/S
- Skum og madras Specialisterne ApS
- Smag & Behag
- Softline
- Stouby Furniture A/S

Kortlægningen omfatter følgende virksomheder, der er leverandører eller producenter af **tekstil til**

boliginteriør:

- Almedahls
- Artex
- Ciba-Geigy
- Danish art weaving
- Drapilux
- Dupont
- Ellerbæk A/S
- Gabriel
- Green-Tex A/S
- Hoie
- Hoechst
- Hunter Douglas
- J&M
- Industrial Textiles A/S
- Kemotextil A/S
- Kvadrat A/S
- OBA AG
- Roocci Curtains
- Trevira
- Wellmann

Bilag 3: Samtlige XRF-resultater

I dette bilag er samtlige XRF-resultater præsenteret for de 15 produkter og i alt 59 delprøver (lag). Følgende produkter er analyseret:

- 3 kontorstole
 - KS1 – 3 lag
 - KS2 – 3 lag
 - KS3 – 4 lag
- 8 madrasser
 - M1 – 4 lag
 - M2 – 4 lag
 - M3 – 2 lag
 - M4 – 2 lag
 - M5 – 3 lag
 - M6 – 3 lag
 - M7 – 1 lag
 - M8 – 2 lag
- 3 stole/lænestole
 - S1 – 4 lag, men lag 1 har en lys og en mørk side, der er røntgenanalyseret hver for sig
 - S2 – 8 lag
 - S3 – 11 lag
- 1 plaid
 - P1 – 2 lag, men begge lag har to forskellige slags stof på hver side, hvorfor hver side af lagene er røntgenanalyseret for sig

Alle 59 delprøver er præsenteret på de efterfølgende 59 sider.

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6333	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	KS1 lag 1	Prøvevægt (g):	2,619
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 40 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,066 %
12	Mg	Magnesium	< 0,015 %
13	Al	Aluminum	0,32 %
14	Si	Silicon	0,21 %
15	P	Phosphorus	0,00 %
16	S	Sulfur	0,28 %
17	Cl	Chlorine	0,33 %
19	K	Potassium	< 0,0064 %
20	Ca	Calcium	0,09 %
22	Ti	Titanium	0,48 %
23	V	Vanadium	0,01 %
24	Cr	Chromium	< 0,00038 %
25	Mn	Manganese	< 0,00022 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	1,90 µg/g
28	Ni	Nickel	42,70 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,3 µg/g
30	Zn	Zinc	0,90 µg/g
31	Ga	Gallium	1,30 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,2 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,3 µg/g
34	Se	Selenium	0,50 µg/g
35	Br	Bromine	24,00 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,40 µg/g
38	Sr	Strontium	1,10 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 2,7 µg/g
41	Nb	Niobium	< 2,6 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 2,0 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,1 µg/g
48	Cd	Cadmium	< 0,9 µg/g
49	In	Indium	< 1,0 µg/g
50	Sn	Tin	1,10 µg/g
51	Sb	Antimony	61,90 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,1 µg/g
53	I	Iodine	< 3,8 µg/g
55	Cs	Cesium	< 5,7 µg/g
56	Ba	Barium	< 9,5 µg/g
57	La	Lanthanum	< 13 µg/g
58	Ce	Cerium	< 18 µg/g
74	W	Tungsten	< 2,3 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,4 µg/g
81	Tl	Thallium	0,40 µg/g
82	Pb	Lead	1,50 µg/g
83	Bi	Bismuth	0,60 µg/g
90	Th	Thorium	1,00 µg/g
92	U	Uranium	< 3,2 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6334	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	KS1 lag 2	Prøvevægt (g):	1,812
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 45 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	0,20 %
12	Mg	Magnesium	0,35 %
13	Al	Aluminum	0,67 %
14	Si	Silicon	1,29 %
15	P	Phosphorus	0,19 %
16	S	Sulfur	1,78 %
17	Cl	Chlorine	0,99 %
19	K	Potassium	< 0,014 %
20	Ca	Calcium	15,99 %
22	Ti	Titanium	0,27 %
23	V	Vanadium	< 0,0079 %
24	Cr	Chromium	< 0,0054 %
25	Mn	Manganese	0,03 %
26	Fe	Iron	< 0,00022 %
27	Co	Cobalt	3,80 µg/g
28	Ni	Nickel	48,30 µg/g
29	Cu	Copper	< 1,0 µg/g
30	Zn	Zinc	27,70 µg/g
31	Ga	Gallium	3,60 µg/g
32	Ge	Germanium	1,00 µg/g
33	As	Arsenic	2,20 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,4 µg/g
35	Br	Bromine	1,00 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,40 µg/g
38	Sr	Strontium	463,50 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,4 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 15 µg/g
41	Nb	Niobium	< 6,2 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 5,4 µg/g
47	Ag	Silver	< 3,0 µg/g
48	Cd	Cadmium	5,90 µg/g
49	In	Indium	< 3,0 µg/g
50	Sn	Tin	68,40 µg/g
51	Sb	Antimony	< 3,1 µg/g
52	Te	Tellurium	< 4,6 µg/g
53	I	Iodine	< 10 µg/g
55	Cs	Cesium	68,40 µg/g
56	Ba	Barium	9.677,00 µg/g
57	La	Lanthanum	< 16 µg/g
58	Ce	Cerium	< 19 µg/g
74	W	Tungsten	< 5,1 µg/g
80	Hg	Mercury	< 1,1 µg/g
81	Tl	Thallium	< 0,9 µg/g
82	Pb	Lead	17,00 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,9 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,6 µg/g
92	U	Uranium	< 16 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6335	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	KS1 lag 3	Prøvevægt (g):	9,947
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 45 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	1,53 %
12	Mg	Magnesium	0,35 %
13	Al	Aluminum	0,61 %
14	Si	Silicon	1,18 %
15	P	Phosphorus	0,88 %
16	S	Sulfur	0,20 %
17	Cl	Chlorine	5,21 %
19	K	Potassium	< 0,011 %
20	Ca	Calcium	15,17 %
22	Ti	Titanium	0,09 %
23	V	Vanadium	< 0,0025 %
24	Cr	Chromium	< 0,0016 %
25	Mn	Manganese	0,01 %
26	Fe	Iron	0,06 %
27	Co	Cobalt	5,60 µg/g
28	Ni	Nickel	35,90 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,8 µg/g
30	Zn	Zinc	6,40 µg/g
31	Ga	Gallium	2,20 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,5 µg/g
33	As	Arsenic	0,30 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,3 µg/g
35	Br	Bromine	23,70 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,60 µg/g
38	Sr	Strontium	40,90 µg/g
39	Y	Yttrium	1,80 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 6,6 µg/g
41	Nb	Niobium	< 4,3 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 3,2 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,5 µg/g
48	Cd	Cadmium	2,90 µg/g
49	In	Indium	< 1,4 µg/g
50	Sn	Tin	95,20 µg/g
51	Sb	Antimony	< 1,5 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,8 µg/g
53	I	Iodine	< 6,0 µg/g
55	Cs	Cesium	15,90 µg/g
56	Ba	Barium	653,90 µg/g
57	La	Lanthanum	< 9,4 µg/g
58	Ce	Cerium	< 13 µg/g
74	W	Tungsten	< 3,1 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,8 µg/g
81	Tl	Thallium	1,00 µg/g
82	Pb	Lead	3,90 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,6 µg/g
90	Th	Thorium	1,20 µg/g
92	U	Uranium	< 9,7 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6338	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	KS2 lag 1	Prøvevægt (g):	2,282
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 40 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,051 %
12	Mg	Magnesium	< 0,013 %
13	Al	Aluminum	0,40 %
14	Si	Silicon	0,20 %
15	P	Phosphorus	0,02 %
16	S	Sulfur	0,11 %
17	Cl	Chlorine	0,13 %
19	K	Potassium	0,04 %
20	Ca	Calcium	0,13 %
22	Ti	Titanium	0,08 %
23	V	Vanadium	0,00 %
24	Cr	Chromium	< 0,00056 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	0,01 %
27	Co	Cobalt	2,30 µg/g
28	Ni	Nickel	68,70 µg/g
29	Cu	Copper	315,10 µg/g
30	Zn	Zinc	177,80 µg/g
31	Ga	Gallium	1,10 µg/g
32	Ge	Germanium	0,20 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,3 µg/g
34	Se	Selenium	0,60 µg/g
35	Br	Bromine	5,80 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,40 µg/g
38	Sr	Strontium	29,10 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 3,4 µg/g
41	Nb	Niobium	< 2,5 µg/g
42	Mo	Molybdenum	2,80 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,1 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,00 µg/g
49	In	Indium	< 1,0 µg/g
50	Sn	Tin	< 1,6 µg/g
51	Sb	Antimony	< 1,5 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,4 µg/g
53	I	Iodine	< 4,3 µg/g
55	Cs	Cesium	< 6,6 µg/g
56	Ba	Barium	130,30 µg/g
57	La	Lanthanum	< 14 µg/g
58	Ce	Cerium	< 20 µg/g
74	W	Tungsten	< 4,6 µg/g
80	Hg	Mercury	0,60 µg/g
81	Tl	Thallium	0,60 µg/g
82	Pb	Lead	5,30 µg/g
83	Bi	Bismuth	1,10 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,3 µg/g
92	U	Uranium	< 4,9 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6339	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	KS2 lag 2	Prøvevægt (g):	2,715
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,12 %
12	Mg	Magnesium	< 0,031 %
13	Al	Aluminum	0,77 %
14	Si	Silicon	1,18 %
15	P	Phosphorus	0,04 %
16	S	Sulfur	2,54 %
17	Cl	Chlorine	0,12 %
19	K	Potassium	< 0,015 %
20	Ca	Calcium	6,68 %
22	Ti	Titanium	0,44 %
23	V	Vanadium	< 0,0100 %
24	Cr	Chromium	< 0,0072 %
25	Mn	Manganese	0,05 %
26	Fe	Iron	0,01 %
27	Co	Cobalt	7,30 µg/g
28	Ni	Nickel	33,70 µg/g
29	Cu	Copper	49,20 µg/g
30	Zn	Zinc	44,00 µg/g
31	Ga	Gallium	3,30 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,6 µg/g
33	As	Arsenic	5,60 µg/g
34	Se	Selenium	0,30 µg/g
35	Br	Bromine	< 0,4 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,60 µg/g
38	Sr	Strontium	1.036,00 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,4 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 22 µg/g
41	Nb	Niobium	< 7,1 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 6,3 µg/g
47	Ag	Silver	< 3,4 µg/g
48	Cd	Cadmium	6,80 µg/g
49	In	Indium	< 3,2 µg/g
50	Sn	Tin	71,00 µg/g
51	Sb	Antimony	< 3,6 µg/g
52	Te	Tellurium	< 5,3 µg/g
53	I	Iodine	< 12 µg/g
55	Cs	Cesium	99,90 µg/g
56	Ba	Barium	14.350,00 µg/g
57	La	Lanthanum	< 17 µg/g
58	Ce	Cerium	< 20 µg/g
74	W	Tungsten	< 5,2 µg/g
80	Hg	Mercury	< 1,1 µg/g
81	Tl	Thallium	< 1,0 µg/g
82	Pb	Lead	10,20 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,9 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,6 µg/g
92	U	Uranium	39,00 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6340	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	KS2 lag 3	Prøvevægt (g):	2,261
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 45 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,11 %
12	Mg	Magnesium	< 0,028 %
13	Al	Aluminum	0,78 %
14	Si	Silicon	1,07 %
15	P	Phosphorus	0,05 %
16	S	Sulfur	2,09 %
17	Cl	Chlorine	0,14 %
19	K	Potassium	< 0,016 %
20	Ca	Calcium	6,19 %
22	Ti	Titanium	0,34 %
23	V	Vanadium	< 0,0097 %
24	Cr	Chromium	< 0,0072 %
25	Mn	Manganese	0,05 %
26	Fe	Iron	0,01 %
27	Co	Cobalt	6,80 µg/g
28	Ni	Nickel	29,70 µg/g
29	Cu	Copper	39,20 µg/g
30	Zn	Zinc	50,70 µg/g
31	Ga	Gallium	2,70 µg/g
32	Ge	Germanium	1,70 µg/g
33	As	Arsenic	6,30 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,5 µg/g
35	Br	Bromine	0,80 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,40 µg/g
38	Sr	Strontium	1.031,00 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,4 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 24 µg/g
41	Nb	Niobium	< 7,9 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 6,1 µg/g
47	Ag	Silver	< 3,5 µg/g
48	Cd	Cadmium	6,10 µg/g
49	In	Indium	< 3,4 µg/g
50	Sn	Tin	78,80 µg/g
51	Sb	Antimony	< 4,0 µg/g
52	Te	Tellurium	< 5,7 µg/g
53	I	Iodine	< 12 µg/g
55	Cs	Cesium	92,20 µg/g
56	Ba	Barium	14.530,00 µg/g
57	La	Lanthanum	< 17 µg/g
58	Ce	Cerium	< 20 µg/g
74	W	Tungsten	< 5,5 µg/g
80	Hg	Mercury	< 1,3 µg/g
81	Tl	Thallium	1,00 µg/g
82	Pb	Lead	10,40 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,9 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,6 µg/g
92	U	Uranium	< 18 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6329	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	KS3 lag 1	Prøvevægt (g):	1,41
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	14-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	14-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,078 %
12	Mg	Magnesium	< 0,019 %
13	Al	Aluminum	0,62 %
14	Si	Silicon	0,31 %
15	P	Phosphorus	< 0,00071 %
16	S	Sulfur	0,11 %
17	Cl	Chlorine	0,05 %
19	K	Potassium	< 0,0092 %
20	Ca	Calcium	0,08 %
22	Ti	Titanium	0,72 %
23	V	Vanadium	< 0,0019 %
24	Cr	Chromium	< 0,00042 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	0,60 µg/g
28	Ni	Nickel	54,00 µg/g
29	Cu	Copper	< 1,0 µg/g
30	Zn	Zinc	1,00 µg/g
31	Ga	Gallium	1,20 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,3 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,3 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,3 µg/g
35	Br	Bromine	206,40 µg/g
37	Rb	Rubidium	< 0,7 µg/g
38	Sr	Strontium	0,80 µg/g
39	Y	Yttrium	0,40 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 5,3 µg/g
41	Nb	Niobium	< 4,0 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 3,8 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,8 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,70 µg/g
49	In	Indium	< 1,7 µg/g
50	Sn	Tin	< 3,0 µg/g
51	Sb	Antimony	65,60 µg/g
52	Te	Tellurium	< 3,9 µg/g
53	I	Iodine	< 6,7 µg/g
55	Cs	Cesium	< 11 µg/g
56	Ba	Barium	< 18 µg/g
57	La	Lanthanum	< 24 µg/g
58	Ce	Cerium	< 35 µg/g
74	W	Tungsten	< 3,2 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,6 µg/g
81	Tl	Thallium	0,80 µg/g
82	Pb	Lead	1,80 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,4 µg/g
90	Th	Thorium	1,30 µg/g
92	U	Uranium	< 8,8 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6330	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	KS3 lag 2	Prøvevægt (g):	1,195
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	14-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	14-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,093 %
12	Mg	Magnesium	1,23 %
13	Al	Aluminum	0,70 %
14	Si	Silicon	1,65 %
15	P	Phosphorus	< 0,0036 %
16	S	Sulfur	0,02 %
17	Cl	Chlorine	0,18 %
19	K	Potassium	< 0,014 %
20	Ca	Calcium	30,01 %
22	Ti	Titanium	< 0,0012 %
23	V	Vanadium	< 0,00095 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	0,01 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	< 2,7 µg/g
28	Ni	Nickel	84,00 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,7 µg/g
30	Zn	Zinc	< 1,0 µg/g
31	Ga	Gallium	3,20 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,4 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,4 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,3 µg/g
35	Br	Bromine	< 0,3 µg/g
37	Rb	Rubidium	< 0,3 µg/g
38	Sr	Strontium	23,20 µg/g
39	Y	Yttrium	1,30 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 7,2 µg/g
41	Nb	Niobium	< 4,1 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 4,3 µg/g
47	Ag	Silver	< 2,0 µg/g
48	Cd	Cadmium	0,70 µg/g
49	In	Indium	< 2,0 µg/g
50	Sn	Tin	74,00 µg/g
51	Sb	Antimony	< 2,3 µg/g
52	Te	Tellurium	< 3,1 µg/g
53	I	Iodine	< 7,6 µg/g
55	Cs	Cesium	< 8,0 µg/g
56	Ba	Barium	< 13 µg/g
57	La	Lanthanum	< 18 µg/g
58	Ce	Cerium	< 27 µg/g
74	W	Tungsten	< 4,4 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,7 µg/g
81	Tl	Thallium	< 0,7 µg/g
82	Pb	Lead	3,20 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,6 µg/g
90	Th	Thorium	0,80 µg/g
92	U	Uranium	< 7,4 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6331	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	KS3 lag 3	Prøvevægt (g):	3,78
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	14-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	14-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,089 %
12	Mg	Magnesium	1,47 %
13	Al	Aluminum	0,68 %
14	Si	Silicon	0,97 %
15	P	Phosphorus	< 0,0039 %
16	S	Sulfur	0,03 %
17	Cl	Chlorine	0,10 %
19	K	Potassium	< 0,013 %
20	Ca	Calcium	36,23 %
22	Ti	Titanium	0,01 %
23	V	Vanadium	< 0,0010 %
24	Cr	Chromium	< 0,00069 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	0,01 %
27	Co	Cobalt	5,40 µg/g
28	Ni	Nickel	39,90 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,7 µg/g
30	Zn	Zinc	8,90 µg/g
31	Ga	Gallium	3,00 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,4 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,5 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,3 µg/g
35	Br	Bromine	0,60 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,80 µg/g
38	Sr	Strontium	44,20 µg/g
39	Y	Yttrium	1,50 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 7,2 µg/g
41	Nb	Niobium	< 4,2 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 3,3 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,0 µg/g
48	Cd	Cadmium	0,90 µg/g
49	In	Indium	< 1,3 µg/g
50	Sn	Tin	54,50 µg/g
51	Sb	Antimony	< 1,2 µg/g
52	Te	Tellurium	< 1,9 µg/g
53	I	Iodine	< 4,4 µg/g
55	Cs	Cesium	< 4,6 µg/g
56	Ba	Barium	< 7,4 µg/g
57	La	Lanthanum	< 9,0 µg/g
58	Ce	Cerium	< 14 µg/g
74	W	Tungsten	< 3,6 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,8 µg/g
81	Tl	Thallium	< 0,7 µg/g
82	Pb	Lead	3,50 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,6 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,6 µg/g
92	U	Uranium	< 9,0 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6332	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	KS3 lag 4	Prøvevægt (g):	3,337
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 45 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	14-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	14-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,089 %
12	Mg	Magnesium	1,30 %
13	Al	Aluminum	0,69 %
14	Si	Silicon	0,94 %
15	P	Phosphorus	< 0,0038 %
16	S	Sulfur	0,03 %
17	Cl	Chlorine	0,07 %
19	K	Potassium	< 0,012 %
20	Ca	Calcium	34,21 %
22	Ti	Titanium	< 0,0014 %
23	V	Vanadium	< 0,0010 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	< 2,8 µg/g
28	Ni	Nickel	43,70 µg/g
29	Cu	Copper	4,90 µg/g
30	Zn	Zinc	2,80 µg/g
31	Ga	Gallium	2,10 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,6 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,6 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,3 µg/g
35	Br	Bromine	0,40 µg/g
37	Rb	Rubidium	< 0,3 µg/g
38	Sr	Strontium	39,50 µg/g
39	Y	Yttrium	1,50 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 5,3 µg/g
41	Nb	Niobium	< 3,1 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 3,0 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,2 µg/g
48	Cd	Cadmium	2,60 µg/g
49	In	Indium	< 1,4 µg/g
50	Sn	Tin	58,40 µg/g
51	Sb	Antimony	< 1,5 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,1 µg/g
53	I	Iodine	< 4,5 µg/g
55	Cs	Cesium	< 4,5 µg/g
56	Ba	Barium	< 7,5 µg/g
57	La	Lanthanum	< 9,2 µg/g
58	Ce	Cerium	< 13 µg/g
74	W	Tungsten	< 4,0 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,9 µg/g
81	Tl	Thallium	< 0,7 µg/g
82	Pb	Lead	4,80 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,6 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,5 µg/g
92	U	Uranium	< 9,1 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6352	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	M1 lag 1	Prøvevægt (g):	2,91
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 45 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,066 %
12	Mg	Magnesium	0,09 %
13	Al	Aluminum	0,38 %
14	Si	Silicon	0,21 %
15	P	Phosphorus	0,02 %
16	S	Sulfur	0,02 %
17	Cl	Chlorine	0,02 %
19	K	Potassium	< 0,0079 %
20	Ca	Calcium	0,07 %
22	Ti	Titanium	0,53 %
23	V	Vanadium	< 0,0014 %
24	Cr	Chromium	< 0,00034 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	0,70 µg/g
28	Ni	Nickel	70,50 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,5 µg/g
30	Zn	Zinc	2,30 µg/g
31	Ga	Gallium	1,10 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,3 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,2 µg/g
34	Se	Selenium	0,50 µg/g
35	Br	Bromine	1,30 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,40 µg/g
38	Sr	Strontium	0,80 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 3,6 µg/g
41	Nb	Niobium	< 2,6 µg/g
42	Mo	Molybdenum	1,40 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,0 µg/g
48	Cd	Cadmium	0,60 µg/g
49	In	Indium	< 1,3 µg/g
50	Sn	Tin	< 1,7 µg/g
51	Sb	Antimony	53,10 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,3 µg/g
53	I	Iodine	< 4,4 µg/g
55	Cs	Cesium	< 6,4 µg/g
56	Ba	Barium	< 10 µg/g
57	La	Lanthanum	< 14 µg/g
58	Ce	Cerium	< 20 µg/g
74	W	Tungsten	< 2,8 µg/g
80	Hg	Mercury	0,50 µg/g
81	Tl	Thallium	0,40 µg/g
82	Pb	Lead	1,70 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,3 µg/g
90	Th	Thorium	0,30 µg/g
92	U	Uranium	< 5,1 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6353	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	M1 lag 2	Prøvevægt (g):	2,663
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,11 %
12	Mg	Magnesium	0,11 %
13	Al	Aluminum	0,73 %
14	Si	Silicon	0,76 %
15	P	Phosphorus	0,04 %
16	S	Sulfur	0,34 %
17	Cl	Chlorine	0,06 %
19	K	Potassium	< 0,016 %
20	Ca	Calcium	0,11 %
22	Ti	Titanium	1,07 %
23	V	Vanadium	0,01 %
24	Cr	Chromium	< 0,0013 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,00034 %
27	Co	Cobalt	12,30 µg/g
28	Ni	Nickel	161,10 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,9 µg/g
30	Zn	Zinc	8,20 µg/g
31	Ga	Gallium	2,40 µg/g
32	Ge	Germanium	0,30 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,4 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,3 µg/g
35	Br	Bromine	1,30 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,30 µg/g
38	Sr	Strontium	12,80 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 6,6 µg/g
41	Nb	Niobium	< 3,9 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 3,0 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,4 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,50 µg/g
49	In	Indium	< 1,4 µg/g
50	Sn	Tin	< 2,4 µg/g
51	Sb	Antimony	35,30 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,7 µg/g
53	I	Iodine	< 4,4 µg/g
55	Cs	Cesium	< 6,5 µg/g
56	Ba	Barium	157,40 µg/g
57	La	Lanthanum	< 13 µg/g
58	Ce	Cerium	< 19 µg/g
74	W	Tungsten	< 6,0 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,8 µg/g
81	Tl	Thallium	< 0,5 µg/g
82	Pb	Lead	1,80 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,5 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,4 µg/g
92	U	Uranium	< 7,3 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6369	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	M1 lag 3	Prøvevægt (g):	0,784
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 40 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,061 %
12	Mg	Magnesium	1,00 %
13	Al	Aluminum	0,36 %
14	Si	Silicon	0,46 %
15	P	Phosphorus	< 0,0026 %
16	S	Sulfur	0,01 %
17	Cl	Chlorine	0,03 %
19	K	Potassium	< 0,0083 %
20	Ca	Calcium	33,85 %
22	Ti	Titanium	0,01 %
23	V	Vanadium	< 0,0010 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	0,01 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	3,50 µg/g
28	Ni	Nickel	56,00 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,4 µg/g
30	Zn	Zinc	13,70 µg/g
31	Ga	Gallium	1,90 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,4 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,4 µg/g
34	Se	Selenium	0,60 µg/g
35	Br	Bromine	0,40 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,60 µg/g
38	Sr	Strontium	21,20 µg/g
39	Y	Yttrium	0,80 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 5,5 µg/g
41	Nb	Niobium	< 4,0 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 4,2 µg/g
47	Ag	Silver	< 2,7 µg/g
48	Cd	Cadmium	3,00 µg/g
49	In	Indium	< 2,2 µg/g
50	Sn	Tin	< 3,3 µg/g
51	Sb	Antimony	< 2,9 µg/g
52	Te	Tellurium	< 4,2 µg/g
53	I	Iodine	< 7,7 µg/g
55	Cs	Cesium	< 12 µg/g
56	Ba	Barium	< 18 µg/g
57	La	Lanthanum	< 26 µg/g
58	Ce	Cerium	< 37 µg/g
74	W	Tungsten	< 3,3 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,7 µg/g
81	Tl	Thallium	< 0,6 µg/g
82	Pb	Lead	2,50 µg/g
83	Bi	Bismuth	1,10 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,5 µg/g
92	U	Uranium	10,80 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6370	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	M1 lag 4	Prøvevægt (g):	2,277
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 25 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,096 %
12	Mg	Magnesium	< 0,026 %
13	Al	Aluminum	0,69 %
14	Si	Silicon	0,81 %
15	P	Phosphorus	< 0,0025 %
16	S	Sulfur	0,01 %
17	Cl	Chlorine	0,04 %
19	K	Potassium	< 0,015 %
20	Ca	Calcium	9,38 %
22	Ti	Titanium	0,00 %
23	V	Vanadium	< 0,0010 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	< 0,00036 %
26	Fe	Iron	< 0,00019 %
27	Co	Cobalt	3,80 µg/g
28	Ni	Nickel	159,00 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,9 µg/g
30	Zn	Zinc	< 1,0 µg/g
31	Ga	Gallium	3,10 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,4 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,4 µg/g
34	Se	Selenium	0,20 µg/g
35	Br	Bromine	< 0,3 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,30 µg/g
38	Sr	Strontium	5,00 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 7,7 µg/g
41	Nb	Niobium	< 5,0 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 3,3 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,9 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,00 µg/g
49	In	Indium	< 1,0 µg/g
50	Sn	Tin	46,40 µg/g
51	Sb	Antimony	< 1,4 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,1 µg/g
53	I	Iodine	< 4,4 µg/g
55	Cs	Cesium	< 4,7 µg/g
56	Ba	Barium	< 7,5 µg/g
57	La	Lanthanum	< 8,0 µg/g
58	Ce	Cerium	< 11 µg/g
74	W	Tungsten	< 5,4 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,7 µg/g
81	Tl	Thallium	< 0,6 µg/g
82	Pb	Lead	1,00 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,5 µg/g
90	Th	Thorium	0,90 µg/g
92	U	Uranium	< 11 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6360	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	M2 lag 1	Prøvevægt (g):	2,887
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 40 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,054 %
12	Mg	Magnesium	< 0,013 %
13	Al	Aluminum	0,30 %
14	Si	Silicon	0,16 %
15	P	Phosphorus	< 0,0050 %
16	S	Sulfur	0,02 %
17	Cl	Chlorine	0,02 %
19	K	Potassium	< 0,0065 %
20	Ca	Calcium	0,03 %
22	Ti	Titanium	0,44 %
23	V	Vanadium	< 0,0013 %
24	Cr	Chromium	< 0,00030 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	1,50 µg/g
28	Ni	Nickel	46,60 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,4 µg/g
30	Zn	Zinc	3,50 µg/g
31	Ga	Gallium	0,40 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,2 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,2 µg/g
34	Se	Selenium	0,70 µg/g
35	Br	Bromine	0,40 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,60 µg/g
38	Sr	Strontium	0,70 µg/g
39	Y	Yttrium	0,30 µg/g
40	Zr	Zirconium	6,80 µg/g
41	Nb	Niobium	< 2,9 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 2,3 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,2 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,80 µg/g
49	In	Indium	< 1,2 µg/g
50	Sn	Tin	< 1,6 µg/g
51	Sb	Antimony	43,40 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,3 µg/g
53	I	Iodine	< 3,9 µg/g
55	Cs	Cesium	< 6,1 µg/g
56	Ba	Barium	< 9,7 µg/g
57	La	Lanthanum	< 13 µg/g
58	Ce	Cerium	< 18 µg/g
74	W	Tungsten	< 2,3 µg/g
80	Hg	Mercury	0,90 µg/g
81	Tl	Thallium	< 2,0 µg/g
82	Pb	Lead	1,50 µg/g
83	Bi	Bismuth	1,00 µg/g
90	Th	Thorium	0,40 µg/g
92	U	Uranium	< 5,3 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6361	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	M2 lag 2	Prøvevægt (g):	1,391
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 40 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,10 %
12	Mg	Magnesium	0,05 %
13	Al	Aluminum	0,58 %
14	Si	Silicon	0,32 %
15	P	Phosphorus	0,01 %
16	S	Sulfur	0,03 %
17	Cl	Chlorine	0,06 %
19	K	Potassium	< 0,013 %
20	Ca	Calcium	0,09 %
22	Ti	Titanium	0,63 %
23	V	Vanadium	< 0,0020 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,00028 %
27	Co	Cobalt	9,10 µg/g
28	Ni	Nickel	76,30 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,5 µg/g
30	Zn	Zinc	< 1,0 µg/g
31	Ga	Gallium	1,40 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,4 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,3 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,2 µg/g
35	Br	Bromine	1,20 µg/g
37	Rb	Rubidium	< 0,2 µg/g
38	Sr	Strontium	0,80 µg/g
39	Y	Yttrium	0,50 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 5,2 µg/g
41	Nb	Niobium	< 4,2 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 3,6 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,9 µg/g
48	Cd	Cadmium	< 1,7 µg/g
49	In	Indium	< 1,7 µg/g
50	Sn	Tin	< 2,8 µg/g
51	Sb	Antimony	75,00 µg/g
52	Te	Tellurium	< 3,1 µg/g
53	I	Iodine	< 5,3 µg/g
55	Cs	Cesium	< 8,2 µg/g
56	Ba	Barium	< 13 µg/g
57	La	Lanthanum	< 17 µg/g
58	Ce	Cerium	< 24 µg/g
74	W	Tungsten	< 3,7 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,6 µg/g
81	Tl	Thallium	0,40 µg/g
82	Pb	Lead	1,70 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,4 µg/g
90	Th	Thorium	0,50 µg/g
92	U	Uranium	< 6,4 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6362	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	M2 lag 3	Prøvevægt (g):	0,977
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 40 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,080 %
12	Mg	Magnesium	< 0,019 %
13	Al	Aluminum	0,67 %
14	Si	Silicon	0,37 %
15	P	Phosphorus	0,03 %
16	S	Sulfur	0,02 %
17	Cl	Chlorine	0,06 %
19	K	Potassium	< 0,011 %
20	Ca	Calcium	0,04 %
22	Ti	Titanium	1,36 %
23	V	Vanadium	< 0,0023 %
24	Cr	Chromium	< 0,00034 %
25	Mn	Manganese	< 0,00022 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	1,50 µg/g
28	Ni	Nickel	112,40 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,4 µg/g
30	Zn	Zinc	0,80 µg/g
31	Ga	Gallium	1,00 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,3 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,3 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,2 µg/g
35	Br	Bromine	0,30 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,30 µg/g
38	Sr	Strontium	0,70 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 4,8 µg/g
41	Nb	Niobium	5,10 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 3,6 µg/g
47	Ag	Silver	< 2,2 µg/g
48	Cd	Cadmium	< 1,8 µg/g
49	In	Indium	< 2,1 µg/g
50	Sn	Tin	< 3,1 µg/g
51	Sb	Antimony	< 2,6 µg/g
52	Te	Tellurium	< 3,5 µg/g
53	I	Iodine	< 7,0 µg/g
55	Cs	Cesium	< 10 µg/g
56	Ba	Barium	< 15 µg/g
57	La	Lanthanum	< 22 µg/g
58	Ce	Cerium	< 31 µg/g
74	W	Tungsten	< 3,4 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,5 µg/g
81	Tl	Thallium	0,80 µg/g
82	Pb	Lead	1,70 µg/g
83	Bi	Bismuth	0,40 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,4 µg/g
92	U	Uranium	< 7,6 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6363	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	M2 lag 4	Prøvevægt (g):	6,865
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,093 %
12	Mg	Magnesium	< 0,025 %
13	Al	Aluminum	0,68 %
14	Si	Silicon	0,71 %
15	P	Phosphorus	< 0,0029 %
16	S	Sulfur	0,02 %
17	Cl	Chlorine	0,13 %
19	K	Potassium	< 0,014 %
20	Ca	Calcium	13,93 %
22	Ti	Titanium	< 0,00099 %
23	V	Vanadium	< 0,00092 %
24	Cr	Chromium	< 0,00068 %
25	Mn	Manganese	< 0,00040 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	3,80 µg/g
28	Ni	Nickel	112,70 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,8 µg/g
30	Zn	Zinc	< 1,0 µg/g
31	Ga	Gallium	2,40 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,3 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,4 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,3 µg/g
35	Br	Bromine	< 0,3 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,40 µg/g
38	Sr	Strontium	7,60 µg/g
39	Y	Yttrium	0,30 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 6,4 µg/g
41	Nb	Niobium	< 4,2 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 3,0 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,3 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,70 µg/g
49	In	Indium	< 1,5 µg/g
50	Sn	Tin	31,40 µg/g
51	Sb	Antimony	< 1,5 µg/g
52	Te	Tellurium	< 1,8 µg/g
53	I	Iodine	< 3,8 µg/g
55	Cs	Cesium	< 4,2 µg/g
56	Ba	Barium	< 7,0 µg/g
57	La	Lanthanum	< 8,3 µg/g
58	Ce	Cerium	< 11 µg/g
74	W	Tungsten	< 4,8 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,7 µg/g
81	Tl	Thallium	< 0,6 µg/g
82	Pb	Lead	1,70 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,5 µg/g
90	Th	Thorium	0,90 µg/g
92	U	Uranium	< 9,2 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6356	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	M3 lag 1	Prøvevægt (g):	4,184
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,047 %
12	Mg	Magnesium	0,12 %
13	Al	Aluminum	0,22 %
14	Si	Silicon	0,12 %
15	P	Phosphorus	0,01 %
16	S	Sulfur	1,24 %
17	Cl	Chlorine	0,06 %
19	K	Potassium	0,03 %
20	Ca	Calcium	0,77 %
22	Ti	Titanium	< 0,00041 %
23	V	Vanadium	< 0,00038 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	2,10 µg/g
28	Ni	Nickel	12,10 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,4 µg/g
30	Zn	Zinc	4,20 µg/g
31	Ga	Gallium	0,80 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,3 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,2 µg/g
34	Se	Selenium	0,40 µg/g
35	Br	Bromine	0,70 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,80 µg/g
38	Sr	Strontium	12,30 µg/g
39	Y	Yttrium	1,90 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 3,5 µg/g
41	Nb	Niobium	< 2,7 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 2,5 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,4 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,70 µg/g
49	In	Indium	< 1,2 µg/g
50	Sn	Tin	< 1,7 µg/g
51	Sb	Antimony	< 1,4 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,3 µg/g
53	I	Iodine	5,70 µg/g
55	Cs	Cesium	< 6,5 µg/g
56	Ba	Barium	< 11 µg/g
57	La	Lanthanum	< 14 µg/g
58	Ce	Cerium	< 20 µg/g
74	W	Tungsten	< 1,7 µg/g
80	Hg	Mercury	1,40 µg/g
81	Tl	Thallium	1,00 µg/g
82	Pb	Lead	1,50 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,4 µg/g
90	Th	Thorium	0,80 µg/g
92	U	Uranium	< 5,5 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6357	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	M3 lag 2	Prøvevægt (g):	4,806
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,093 %
12	Mg	Magnesium	0,08 %
13	Al	Aluminum	0,70 %
14	Si	Silicon	0,74 %
15	P	Phosphorus	< 0,0010 %
16	S	Sulfur	0,05 %
17	Cl	Chlorine	0,05 %
19	K	Potassium	< 0,013 %
20	Ca	Calcium	0,05 %
22	Ti	Titanium	< 0,00077 %
23	V	Vanadium	< 0,00086 %
24	Cr	Chromium	< 0,00064 %
25	Mn	Manganese	< 0,00027 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	< 1,5 µg/g
28	Ni	Nickel	212,30 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,8 µg/g
30	Zn	Zinc	< 1,0 µg/g
31	Ga	Gallium	2,50 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,3 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,3 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,2 µg/g
35	Br	Bromine	0,30 µg/g
37	Rb	Rubidium	< 0,2 µg/g
38	Sr	Strontium	< 0,2 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,2 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 5,8 µg/g
41	Nb	Niobium	< 4,3 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 3,2 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,4 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,50 µg/g
49	In	Indium	< 1,2 µg/g
50	Sn	Tin	24,00 µg/g
51	Sb	Antimony	< 1,1 µg/g
52	Te	Tellurium	< 1,6 µg/g
53	I	Iodine	< 3,8 µg/g
55	Cs	Cesium	< 4,5 µg/g
56	Ba	Barium	< 7,3 µg/g
57	La	Lanthanum	< 8,4 µg/g
58	Ce	Cerium	< 12 µg/g
74	W	Tungsten	< 5,9 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,6 µg/g
81	Tl	Thallium	< 0,5 µg/g
82	Pb	Lead	0,70 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,4 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,3 µg/g
92	U	Uranium	< 11 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6336	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	M4 lag 1	Prøvevægt (g):	3,605
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,043 %
12	Mg	Magnesium	< 0,0100 %
13	Al	Aluminum	0,24 %
14	Si	Silicon	0,13 %
15	P	Phosphorus	0,01 %
16	S	Sulfur	0,02 %
17	Cl	Chlorine	0,06 %
19	K	Potassium	< 0,0051 %
20	Ca	Calcium	0,04 %
22	Ti	Titanium	0,47 %
23	V	Vanadium	< 0,0011 %
24	Cr	Chromium	< 0,00032 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,00016 %
27	Co	Cobalt	3,60 µg/g
28	Ni	Nickel	16,40 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,2 µg/g
30	Zn	Zinc	3,60 µg/g
31	Ga	Gallium	0,40 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,2 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,2 µg/g
34	Se	Selenium	0,50 µg/g
35	Br	Bromine	4,50 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,40 µg/g
38	Sr	Strontium	0,80 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 3,8 µg/g
41	Nb	Niobium	2,50 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 2,1 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,2 µg/g
48	Cd	Cadmium	0,40 µg/g
49	In	Indium	< 1,2 µg/g
50	Sn	Tin	2,80 µg/g
51	Sb	Antimony	87,50 µg/g
52	Te	Tellurium	2,30 µg/g
53	I	Iodine	< 4,3 µg/g
55	Cs	Cesium	< 6,6 µg/g
56	Ba	Barium	< 11 µg/g
57	La	Lanthanum	< 15 µg/g
58	Ce	Cerium	< 21 µg/g
74	W	Tungsten	< 1,7 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,4 µg/g
81	Tl	Thallium	0,80 µg/g
82	Pb	Lead	1,70 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,3 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,3 µg/g
92	U	Uranium	< 4,2 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6337	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	M4 lag 2	Prøvevægt (g):	2,023
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,098 %
12	Mg	Magnesium	< 0,024 %
13	Al	Aluminum	0,76 %
14	Si	Silicon	0,80 %
15	P	Phosphorus	< 0,0024 %
16	S	Sulfur	0,09 %
17	Cl	Chlorine	0,16 %
19	K	Potassium	< 0,013 %
20	Ca	Calcium	9,49 %
22	Ti	Titanium	0,00 %
23	V	Vanadium	< 0,00082 %
24	Cr	Chromium	< 0,00069 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	< 1,9 µg/g
28	Ni	Nickel	133,80 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,9 µg/g
30	Zn	Zinc	< 0,4 µg/g
31	Ga	Gallium	2,70 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,3 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,3 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,3 µg/g
35	Br	Bromine	0,40 µg/g
37	Rb	Rubidium	< 0,2 µg/g
38	Sr	Strontium	3,00 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 6,1 µg/g
41	Nb	Niobium	< 4,6 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 3,5 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,6 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,80 µg/g
49	In	Indium	< 1,8 µg/g
50	Sn	Tin	43,90 µg/g
51	Sb	Antimony	< 1,7 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,4 µg/g
53	I	Iodine	< 5,4 µg/g
55	Cs	Cesium	< 6,1 µg/g
56	Ba	Barium	< 9,6 µg/g
57	La	Lanthanum	< 13 µg/g
58	Ce	Cerium	< 18 µg/g
74	W	Tungsten	< 5,2 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,6 µg/g
81	Tl	Thallium	0,30 µg/g
82	Pb	Lead	0,90 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,4 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,3 µg/g
92	U	Uranium	< 8,9 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6347	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	M5 lag 1	Prøvevægt (g):	3,532
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 45 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,060 %
12	Mg	Magnesium	< 0,014 %
13	Al	Aluminum	0,34 %
14	Si	Silicon	0,18 %
15	P	Phosphorus	0,04 %
16	S	Sulfur	0,14 %
17	Cl	Chlorine	0,10 %
19	K	Potassium	< 0,0068 %
20	Ca	Calcium	0,05 %
22	Ti	Titanium	1,13 %
23	V	Vanadium	< 0,0019 %
24	Cr	Chromium	< 0,00043 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,00033 %
27	Co	Cobalt	17,80 µg/g
28	Ni	Nickel	38,20 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,4 µg/g
30	Zn	Zinc	3,10 µg/g
31	Ga	Gallium	0,70 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,2 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,3 µg/g
34	Se	Selenium	0,40 µg/g
35	Br	Bromine	3,10 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,30 µg/g
38	Sr	Strontium	0,90 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 3,6 µg/g
41	Nb	Niobium	< 2,2 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 1,6 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,0 µg/g
48	Cd	Cadmium	0,50 µg/g
49	In	Indium	1,30 µg/g
50	Sn	Tin	< 1,8 µg/g
51	Sb	Antimony	81,70 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,1 µg/g
53	I	Iodine	< 3,6 µg/g
55	Cs	Cesium	< 5,8 µg/g
56	Ba	Barium	< 9,1 µg/g
57	La	Lanthanum	< 12 µg/g
58	Ce	Cerium	< 17 µg/g
74	W	Tungsten	< 2,4 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,4 µg/g
81	Tl	Thallium	0,50 µg/g
82	Pb	Lead	1,90 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,4 µg/g
90	Th	Thorium	0,90 µg/g
92	U	Uranium	< 4,3 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6348	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	M5 lag 2	Prøvevægt (g):	1,77
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,10 %
12	Mg	Magnesium	0,16 %
13	Al	Aluminum	0,75 %
14	Si	Silicon	0,96 %
15	P	Phosphorus	< 0,0031 %
16	S	Sulfur	0,03 %
17	Cl	Chlorine	0,06 %
19	K	Potassium	< 0,015 %
20	Ca	Calcium	17,71 %
22	Ti	Titanium	< 0,0010 %
23	V	Vanadium	0,00 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	< 0,00038 %
26	Fe	Iron	< 0,00018 %
27	Co	Cobalt	3,70 µg/g
28	Ni	Nickel	126,30 µg/g
29	Cu	Copper	< 1,2 µg/g
30	Zn	Zinc	0,80 µg/g
31	Ga	Gallium	2,50 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,4 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,4 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,3 µg/g
35	Br	Bromine	< 0,2 µg/g
37	Rb	Rubidium	< 0,2 µg/g
38	Sr	Strontium	4,80 µg/g
39	Y	Yttrium	0,40 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 3,4 µg/g
41	Nb	Niobium	< 4,3 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 2,5 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,5 µg/g
48	Cd	Cadmium	0,90 µg/g
49	In	Indium	< 1,3 µg/g
50	Sn	Tin	61,00 µg/g
51	Sb	Antimony	< 1,8 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,6 µg/g
53	I	Iodine	< 5,9 µg/g
55	Cs	Cesium	< 6,3 µg/g
56	Ba	Barium	< 10 µg/g
57	La	Lanthanum	< 15 µg/g
58	Ce	Cerium	< 20 µg/g
74	W	Tungsten	< 5,2 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,6 µg/g
81	Tl	Thallium	< 0,7 µg/g
82	Pb	Lead	1,50 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,5 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,4 µg/g
92	U	Uranium	< 8,1 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6349	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	M5 lag 3	Prøvevægt (g):	2,316
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 45 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,060 %
12	Mg	Magnesium	< 0,014 %
13	Al	Aluminum	0,41 %
14	Si	Silicon	0,19 %
15	P	Phosphorus	0,05 %
16	S	Sulfur	0,03 %
17	Cl	Chlorine	0,05 %
19	K	Potassium	0,04 %
20	Ca	Calcium	0,08 %
22	Ti	Titanium	0,16 %
23	V	Vanadium	< 0,00086 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	7,30 µg/g
28	Ni	Nickel	63,20 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,5 µg/g
30	Zn	Zinc	1,80 µg/g
31	Ga	Gallium	1,00 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,2 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,2 µg/g
34	Se	Selenium	0,40 µg/g
35	Br	Bromine	0,30 µg/g
37	Rb	Rubidium	< 0,2 µg/g
38	Sr	Strontium	0,70 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 3,3 µg/g
41	Nb	Niobium	< 2,1 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 2,1 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,0 µg/g
48	Cd	Cadmium	0,40 µg/g
49	In	Indium	< 1,0 µg/g
50	Sn	Tin	< 1,6 µg/g
51	Sb	Antimony	19,60 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,5 µg/g
53	I	Iodine	< 4,4 µg/g
55	Cs	Cesium	< 6,9 µg/g
56	Ba	Barium	< 11 µg/g
57	La	Lanthanum	< 15 µg/g
58	Ce	Cerium	< 22 µg/g
74	W	Tungsten	< 2,5 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,4 µg/g
81	Tl	Thallium	0,60 µg/g
82	Pb	Lead	1,30 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,3 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,3 µg/g
92	U	Uranium	< 3,7 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6364	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	M6 lag 1	Prøvevægt (g):	5,814
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,081 %
12	Mg	Magnesium	< 0,019 %
13	Al	Aluminum	0,26 %
14	Si	Silicon	0,32 %
15	P	Phosphorus	0,01 %
16	S	Sulfur	0,08 %
17	Cl	Chlorine	0,03 %
19	K	Potassium	< 0,011 %
20	Ca	Calcium	0,05 %
22	Ti	Titanium	0,64 %
23	V	Vanadium	< 0,0022 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	< 0,00019 %
26	Fe	Iron	< 0,00019 %
27	Co	Cobalt	3,50 µg/g
28	Ni	Nickel	16,10 µg/g
29	Cu	Copper	1,10 µg/g
30	Zn	Zinc	238,40 µg/g
31	Ga	Gallium	0,70 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,3 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,2 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,2 µg/g
35	Br	Bromine	1,30 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,50 µg/g
38	Sr	Strontium	1,20 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 3,1 µg/g
41	Nb	Niobium	< 2,3 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 1,9 µg/g
47	Ag	Silver	< 0,9 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,40 µg/g
49	In	Indium	< 1,1 µg/g
50	Sn	Tin	< 1,5 µg/g
51	Sb	Antimony	74,60 µg/g
52	Te	Tellurium	< 1,7 µg/g
53	I	Iodine	< 3,3 µg/g
55	Cs	Cesium	< 5,0 µg/g
56	Ba	Barium	< 8,0 µg/g
57	La	Lanthanum	< 10 µg/g
58	Ce	Cerium	< 15 µg/g
74	W	Tungsten	< 4,7 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,4 µg/g
81	Tl	Thallium	0,80 µg/g
82	Pb	Lead	1,70 µg/g
83	Bi	Bismuth	0,80 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,3 µg/g
92	U	Uranium	3,80 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6365	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	M6 lag 2	Prøvevægt (g):	4,48
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,12 %
12	Mg	Magnesium	0,19 %
13	Al	Aluminum	0,69 %
14	Si	Silicon	0,50 %
15	P	Phosphorus	0,05 %
16	S	Sulfur	0,05 %
17	Cl	Chlorine	0,25 %
19	K	Potassium	< 0,016 %
20	Ca	Calcium	0,04 %
22	Ti	Titanium	0,39 %
23	V	Vanadium	< 0,0018 %
24	Cr	Chromium	< 0,00068 %
25	Mn	Manganese	< 0,00034 %
26	Fe	Iron	< 0,00031 %
27	Co	Cobalt	9,00 µg/g
28	Ni	Nickel	198,70 µg/g
29	Cu	Copper	< 1,0 µg/g
30	Zn	Zinc	< 1,0 µg/g
31	Ga	Gallium	2,20 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,4 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,4 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,3 µg/g
35	Br	Bromine	0,80 µg/g
37	Rb	Rubidium	< 0,2 µg/g
38	Sr	Strontium	< 0,2 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 8,2 µg/g
41	Nb	Niobium	< 4,8 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 3,6 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,7 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,40 µg/g
49	In	Indium	< 1,3 µg/g
50	Sn	Tin	0,70 µg/g
51	Sb	Antimony	19,30 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,0 µg/g
53	I	Iodine	< 3,5 µg/g
55	Cs	Cesium	< 4,5 µg/g
56	Ba	Barium	< 7,7 µg/g
57	La	Lanthanum	< 9,1 µg/g
58	Ce	Cerium	< 12 µg/g
74	W	Tungsten	< 5,7 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,5 µg/g
81	Tl	Thallium	< 0,5 µg/g
82	Pb	Lead	2,20 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,4 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,4 µg/g
92	U	Uranium	< 11 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6366	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	M6 lag 3	Prøvevægt (g):	9,865
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,26 %
12	Mg	Magnesium	< 0,066 %
13	Al	Aluminum	0,62 %
14	Si	Silicon	0,57 %
15	P	Phosphorus	< 0,0071 %
16	S	Sulfur	0,03 %
17	Cl	Chlorine	< 0,0026 %
19	K	Potassium	< 0,031 %
20	Ca	Calcium	12,38 %
22	Ti	Titanium	< 0,0024 %
23	V	Vanadium	< 0,0021 %
24	Cr	Chromium	< 0,00065 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	1,40 µg/g
28	Ni	Nickel	78,00 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,7 µg/g
30	Zn	Zinc	< 0,3 µg/g
31	Ga	Gallium	2,20 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,4 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,4 µg/g
34	Se	Selenium	0,30 µg/g
35	Br	Bromine	1,30 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,50 µg/g
38	Sr	Strontium	6,10 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,4 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 5,4 µg/g
41	Nb	Niobium	< 3,6 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 2,9 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,6 µg/g
48	Cd	Cadmium	0,80 µg/g
49	In	Indium	< 1,1 µg/g
50	Sn	Tin	29,20 µg/g
51	Sb	Antimony	< 1,6 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,5 µg/g
53	I	Iodine	< 4,6 µg/g
55	Cs	Cesium	< 5,4 µg/g
56	Ba	Barium	< 9,4 µg/g
57	La	Lanthanum	< 11 µg/g
58	Ce	Cerium	< 14 µg/g
74	W	Tungsten	< 3,7 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,7 µg/g
81	Tl	Thallium	0,50 µg/g
82	Pb	Lead	2,00 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,5 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,4 µg/g
92	U	Uranium	< 9,4 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6367	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	M7 lag 1	Prøvevægt (g):	7,777
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,094 %
12	Mg	Magnesium	< 0,023 %
13	Al	Aluminum	0,63 %
14	Si	Silicon	0,42 %
15	P	Phosphorus	< 0,00093 %
16	S	Sulfur	0,06 %
17	Cl	Chlorine	0,05 %
19	K	Potassium	< 0,013 %
20	Ca	Calcium	0,19 %
22	Ti	Titanium	0,00 %
23	V	Vanadium	< 0,00082 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	3,10 µg/g
28	Ni	Nickel	109,60 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,2 µg/g
30	Zn	Zinc	< 1,0 µg/g
31	Ga	Gallium	1,80 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,3 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,3 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,2 µg/g
35	Br	Bromine	0,80 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,50 µg/g
38	Sr	Strontium	5,10 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 6,4 µg/g
41	Nb	Niobium	< 4,2 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 2,8 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,5 µg/g
48	Cd	Cadmium	2,90 µg/g
49	In	Indium	< 1,5 µg/g
50	Sn	Tin	56,20 µg/g
51	Sb	Antimony	< 1,5 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,7 µg/g
53	I	Iodine	< 5,0 µg/g
55	Cs	Cesium	< 5,6 µg/g
56	Ba	Barium	< 9,4 µg/g
57	La	Lanthanum	< 11 µg/g
58	Ce	Cerium	< 15 µg/g
74	W	Tungsten	< 4,1 µg/g
80	Hg	Mercury	0,70 µg/g
81	Tl	Thallium	0,60 µg/g
82	Pb	Lead	2,00 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,5 µg/g
90	Th	Thorium	0,70 µg/g
92	U	Uranium	7,80 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6350	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	M8 lag 1	Prøvevægt (g):	3,906
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 45 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,038 %
12	Mg	Magnesium	0,14 %
13	Al	Aluminum	0,22 %
14	Si	Silicon	0,22 %
15	P	Phosphorus	0,02 %
16	S	Sulfur	0,02 %
17	Cl	Chlorine	0,02 %
19	K	Potassium	0,04 %
20	Ca	Calcium	0,16 %
22	Ti	Titanium	0,31 %
23	V	Vanadium	< 0,00086 %
24	Cr	Chromium	< 0,00031 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,00015 %
27	Co	Cobalt	3,00 µg/g
28	Ni	Nickel	17,30 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,4 µg/g
30	Zn	Zinc	15,20 µg/g
31	Ga	Gallium	< 0,3 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,2 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,2 µg/g
34	Se	Selenium	0,40 µg/g
35	Br	Bromine	2,10 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,30 µg/g
38	Sr	Strontium	6,40 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 3,0 µg/g
41	Nb	Niobium	< 2,1 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 1,5 µg/g
47	Ag	Silver	< 0,8 µg/g
48	Cd	Cadmium	0,70 µg/g
49	In	Indium	< 0,8 µg/g
50	Sn	Tin	< 1,3 µg/g
51	Sb	Antimony	31,50 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,0 µg/g
53	I	Iodine	< 3,4 µg/g
55	Cs	Cesium	< 5,6 µg/g
56	Ba	Barium	< 8,9 µg/g
57	La	Lanthanum	< 12 µg/g
58	Ce	Cerium	< 17 µg/g
74	W	Tungsten	< 1,8 µg/g
80	Hg	Mercury	1,00 µg/g
81	Tl	Thallium	0,60 µg/g
82	Pb	Lead	1,20 µg/g
83	Bi	Bismuth	0,70 µg/g
90	Th	Thorium	0,30 µg/g
92	U	Uranium	< 3,3 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6351	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	M8 lag 2	Prøvevægt (g):	11,31
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,15 %
12	Mg	Magnesium	< 0,030 %
13	Al	Aluminum	1,84 %
14	Si	Silicon	4,38 %
15	P	Phosphorus	0,04 %
16	S	Sulfur	7,13 %
17	Cl	Chlorine	0,01 %
19	K	Potassium	5,22 %
20	Ca	Calcium	0,27 %
22	Ti	Titanium	< 0,0013 %
23	V	Vanadium	< 0,00096 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	< 0,00040 %
26	Fe	Iron	< 0,0010 %
27	Co	Cobalt	< 7,1 µg/g
28	Ni	Nickel	132,30 µg/g
29	Cu	Copper	< 4,7 µg/g
30	Zn	Zinc	29.950,00 µg/g
31	Ga	Gallium	< 4,2 µg/g
32	Ge	Germanium	< 2,7 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,8 µg/g
34	Se	Selenium	0,50 µg/g
35	Br	Bromine	< 0,4 µg/g
37	Rb	Rubidium	9,50 µg/g
38	Sr	Strontium	20,90 µg/g
39	Y	Yttrium	1,70 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 5,4 µg/g
41	Nb	Niobium	< 3,0 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 2,1 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,2 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,10 µg/g
49	In	Indium	< 1,0 µg/g
50	Sn	Tin	< 2,0 µg/g
51	Sb	Antimony	< 1,5 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,2 µg/g
53	I	Iodine	< 3,6 µg/g
55	Cs	Cesium	< 4,7 µg/g
56	Ba	Barium	< 6,9 µg/g
57	La	Lanthanum	< 9,1 µg/g
58	Ce	Cerium	< 11 µg/g
74	W	Tungsten	< 67 µg/g
80	Hg	Mercury	4,00 µg/g
81	Tl	Thallium	1,20 µg/g
82	Pb	Lead	10,90 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,8 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,6 µg/g
92	U	Uranium	< 6,1 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6324 S1 mørk	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S1 Lag 1 mørk side	Prøvevægt (g):	3,998
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 40 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	14-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	14-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,043 %
12	Mg	Magnesium	< 0,011 %
13	Al	Aluminum	0,24 %
14	Si	Silicon	0,16 %
15	P	Phosphorus	0,01 %
16	S	Sulfur	0,57 %
17	Cl	Chlorine	0,05 %
19	K	Potassium	< 0,0047 %
20	Ca	Calcium	0,18 %
22	Ti	Titanium	0,36 %
23	V	Vanadium	0,00 %
24	Cr	Chromium	< 0,00035 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	1,60 µg/g
28	Ni	Nickel	23,10 µg/g
29	Cu	Copper	< 1,0 µg/g
30	Zn	Zinc	99,60 µg/g
31	Ga	Gallium	0,70 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,2 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,2 µg/g
34	Se	Selenium	0,60 µg/g
35	Br	Bromine	39,50 µg/g
37	Rb	Rubidium	< 0,3 µg/g
38	Sr	Strontium	1,50 µg/g
39	Y	Yttrium	0,50 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 3,0 µg/g
41	Nb	Niobium	< 2,1 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 1,4 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,0 µg/g
48	Cd	Cadmium	0,70 µg/g
49	In	Indium	< 0,9 µg/g
50	Sn	Tin	< 1,4 µg/g
51	Sb	Antimony	34,00 µg/g
52	Te	Tellurium	< 1,7 µg/g
53	I	Iodine	< 3,1 µg/g
55	Cs	Cesium	< 5,0 µg/g
56	Ba	Barium	< 7,8 µg/g
57	La	Lanthanum	< 10 µg/g
58	Ce	Cerium	< 15 µg/g
74	W	Tungsten	< 3,1 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,4 µg/g
81	Tl	Thallium	0,60 µg/g
82	Pb	Lead	1,10 µg/g
83	Bi	Bismuth	0,50 µg/g
90	Th	Thorium	0,30 µg/g
92	U	Uranium	< 3,9 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6325 S1 lys	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S1 Lag 1 lys side	Prøvevægt (g):	3,998
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 40 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	14-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	14-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,052 %
12	Mg	Magnesium	0,12 %
13	Al	Aluminum	0,30 %
14	Si	Silicon	0,20 %
15	P	Phosphorus	< 0,0050 %
16	S	Sulfur	0,16 %
17	Cl	Chlorine	0,15 %
19	K	Potassium	< 0,0059 %
20	Ca	Calcium	0,19 %
22	Ti	Titanium	0,64 %
23	V	Vanadium	< 0,0014 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	2,50 µg/g
28	Ni	Nickel	19,70 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,3 µg/g
30	Zn	Zinc	89,90 µg/g
31	Ga	Gallium	0,60 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,3 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,2 µg/g
34	Se	Selenium	0,40 µg/g
35	Br	Bromine	38,60 µg/g
37	Rb	Rubidium	< 0,3 µg/g
38	Sr	Strontium	1,50 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 3,2 µg/g
41	Nb	Niobium	< 2,3 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 1,6 µg/g
47	Ag	Silver	< 0,8 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,00 µg/g
49	In	Indium	< 0,7 µg/g
50	Sn	Tin	< 1,2 µg/g
51	Sb	Antimony	25,00 µg/g
52	Te	Tellurium	< 1,8 µg/g
53	I	Iodine	< 3,0 µg/g
55	Cs	Cesium	< 4,8 µg/g
56	Ba	Barium	< 7,8 µg/g
57	La	Lanthanum	< 10 µg/g
58	Ce	Cerium	< 14 µg/g
74	W	Tungsten	< 3,2 µg/g
80	Hg	Mercury	0,30 µg/g
81	Tl	Thallium	< 0,3 µg/g
82	Pb	Lead	1,40 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,3 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,3 µg/g
92	U	Uranium	< 3,0 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6326	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S1 lag 2	Prøvevægt (g):	1,13
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 40 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	14-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	14-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,091 %
12	Mg	Magnesium	< 0,022 %
13	Al	Aluminum	0,53 %
14	Si	Silicon	0,42 %
15	P	Phosphorus	< 0,00079 %
16	S	Sulfur	0,05 %
17	Cl	Chlorine	0,06 %
19	K	Potassium	< 0,0096 %
20	Ca	Calcium	0,12 %
22	Ti	Titanium	1,14 %
23	V	Vanadium	< 0,0025 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	1,90 µg/g
28	Ni	Nickel	98,40 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,7 µg/g
30	Zn	Zinc	5,60 µg/g
31	Ga	Gallium	1,20 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,3 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,3 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,2 µg/g
35	Br	Bromine	0,30 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,40 µg/g
38	Sr	Strontium	1,00 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 5,2 µg/g
41	Nb	Niobium	< 3,6 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 3,5 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,9 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,60 µg/g
49	In	Indium	< 1,8 µg/g
50	Sn	Tin	< 2,6 µg/g
51	Sb	Antimony	87,10 µg/g
52	Te	Tellurium	< 3,1 µg/g
53	I	Iodine	< 6,2 µg/g
55	Cs	Cesium	< 9,7 µg/g
56	Ba	Barium	< 15 µg/g
57	La	Lanthanum	< 21 µg/g
58	Ce	Cerium	< 30 µg/g
74	W	Tungsten	< 3,9 µg/g
80	Hg	Mercury	1,20 µg/g
81	Tl	Thallium	< 0,4 µg/g
82	Pb	Lead	1,90 µg/g
83	Bi	Bismuth	0,50 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,3 µg/g
92	U	Uranium	< 6,3 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6327	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S1 lag 3	Prøvevægt (g):	1,943
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	14-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	14-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,25 %
12	Mg	Magnesium	0,16 %
13	Al	Aluminum	0,91 %
14	Si	Silicon	1,05 %
15	P	Phosphorus	< 0,0025 %
16	S	Sulfur	0,08 %
17	Cl	Chlorine	0,23 %
19	K	Potassium	< 0,033 %
20	Ca	Calcium	0,25 %
22	Ti	Titanium	< 0,0029 %
23	V	Vanadium	< 0,0021 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	< 0,00052 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	< 2,2 µg/g
28	Ni	Nickel	178,00 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,8 µg/g
30	Zn	Zinc	< 1,0 µg/g
31	Ga	Gallium	2,20 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,3 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,4 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,2 µg/g
35	Br	Bromine	0,80 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,30 µg/g
38	Sr	Strontium	0,80 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 4,1 µg/g
41	Nb	Niobium	< 4,1 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 2,9 µg/g
47	Ag	Silver	2,00 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,70 µg/g
49	In	Indium	< 1,0 µg/g
50	Sn	Tin	59,60 µg/g
51	Sb	Antimony	< 1,6 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,4 µg/g
53	I	Iodine	< 5,4 µg/g
55	Cs	Cesium	< 6,5 µg/g
56	Ba	Barium	< 9,4 µg/g
57	La	Lanthanum	< 13 µg/g
58	Ce	Cerium	< 19 µg/g
74	W	Tungsten	< 5,7 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,6 µg/g
81	Tl	Thallium	< 0,5 µg/g
82	Pb	Lead	1,50 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,4 µg/g
90	Th	Thorium	0,40 µg/g
92	U	Uranium	< 9,2 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6328	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S1 lag 4	Prøvevægt (g):	3,372
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	14-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	14-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,13 %
12	Mg	Magnesium	< 0,034 %
13	Al	Aluminum	0,82 %
14	Si	Silicon	1,39 %
15	P	Phosphorus	< 0,0028 %
16	S	Sulfur	2,89 %
17	Cl	Chlorine	0,30 %
19	K	Potassium	< 0,017 %
20	Ca	Calcium	0,98 %
22	Ti	Titanium	0,51 %
23	V	Vanadium	< 0,0092 %
24	Cr	Chromium	< 0,0067 %
25	Mn	Manganese	0,04 %
26	Fe	Iron	0,11 %
27	Co	Cobalt	5,80 µg/g
28	Ni	Nickel	47,90 µg/g
29	Cu	Copper	63,60 µg/g
30	Zn	Zinc	< 1,0 µg/g
31	Ga	Gallium	3,70 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,6 µg/g
33	As	Arsenic	3,60 µg/g
34	Se	Selenium	0,60 µg/g
35	Br	Bromine	0,70 µg/g
37	Rb	Rubidium	< 0,4 µg/g
38	Sr	Strontium	673,20 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 21 µg/g
41	Nb	Niobium	< 7,4 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 5,9 µg/g
47	Ag	Silver	< 3,1 µg/g
48	Cd	Cadmium	3,90 µg/g
49	In	Indium	< 2,9 µg/g
50	Sn	Tin	107,00 µg/g
51	Sb	Antimony	< 3,4 µg/g
52	Te	Tellurium	< 5,0 µg/g
53	I	Iodine	< 10 µg/g
55	Cs	Cesium	55,50 µg/g
56	Ba	Barium	9.196,00 µg/g
57	La	Lanthanum	< 14 µg/g
58	Ce	Cerium	< 19 µg/g
74	W	Tungsten	< 4,3 µg/g
80	Hg	Mercury	< 1,0 µg/g
81	Tl	Thallium	< 0,8 µg/g
82	Pb	Lead	2,30 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,8 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,5 µg/g
92	U	Uranium	26,80 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6341	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S2 lag 1	Prøvevægt (g):	4,807
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,041 %
12	Mg	Magnesium	0,06 %
13	Al	Aluminum	0,30 %
14	Si	Silicon	0,17 %
15	P	Phosphorus	< 0,0050 %
16	S	Sulfur	0,29 %
17	Cl	Chlorine	0,24 %
19	K	Potassium	< 0,0043 %
20	Ca	Calcium	0,09 %
22	Ti	Titanium	0,39 %
23	V	Vanadium	0,00 %
24	Cr	Chromium	< 0,00035 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	1,70 µg/g
28	Ni	Nickel	11,60 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,3 µg/g
30	Zn	Zinc	8,50 µg/g
31	Ga	Gallium	0,90 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,2 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,3 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,3 µg/g
35	Br	Bromine	386,00 µg/g
37	Rb	Rubidium	< 0,7 µg/g
38	Sr	Strontium	0,90 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 2,7 µg/g
41	Nb	Niobium	< 1,8 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 1,4 µg/g
47	Ag	Silver	< 0,8 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,50 µg/g
49	In	Indium	< 0,9 µg/g
50	Sn	Tin	< 1,3 µg/g
51	Sb	Antimony	68,60 µg/g
52	Te	Tellurium	< 1,9 µg/g
53	I	Iodine	< 3,4 µg/g
55	Cs	Cesium	< 5,6 µg/g
56	Ba	Barium	< 9,0 µg/g
57	La	Lanthanum	< 12 µg/g
58	Ce	Cerium	< 18 µg/g
74	W	Tungsten	< 1,5 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,4 µg/g
81	Tl	Thallium	0,90 µg/g
82	Pb	Lead	2,20 µg/g
83	Bi	Bismuth	0,40 µg/g
90	Th	Thorium	1,00 µg/g
92	U	Uranium	< 3,8 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6342	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S2 lag 2	Prøvevægt (g):	1,37
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,12 %
12	Mg	Magnesium	0,09 %
13	Al	Aluminum	0,74 %
14	Si	Silicon	0,38 %
15	P	Phosphorus	0,00 %
16	S	Sulfur	0,24 %
17	Cl	Chlorine	0,34 %
19	K	Potassium	< 0,013 %
20	Ca	Calcium	0,08 %
22	Ti	Titanium	0,04 %
23	V	Vanadium	< 0,00089 %
24	Cr	Chromium	< 0,00051 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	5,00 µg/g
28	Ni	Nickel	198,50 µg/g
29	Cu	Copper	< 1,0 µg/g
30	Zn	Zinc	< 1,0 µg/g
31	Ga	Gallium	1,50 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,3 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,3 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,2 µg/g
35	Br	Bromine	1,90 µg/g
37	Rb	Rubidium	< 0,2 µg/g
38	Sr	Strontium	0,20 µg/g
39	Y	Yttrium	0,50 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 6,7 µg/g
41	Nb	Niobium	< 4,1 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 4,1 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,8 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,50 µg/g
49	In	Indium	< 1,7 µg/g
50	Sn	Tin	< 1,6 µg/g
51	Sb	Antimony	21,00 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,9 µg/g
53	I	Iodine	< 4,8 µg/g
55	Cs	Cesium	< 7,4 µg/g
56	Ba	Barium	< 11 µg/g
57	La	Lanthanum	< 15 µg/g
58	Ce	Cerium	< 22 µg/g
74	W	Tungsten	< 5,7 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,5 µg/g
81	Tl	Thallium	< 0,4 µg/g
82	Pb	Lead	1,40 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,3 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,3 µg/g
92	U	Uranium	7,00 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6371	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S2 lag 3	Prøvevægt (g):	2,818
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,11 %
12	Mg	Magnesium	0,28 %
13	Al	Aluminum	0,68 %
14	Si	Silicon	0,76 %
15	P	Phosphorus	0,01 %
16	S	Sulfur	0,12 %
17	Cl	Chlorine	0,24 %
19	K	Potassium	< 0,015 %
20	Ca	Calcium	4,40 %
22	Ti	Titanium	< 0,0012 %
23	V	Vanadium	< 0,0010 %
24	Cr	Chromium	< 0,00063 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	6,00 µg/g
28	Ni	Nickel	143,50 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,9 µg/g
30	Zn	Zinc	2,60 µg/g
31	Ga	Gallium	2,90 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,3 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,4 µg/g
34	Se	Selenium	0,70 µg/g
35	Br	Bromine	1,80 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,60 µg/g
38	Sr	Strontium	2,60 µg/g
39	Y	Yttrium	0,70 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 6,9 µg/g
41	Nb	Niobium	< 4,7 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 4,0 µg/g
47	Ag	Silver	< 2,0 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,60 µg/g
49	In	Indium	< 1,9 µg/g
50	Sn	Tin	81,40 µg/g
51	Sb	Antimony	< 1,7 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,8 µg/g
53	I	Iodine	< 6,0 µg/g
55	Cs	Cesium	< 6,6 µg/g
56	Ba	Barium	< 10 µg/g
57	La	Lanthanum	< 13 µg/g
58	Ce	Cerium	< 18 µg/g
74	W	Tungsten	< 5,0 µg/g
80	Hg	Mercury	0,80 µg/g
81	Tl	Thallium	1,00 µg/g
82	Pb	Lead	2,60 µg/g
83	Bi	Bismuth	0,70 µg/g
90	Th	Thorium	0,50 µg/g
92	U	Uranium	< 12 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6372	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S2 lag 4	Prøvevægt (g):	5,613
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 45 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,092 %
12	Mg	Magnesium	0,97 %
13	Al	Aluminum	0,64 %
14	Si	Silicon	0,69 %
15	P	Phosphorus	< 0,0029 %
16	S	Sulfur	0,05 %
17	Cl	Chlorine	0,16 %
19	K	Potassium	< 0,014 %
20	Ca	Calcium	14,54 %
22	Ti	Titanium	< 0,0010 %
23	V	Vanadium	< 0,00098 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,00021 %
27	Co	Cobalt	4,60 µg/g
28	Ni	Nickel	85,80 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,7 µg/g
30	Zn	Zinc	< 0,2 µg/g
31	Ga	Gallium	2,50 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,5 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,4 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,3 µg/g
35	Br	Bromine	0,90 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,40 µg/g
38	Sr	Strontium	5,00 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,4 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 6,6 µg/g
41	Nb	Niobium	< 5,3 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 4,3 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,3 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,50 µg/g
49	In	Indium	< 1,2 µg/g
50	Sn	Tin	55,90 µg/g
51	Sb	Antimony	< 1,5 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,2 µg/g
53	I	Iodine	< 4,8 µg/g
55	Cs	Cesium	< 4,8 µg/g
56	Ba	Barium	< 8,0 µg/g
57	La	Lanthanum	< 9,4 µg/g
58	Ce	Cerium	< 12 µg/g
74	W	Tungsten	< 4,8 µg/g
80	Hg	Mercury	0,90 µg/g
81	Tl	Thallium	0,70 µg/g
82	Pb	Lead	1,60 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,6 µg/g
90	Th	Thorium	0,40 µg/g
92	U	Uranium	< 11 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6373	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S2 lag 5	Prøvevægt (g):	4,832
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 45 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	0,39 %
12	Mg	Magnesium	0,22 %
13	Al	Aluminum	0,69 %
14	Si	Silicon	0,96 %
15	P	Phosphorus	0,17 %
16	S	Sulfur	0,05 %
17	Cl	Chlorine	1,69 %
19	K	Potassium	0,07 %
20	Ca	Calcium	1,67 %
22	Ti	Titanium	0,04 %
23	V	Vanadium	0,00 %
24	Cr	Chromium	< 0,00081 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	0,01 %
27	Co	Cobalt	3,60 µg/g
28	Ni	Nickel	82,00 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,5 µg/g
30	Zn	Zinc	11,60 µg/g
31	Ga	Gallium	2,20 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,4 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,4 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,3 µg/g
35	Br	Bromine	3,20 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,60 µg/g
38	Sr	Strontium	8,80 µg/g
39	Y	Yttrium	0,60 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 5,8 µg/g
41	Nb	Niobium	< 3,5 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 3,6 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,6 µg/g
48	Cd	Cadmium	2,80 µg/g
49	In	Indium	< 1,4 µg/g
50	Sn	Tin	93,20 µg/g
51	Sb	Antimony	< 1,8 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,6 µg/g
53	I	Iodine	< 5,9 µg/g
55	Cs	Cesium	< 5,8 µg/g
56	Ba	Barium	31,40 µg/g
57	La	Lanthanum	< 11 µg/g
58	Ce	Cerium	< 14 µg/g
74	W	Tungsten	< 4,3 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,7 µg/g
81	Tl	Thallium	0,70 µg/g
82	Pb	Lead	1,90 µg/g
83	Bi	Bismuth	1,40 µg/g
90	Th	Thorium	0,50 µg/g
92	U	Uranium	< 9,5 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6374	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S2 lag 6	Prøvevægt (g):	0,35
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 30 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	0,47 %
12	Mg	Magnesium	0,07 %
13	Al	Aluminum	0,41 %
14	Si	Silicon	0,23 %
15	P	Phosphorus	< 0,00052 %
16	S	Sulfur	0,16 %
17	Cl	Chlorine	0,34 %
19	K	Potassium	< 0,0069 %
20	Ca	Calcium	0,12 %
22	Ti	Titanium	0,52 %
23	V	Vanadium	< 0,0012 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	0,90 µg/g
28	Ni	Nickel	40,00 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,3 µg/g
30	Zn	Zinc	4,20 µg/g
31	Ga	Gallium	1,10 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,2 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,3 µg/g
34	Se	Selenium	0,60 µg/g
35	Br	Bromine	111,20 µg/g
37	Rb	Rubidium	< 0,5 µg/g
38	Sr	Strontium	1,90 µg/g
39	Y	Yttrium	4,50 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 5,0 µg/g
41	Nb	Niobium	< 4,5 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 5,6 µg/g
47	Ag	Silver	< 2,3 µg/g
48	Cd	Cadmium	< 2,3 µg/g
49	In	Indium	2,40 µg/g
50	Sn	Tin	< 4,3 µg/g
51	Sb	Antimony	47,90 µg/g
52	Te	Tellurium	< 5,5 µg/g
53	I	Iodine	< 9,6 µg/g
55	Cs	Cesium	< 17 µg/g
56	Ba	Barium	< 25 µg/g
57	La	Lanthanum	< 36 µg/g
58	Ce	Cerium	< 50 µg/g
74	W	Tungsten	< 2,2 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,4 µg/g
81	Tl	Thallium	< 2,0 µg/g
82	Pb	Lead	2,40 µg/g
83	Bi	Bismuth	0,40 µg/g
90	Th	Thorium	1,90 µg/g
92	U	Uranium	< 7,4 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6375	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S2 lag 7	Prøvevægt (g):	0,641
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 40 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	0,40 %
12	Mg	Magnesium	0,30 %
13	Al	Aluminum	0,37 %
14	Si	Silicon	0,20 %
15	P	Phosphorus	< 0,0020 %
16	S	Sulfur	0,11 %
17	Cl	Chlorine	0,06 %
19	K	Potassium	< 0,0065 %
20	Ca	Calcium	24,77 %
22	Ti	Titanium	0,19 %
23	V	Vanadium	0,00 %
24	Cr	Chromium	< 0,00067 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	1,00 µg/g
28	Ni	Nickel	38,20 µg/g
29	Cu	Copper	46,00 µg/g
30	Zn	Zinc	10,60 µg/g
31	Ga	Gallium	1,80 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,3 µg/g
33	As	Arsenic	0,50 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,3 µg/g
35	Br	Bromine	3,70 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,90 µg/g
38	Sr	Strontium	20,10 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,5 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 5,2 µg/g
41	Nb	Niobium	< 4,2 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 4,5 µg/g
47	Ag	Silver	< 2,8 µg/g
48	Cd	Cadmium	< 2,3 µg/g
49	In	Indium	< 3,0 µg/g
50	Sn	Tin	3,40 µg/g
51	Sb	Antimony	< 3,9 µg/g
52	Te	Tellurium	< 5,2 µg/g
53	I	Iodine	< 9,6 µg/g
55	Cs	Cesium	< 16 µg/g
56	Ba	Barium	260,30 µg/g
57	La	Lanthanum	< 33 µg/g
58	Ce	Cerium	< 47 µg/g
74	W	Tungsten	< 2,6 µg/g
80	Hg	Mercury	2,20 µg/g
81	Tl	Thallium	1,00 µg/g
82	Pb	Lead	2,70 µg/g
83	Bi	Bismuth	1,00 µg/g
90	Th	Thorium	0,60 µg/g
92	U	Uranium	< 8,6 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6376	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S2 lag 8	Prøvevægt (g):	3,064
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 35 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,044 %
12	Mg	Magnesium	0,38 %
13	Al	Aluminum	0,56 %
14	Si	Silicon	0,62 %
15	P	Phosphorus	< 0,00086 %
16	S	Sulfur	0,18 %
17	Cl	Chlorine	0,54 %
19	K	Potassium	0,04 %
20	Ca	Calcium	4,86 %
22	Ti	Titanium	2,23 %
23	V	Vanadium	< 0,0025 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	0,01 %
26	Fe	Iron	0,09 %
27	Co	Cobalt	3,10 µg/g
28	Ni	Nickel	16,30 µg/g
29	Cu	Copper	259,70 µg/g
30	Zn	Zinc	6.999,00 µg/g
31	Ga	Gallium	< 1,5 µg/g
32	Ge	Germanium	1,90 µg/g
33	As	Arsenic	0,80 µg/g
34	Se	Selenium	0,80 µg/g
35	Br	Bromine	121,30 µg/g
37	Rb	Rubidium	6,30 µg/g
38	Sr	Strontium	33,00 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,4 µg/g
40	Zr	Zirconium	16,80 µg/g
41	Nb	Niobium	5,30 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 2,4 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,0 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,60 µg/g
49	In	Indium	< 1,0 µg/g
50	Sn	Tin	2,80 µg/g
51	Sb	Antimony	18,10 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,0 µg/g
53	I	Iodine	< 3,5 µg/g
55	Cs	Cesium	< 5,3 µg/g
56	Ba	Barium	62,10 µg/g
57	La	Lanthanum	< 11 µg/g
58	Ce	Cerium	< 16 µg/g
74	W	Tungsten	< 20 µg/g
80	Hg	Mercury	1,80 µg/g
81	Tl	Thallium	1,80 µg/g
82	Pb	Lead	50,40 µg/g
83	Bi	Bismuth	0,80 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,5 µg/g
92	U	Uranium	< 5,1 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6354	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S3 lag 1	Prøvevægt (g):	2,284
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 40 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,042 %
12	Mg	Magnesium	< 0,0100 %
13	Al	Aluminum	0,32 %
14	Si	Silicon	0,16 %
15	P	Phosphorus	0,02 %
16	S	Sulfur	0,11 %
17	Cl	Chlorine	0,09 %
19	K	Potassium	0,03 %
20	Ca	Calcium	0,09 %
22	Ti	Titanium	0,29 %
23	V	Vanadium	< 0,00089 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	< 0,00019 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	2,00 µg/g
28	Ni	Nickel	50,10 µg/g
29	Cu	Copper	186,60 µg/g
30	Zn	Zinc	131,90 µg/g
31	Ga	Gallium	1,30 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,2 µg/g
33	As	Arsenic	0,40 µg/g
34	Se	Selenium	0,50 µg/g
35	Br	Bromine	5,80 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,40 µg/g
38	Sr	Strontium	18,70 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 3,3 µg/g
41	Nb	Niobium	< 1,8 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 1,8 µg/g
47	Ag	Silver	< 0,9 µg/g
48	Cd	Cadmium	0,60 µg/g
49	In	Indium	< 0,9 µg/g
50	Sn	Tin	< 1,5 µg/g
51	Sb	Antimony	1,20 µg/g
52	Te	Tellurium	1,90 µg/g
53	I	Iodine	< 3,8 µg/g
55	Cs	Cesium	< 6,5 µg/g
56	Ba	Barium	< 10 µg/g
57	La	Lanthanum	< 14 µg/g
58	Ce	Cerium	< 20 µg/g
74	W	Tungsten	< 3,9 µg/g
80	Hg	Mercury	0,60 µg/g
81	Tl	Thallium	0,40 µg/g
82	Pb	Lead	4,80 µg/g
83	Bi	Bismuth	1,90 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,3 µg/g
92	U	Uranium	< 3,7 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6355	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S3 lag 2	Prøvevægt (g):	0,996
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 40 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,094 %
12	Mg	Magnesium	0,21 %
13	Al	Aluminum	0,69 %
14	Si	Silicon	0,93 %
15	P	Phosphorus	0,02 %
16	S	Sulfur	0,08 %
17	Cl	Chlorine	0,22 %
19	K	Potassium	< 0,012 %
20	Ca	Calcium	23,52 %
22	Ti	Titanium	< 0,0011 %
23	V	Vanadium	0,00 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	3,90 µg/g
28	Ni	Nickel	186,50 µg/g
29	Cu	Copper	< 1,0 µg/g
30	Zn	Zinc	< 1,0 µg/g
31	Ga	Gallium	2,60 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,4 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,4 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,3 µg/g
35	Br	Bromine	1,30 µg/g
37	Rb	Rubidium	< 0,2 µg/g
38	Sr	Strontium	17,40 µg/g
39	Y	Yttrium	1,30 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 5,7 µg/g
41	Nb	Niobium	< 4,5 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 3,4 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,5 µg/g
48	Cd	Cadmium	0,50 µg/g
49	In	Indium	< 2,0 µg/g
50	Sn	Tin	53,90 µg/g
51	Sb	Antimony	< 1,8 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,5 µg/g
53	I	Iodine	< 5,9 µg/g
55	Cs	Cesium	< 7,2 µg/g
56	Ba	Barium	< 10 µg/g
57	La	Lanthanum	< 15 µg/g
58	Ce	Cerium	< 21 µg/g
74	W	Tungsten	< 5,7 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,7 µg/g
81	Tl	Thallium	< 0,6 µg/g
82	Pb	Lead	1,30 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,5 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,4 µg/g
92	U	Uranium	< 8,1 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6377	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S3 lag 3	Prøvevægt (g):	1,388
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 35 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,13 %
12	Mg	Magnesium	0,11 %
13	Al	Aluminum	0,49 %
14	Si	Silicon	0,35 %
15	P	Phosphorus	0,11 %
16	S	Sulfur	0,45 %
17	Cl	Chlorine	0,46 %
19	K	Potassium	0,12 %
20	Ca	Calcium	0,20 %
22	Ti	Titanium	0,33 %
23	V	Vanadium	< 0,0015 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,00029 %
27	Co	Cobalt	15,60 µg/g
28	Ni	Nickel	88,50 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,3 µg/g
30	Zn	Zinc	9,50 µg/g
31	Ga	Gallium	1,70 µg/g
32	Ge	Germanium	0,80 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,4 µg/g
34	Se	Selenium	0,30 µg/g
35	Br	Bromine	13,00 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,60 µg/g
38	Sr	Strontium	2,10 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 6,4 µg/g
41	Nb	Niobium	< 3,5 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 2,9 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,9 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,20 µg/g
49	In	Indium	< 1,5 µg/g
50	Sn	Tin	< 2,8 µg/g
51	Sb	Antimony	54,80 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,8 µg/g
53	I	Iodine	< 4,6 µg/g
55	Cs	Cesium	< 7,2 µg/g
56	Ba	Barium	< 11 µg/g
57	La	Lanthanum	< 15 µg/g
58	Ce	Cerium	< 22 µg/g
74	W	Tungsten	< 3,9 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,7 µg/g
81	Tl	Thallium	< 0,4 µg/g
82	Pb	Lead	3,40 µg/g
83	Bi	Bismuth	0,50 µg/g
90	Th	Thorium	0,80 µg/g
92	U	Uranium	< 7,1 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6378	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S3 lag 4	Prøvevægt (g):	4,625
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 35 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,14 %
12	Mg	Magnesium	0,47 %
13	Al	Aluminum	0,72 %
14	Si	Silicon	1,46 %
15	P	Phosphorus	0,26 %
16	S	Sulfur	0,72 %
17	Cl	Chlorine	2,08 %
19	K	Potassium	< 0,015 %
20	Ca	Calcium	20,75 %
22	Ti	Titanium	0,27 %
23	V	Vanadium	< 0,0077 %
24	Cr	Chromium	< 0,0047 %
25	Mn	Manganese	0,03 %
26	Fe	Iron	0,09 %
27	Co	Cobalt	< 4,5 µg/g
28	Ni	Nickel	42,00 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,7 µg/g
30	Zn	Zinc	132,20 µg/g
31	Ga	Gallium	2,80 µg/g
32	Ge	Germanium	0,40 µg/g
33	As	Arsenic	1,40 µg/g
34	Se	Selenium	0,90 µg/g
35	Br	Bromine	86,40 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,40 µg/g
38	Sr	Strontium	194,60 µg/g
39	Y	Yttrium	0,80 µg/g
40	Zr	Zirconium	11,40 µg/g
41	Nb	Niobium	< 7,7 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 5,4 µg/g
47	Ag	Silver	< 3,3 µg/g
48	Cd	Cadmium	7,50 µg/g
49	In	Indium	< 2,7 µg/g
50	Sn	Tin	105,40 µg/g
51	Sb	Antimony	< 2,9 µg/g
52	Te	Tellurium	< 4,4 µg/g
53	I	Iodine	< 8,9 µg/g
55	Cs	Cesium	42,90 µg/g
56	Ba	Barium	7.420,00 µg/g
57	La	Lanthanum	< 12 µg/g
58	Ce	Cerium	< 15 µg/g
74	W	Tungsten	< 5,7 µg/g
80	Hg	Mercury	< 1,1 µg/g
81	Tl	Thallium	0,80 µg/g
82	Pb	Lead	7,00 µg/g
83	Bi	Bismuth	1,10 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,6 µg/g
92	U	Uranium	< 18 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6379	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S3 lag 5	Prøvevægt (g):	1,043
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	0,26 %
12	Mg	Magnesium	0,24 %
13	Al	Aluminum	0,16 %
14	Si	Silicon	0,10 %
15	P	Phosphorus	< 0,0011 %
16	S	Sulfur	0,04 %
17	Cl	Chlorine	0,11 %
19	K	Potassium	< 0,0035 %
20	Ca	Calcium	20,46 %
22	Ti	Titanium	0,14 %
23	V	Vanadium	0,00 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	0,03 %
27	Co	Cobalt	4,30 µg/g
28	Ni	Nickel	16,70 µg/g
29	Cu	Copper	61,40 µg/g
30	Zn	Zinc	78,40 µg/g
31	Ga	Gallium	2,20 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,3 µg/g
33	As	Arsenic	7,00 µg/g
34	Se	Selenium	0,50 µg/g
35	Br	Bromine	3,30 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,80 µg/g
38	Sr	Strontium	33,90 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,6 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 4,8 µg/g
41	Nb	Niobium	< 4,3 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 4,4 µg/g
47	Ag	Silver	< 2,6 µg/g
48	Cd	Cadmium	< 2,4 µg/g
49	In	Indium	< 2,9 µg/g
50	Sn	Tin	< 4,2 µg/g
51	Sb	Antimony	< 3,8 µg/g
52	Te	Tellurium	< 5,4 µg/g
53	I	Iodine	< 11 µg/g
55	Cs	Cesium	< 17 µg/g
56	Ba	Barium	155,10 µg/g
57	La	Lanthanum	< 35 µg/g
58	Ce	Cerium	< 51 µg/g
74	W	Tungsten	< 2,3 µg/g
80	Hg	Mercury	0,80 µg/g
81	Tl	Thallium	1,50 µg/g
82	Pb	Lead	74,90 µg/g
83	Bi	Bismuth	1,40 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,7 µg/g
92	U	Uranium	< 7,9 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6380	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S3 lag 6	Prøvevægt (g):	2,952
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 40 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,041 %
12	Mg	Magnesium	0,51 %
13	Al	Aluminum	0,33 %
14	Si	Silicon	0,56 %
15	P	Phosphorus	0,00 %
16	S	Sulfur	0,11 %
17	Cl	Chlorine	0,31 %
19	K	Potassium	0,03 %
20	Ca	Calcium	5,70 %
22	Ti	Titanium	0,23 %
23	V	Vanadium	< 0,00090 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	0,06 %
27	Co	Cobalt	4,50 µg/g
28	Ni	Nickel	9,50 µg/g
29	Cu	Copper	103,20 µg/g
30	Zn	Zinc	2.741,00 µg/g
31	Ga	Gallium	< 1,0 µg/g
32	Ge	Germanium	0,70 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,5 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,2 µg/g
35	Br	Bromine	6,70 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,80 µg/g
38	Sr	Strontium	44,10 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 4,1 µg/g
41	Nb	Niobium	< 2,6 µg/g
42	Mo	Molybdenum	5,20 µg/g
47	Ag	Silver	1,90 µg/g
48	Cd	Cadmium	2,40 µg/g
49	In	Indium	< 1,2 µg/g
50	Sn	Tin	< 1,9 µg/g
51	Sb	Antimony	16,00 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,4 µg/g
53	I	Iodine	< 4,3 µg/g
55	Cs	Cesium	< 6,8 µg/g
56	Ba	Barium	< 10 µg/g
57	La	Lanthanum	< 15 µg/g
58	Ce	Cerium	< 22 µg/g
74	W	Tungsten	< 12 µg/g
80	Hg	Mercury	1,00 µg/g
81	Tl	Thallium	0,50 µg/g
82	Pb	Lead	10,40 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,5 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,3 µg/g
92	U	Uranium	< 5,3 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6381	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S3 lag 7	Prøvevægt (g):	7,42
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,10 %
12	Mg	Magnesium	0,34 %
13	Al	Aluminum	0,88 %
14	Si	Silicon	0,85 %
15	P	Phosphorus	0,08 %
16	S	Sulfur	0,62 %
17	Cl	Chlorine	0,57 %
19	K	Potassium	0,19 %
20	Ca	Calcium	25,55 %
22	Ti	Titanium	< 0,0100 %
23	V	Vanadium	0,01 %
24	Cr	Chromium	< 0,0026 %
25	Mn	Manganese	0,01 %
26	Fe	Iron	0,04 %
27	Co	Cobalt	7,90 µg/g
28	Ni	Nickel	18,00 µg/g
29	Cu	Copper	< 2,5 µg/g
30	Zn	Zinc	9.152,00 µg/g
31	Ga	Gallium	< 2,2 µg/g
32	Ge	Germanium	1,10 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,9 µg/g
34	Se	Selenium	0,60 µg/g
35	Br	Bromine	5,20 µg/g
37	Rb	Rubidium	1,80 µg/g
38	Sr	Strontium	167,90 µg/g
39	Y	Yttrium	2,20 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 11 µg/g
41	Nb	Niobium	< 5,0 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 4,4 µg/g
47	Ag	Silver	< 2,2 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,90 µg/g
49	In	Indium	< 2,3 µg/g
50	Sn	Tin	73,70 µg/g
51	Sb	Antimony	< 2,4 µg/g
52	Te	Tellurium	< 4,2 µg/g
53	I	Iodine	< 8,8 µg/g
55	Cs	Cesium	40,50 µg/g
56	Ba	Barium	6.915,00 µg/g
57	La	Lanthanum	< 13 µg/g
58	Ce	Cerium	< 18 µg/g
74	W	Tungsten	< 32 µg/g
80	Hg	Mercury	1,20 µg/g
81	Tl	Thallium	< 1,0 µg/g
82	Pb	Lead	15,10 µg/g
83	Bi	Bismuth	1,60 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,6 µg/g
92	U	Uranium	< 13 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6382	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S3 lag 8	Prøvevægt (g):	2,522
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 40 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,091 %
12	Mg	Magnesium	0,21 %
13	Al	Aluminum	0,56 %
14	Si	Silicon	0,78 %
15	P	Phosphorus	0,00 %
16	S	Sulfur	0,09 %
17	Cl	Chlorine	0,08 %
19	K	Potassium	< 0,014 %
20	Ca	Calcium	38,68 %
22	Ti	Titanium	0,01 %
23	V	Vanadium	< 0,0011 %
24	Cr	Chromium	< 0,00096 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	< 3,0 µg/g
28	Ni	Nickel	35,80 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,2 µg/g
30	Zn	Zinc	< 1,0 µg/g
31	Ga	Gallium	2,70 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,5 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,5 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,4 µg/g
35	Br	Bromine	2,50 µg/g
37	Rb	Rubidium	1,10 µg/g
38	Sr	Strontium	36,90 µg/g
39	Y	Yttrium	2,00 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 6,1 µg/g
41	Nb	Niobium	< 4,2 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 4,1 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,6 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,50 µg/g
49	In	Indium	< 1,4 µg/g
50	Sn	Tin	88,30 µg/g
51	Sb	Antimony	0,90 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,3 µg/g
53	I	Iodine	< 5,1 µg/g
55	Cs	Cesium	< 5,2 µg/g
56	Ba	Barium	< 7,8 µg/g
57	La	Lanthanum	< 10 µg/g
58	Ce	Cerium	< 14 µg/g
74	W	Tungsten	< 4,0 µg/g
80	Hg	Mercury	< 1,0 µg/g
81	Tl	Thallium	< 0,8 µg/g
82	Pb	Lead	2,10 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,7 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,6 µg/g
92	U	Uranium	< 9,8 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6383	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S3 lag 9	Prøvevægt (g):	3,756
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 30 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,042 %
12	Mg	Magnesium	0,13 %
13	Al	Aluminum	0,24 %
14	Si	Silicon	0,33 %
15	P	Phosphorus	< 0,0017 %
16	S	Sulfur	0,03 %
17	Cl	Chlorine	0,03 %
19	K	Potassium	< 0,0047 %
20	Ca	Calcium	18,43 %
22	Ti	Titanium	< 0,00060 %
23	V	Vanadium	< 0,00048 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	0,00 %
27	Co	Cobalt	3,30 µg/g
28	Ni	Nickel	6,90 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,7 µg/g
30	Zn	Zinc	8,40 µg/g
31	Ga	Gallium	1,40 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,3 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,3 µg/g
34	Se	Selenium	0,50 µg/g
35	Br	Bromine	3,40 µg/g
37	Rb	Rubidium	1,00 µg/g
38	Sr	Strontium	51,60 µg/g
39	Y	Yttrium	2,10 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 4,6 µg/g
41	Nb	Niobium	< 2,8 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 2,0 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,1 µg/g
48	Cd	Cadmium	2,10 µg/g
49	In	Indium	< 1,1 µg/g
50	Sn	Tin	173,70 µg/g
51	Sb	Antimony	< 1,3 µg/g
52	Te	Tellurium	< 1,9 µg/g
53	I	Iodine	< 4,8 µg/g
55	Cs	Cesium	< 4,7 µg/g
56	Ba	Barium	< 7,2 µg/g
57	La	Lanthanum	< 9,3 µg/g
58	Ce	Cerium	< 13 µg/g
74	W	Tungsten	< 1,9 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,7 µg/g
81	Tl	Thallium	1,00 µg/g
82	Pb	Lead	2,00 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,5 µg/g
90	Th	Thorium	1,10 µg/g
92	U	Uranium	< 6,5 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6384	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S3 lag 10	Prøvevægt (g):	1,452
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 32 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,028 %
12	Mg	Magnesium	0,17 %
13	Al	Aluminum	0,20 %
14	Si	Silicon	0,32 %
15	P	Phosphorus	0,00 %
16	S	Sulfur	0,06 %
17	Cl	Chlorine	0,26 %
19	K	Potassium	0,02 %
20	Ca	Calcium	3,57 %
22	Ti	Titanium	0,19 %
23	V	Vanadium	0,00 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	0,06 %
27	Co	Cobalt	< 2,0 µg/g
28	Ni	Nickel	9,70 µg/g
29	Cu	Copper	141,80 µg/g
30	Zn	Zinc	2.087,00 µg/g
31	Ga	Gallium	< 0,7 µg/g
32	Ge	Germanium	0,40 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,4 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,2 µg/g
35	Br	Bromine	5,20 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,70 µg/g
38	Sr	Strontium	38,70 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	4,60 µg/g
41	Nb	Niobium	< 2,4 µg/g
42	Mo	Molybdenum	3,40 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,3 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,30 µg/g
49	In	Indium	< 1,4 µg/g
50	Sn	Tin	2,70 µg/g
51	Sb	Antimony	23,70 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,8 µg/g
53	I	Iodine	< 5,1 µg/g
55	Cs	Cesium	< 7,9 µg/g
56	Ba	Barium	< 12 µg/g
57	La	Lanthanum	< 18 µg/g
58	Ce	Cerium	< 26 µg/g
74	W	Tungsten	< 9,6 µg/g
80	Hg	Mercury	1,30 µg/g
81	Tl	Thallium	0,50 µg/g
82	Pb	Lead	10,30 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,4 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,3 µg/g
92	U	Uranium	< 4,0 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6385	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	S3 lag 11	Prøvevægt (g):	0,37
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 30 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	18-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	18-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	0,05 %
12	Mg	Magnesium	0,09 %
13	Al	Aluminum	0,07 %
14	Si	Silicon	0,04 %
15	P	Phosphorus	< 0,0050 %
16	S	Sulfur	0,01 %
17	Cl	Chlorine	0,03 %
19	K	Potassium	< 0,0015 %
20	Ca	Calcium	9,83 %
22	Ti	Titanium	0,07 %
23	V	Vanadium	0,00 %
24	Cr	Chromium	0,00 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	0,02 %
27	Co	Cobalt	1,20 µg/g
28	Ni	Nickel	10,60 µg/g
29	Cu	Copper	35,00 µg/g
30	Zn	Zinc	53,90 µg/g
31	Ga	Gallium	1,10 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,2 µg/g
33	As	Arsenic	5,10 µg/g
34	Se	Selenium	0,40 µg/g
35	Br	Bromine	2,70 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,60 µg/g
38	Sr	Strontium	29,50 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,6 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 3,9 µg/g
41	Nb	Niobium	< 3,6 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 4,1 µg/g
47	Ag	Silver	< 2,2 µg/g
48	Cd	Cadmium	< 2,6 µg/g
49	In	Indium	< 2,6 µg/g
50	Sn	Tin	< 3,8 µg/g
51	Sb	Antimony	< 3,9 µg/g
52	Te	Tellurium	5,30 µg/g
53	I	Iodine	< 11 µg/g
55	Cs	Cesium	23,60 µg/g
56	Ba	Barium	< 24 µg/g
57	La	Lanthanum	< 37 µg/g
58	Ce	Cerium	< 53 µg/g
74	W	Tungsten	< 1,5 µg/g
80	Hg	Mercury	0,30 µg/g
81	Tl	Thallium	1,00 µg/g
82	Pb	Lead	58,70 µg/g
83	Bi	Bismuth	0,90 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,6 µg/g
92	U	Uranium	< 7,2 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6343 ru side	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	P1 lag 1 ru side	Prøvevægt (g):	10,51
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,064 %
12	Mg	Magnesium	< 0,014 %
13	Al	Aluminum	0,32 %
14	Si	Silicon	0,33 %
15	P	Phosphorus	< 0,00060 %
16	S	Sulfur	0,06 %
17	Cl	Chlorine	0,31 %
19	K	Potassium	< 0,0066 %
20	Ca	Calcium	0,03 %
22	Ti	Titanium	0,83 %
23	V	Vanadium	0,00 %
24	Cr	Chromium	< 0,00036 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,00016 %
27	Co	Cobalt	2,00 µg/g
28	Ni	Nickel	26,20 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,5 µg/g
30	Zn	Zinc	0,30 µg/g
31	Ga	Gallium	1,00 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,3 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,2 µg/g
34	Se	Selenium	0,20 µg/g
35	Br	Bromine	2,30 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,40 µg/g
38	Sr	Strontium	0,90 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	6,90 µg/g
41	Nb	Niobium	< 2,4 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 1,7 µg/g
47	Ag	Silver	< 0,8 µg/g
48	Cd	Cadmium	0,70 µg/g
49	In	Indium	< 0,9 µg/g
50	Sn	Tin	< 1,5 µg/g
51	Sb	Antimony	34,60 µg/g
52	Te	Tellurium	< 1,8 µg/g
53	I	Iodine	< 3,1 µg/g
55	Cs	Cesium	< 4,5 µg/g
56	Ba	Barium	< 7,6 µg/g
57	La	Lanthanum	< 9,0 µg/g
58	Ce	Cerium	< 12 µg/g
74	W	Tungsten	< 2,1 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,4 µg/g
81	Tl	Thallium	< 0,3 µg/g
82	Pb	Lead	1,20 µg/g
83	Bi	Bismuth	0,60 µg/g
90	Th	Thorium	0,30 µg/g
92	U	Uranium	< 5,5 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6344 glat side	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	P1 lag 1 glat side	Prøvevægt (g):	10,51
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,066 %
12	Mg	Magnesium	< 0,014 %
13	Al	Aluminum	0,30 %
14	Si	Silicon	0,27 %
15	P	Phosphorus	< 0,00052 %
16	S	Sulfur	0,06 %
17	Cl	Chlorine	0,19 %
19	K	Potassium	< 0,0057 %
20	Ca	Calcium	0,04 %
22	Ti	Titanium	0,85 %
23	V	Vanadium	0,01 %
24	Cr	Chromium	< 0,00037 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,00017 %
27	Co	Cobalt	2,70 µg/g
28	Ni	Nickel	43,40 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,5 µg/g
30	Zn	Zinc	< 0,2 µg/g
31	Ga	Gallium	0,60 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,3 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,2 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,2 µg/g
35	Br	Bromine	2,40 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,40 µg/g
38	Sr	Strontium	0,70 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 3,3 µg/g
41	Nb	Niobium	2,40 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 1,7 µg/g
47	Ag	Silver	< 0,7 µg/g
48	Cd	Cadmium	0,60 µg/g
49	In	Indium	< 0,8 µg/g
50	Sn	Tin	< 1,2 µg/g
51	Sb	Antimony	33,30 µg/g
52	Te	Tellurium	< 1,7 µg/g
53	I	Iodine	< 2,9 µg/g
55	Cs	Cesium	< 4,2 µg/g
56	Ba	Barium	< 6,9 µg/g
57	La	Lanthanum	< 8,4 µg/g
58	Ce	Cerium	< 12 µg/g
74	W	Tungsten	< 2,3 µg/g
80	Hg	Mercury	0,40 µg/g
81	Tl	Thallium	0,40 µg/g
82	Pb	Lead	1,40 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,3 µg/g
90	Th	Thorium	0,70 µg/g
92	U	Uranium	< 4,1 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6345 ulden side	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	P1 lag 2 ulden side	Prøvevægt (g):	10,09
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,12 %
12	Mg	Magnesium	0,32 %
13	Al	Aluminum	0,75 %
14	Si	Silicon	0,90 %
15	P	Phosphorus	< 0,00096 %
16	S	Sulfur	0,07 %
17	Cl	Chlorine	0,04 %
19	K	Potassium	< 0,014 %
20	Ca	Calcium	0,05 %
22	Ti	Titanium	1,23 %
23	V	Vanadium	< 0,0031 %
24	Cr	Chromium	< 0,00055 %
25	Mn	Manganese	0,00 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	< 2,0 µg/g
28	Ni	Nickel	191,10 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,3 µg/g
30	Zn	Zinc	< 1,0 µg/g
31	Ga	Gallium	3,20 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,4 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,4 µg/g
34	Se	Selenium	< 0,3 µg/g
35	Br	Bromine	2,40 µg/g
37	Rb	Rubidium	0,50 µg/g
38	Sr	Strontium	< 0,3 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 5,5 µg/g
41	Nb	Niobium	< 4,6 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 3,2 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,2 µg/g
48	Cd	Cadmium	1,00 µg/g
49	In	Indium	< 0,9 µg/g
50	Sn	Tin	0,40 µg/g
51	Sb	Antimony	17,60 µg/g
52	Te	Tellurium	< 1,6 µg/g
53	I	Iodine	< 3,5 µg/g
55	Cs	Cesium	< 4,7 µg/g
56	Ba	Barium	< 8,3 µg/g
57	La	Lanthanum	< 9,2 µg/g
58	Ce	Cerium	< 12 µg/g
74	W	Tungsten	< 5,8 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,7 µg/g
81	Tl	Thallium	< 0,5 µg/g
82	Pb	Lead	1,60 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,5 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,4 µg/g
92	U	Uranium	< 6,3 µg/g

XRF Analyse - XLAB 2000



Sag nr.: 113-22730.

Prøveidentifikation:	x6346 glat side	Fortyndingsmiddel:	None
Beskrivelse:	P1 lag 2 stof side	Prøvevægt (g):	10,09
Metode:	Tq-3945r	Fort. middel vægt(g)	0
Sags Id.:	113-22730	Fortyndingsfaktor	1
Prøveform:	Pressed tablet, 50 mm	Prøverotation:	No
Prøvetype:	Preßtablette	Dato for optagelse:	15-feb-13
Prøve status:	AAAXXX	Dato for beregning:	15-feb-13

Resultater

Z	Symbol	Element	Conc.
11	Na	Sodium	< 0,11 %
12	Mg	Magnesium	< 0,024 %
13	Al	Aluminum	0,64 %
14	Si	Silicon	0,53 %
15	P	Phosphorus	< 0,00097 %
16	S	Sulfur	0,05 %
17	Cl	Chlorine	0,04 %
19	K	Potassium	< 0,011 %
20	Ca	Calcium	0,05 %
22	Ti	Titanium	1,29 %
23	V	Vanadium	< 0,0028 %
24	Cr	Chromium	< 0,00046 %
25	Mn	Manganese	< 0,00029 %
26	Fe	Iron	< 0,0015 %
27	Co	Cobalt	1,70 µg/g
28	Ni	Nickel	101,10 µg/g
29	Cu	Copper	< 0,8 µg/g
30	Zn	Zinc	< 1,0 µg/g
31	Ga	Gallium	2,50 µg/g
32	Ge	Germanium	< 0,3 µg/g
33	As	Arsenic	< 0,3 µg/g
34	Se	Selenium	0,40 µg/g
35	Br	Bromine	2,70 µg/g
37	Rb	Rubidium	< 0,2 µg/g
38	Sr	Strontium	0,70 µg/g
39	Y	Yttrium	< 0,3 µg/g
40	Zr	Zirconium	< 6,0 µg/g
41	Nb	Niobium	4,00 µg/g
42	Mo	Molybdenum	< 2,4 µg/g
47	Ag	Silver	< 1,2 µg/g
48	Cd	Cadmium	< 1,0 µg/g
49	In	Indium	< 1,2 µg/g
50	Sn	Tin	< 1,9 µg/g
51	Sb	Antimony	30,30 µg/g
52	Te	Tellurium	< 2,1 µg/g
53	I	Iodine	< 3,9 µg/g
55	Cs	Cesium	< 5,2 µg/g
56	Ba	Barium	< 9,1 µg/g
57	La	Lanthanum	< 10 µg/g
58	Ce	Cerium	< 15 µg/g
74	W	Tungsten	< 4,3 µg/g
80	Hg	Mercury	< 0,6 µg/g
81	Tl	Thallium	< 0,4 µg/g
82	Pb	Lead	1,60 µg/g
83	Bi	Bismuth	< 0,4 µg/g
90	Th	Thorium	< 0,4 µg/g
92	U	Uranium	< 8,8 µg/g

Bilag 4: Chromatogrammer fra screeningen af de 13 delprøver

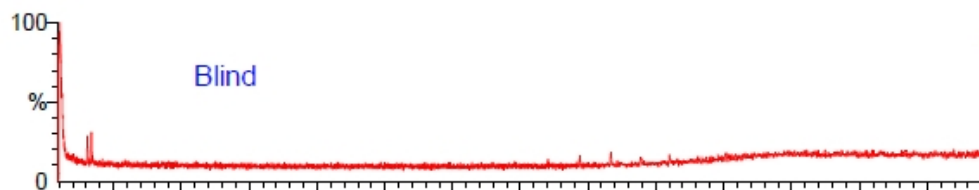
I dette bilag er chromatogrammerne fra screeningen af de 13 delprøver præsenteret. Som det ses af chromatogrammerne på de næste to sider er der ikke identificeret andre flammehæmmere end TCPP og TDCPP.

De andre toppe udover de to lige i starten som også er i blindprøven, der ses af chromatogrammerne er:

- S2 lag 8 – en mineralolie (bred bule der illustrerer kogepunktsfordelingen i olien)
- S2 lag 5 – BHT (14,5 min), en carboxylsyre (9 min) og noget (8 min), der formentlig er en skumdanner fra fremstillingen af skummet (azobisisobutyronitril)

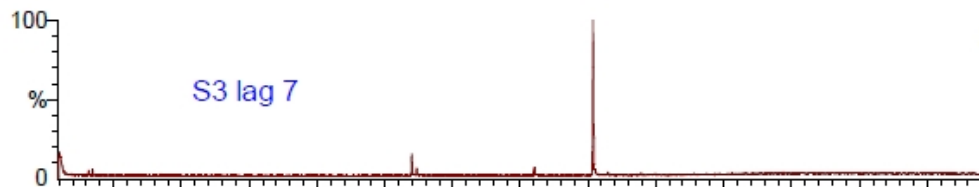
20130508-024

1: Scan EI+
TIC
5.12e7



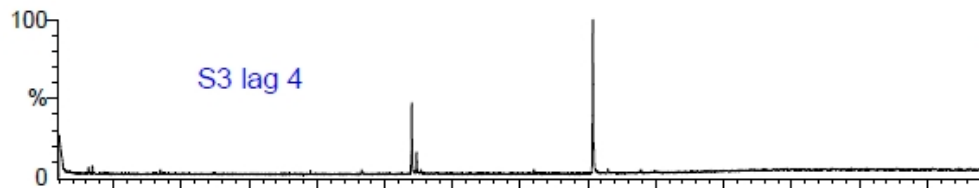
20130508-023

1: Scan EI+
TIC
2.80e8



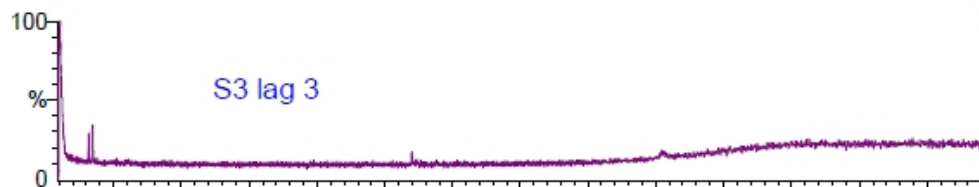
20130508-022

1: Scan EI+
TIC
1.99e8



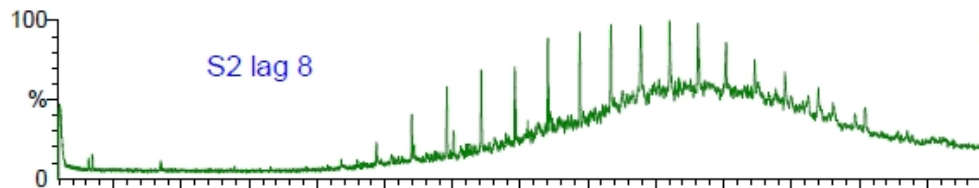
20130508-021

1: Scan EI+
TIC
5.49e7



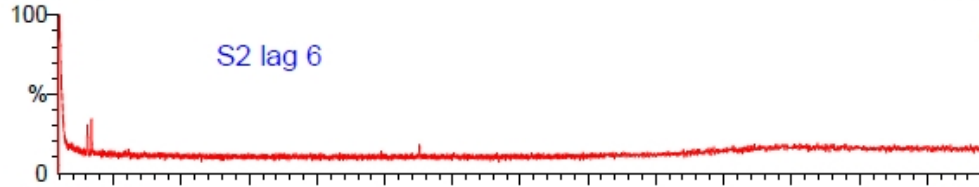
20130508-020

1: Scan EI+
TIC
8.74e7



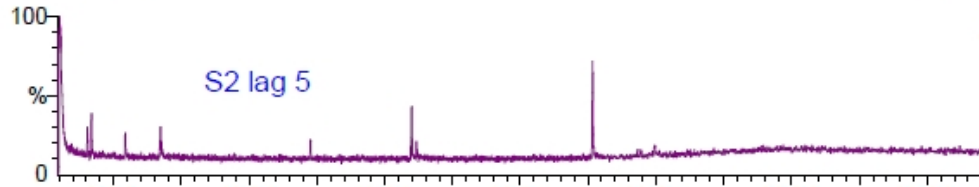
20130508-019

1: Scan EI+
TIC
4.62e7

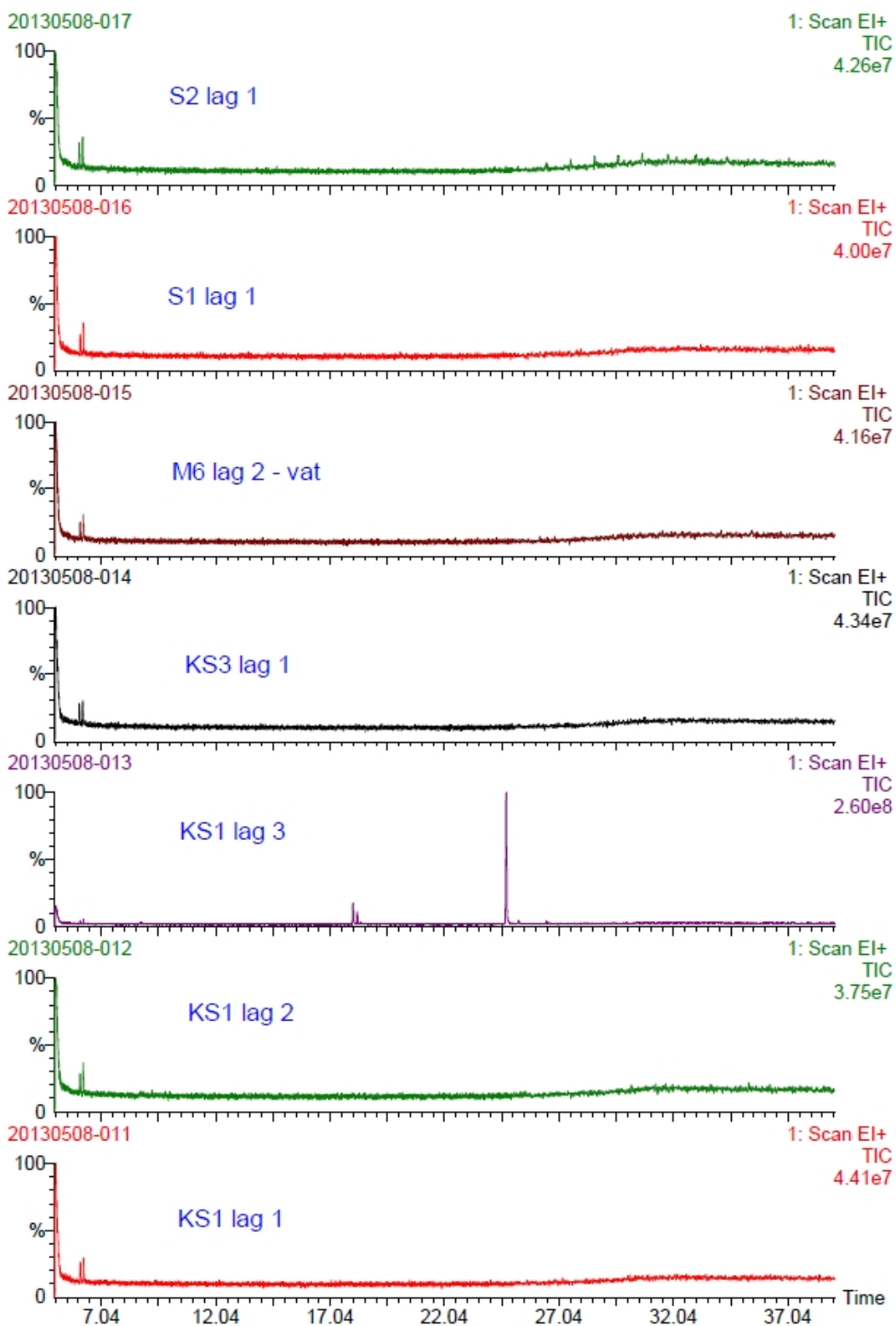


20130508-018

1: Scan EI+
TIC
4.69e7



Time



Kortlægning, sundheds- og miljøvurdering af flammehæmmere i tekstiler

Projektet har kortlagt af anvendelse flammehæmmere i boliginteriør på det danske marked.

Det er primært tekstiler, tæpper og gardiner, der skal anvendes i eller til f.eks. møbler i offentlige bygninger eller professionelle sammenhænge, hvor der er særlige brandkrav, der indeholder flammehæmmere eller bliver efterbehandlet med flammehæmmere.

Femten produkter er blevet analyseret, 3 kontorstole, 8 madrasser, 3 stole/lænestole og 1 plaid. I tre stole var der flammehæmmere i form af TCPP og TDCPP i skumgranulatet. Ingen af de undersøgte madrasser eller plaiden indeholdt flammehæmmere.

Eksponering for TCPP og TDCPP kan ske dels via inhalation, dels via hudeksponering eller via indtagelse af støvpartikler. Beregningerne viser, at det sandsynligvis er hudkontakt med møbler, der giver det største bidrag. Eksponeringen giver samlet set ikke anledning til risiko for forbrugerne.

Ligeledes blev der heller ikke fundet risiko for skadelige effekter i miljøet af de to stoffer.



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

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

www.mst.dk